

**INCREMENTO DE ACTIVIDAD DE ACUICULTURA  
EN LAS REGIONES NEA, NOA Y CENTRO**

**PROVINCIA DE CATAMARCA**

Proyecto: Incremento de actividad de acuicultura en las regiones NEA, NOA y Centro.

**Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca**  
**Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca**  
**Subsecretaría de Pesca y Acuicultura**  
**Dirección de Acuicultura**

Junio de 2011

Dirección y Coordinación:     Dra. Laura Luchini  
  Lic. Gustavo Alcides Wicki

Autor: Alejandro Diego Crojethovich

# Índice de contenido

1. Introducción.....	5
2. Unidades de análisis.....	8
3. El modelo de acuicultura sustentable.....	10
4. Aspectos económicos y sociales .....	13
4.1. Población.....	13
4.2. Aspectos sociales y sanitarios.....	19
4.2.1. Servicios sanitarios.....	20
4.2.2. Comunidades aborígenes.....	22
4.3. Aspectos económicos.....	23
4.3.1. Agricultura y Ganadería.....	24
4.4. Infraestructuras.....	27
5. Vegetación y Fauna.....	29
5.1. Unidades de vegetación .....	29
5.2. Áreas Naturales protegidas.....	33
6. Climatología.....	35
.....	35
7. Geología y suelos.....	40
7.1. Minería.....	42
7.2. Suelos.....	46
8. Hidrología. ....	54
8.1. Introducción. Recursos hídricos superficiales.....	54
8.2. Cuenca del Río Juramento.....	56
8.2.1. Análisis de Caudales.....	59
8.2.2. Calidad de las aguas.....	59
8.3. Cuenca del Río Salí-Dulce.....	64
8.3.1. Arroyo Mista.....	67
8.3.2. Río Salí.....	69
8.3.3. Río Gastona.....	70
8.3.4. Río Medina o Chico.....	71
8.3.5. Arroyo Chileno.....	73
8.3.6. Arroyo Matazambi.....	73
8.3.7. Río Marapa o Granero.....	74
9. Acuicultura.....	75
9.1. Productores identificados en la Provincia y análisis del desarrollo de la actividad:.....	75
9.1.1. DATOS DE PRODUCTORES.....	78
9.1.2. Producción en Acuicultura.....	80
9.1.3. Comercialización .....	80
10. Potencial acuícola para la provincia.....	84
10.1. Introducción.....	84
10.2. Potencialidad acuícola de la provincia.....	88
11. Especies de peces aptas para cultivo.....	91
11.1. Introducción.....	91
11.2. Tilapia nilótica ( <i>Oreochromis niloticus</i> ).....	91
11.3. Pacú ( <i>Piaracatus mesopotamicus</i> ) .....	100
11.4. Amur ( <i>Ctenopharyngodon idella</i> ) .....	104
11.5. Carpa plateada ( <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> ) .....	109
11.6. Carpa cabezona ( <i>Aristichthys nobilis</i> ): .....	115
11.7. Carpa común ( <i>Cyprinus carpio</i> L.) .....	119

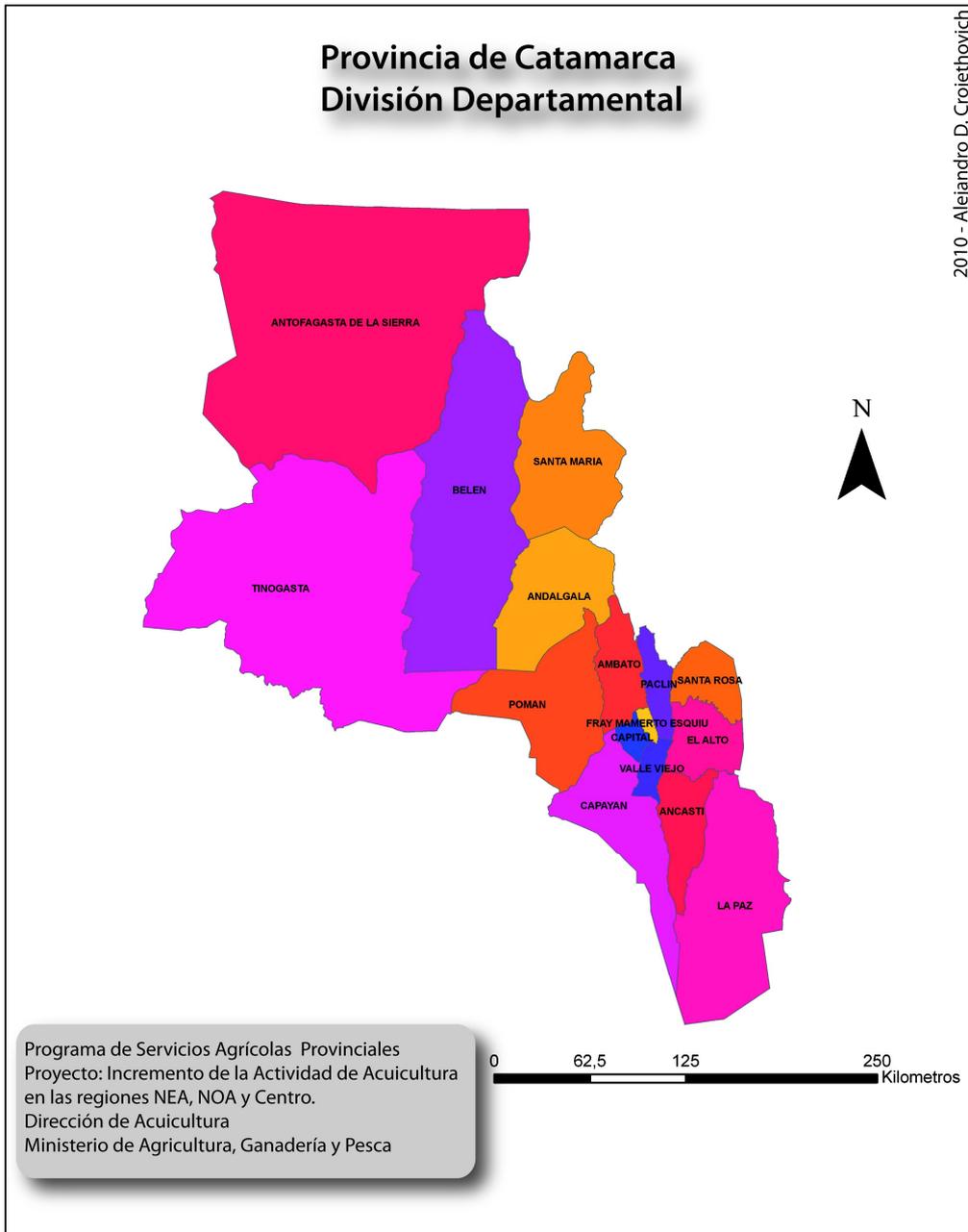
11.8. Randiá ( <i>Rhamdia quelen</i> ) .....	124
11.9. Pejerrey ( <i>Odonthestes bonariensis</i> ).....	129
11.10. Turcha arco iris. ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ).....	131
11.11. Otras Especies de interés.....	138
11.11.1. Sábalo ( <i>Prochilodus lineatus</i> ).....	139
11.11.2. Surubí ( <i>Pseudoplatystoma spp</i> ).....	141
11.11.3. Boga ( <i>Leporinus spp</i> ).....	145
11.12. Peces Ornamentales .....	149
11.12.1. Familia Cyprinidae.....	149
11.12.2. Familia Characidae.....	150
11.12.3. Familia Callichthidae.....	150
11.12.4. Familia Loricariidae.....	151
11.12.5. Familia Poeciliidae.....	151
11.12.6. Familia Cichlidae.....	153
11.12.7. Familia Anabantidae.....	154
12. Marco legal regulatorio de la acuicultura marítima y continental.....	154
12.1. Normas Nacionales.....	154
12.2. Normas Provinciales.....	160
13. Bibliografía .....	161

### 1. Introducción

La provincia de Catamarca se encuentra ubicada en la Región Noroeste de la República Argentina entre los 25° 12' y 30° 40' de latitud Sur y entre los 64° 55' y 69° 28' de longitud Oeste, y sus límites son: al Norte la provincia de Salta; al Este las provincias de Tucumán y Santiago del Estero; al Sur Córdoba y La Rioja; y al Oeste la República de Chile, separada por la Cordillera de los Andes. Tiene una superficie de 102.602 kilómetros cuadrados.

Catamarca está integrada por 16 departamentos, los cuales están agrupados en cuatro regiones que se clasifican en función de las densidades de población, orografía, clima, comunicaciones, actividades humanas y servicios.

- **La Región de la Puna** corresponde al departamento Antofagasta de la Sierra casi en su totalidad (y también una pequeña porción Norte del departamento Belén). Ubicada en el noroeste de la provincia, limitando al norte con la provincia de Salta, al oeste con la República de Chile y al sur con el cordón de San Buenaventura y la Sierra de Laguna Blanca. La altura media de la Región de la Puna es de 3.800 metros sobre el nivel del mar aproximadamente. El rumbo predominante de los alineamientos montañosos es de noreste a sudoeste.
- **La Región Oeste** está formada por los departamentos Santa María, Belén, Tinogasta, Andalgalá y Pomán. Toda la región se encuentra dentro del dominio de lo que se denomina Clima Templado, y aunque está próxima al Trópico no posee la variedad climática subtropical debido a las condiciones impuestas por la altura y la aridez reinante.
- **La Región Centro** integrada por los departamentos Capital, Ambato, Fray Mamerto Esquiú, Paclín, Valle Viejo y Capayán.
- **La Región Este** compuesta por los siguientes departamentos: Santa Rosa, El Alto, Ancasti y La Paz. Separada de la Región Centro por el cordón de Alto Ancasti, limita al norte con la provincia de Tucumán, al Noreste y Este con la provincia de Santiago del Estero, y al Sur con la provincia de Córdoba, compartiendo las Salinas Grandes. También al igual que la Región Centro está vinculada al Sistema de Las Sierras Pampeanas (Cordón de Alto Ancasti).



## 2. Unidades de análisis

El territorio de la Provincia de Catamarca fue dividido en áreas de acuerdo a las cuencas predominantes según el Atlas Digital de los Recursos Hídricos Superficiales de la República Argentina producido por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación y al trabajo del Consejo Federal de Inversiones de 1962: Recursos Hidráulicos Superficiales. Las principales fuentes alóctonas de agua superficial en la

región estudiada son los ríos Juramento y Salí-Dulce.

**1 Unidad de la Puna**

**2 Cuenca del Río Juramento**

**3 Cuenca del Río Salí-Dulce**

**4 Unidad del Salar de Pipanaco**

**5 Cuenca del Río Abaucan**

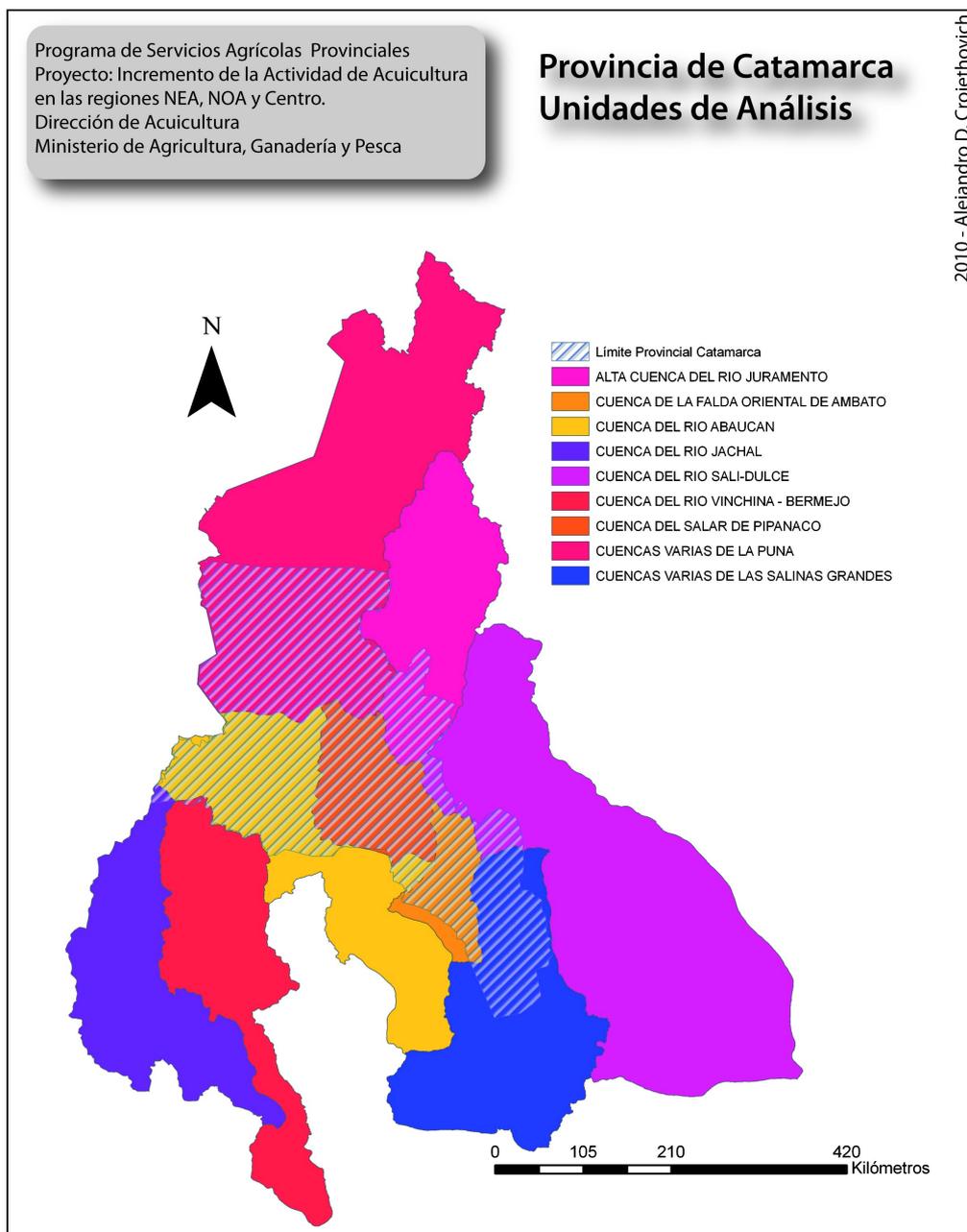
**6 Unidad de Ambato**

**7 Unidad de las Salinas Grandes**

Programa de Servicios Agrícolas Provinciales  
Proyecto: Incremento de la Actividad de Acuicultura  
en las regiones NEA, NOA y Centro.  
Dirección de Acuicultura  
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca

## Provincia de Catamarca Unidades de Análisis

2010 - Alejandro D. Crojethovich



### 3. El modelo de acuicultura sustentable

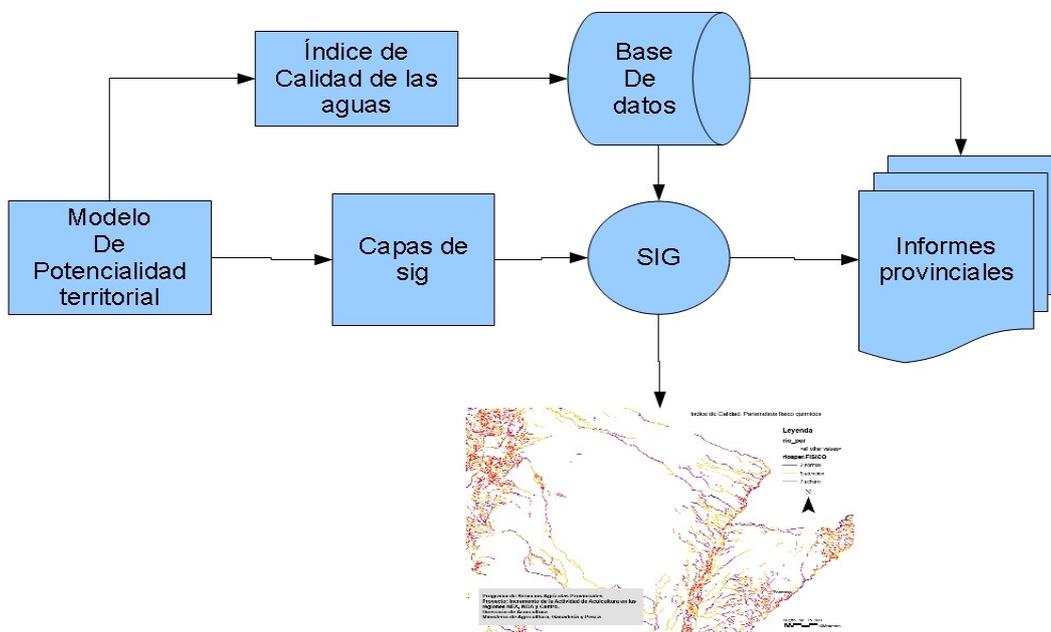
El presente trabajo está basado en el modelo de acuicultura sustentable, donde la gestión de los recursos hídricos afectan a la actividad productiva acuícola y viceversa formando un sistema complejo que se retroalimenta. Los informes introducen al lector brindándole la información sobre la cual se construye el Sistema de

## Información Geográfica (SIG).

El sistema producción-ambiente se divide en un conjunto de subsistemas que se encuentran relacionados entre sí y que son explicados en los capítulos del trabajo:

- Subsistema económico-social, que incluye la economía provincial, actividades industriales, ganadería y agricultura, una descripción de la situación social de la provincia, educación y aspectos sanitarios, descripción de la población, densidad y distribución.
- Subsistema ambiental, que incluye aspectos climatológicos, geológicos y suelos, y por supuesto la hidrología de la provincia. También se incluyen una descripción de la flora y fauna de la provincia.

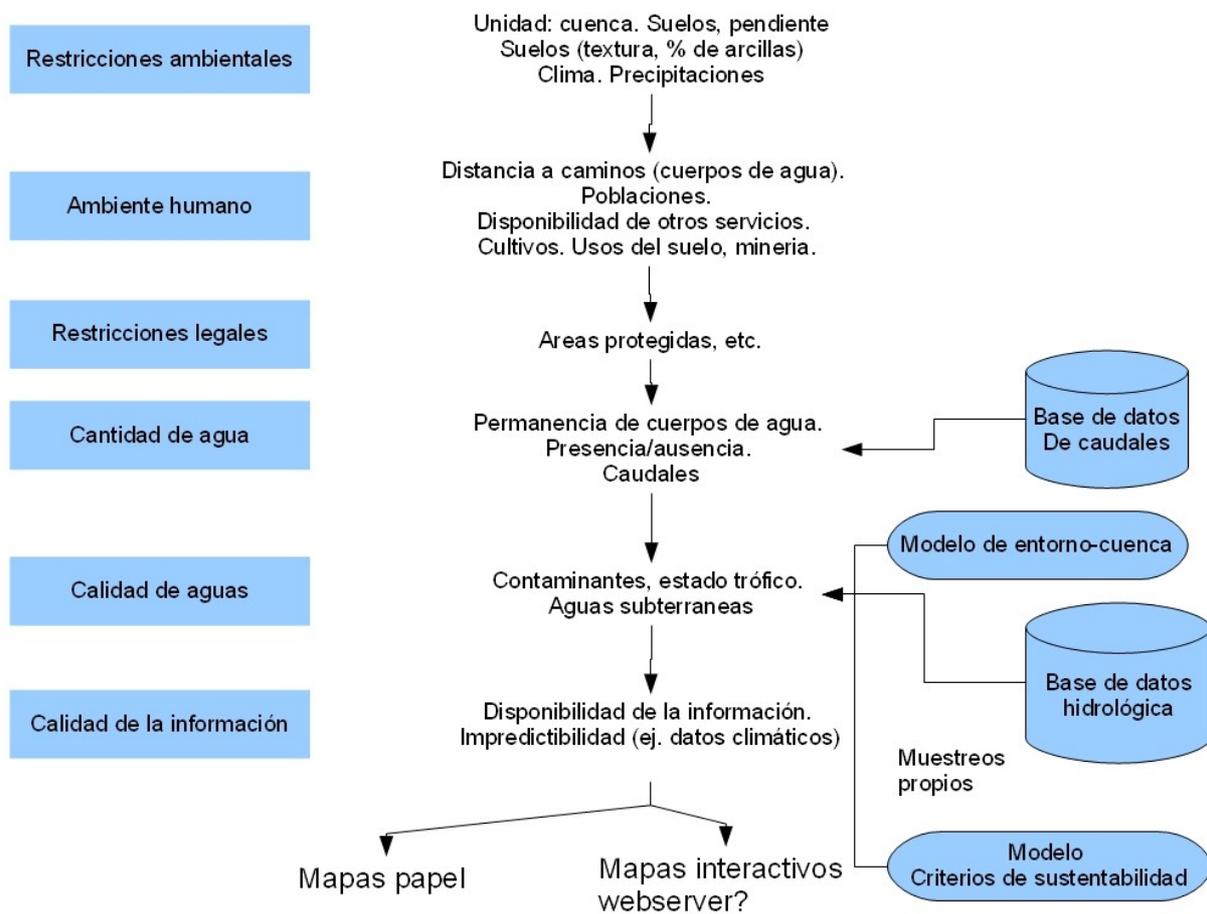
Utilizando los subsistemas mencionados se ha desarrollado un modelo de potencialidad territorial, que junto con el índice de calidad de las aguas (que se explicará más adelante), forma la base para la calificación regional de la provincia para realizar actividades acuícolas (fundamentalmente a través de un SIG) y la realización de los informes, como se muestra en la siguiente figura.



El Modelo de Potencialidad Territorial en el SIG ha sido traducido a través de un conjunto de variables:

- Restricciones ambientales. Por ejemplo la pendiente del suelo y su composición, que pueden ofrecer limitaciones para el establecimiento de producciones. Restricciones climáticas, precipitaciones y temperatura.
- Ambiente humano. Disponibilidad y acceso a servicios y medios de comunicación. Historia del uso de la tierra, cultivos.
- Restricciones legales. Por ejemplo zonas de áreas protegidas.
- Cantidad de agua. Presencia/ausencia de cuerpos de agua, permanencia de cuerpos de agua.
- Calidad de las aguas. Mediante el desarrollo de un índice de calidad.
- Calidad de la información. Donde se evalúa el grado de confiabilidad de la información utilizada en los análisis.

Las variables mencionadas forman las “capas” del SIG, siguiendo el esquema lógico que se muestra en la figura:



A lo largo de este informe al principio de cada capítulo se irán explicitando la forma

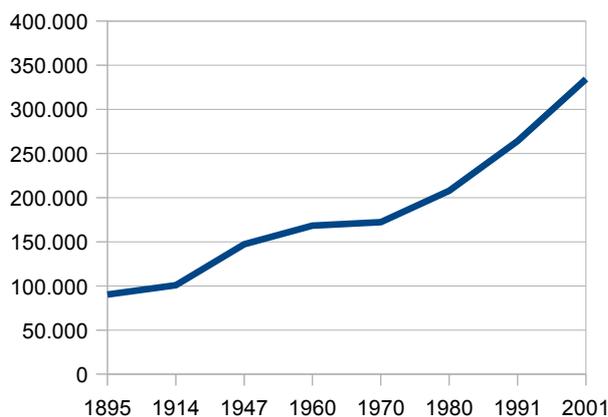
en que cada variable contribuye al análisis final. Por ejemplo en el caso de la variable “suelo” el criterio elegido es: *los suelos con mayor contenido de arcillas y/o limos son más aptos para la actividad acuícola.*

## 4. Aspectos económicos y sociales

### 4.1. Población

De acuerdo al Censo Nacional de Población y Vivienda de 2001, la Provincia tenía a ese año 334.568 habitantes.

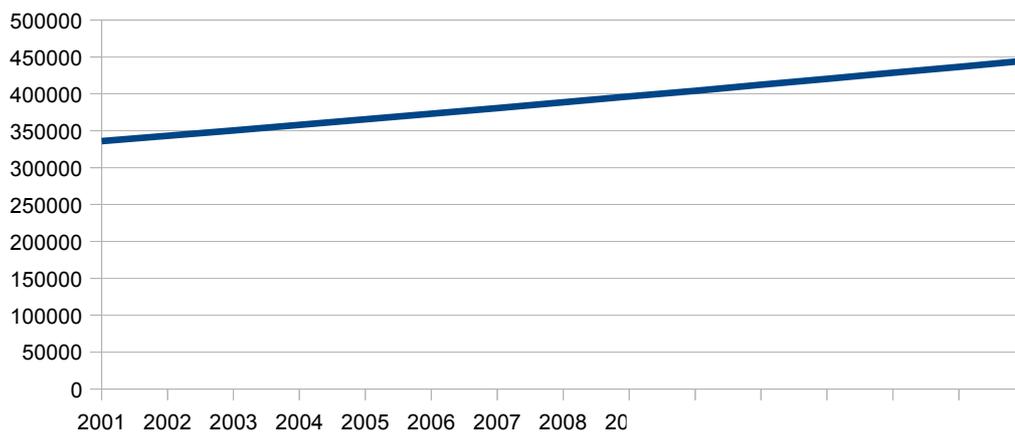
Con relación al censo anterior (1991) tuvo un aumento del 26,62%, siendo la tendencia de la variación de la población de la provincia creciente (con algunos períodos de estabilización de la población entre lo años 60 y 70 del siglo XX) desde el primer censo realizado en el país en el año 1895 hasta el actual.



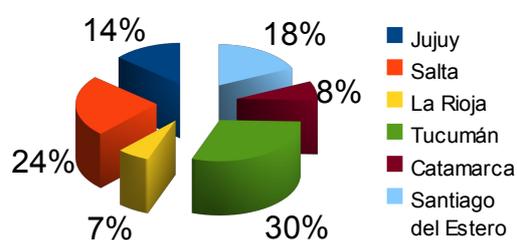
Número de habitantes de la Provincia de Catamarca entre los años 1895 y 2001.  
Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población y Vivienda 2001.

La estimación para el año 2015 es que la Provincia tenga 444.824 habitantes distribuidos en 223.384 varones y 221.440 mujeres.

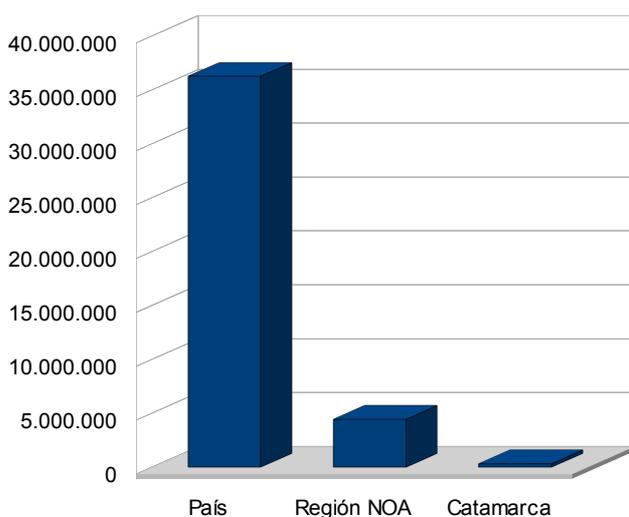
Proyección de la población (en número de habitantes) entre los años 2001 (fecha del último censo nacional) y el 2015. Fuente: INDEC 2005.



La Provincia concentra el 8 % de la población de la región NOA (Jujuy, Salta, La Rioja, Tucumán, Catamarca, y Santiago del Estero)



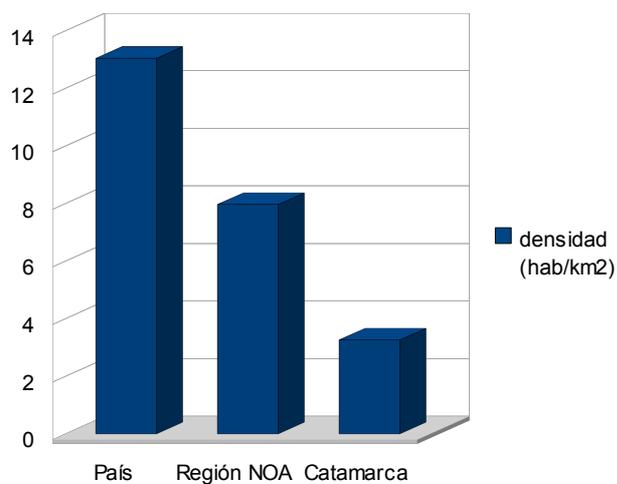
y el 0,92% del total del país.



Poblaciones totales del País, NOA y la provincia de Catamarca, al año 2001. Fuente: INDEC Censo Nacional de Población y Vivienda 2001.

La densidad de la población es de 3,26 habitantes por km<sup>2</sup>. Es la provincia junto con La Rioja con menor densidad de la región NOA que tiene una densidad de 7,96

hab/km<sup>2</sup>.

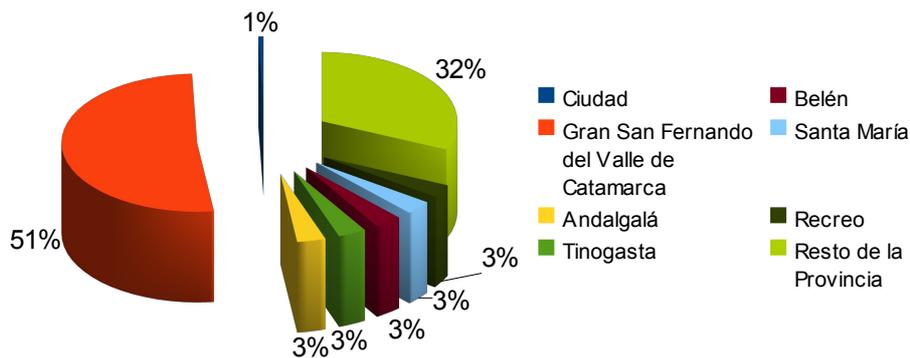


Densidad de población (en hab/km<sup>2</sup>) del total del País, NOA y la provincia de Catamarca, al año 2001. Fuente: INDEC Censo Nacional de Población y Vivienda 2001

Las ciudades con más de 10.000 habitantes son (Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población y Vivienda 2001):

Ciudad	Número de habitantes
San Fernando del Valle de Catamarca	171923
Andalgalá	11411
Tinogasta	11257
Belén	11003
Santa María	10800
Recreo	10147

Que representan un alto porcentaje de la población sobre el resto de la provincia:



### Variación de la población:

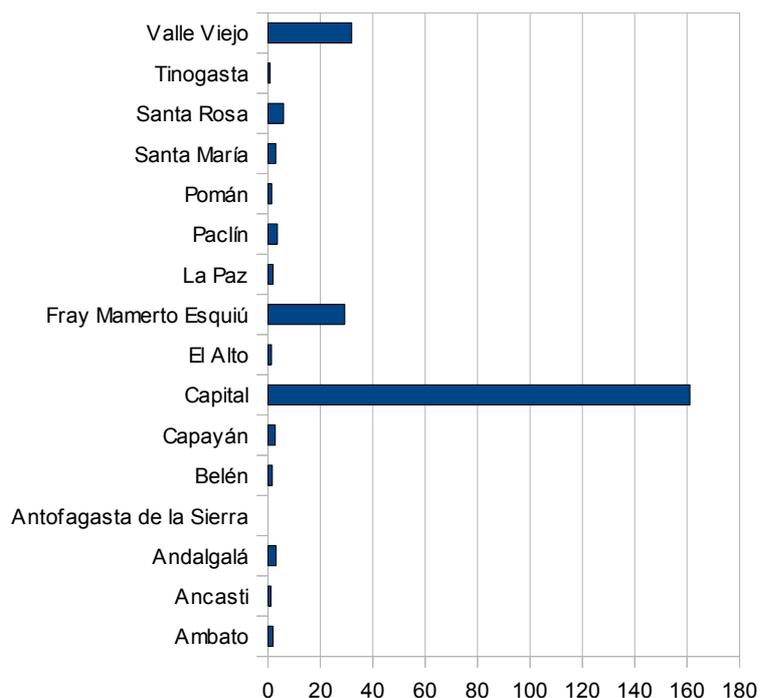
En la provincia, los departamentos con un alto crecimiento poblacional en el período intercensal 1991-2001 son: Antofagasta de la Sierra (32,07%) y Valle Viejo (35,55%). No hay departamentos que hayan perdido población durante ese período.

Durante el período intercensal 1980-1991 la Capital (39,84%) y Valle Viejo (40,38%) son los departamentos que más han crecido. Los departamentos de Ancasti y el Alto ha perdido población durante ese período.

Departamento	1980	1991	% de variación	2001	% de variación
Total	207717	264234	27,21	330996	25,27
Ambato	3500	3582	2,34	4541	26,77
Ancasti	2991	2598	-13,14	3038	16,94
Andalgalá	11189	14052	25,59	16995	20,94
Antofagasta de la Sierra	855	973	13,8	1285	32,07
Belén	17708	20939	18,25	24727	18,09
Capayán	9689	12056	24,43	14156	17,42
Capital	78799	110189	39,84	140485	27,49
El Alto	3472	2981	-14,14	3409	14,36
Fray Mamerto Esquiú	6694	8216	22,74	10588	28,87
La Paz	12950	16143	24,66	20956	29,81
Paclín	3435	3524	2,59	4297	21,94
Pomán	6264	7484	19,48	9443	26,18
Santa María	13129	16949	29,1	21254	25,4

Santa Rosa	6690	8531	27,52	9827	15,19
Tinogasta	18064	18767	3,89	22613	20,49
Valle Viejo	12288	17250	40,38	23382	35,55

### Densidad departamental:



Densidad de los departamentos de la provincia de Formosa en hab/km<sup>2</sup> al año 2001. Fuente: INDEC Censo Nacional de Población y Vivienda 2001.

## 4.2. Aspectos sociales y sanitarios

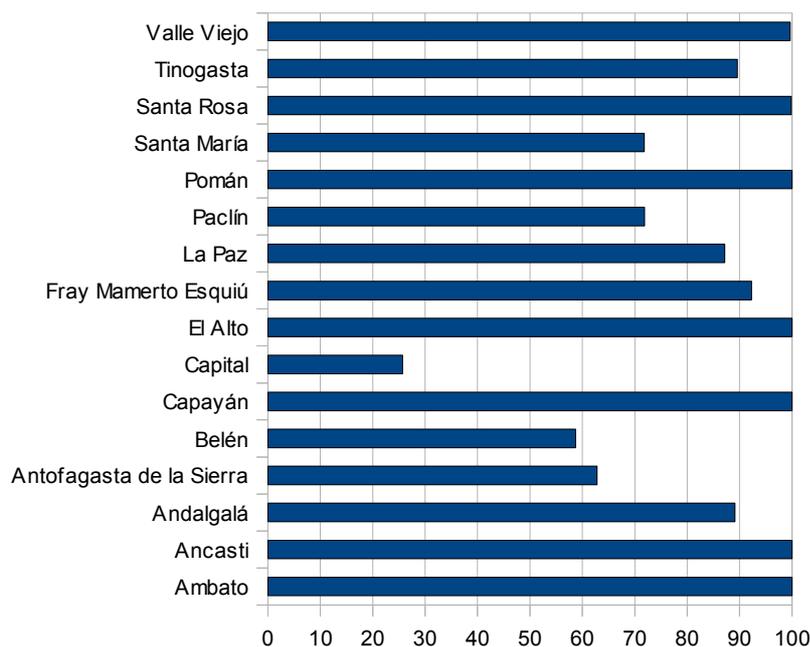
### Analfabetismo:

Departamento	Total de analfabetos	% de analfabetismo
Ambato	844	18,65
Ancasti	632	20,51
Andalgalá	3536	20,68
Antofagasta de la Sierra	339	26,44
Belén	5533	21,72
Capayán	3162	22,37
Capital	24993	17,69
El Alto	680	20

Fray Mamerto Esquiú	1947	18,27
La Paz	4894	23,24
Paclín	766	17,86
Pomán	2098	21,98
Santa María	4843	21,89
Santa Rosa	2220	21,45
Tinogasta	5134	22,75
Valle Viejo	4556	19,22

#### 4.2.1. Servicios sanitarios

Un porcentaje muy alto de la población carece de infraestructuras básicas de saneamiento en sus viviendas:



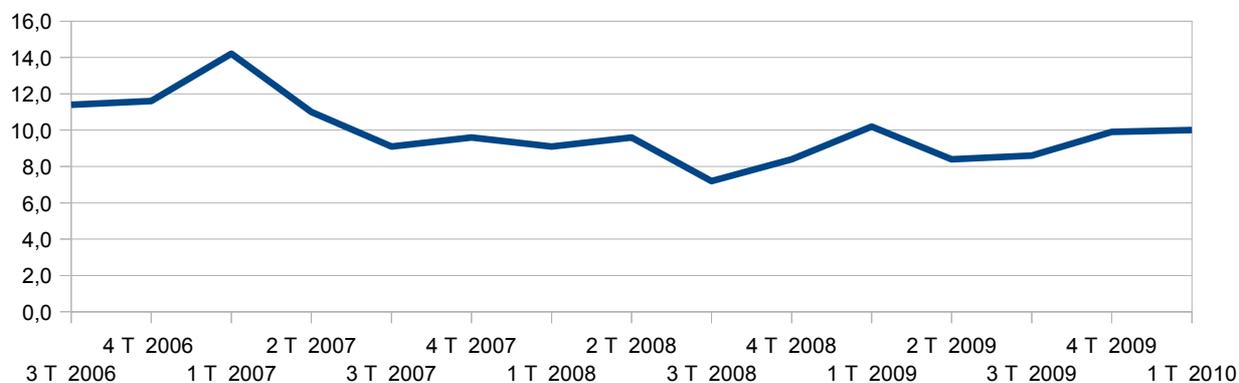
Porcentaje de Viviendas sin cloacas por departamento.  
Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001.

Provisión y procedencia del agua en la vivienda por departamento (en % sobre el total de viviendas). Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001.

	Ambato	Ancasti	Andalg alá	Antofag asta de la Sierra	Belén	Capayán	Capital	El Alto	Fray Mamerto Esquiú	La Paz	Paclín	Pomán	Santa María	Santa Rosa	Tinogasta	Valle Viejo
Red pública (agua corriente)	68,86	30,17	89,11	65,07	87,5	78,01	97,94	51,3	99,36	81,76	81,3	94,87	83,58	87,78	85,58	97,16
Perforación con bomba a motor	2,34	2,94	0,76		0,26	9,83	1,01	2,06	0,04	4,47	4,98	0,86	3,91	5,4	7,35	1,24
Perforación con bomba manual	0,54					0,14	0,02	0,43		0,23	0,51	0,05	0,06	0,13		0,06
Pozo con bomba	0,9	5,74	0,19		0,11	3,8	0,55	5,1	0,04	1,96	2,24	0,14	1,27	1,55	1,23	0,78
Agua de lluvia	0,27	1,87			0,06	0,94	0,01	7,7		1,96	0,1		0,02	0,31	0,02	0,04
Transporte por cisterna	10,17	0,67	1,82	2,09	1,19	3,73	0,16	1,3	0,13	4,57	1,22	0,05	4,36	3,23	0,33	0,38
Río, canal, arroyo	16,02	48,87	7,77	29,85	9,74	3,14	0,21	26,36	0,43	2,29	9,35	2,28	6,12	1,11	5,13	0,32
Pozo sin bomba	0,9	9,75	0,35	2,99	1,13	0,42	0,1	5,75		2,76	0,3	1,76	0,69	0,49	0,36	0,02

Empleo:

Evolución de la tasa de población desocupada (en %) del Aglomerado Gran Catamarca (que está integrado por la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca y su área metropolitana) para el período 2006/2010.



#### 4.2.2. Comunidades aborígenes

Catamarca fue el escenario geográfico donde se desarrollaron las culturas arqueológicas que alcanzaron el más alto nivel artístico en la República Argentina, constituyendo los últimos cuarenta años el objetivo de las investigaciones científicas de los principales centros del país y extranjeros. Los estudios arqueológicos posibilitaron el conocimiento de diez mil años de cultura, con elocuentes testimonios que arrancan desde el nomadismo (cazadores-recolectores), pasando por la domesticación de animales y plantas, arquitectura, alfarería, textilera, cestería y metalurgia. Todas las etapas del ciclo evolutivo de los pueblos precolombinos, quedó plasmada en las variadas manifestaciones del espíritu de esos pueblos. Su capacidad artística en la elaboración con sofisticada tecnología de objetos en cerámica, piedra, oro, plata, cobre, plata y bronce, donde la capacidad artesanal se combina con el pensamiento para concretar obras de grandes jerarquías con motivos decorativos que no solo muestran escenas de la vida cotidiana, sino también de un complejo mítico religioso.

Población aborígen en Catamarca:

Pueblo indígena	Provincias	Número de habitantes
Diaguita/ Diaguita calchaquí	Catamarca, Córdoba, La Rioja, Santa Fe y Santiago del Estero	6138

### **4.3. Aspectos económicos**

Si bien la mayor parte de la producción actual se orienta al mercado interno, la generación de nuevos productos en un contexto tecnológico eficiente y moderno modifica y acrecienta la oferta tradicional del producto catamarqueño, potenciando exportaciones de productos, tales como: lácteos, dulces, mermeladas y jaleas, encurtidos, conservas vegetales, pimentón, aceitunas en conserva, postres, alfajores y golosinas, pasas de uva y uva de mesa, vinos, agua mineral, edulcorantes, fibra y semilla de algodón, hilados de algodón y mezcla, tejidos de punto, confecciones (ropa de vestir y de trabajo, guardapolvos, medias deportivas, ropa interior, ropa de ballet y danza, etc.), hilados y tejidos de lana de oveja y llama, calzado informal y deportivo, electrodomésticos (heladeras, freezers, cocinas, anafes, lavarropas, secarropas, etc.), motocompresores, ciclomotores, bicicletas, acumuladores eléctricos, lápices y lapiceras, muebles de jardín, aberturas de maderas y metálicas, filmes y envases de polietileno, envases flexibles, casetes, tambores de chapa, cueros, etc.

Para consolidar e incrementar la incidencia alcanzada en los últimos años por la actividad industrial en la economía provincial, la provincia promueve la radicación de nuevos capitales orientados al sector, ofreciendo ventajas impositivas y la infraestructura y servicios de sus áreas industriales.

El Paso Internacional de San Francisco (corredor bioceánico), cuenta con servicios esenciales tales como el Despacho Aduanero en el Departamento Tinogasta. Además se encuentra en vigencia la ley de creación de la Zona Franca localizada en este departamento, de la cual actualmente se gestionan la financiación de los estudios previos de competitividad.

Por su parte, en San Fernando del Valle de Catamarca funciona, dentro del Parque Industrial, un "Resguardo Aduanero" que permite realizar todo tipo de operaciones comerciales hacia y desde el exterior.

En la provincia se realizaron diversos estudios de oferta exportable con apoyo del Consejo Federal de Inversiones, como por ejemplo uno dirigido al mercado Chileno, que resalta la posibilidad de introducir algodón de fibra larga y aceite de oliva con muy buena rentabilidad. Esta posibilidad, se refuerza aún más con la existencia de importantes explotaciones de ambas variedades vegetales en la provincia.

Durante 1996 las exportaciones de Catamarca alcanzaron un total de 21,6 millones de dólares. Esto implica que, a valores corrientes, desde 1993 a 1996 se registró un

aumento de 87,2% en las ventas de la Provincia al exterior.

#### **4.3.1. Agricultura y Ganadería**

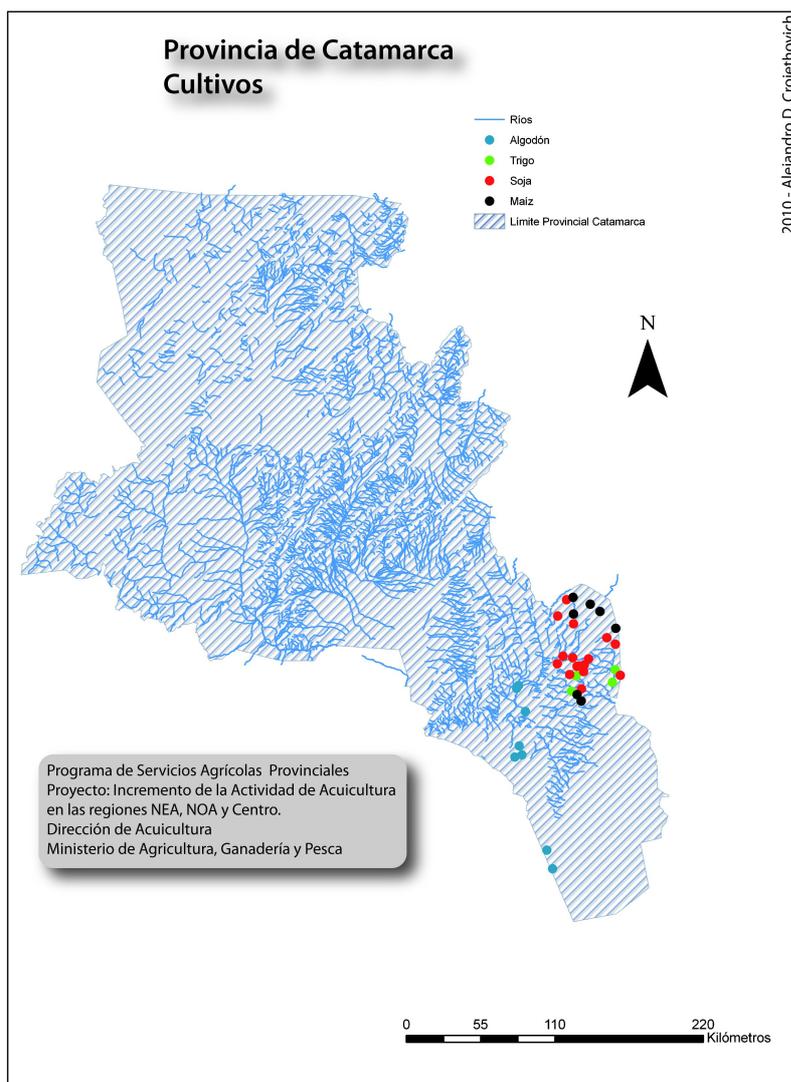
En esta provincia, las actividades productivas se concentran principalmente en los valles de las Sierras de Ambato y de Ancasti, de acuerdo a la cercanía con la ciudad capital. Según el CNA 2002, la superficie con cultivos agrícolas es de casi 160.000 ha y se encuentra concentrada principalmente en los departamentos de La Paz y Santa Rosa. Los cereales ocupan 28.854 ha del total (trigo y maíz), mientras que las oleaginosas (soja) 18.731 ha y los cultivos industriales (algodón y tabaco) 1.862 ha, distribuyéndose la superficie restante de 110.051 ha entre otros cultivos como los forrajeros y los frutales.

Principales cultivos de la provincia:

1. El Nogal: la superficie destinada al nogal se ha incrementado en forma interesante, especialmente en la Región Oeste de la provincia, más precisamente en los departamentos Belén, Andalgalá, Pomán y Ambato. Actualmente existen 4.500 hectáreas implantadas, que significan un incremento cuantitativo importante. La mayoría de las plantaciones viejas son de nuez criolla, pero las nuevas, aparte de su mayor calidad, son de brotación tardía, lo cual significa una ventaja frente a las heladas fuera de estación. Los actuales promedios de rendimiento varían entre los 700 y 1.000 kilogramos por hectárea. Actualmente están en plena producción el 75 por ciento de las plantaciones.
2. En lo que respecta a la vid la Región Oeste es la que posee la mayor superficie cultivada, predominan las variedades Criolla para vinos comunes, de mesa, pasas, y la Torrontés para la elaboración de vinos regionales. En la Región Centro, que es una de las que posee las mejores condiciones climáticas y edafológicas del país, ha implantado 205,8 hectáreas de uva de mesa para exportación, en parral, con variedades tales como Sultanina, Flame, Emperatriz y Red Seedless.
3. Otro cultivo de importancia en la provincia es el del olivo, que ocupa una superficie cultivada de 951,8 hectáreas. El rendimiento promedio por hectárea de los olivares es 2.500 a 5.000 kilogramos para las variedades denominadas "de mesa" y de 4.000 a 8.000 kg/ha. para las aceiteras.
4. El membrillero es otro de los cultivos importantes de la provincia, ocupa una superficie de 320,6 hectáreas. La característica de estas plantaciones es que, en su mayoría están asociadas con otras especies como por ejemplo nogales, y

forman cercos o a lo largo de acequias, arroyos o alambrados.

En el siguiente mapa se muestra la distribución de los principales cultivos de la provincia durante el quinquenio 1996-2000 (fuente de los datos: La Argentina en mapas; Evolución de la agricultura. IMHICIHU-CONICET. Noviembre, 2008. Disponible en Internet <http://www.laargentinaenmapas.com.ar>):



**Criterio:**

Las zonas más cercanas a áreas con cultivos están sujetas a un mayor aporte de nutrientes y en consecuencia son menos aptas para el desarrollo de la actividad acuícola

Este tema es utilizado posteriormente en el análisis. [[ver al final de este informe](#)]

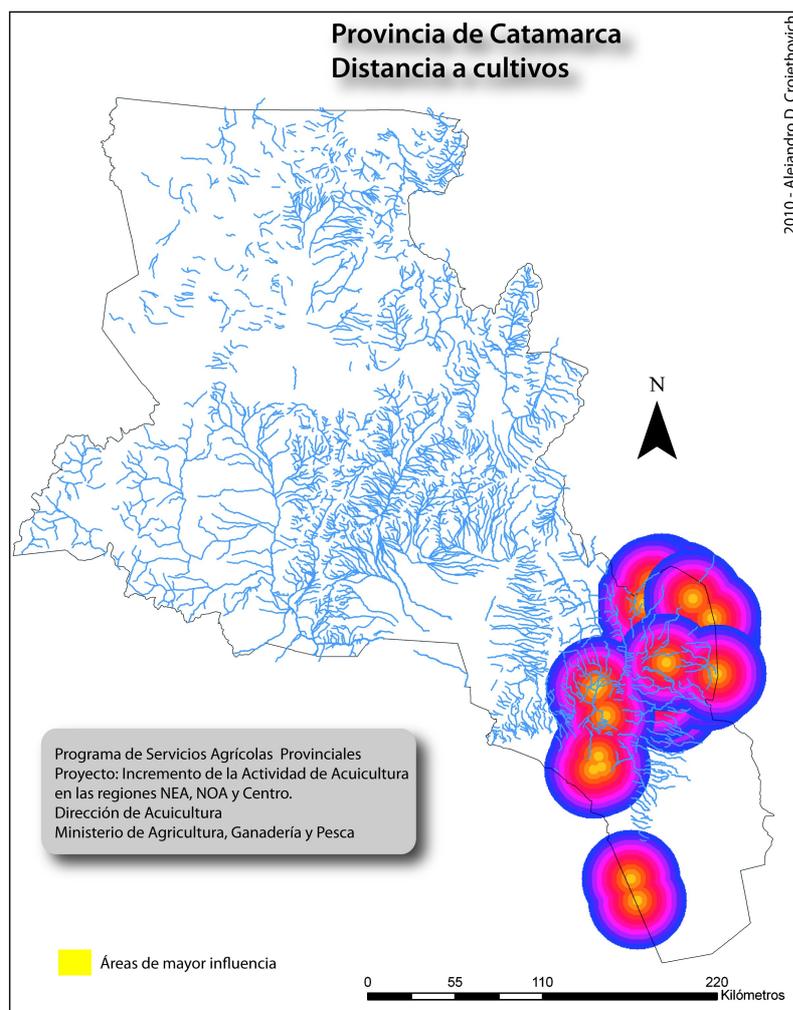


Análisis de la potencialidad territorial

Un factor importante a la hora de evaluar la potencialidad territorial para actividades productivas, es conocer la historia de uso de la tierra. En nuestro caso la historia agrícola de la región nos puede dar información acerca de las áreas dedicadas a cultivos donde no serían favorables los establecimientos acuícolas, y también las fuentes de nutrientes que los cultivos pueden descargar a los sistemas hídricos cercanos.

La historia de la producción agrícola muestra una tendencia en el descenso general de la superficie implantada, con un máximo durante la mitad de la década de 1970. Hay un repunte de la producción agrícola durante los últimos años, con la mayor cantidad de hectáreas sembradas de trigo y soja.

En el siguiente mapa se muestran las zonas con mayor intensidad agrícola en la provincia, en relación a los ríos.



Hay unas 523.489 cabezas de ganado en la provincia (CNA, 2002).

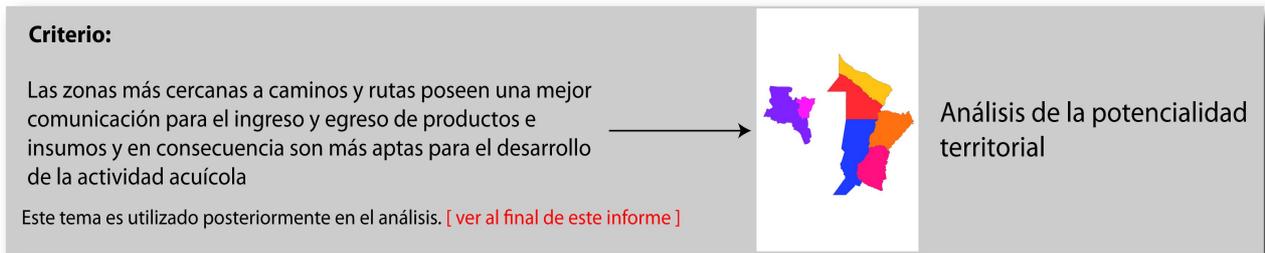
#### **4.4. Infraestructuras**

Red vial:

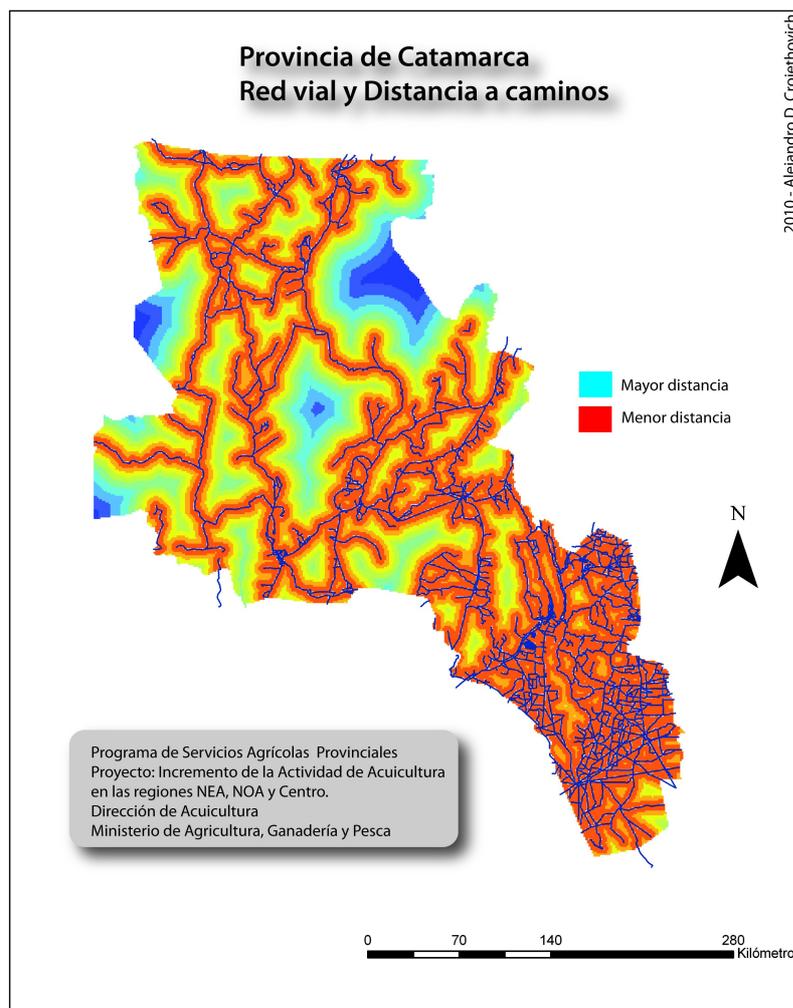
Por el territorio catamarqueño atraviesan las rutas nacionales Nro. 60 en dirección SE-NO, llegando a la República de Chile a través del cruce fronterizo del Paso de San Francisco. Esta misma ruta la vincula hacia el sur con la Provincia de Córdoba, y el sur del País. La ruta Nacional Nro.38 atraviesa por la región Este de la Provincia vinculándola hacia el norte a las provincias de Tucumán, Salta y Jujuy, y hacia el Sur con La Rioja y la zona de cuyo: Mendoza, San Juan y San Luis. La Ruta Nacional Nro. 40 recorre gran parte del territorio provincial, especialmente la región Oeste y parte de la región centro. Esta ruta es un corredor seleccionado en los ejes trazados para el Mercosur, la cual recorre todo el territorio nacional vinculando especialmente

las provincias del sector Oeste argentino, que se encuentran alejadas de los principales corredores.

No obstante existe la posibilidad cierta de desarrollar un corredor bioceánico de la región Norte del país, atravesando desde Curitiba (República del Brasil) hacia la zona del litoral argentino, llegando a Catamarca para acceder por el Paso de San Francisco a los puertos chilenos del Océano Pacífico.



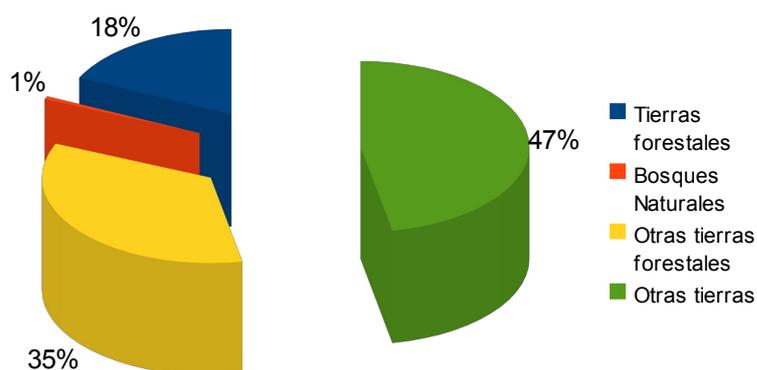
Un factor importante a la hora de evaluar la potencialidad del territorio para actividades productivas es analizar la distancia de los posibles emplazamientos a caminos, es decir la disponibilidad de comunicaciones para la salida de mercaderías y entrada de insumos y personal. En el siguiente mapa se muestra en rojo las áreas con mejor comunicación vial y en azul las localizaciones más desfavorables.



## 5. Vegetación y Fauna

### 5.1. Unidades de vegetación

Desde el punto de vista fitogeográfico (Manghi et al. 2005) la provincia posee formaciones boscosas correspondientes a las regiones del Parque Chaqueño, Selva Tucumano Boliviana y Monte (Parodi, 1964; Ragonese, 1967; Cabrera, 1976).



Superficie de bosque nativo en la provincia de Catamarca (al año 2002). Porcentaje de tipos de coberturas. Ver la tabla con la descripción. Fuente: Mangui et al. 2005.

Clase de cobertura de la tierra. Fuente: Manghi et al. 2005	Definición
Tierras forestales	Tierra con una cubierta de copa (o su grado equivalente de espesura) de más del 20 % del área y una superficie superior a 10 hectáreas. Los árboles deberían poder alcanzar una altura mínima de 7 metros (m) a su madurez in situ. Puede consistir en formaciones forestales cerradas, donde árboles de diversos tamaños y sotobosque cubren gran parte del terreno.
Otras tierras forestales	Tierras donde la cubierta de copa (o su grado de espesura equivalente) tiene entre 5 y 20 % de árboles capaces de alcanzar una altura de 7 m a su madurez in situ; o tierras con una cubierta de copa de más del 20 % (o su grado de espesura equivalente) en la que los árboles no son capaces de alcanzar una altura de 7 m a su madurez in situ (por ej. árboles enanos); o aquellas donde la cubierta arbustiva abarca más del 20 %.
Bosques rurales	Remanentes de bosque natural en un paisaje agrícola, menores a 1000 hectáreas.
Otras tierras	Tierras no clasificadas como forestales u otras tierras forestales (especificadas más arriba). Incluye tierras agrícolas, praderas naturales y artificiales, terrenos con construcciones, tierras improductivas, etc.

Según el Estudio Integral del Parque Chaqueño (1999), esta región está representada en Catamarca por dos sub-regiones: el Chaco Serrano y el Chaco Árido. El sector del Chaco Serrano abarca el oeste del departamento El Alto, Bañado de Ovanta y Ancasti, oeste y este del departamento Huillapima.

Existen diferencias de opinión sobre la división del Chaco Serrano en función de la vegetación. 2005). Cabrera (1971) no diferencia entre Chaco Serrano Subandino y Pampeano. Este autor sostiene que la comunidad preponderante en el Parque Chaqueño Serrano es el bosque de horco-quebracho (*Schinopsis marginata*), que suele estar acompañado por molle de beber o molle blanco (*Lithrea molleoides*), coco o cochucho (*Fagara coco*), tala (*Celtis chichape*), churqui (*Acacia caven*), quebracho

blanco (*Aspidosperma quebrachoblanco*), molle (*Schinus molle*), espinillo (*Prosopis torquata*), quebracho flojo o sombra de toro (*Jodina rhombifolia*), manzano de campo (*Ruprechtia apetala*), visco (*Acacia visco*) y yuchán (*Ceiba insignis*) y que por encima del bosque de horco-quebracho hay estepas graminosas, con predominio de especies de los géneros *Stipa* y *Festuca*.

Otros autores afirman que el Chaco Serrano Subandino y el Serrano Pampeano son marcadamente diferentes: el Chaco Serrano Pampeano se extiende por la región serrana del sudeste de Catamarca, representada principalmente por bosques de horco-quebracho, acompañados de *Melica stucekrtii*, *Portulaca eruca*, *Gymnocalycium multiflorum*, *Buddleja cordobensis*, entre otras (Ragonese y Castiglioni, 1968). Mientras que el Chaco Serrano Subandino presenta en Catamarca como especie característica al cebil (*Anadenanthera colubrina*) acompañado por el horco-cebil (*Parapiptadenia excelsa*), quebracho blanco y guayacán (*Caesalpinia paraguariensis*). En el departamento de Ancasti se desarrolla al este el algarrobo (*Prosopis nigra*) con el cochucho y al oeste una vegetación de pastos duros (estepa de pastizales altoserranos).

En el departamento El Alto, la composición florística es diferente según la topografía (sierras y zonas bajas). En las serranías se presentan cebil, chañar (*Geoffroea decorticans*), algarrobo, tusca, tala, garabato (*Acacia praecox*) y horco-quebracho. En las áreas bajas aparecen las especies típicas del Parque Chaqueño Occidental, como: quebracho blanco, algarrobo, quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis lorentzii*), mistol (*Ziziphus mistol*), tala, brea (*Cercidium praecox*), garabato, piquillín (*Condalia buxifolia*) entre otras.

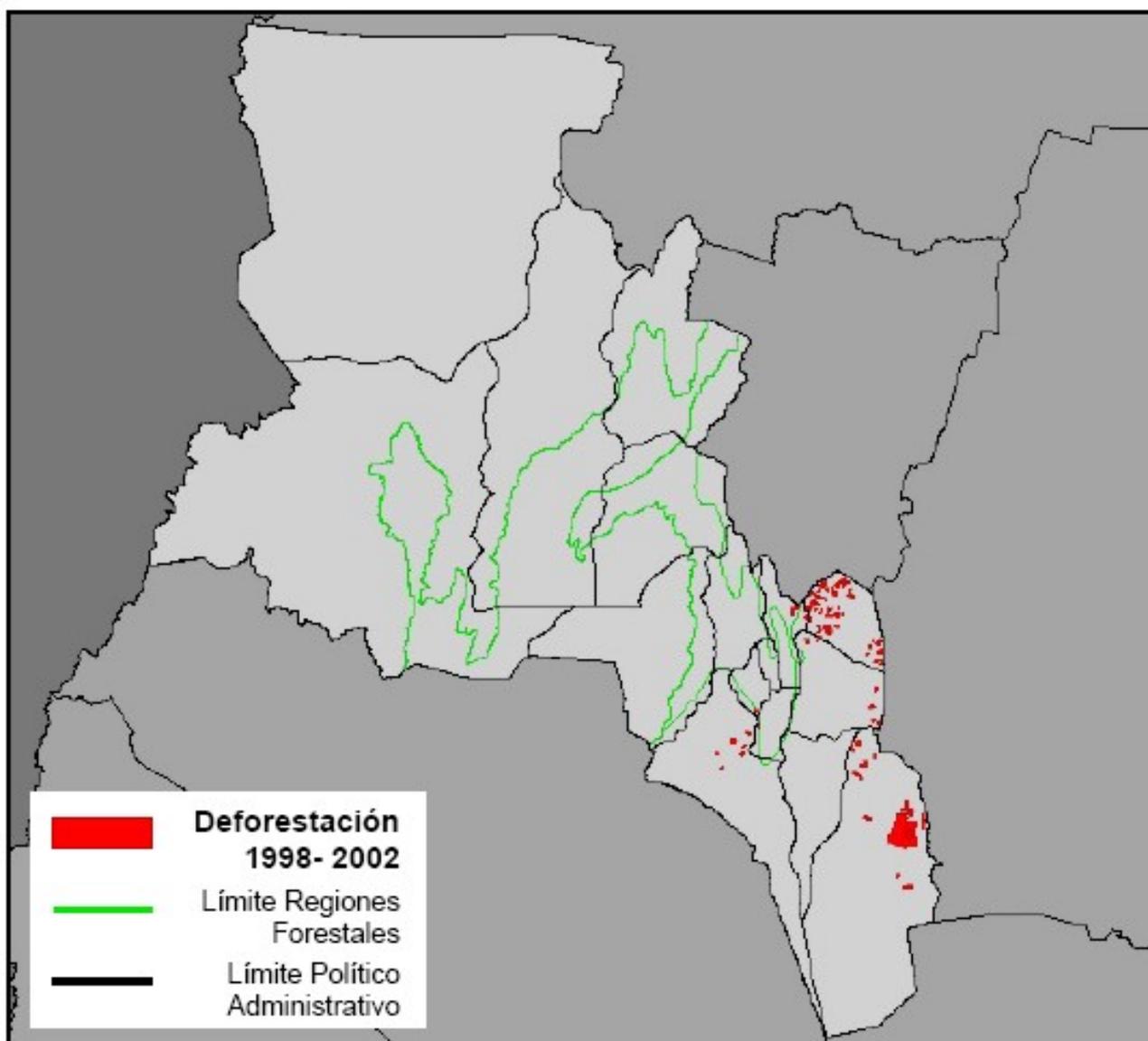
La subregión del Chaco Árido ocupa el SE de la provincia y su Valle Central. Está rodeada por el Chaco Serrano en casi toda su extensión; sólo hacia el NE limita con el Chaco Semiárido. Las fisonomías leñosas tienen en esta subregión una importante contribución de comunidades arbustivas. El sobrepastoreo ha difundido muchas especies leñosas, destacándose varias especies del género *Prosopis*. La región Selva Tucumano Boliviana ocupa 143.357 hectáreas y está representada por Bosques Montanos y Pastizales de Neblina o de Altura.

Las diferencias climáticas vinculadas al gradiente altitudinal se reflejan en cambios graduales de vegetación a medida que se asciende. Por otra parte se producen variantes dentro de una misma altura en función de la exposición de las laderas, profundidad de suelo e historia de uso. Los Bosques Montanos en su extremo sur de distribución llegan hasta la provincia, sobre la Sierra de Ambato, donde se encuentran rodales casi puros de aliso del cerro (*Alnus acuminata*) entre los 1.000 y 1.200 msnm, formando manchones aislados en un paisaje de Pastizales de Neblina. El límite superior del Bosque Montano constituye un nivel donde alternan áreas de pastizales con manchones de bosque. Los Bosques de Aliso corresponden a un estrato

altitudinal intermedio, son bosques caducifolios, donde la especie dominante es el aliso, de unos 8 m de altura, que crece formando bosques casi puros. Como elementos secundarios pueden encontrarse ejemplares de pino del cerro (*Podocarpus parlatorei*) o de queñoa (*Polylepis australis*).

Los Pastizales de Neblina se encuentran formando un mosaico con manchones de Bosques Montanos desde los 1.800 a los 2.000 msnm, alcanzando los 3.800 a 4.000 msnm según exposición y ubicación topográfica, donde entran en contacto con el Pastizal Altoandino. Según Cabrera (1976), su composición florística es riquísima, predominando las gramíneas. Este ambiente es el de mayor potencial forrajero del noroeste argentino por la importante riqueza de gramíneas y leguminosas que posee. Hacia su límite superior la humedad disminuye gradualmente incrementando los pastos duros. También se observa la presencia de arbustivas como la chilca. Por último, la región del Monte, que se extiende en sentido Norte-Sur en el área de los Valles Calchaquíes, ocupa una superficie de 1.457.579 hectáreas. La vegetación en general corresponde a pastizales y arbustales hallándose bosques de *Prosopis* spp. en los bordes de salinas y márgenes de los ríos.

La deforestación en la Provincia de Catamarca entre los años 1998 y 2002 fue de 33.198 hectáreas, correspondiendo 32.849 hectáreas a la región Parque Chaqueño y 349 hectáreas a la región Selva Tucumano Boliviana. Siendo la tasa de deforestación de - 2,15 %, considerablemente alta si se compara con la tasa mundial: -0,23% (entre los años 1990-2000, Puyravaud, 2003) y por ejemplo el -0,57% de deforestación entre los años 1998-2002 del Parque chaqueño en la Provincia del Chaco (UMSEF, 2003). El mayor porcentaje de área deforestada (65%) está localizado en el departamento de La Paz, donde la agricultura ocupa más de 70.000 ha y continúa reemplazando al bosque nativo. Se ha observado en el departamento citado un sólo desmonte que alcanza casi 18.000 ha. El segundo departamento con mayor área deforestada es Santa Rosa (25 %).



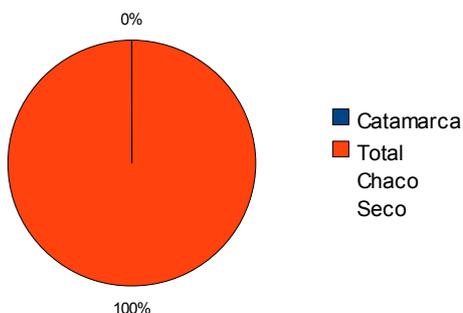
Deforestación durante el período 1998 – 2002 en la provincia de Catamarca. Fuente: Manghi et al. 2005

## 5.2. Áreas Naturales protegidas

Áreas naturales protegidas de la provincia de Formosa. Fuente: Datos del Sistema Federal de Áreas Protegidas. Sistema de Información de Biodiversidad (SIB), APN. 2005:

Nombre	Categoría institucional	Superficie total (Ha)	Ecoregión
--------	-------------------------	-----------------------	-----------

Las ecorregiones a las que pertenecen las áreas protegidas de la provincia, se encuentran representadas en el resto del país en diferentes porcentajes. La proporción entre provincia-país se muestra en las siguientes figuras.



Porcentaje de la ecorregión Chaco Seco representada en el sistema provincial de áreas protegidas en relación con el total de la ecorregión protegido a nivel nacional. Fuente: Datos del Sistema Federal de Áreas Protegidas. Sistema de Información de Biodiversidad (SIB), APN. 2005

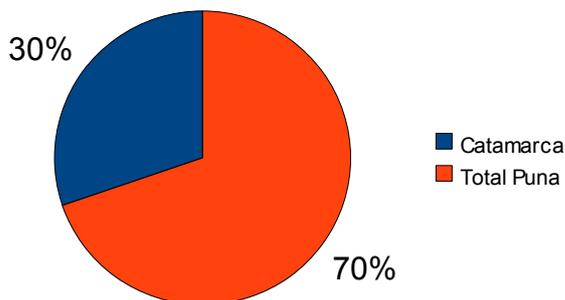


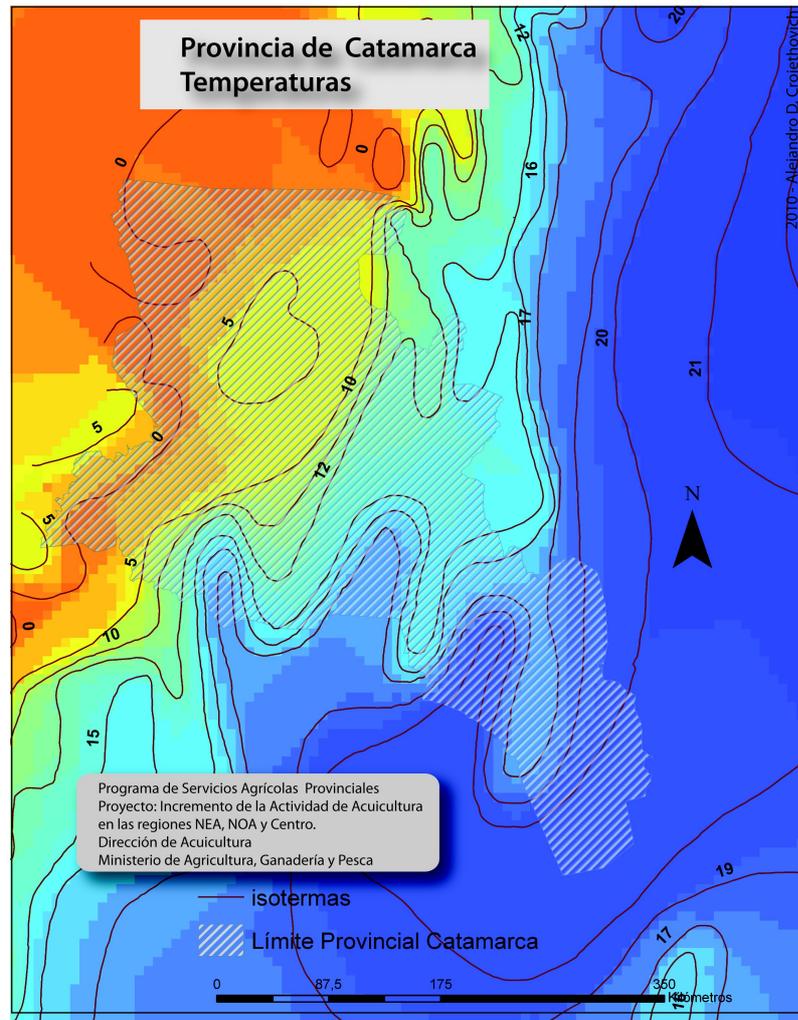
Figura xx. Porcentaje de la ecorregión Puna representada en el sistema provincial de áreas protegidas en relación con el total de la ecorregión protegido a nivel nacional. Fuente: Datos del Sistema Federal de Áreas Protegidas. Sistema de Información de Biodiversidad (SIB), APN. 2005

## 6. Climatología

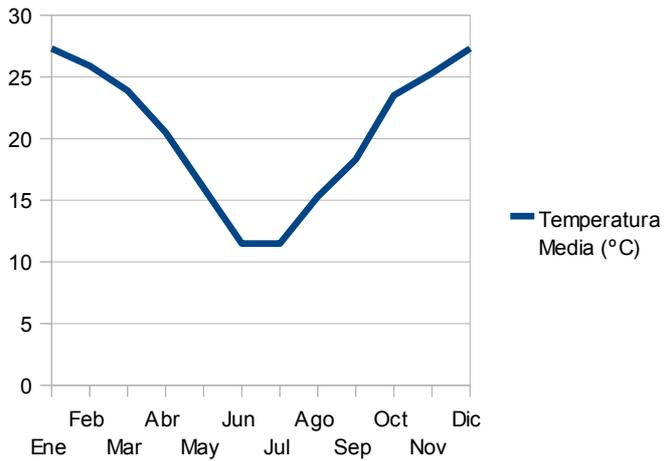
Catamarca integra la región semiárida de la Argentina. El clima es templado continental, con una precipitación media anual entre los 400 y 500 mm en el Este, pero con una marcada disminución hacia el oeste (Puna Cordillerana con menos de 150mm), compensada parcialmente por nieve. Las temperaturas medias anuales son de 20° en el este y centro, registrándose marcas de 45° en el verano. En cambio en las regiones montañosas ubicadas al oeste, por efecto de la altura, el invierno es muy frío llegando a los -30°C



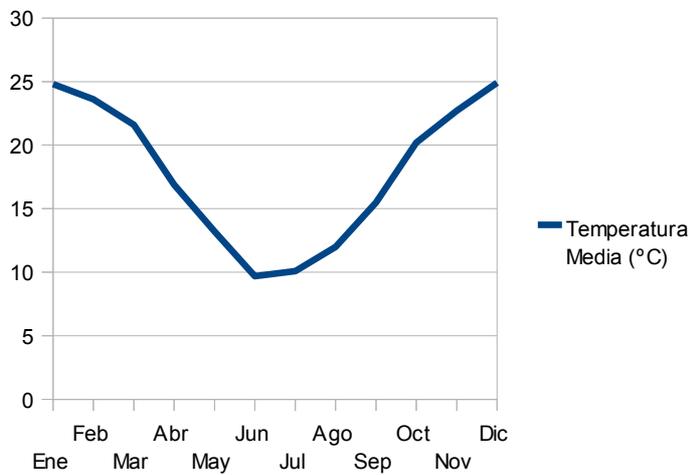
En el siguiente mapa se muestran las temperaturas promedio de la provincia, con las isotermas correspondientes. Se ha realizado una interpolación de las temperatura a los efectos de utilizarlas posteriormente en el análisis final.



La información de las temperaturas de las estaciones activas del Servicio Meteorológico Nacional se muestra en la siguiente figuras:

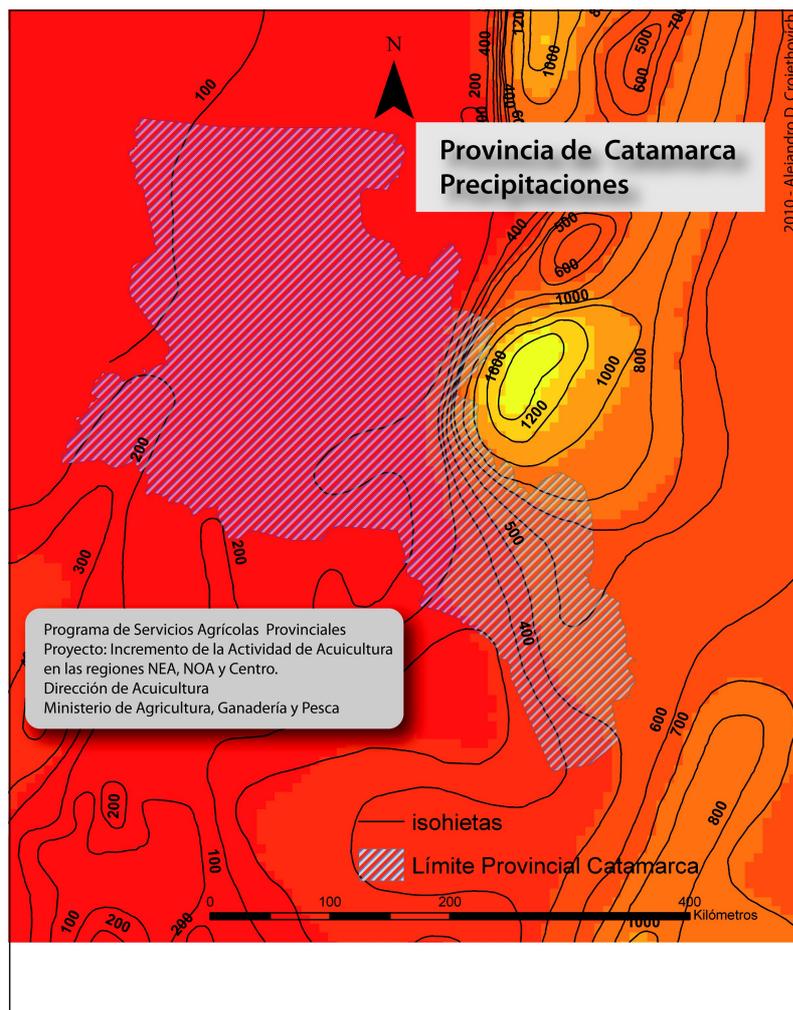


Temperaturas medias mensuales,  
Estación Catamarca: Datos  
Estadísticos (Período 1981-1990).  
Fuente: Servicio Meteorológico  
Nacional.

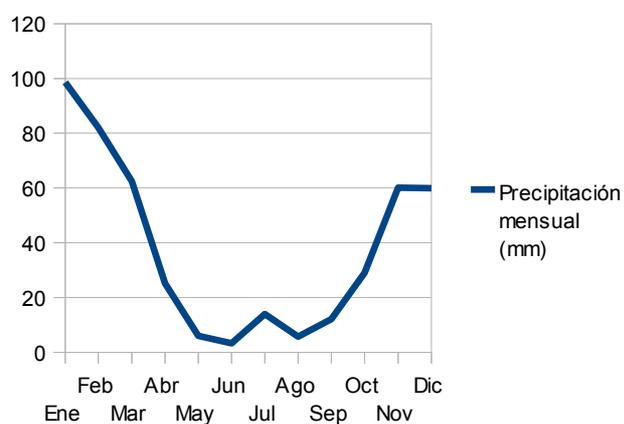


Temperaturas medias mensuales,  
Estación Tinogasta: Datos  
Estadísticos (Período 1981-1990).  
Fuente: Servicio Meteorológico  
Nacional.

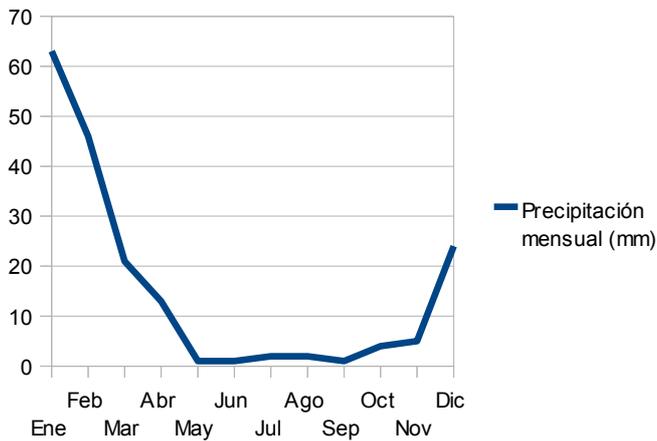
En el siguiente mapa se muestra el patrón de precipitaciones de la provincia, con la interpolación correspondiente:



La información de las precipitaciones de las estaciones activas del Servicio Meteorológico Nacional se muestra en la siguiente figuras:



Precipitaciones medias mensuales,  
Estación Catamarca: Datos  
Estadísticos (Período 1981-1990).  
Fuente: Servicio Meteorológico  
Nacional.



### Datos climatológicos, estación Catamarca:

Precipitaciones medias mensuales,  
Estación Tinogasta: Datos Estadísticos  
(Período 1981-1990). Fuente: Servicio

Meteorológico Nacional.

Mes	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Viento medio (km/h)	Número de días con			Precipitación mensual (mm)
	Máxima media	Media	Mínima media			Cielo claro	Cielo cubierto	Precipitación	
Ene	34,2	27,3	21,4	57	26,3	9	6	10	98,6
Feb	32,6	25,9	20,3	62	23,9	8	7	8	82,1
Mar	30,5	23,9	18,7	66	21,3	12	8	8	62,4
Abr	27,5	20,5	14,8	67	18,7	12	7	6	25,1
May	23,8	16	9,3	66	16,8	12	6	3	6
Jun	20	11,5	4,5	67	12,8	11	7	2	3,2
Jul	20	11,5	4,3	64	15,8	15	7	4	13,9
Ago	23,8	15,3	7,6	53	19,7	15	6	2	5,7
Sep	26	18,3	11,2	47	24,2	14	7	3	12,1
Oct	30,9	23,5	16,6	45	27,7	14	5	3	29
Nov	32,5	25,3	19	52	27,8	11	6	6	60,1
Dic	34,2	27,3	21,3	55	28,8	9	5	7	59,9

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

### Datos climatológicos, estación Tinogasta:

Mes	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Viento medio (km/h)	Número de días con			Precipitación mensual (mm)
	Máxima media	Media	Mínima media			Cielo claro	Cielo cubierto	Precipitación	
Ene	33,3	24,8	17,8	61	14	5	10	9	63

Feb	32	23,6	16,5	66	13	6	7	6	46
Mar	30,1	21,6	14,9	68	12	9	8	5	21
Abr	26,3	16,9	8,7	66	11	14	5	2	13
May	23,3	13,2	4	67	10	14	5	0,4	1
Jun	20,6	9,7	-0,4	62	12	16	4	0,7	1
Jul	21,3	10,1	-0,2	56	13	17	4	0,4	2
Ago	22,7	12	1,1	51	13	19	3	0,9	2
Sep	25,6	15,5	5	47	14	17	4	0,8	1
Oct	29,5	20,2	9,8	46	15	15	3	1	4
Nov	31,7	22,7	13,1	49	15	13	4	2	5
Dic	33,4	24,9	16,5	53	14	6	6	5	24

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

## 7. Geología y suelos

De acuerdo con Morláns en la provincia de Catamarca se encuentran representadas cuatro Regiones o Provincias Geológicas, a saber: Puna, Cordillera Frontal, Sistema Famatina y Sierras Pampeanas Noroccidentales (a las que podría agregarse un área transicional hacia la Llanura Chaco-Pampeana, en el Este).

La **Puna** es una gran unidad morfoestructural de relieve interno poco marcado, con bordes elevados; continuación del Altiplano Peruano-Boliviano, termina en esta provincia en la Cordillera de San Buenaventura, un poco al norte del Paso San Francisco. No se trata sin embargo de una meseta, ya que está recorrida por una serie de elevaciones o cordones de orientación general N-S (en Catamarca: Sierra de Calalaste, Sierra Laguna Blanca, Cerros de Curoto, etc.), entre los cuales se desarrollan depresiones relativas en cuyo centro es frecuente encontrar lagunas o salares de diversa magnitud (Laguna Baya, Laguna del Salitre, Laguna Grande, Salar de Antofalla, Salar Ratonés, etc.). Otro rasgo del relieve puneño es la presencia ocasional de conos volcánicos que alcanzan gran altura (Volcán de Antofalla de 6100 msnm). Geologicamente, se trata de un basamento cristalino, con predominio de rocas metamórficas y efusivas Paleozoicas a Terciarias. La altura media de esta formación en Catamarca es de 3600 a 3800 msnm.

La **Cordillera Frontal**, que comienza aproximadamente a los 27° S y se extiende hasta Mendoza (36°45' S), corresponde, en la provincia, a una zona de transición. Se diferencia de la Puna por las características geológicas de las unidades rocosas que la componen (sedimentos Paleozoicos plegados y fracturados), pero el aspecto general es semejante al de aquella: altiplano surcado por cordones meridianos entre los que quedan áreas relativamente planas que suelen contener salitrales o lagunas sin desagüe (Laguna Verde, Laguna Frías, etc.). Aquí también se destacan conos volcánicos que sobrepasan los 6000 m de altura.

Las mayores elevaciones corresponden al Monte Pissis (en el límite con La Rioja) de 6779 m, Cerro Incahuasi, de 6620 m, Cerro El Muerto, de 6540 m, Cerro Ojos del Salado de 6100 m, etc. Gran parte del área ocupada por esta región geológica se ubica por sobre los 4500 msnm.

El **Sistema Famatina**, al Este de la Cordillera Frontal, se extiende aproximadamente desde los 27°25' S, en Catamarca, hasta los 30°20', en La Rioja, siendo su rumbo general NNO-SSE. Geológicamente, corresponde al Precámbrico, con presencia de Terciario y Cuartario y sedimentos Paleozoicos (del Ordovícico), que lo relacionan con el ambiente Precordillerano, separándolo del de las Sierras Pampeanas. En territorio catamarqueño estaría representado por la Sierra de Narvárez, que queda flanqueada al oeste por el Valle de Chaschuil - Campo de los Barreales y al este por los Valles de Fiambalá y Tinogasta.

Las **Sierras Pampeanas Noroccidentales** ocupan el centro y sur de la provincia. Es la región geológica de mayor importancia, tanto por su extensión areal como por su influencia ambiental. Se caracterizan por presentar estrechos valles y amplios bolsones alternando con bloques o cordones elevados que típicamente tienen muy tendida su falda oriental, siendo abrupta o escarpada la occidental.

Geológicamente están compuestas por un basamento Precámbrico de metamorfitas y granitos como elementos principales, con depósitos Terciarios y Cuartarios que se conservan mayormente en valles y bolsones y en las áreas proximales de los pie de monte, respectivamente.

Escapando casi de los límites provinciales, quedan otras formaciones pampeanas, como las Sierras de Cuminchango (al oeste del Sistema Famatina) y la Sierra de Velazco, entre otras.

### **Valles y Bolsones:**

Entre los cordones antes mencionados se destacan, como elementos estructurales negativos, una serie de valles intermontanos, longitudinales y angostos (que suelen ser asiento de las principales actividades agrícolas), así como amplios bolsones o "campos", generalmente intermontanos también, que suelen contener salinas y/o formaciones medanosas.

Influencia de los cordones montañosos sobre el clima:

Como lo expresa González Bonorino (1950, 1951), la Sierra del Aconquija es una de las barreras climáticas más completas (a nivel nacional) no sólo en virtud de su altura máxima (5500 msnm) sino también por la continuidad de su línea de cumbres, que detienen muy eficazmente los vientos húmedos provenientes del NE, E y SE,

obligándoles a descargar su humedad en las laderas orientales. Hacia el sur el nivel general de las cumbres disminuye, pero la disposición escalonada y paralela de las Sas. de Escaba, Cumbre de las Higueras, Cumbres de Narváez, Sa. de la Carreta, Sa. de Humaya, etc., van provocando una pérdida progresiva de la humedad. Además, aquí influye la cuenca del Bolsón de Pipanaco, la que actúa como un centro ciclónico permanente originando, por el recalentamiento a consecuencia de las altas temperaturas diurnas imperantes durante casi todo el año, corrientes ascendentes de aire caliente que desplazan la nubosidad hacia las montañas.

En posición más austral respecto al Aconquija, la Sa. de El Alto-Ancasti presenta asimismo mayor pluviosidad en su falda oriental; sin embargo, debido a su poca altura relativa no alcanza a detener totalmente los vientos húmedos, los cuales son finalmente atajados por el Ambato-Manchao que compensa con su mayor altitud (4400 msnm) su situación más occidental. Generalizando, puede decirse que si bien el macizo del Aconquija es una divisoria climática de primer orden, los otros cordones citados representan asimismo nuevas barreras que en todos los casos determinan un mayor volumen de precipitaciones en sus laderas orientales, siendo considerablemente más secas las regiones situadas a occidente de las mismas.

Por otra parte, hay toda una gama de efectos climáticos locales (microclimas) dados por la presencia de quebradas, orientación de las laderas, etc., es decir, dependientes también del factor orográfico.

## **7.1. Minería**

La Región de Antofagasta tiene yacimientos de ónix, azufre, litio. En la Región Oeste predominan los minerales metalíferos: cobre, plomo, zinc, estaño, wolfran. En wolfran existen cerca de 40 minas con una reserva de aproximadamente 20.000 toneladas prácticamente inexploradas.

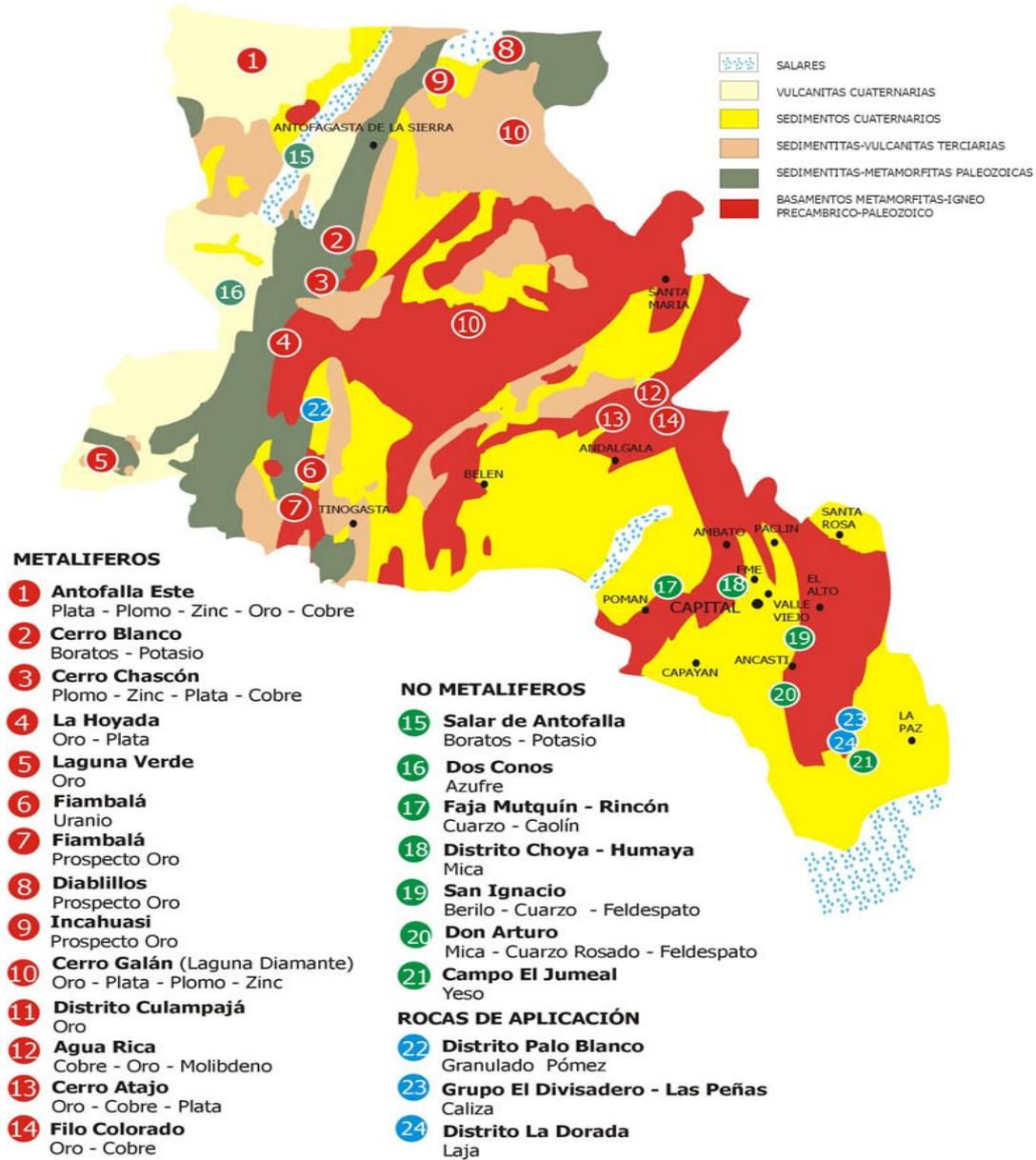
En estaño se registran 65 yacimientos con una reserva de alrededor de 70.000 toneladas. En cobre Minas Capillitas posee una reserva estimada en 180.000 toneladas. En la Región Centro prevalece la producción de rocas de aplicación (cantos rodados, arena, arcilla, piedras lajas y mica). Esta región comprende los yacimientos de la falda oriental de la Sierra de Ambato y las Sierras de Humaya, Fariñango y Gracián (se han relevado más de 80 yacimientos de mica).

En la Región Este predominan los yacimientos de minerales no metalíferos: caliza cristalina, yeso, fluorita, berilo y litio (departamentos La Paz y El Alto). En calizas cristalinas se han cubicado reservas en 10 canteras de aproximadamente 10 millones de toneladas y en yeso la producción anual es de 15.000 toneladas.

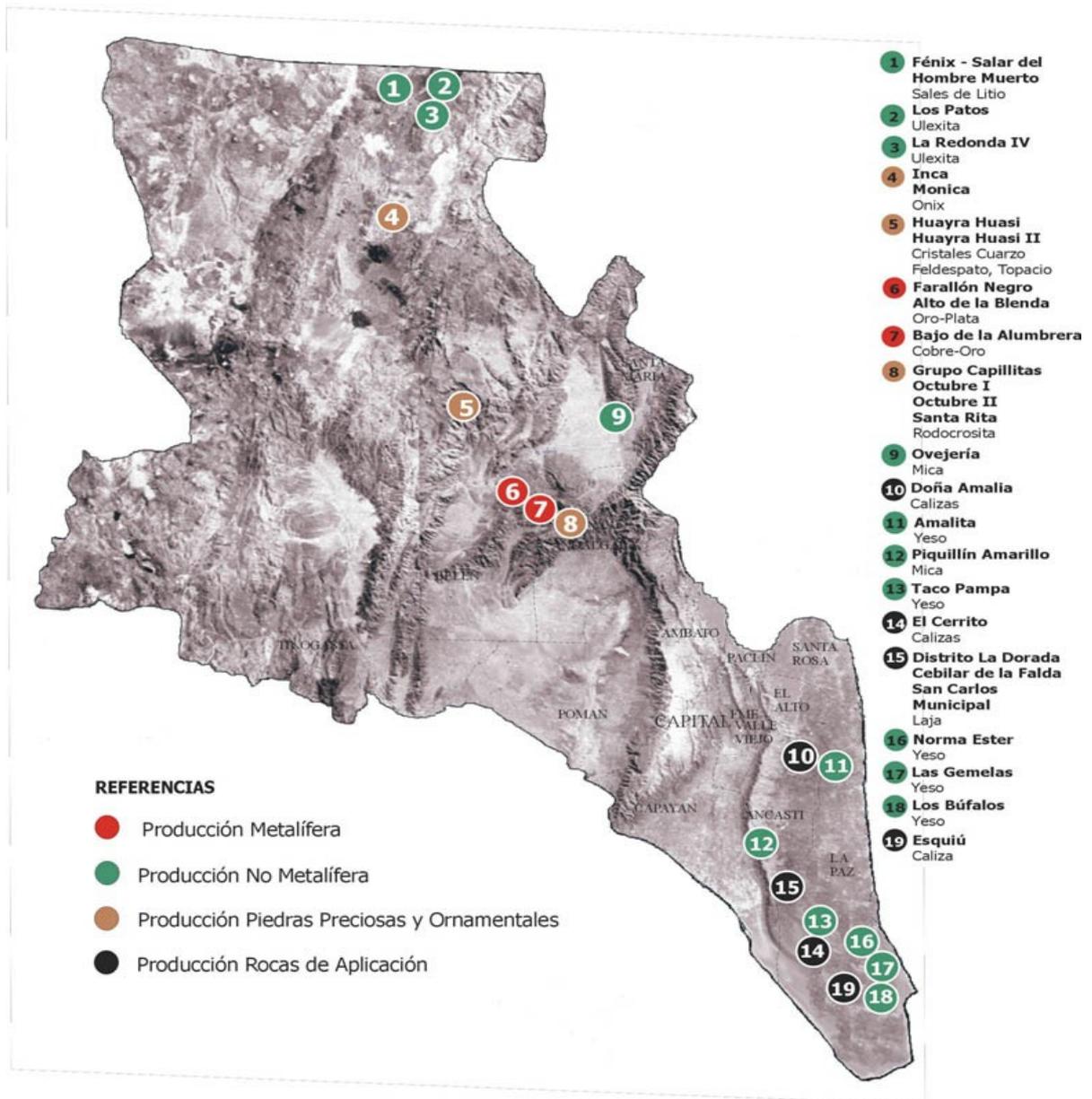
Producción Minera Año 2006. Fuente: Secretaría de Minería de la Provincia de Catamarca.

Minería	Producción	
	Cantidad	Unidad de medida
Cobre	180145	Tn.
Oro	20341,29	KG
Plata	47122,93	KG
Cloruro de Litio	7069,6	Tn.
Carbonato de Litio	6799,8	Tn.
Caliza	1332983,5	Tn.
Yeso	73603,4	Tn.
Borato	17730	Tn
Arcilla	42000	m <sup>3</sup>
Laja	11932	m <sup>3</sup>
Mármol- Onix	2,09	Tn.
Arena	48946	m <sup>3</sup>
Ripio	10255	m <sup>3</sup>
Piedra	233	m <sup>3</sup>
Rodocrosita	78831,95	Kg.

# Potencialidad Minera



# Producción Minera



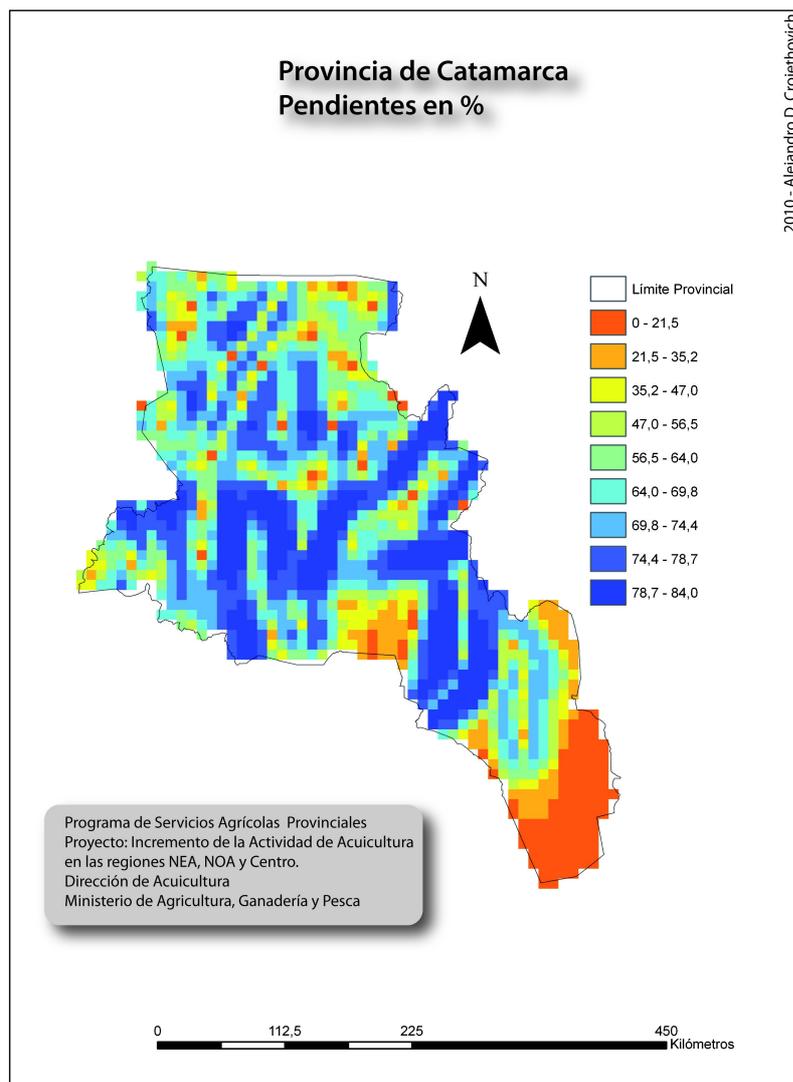
**Criterio:**

Las zonas con mayor pendiente son menos aptas para el desarrollo de la actividad acuícola



Análisis de la potencialidad territorial

Este tema es utilizado posteriormente en el análisis. [\[ ver al final de este informe \]](#)



## 7.2. Suelos

### Clasificación

Abitbol (1963), hace referencia en su "Informe sobre Suelos", a que el Instituto de Suelos reconoce para la provincia de Catamarca dos grandes regiones: en la primera se observan "suelos pardos rojizos asociados a suelos castaños de altiplano y suelos salinos y gypsisoles"; y en la segunda, se identifican "suelos de desiertos y asociados, salares de altiplano y litosoles de cordillera". Esta clasificación responde a líneas

generales existiendo dentro de estas regiones microregiones con características diferentes en especial en las zonas de altiplanicie como la de Aconquija que se encuentra dentro del límite sudoriental de la zona de influencia. Esta región se ubica dentro de la región de los suelos aluviales pardos no cálcicos integrados a suelos oscuros de vegetación gramínea. Las precipitaciones torrenciales estivales destacan la característica aluvial de los suelos de llanura.

De acuerdo a "El Deterioro de las Tierras en la República Argentina" (Autores Varios, 1995) en la zona de influencia de la provincia, los suelos presentes pertenecen a los Ordenes de Aridisoles y Entisoles. Turner (1973), reconoce en el departamento de Santa María suelos esqueléticos y grises con un horizonte húmico, mal desarrollado o inexistente. También identifica suelos arenosos y en los sectores bajos, suelos salinos. Papadakis, Calcagno y Echeverhe (1961), realizaron un mapa de suelos utilizando la clasificación de la sexta aproximación de la división de Reconocimiento de Suelos de los Estados Unidos. Los autores dividen al país en diferentes regiones dentro de las cuales el área de influencia se encuentra en la región con suelos de desierto y asociado y dentro de la misma reconocen el sector occidental la existencia de "Litosoles de la Cordillera Norte".

A continuación se describen brevemente las características de los Subgrupos de suelos reconocidos por Enviroment S. A. (1994) en Knight Piésold (1995):

#### Torripsamentos Típicos

Estos suelos son profundos y presentan un desarrollo limitado de sus horizontes. En general son arenosos y en algunos sectores se evidencia la presencia de material de origen volcánico. Son suelos poco estructurados debido a la exigua cantidad de arcilla y por el escaso contenido de materia orgánica, lo que origina la existencia de una escasa vegetación en la superficie.

#### Torriortentes Típicos / Torriortentes Líticos

Estos suelos se hallan localizados en zona de terrazas y terreno ondulado con alta pedregosidad. Los Torriortentes líticos se encuentran poco desarrollados debido a que las masas rocosas se hallan cercanas a la superficie.

#### Torriortentes Líticos / Afloramientos rocosos

Los suelos se hallan ubicados en valles y colinas asociados con brechas, riocitas y andesitas cuarcíferas. Se localizan en sectores correspondientes a cuevas muy profundas y con muy escasa vegetación.

## Torrifluventes Típicos

Estos suelos tienen un desarrollo mínimo y una cobertura vegetal del 50 % como máximo. La edad de los sedimentos que los conforman es de pocas décadas o escasas centurias; están afectados frecuentemente por inundaciones, pero no se encuentran permanentemente saturados con agua.

## Afloramientos rocosos / Torriortentes Líticos

Se localizan en cuevas profundas, en sectores donde la inclinación de la pendiente es de un 50 % y en donde la vegetación es escasa. Los suelos mencionados se encuentran alternando con tobas que constituyen rocas de origen volcánico, aflorando en su mayor parte en las cuevas montañosas.

Los suelos reconocidos por el "Atlas de Suelos de la República Argentina" del INTA (1990) en el área de influencia de la provincia de Catamarca, corresponden a los Ordenes de los Aridisoles y los Entisoles.

Dentro de los Ordenes identificados, se reconocieron cuatro Subórdenes, cuatro Grandes Grupos y cinco Subgrupos, estos últimos se describen en las líneas siguientes:

### (DEtc) Paleargides Típicos

Pertenecen al Orden de los Aridisoles. El perfil de suelos típico se halla conformado por los siguientes horizontes: A1, B2t, B3, IIR. El horizonte A1 tiene epipedón ócrico y el B2t presenta las características de horizonte argílico, que es denso, de poco espesor y un límite superior abrupto. Este horizonte es rojo intenso y aflora en la superficie con cierta frecuencia debido a la erosión. La localización de estos suelos corresponden a piedemontes, conos de deyección y planicies aluviales.

### (DGtc) Cambortides Típicos

Este Subgrupo pertenece al Orden de los Aridisoles. En estos suelos se reconocen el siguiente ordenamiento de horizontes: A, B2, C. Poseen un epipedón ócrico claro y un horizonte B2 cámbico, suelto. El perfil se halla desarrollado sobre sedimentos aluviales y coluviales de texturas variables. Los suelos se localizan en conos de deyección de bajo ángulo, en llanuras y terrazas aluviales. La aptitud de estas tierras es ganadería restringida.

#### (ENli) Torriortentes líticos

El Subgrupo del epígrafe corresponde al Orden de los Entisoles. Los suelos presentan una secuencia de horizontes: A, C, R, ninguno de los cuales tiene el carácter de horizonte diagnóstico. Tienen un espesor inferior de 50 cm y abundantes piedras en el perfil y sobre la superficie. Manifiestan un contacto neto con la roca subyacente. Estos suelos se encuentran ubicados en paisaje de montaña sobre laderas empinadas a alturas inferiores a 4.000 m sobre el nivel del mar. La aptitud de estas tierras es ganadera marginal.

#### (ENtc) Torriortentes Típicos

Corresponden al Orden de los Entisoles. En estos suelos se reconocen dos horizontes A y C. Son suelos profundos con perfiles variables en cuanto a la granulometría y composición de los fragmentos litológicos, pero en la mayoría de los casos se hallan representados por acumulaciones de sedimentos gruesos areno-pedregosos, expuestos a diferentes niveles topográficos.

Los suelos de este Subgrupo se localizan en las geoformas de transición submontañosa de relieve quebrado, extremadamente recortadas por la erosión hídrica, en bajadas aluviales, vías de escurrimiento y llanuras aluviales. Son suelos de aptitud ganadera restringida.

#### (ETtc) Torripsamentos típicos

Pertenecen al Orden de los Entisoles. Estos suelos carecen de horizontes diagnósticos, sólo se identifican los horizontes A y C. Los mismos se originan a partir de depósitos de arena acumulados por acción eólica en diferentes posiciones topográficas, ya sea en sectores bajos, sobre piedemontes o sobre laderas de montañas. Se caracterizan por ser suelos arenosos sueltos que se manifiestan como médanos activos y parcialmente estabilizados. Son suelos de aptitud ganadera marginal.

#### Características Físico-Químicas

Turner (1973), describe las características físicas de los suelos serranos existentes en el departamento de Santa María, como del tipo subesquelético y grises. Por lo general el horizonte húmico está mal desarrollado o no existe; con excepciones, tales como las vegas o lugares en donde los ríos se ensanchan. En las zonas deprimidas se

presentan los suelos pedregosos, constituidos por rodados angulosos de tamaño variado y composición litológica heterogénea donde predomina el material de substrato rocoso. También se presentan suelos arenosos, relacionados con médanos, que se caracterizan por poseer arena suelta o ligeramente deleznable. En los sectores bajos se encuentran suelos salinos, que son característicos por que presentan la típica costra salina. Asimismo Piñeiro (1963) establece que en la subregión árida de montaña los suelos son sueltos, de textura gruesa, arenosa o pedregosa, muy permeables, muy pobres en materia orgánica, sin estructura y con escaso desarrollo de perfil.

En el estudio de los suelos realizados por Enviroment S. A. (1994) en Knight Piésold (1995), en la zona de del Bajo de la Alumbreira, se reconoció que para los Torripsamientos típicos la textura es de arena margosa, arena o grava con un alto índice de permeabilidad. Para los Subgrupos Torriortentes típicos/ Torriortentes líticos, la textura del suelo es arenosa con muchos fragmentos de roca. El drenaje de los mismos se considera excesivo con un alto índice de permeabilidad, pero debido a las cuestas profundas y a la naturaleza rocosa, el desagüe es rápido y provoca una gran erosión (Enviromental S. A.1994).

La textura de los Torriortentes líticos es de arcilla arenosa con zonas que presentan mucho contenido de grava, lo que resulta un buen drenaje y un alto índice de permeabilidad. Pero, por otra parte, las cuestas profundas y la escasa vegetación tienen como resultado un desagüe rápido, lo que provoca erosión excesiva (Enviromental S. A., 1994). Para los Torrifluventes típicos (Enviromental S. A., 1994 en Knight Piésold, 1995), se describe una textura arcillo-arenosa con algunas mezclas de material gravilloso. En general los suelos tienen un buen drenaje y son muy permeables.

Los suelos correspondientes a los Torriortentes líticos que se encuentran alternando con afloramientos rocosos, están localizados en cuestas profundas, presentando una textura gruesa y un escaso contenido de materia orgánica (Enviromental S. A., 1994 en Knight Piésold, 1995).

## Erosión

El INTA (1990) ha detectado fenómenos de erosión en los suelos reconocidos por la misma entidad, quedando de manifiesto para el área de influencia la importancia de la erosión hídrica para la mayoría de los suelos, excepto para los Torripsamientos típicos, que debido a sus características genéticas y de composición se hallan fuertemente afectados por la acción eólica.

Environmental S. A. (1994) determina que debido a que los suelos presentes en la zona del Bajo de la Alumbreira presentan un desagüe rápido, se ven afectados por una erosión hídrica excesiva.

En general, los suelos del Bajo de la Alumbreira, se hallan presentes dentro de un paisaje de cuevas profundas, escasa vegetación, textura gruesa, bajo contenido de materia orgánica y precipitaciones intensas, por lo que se genera un alto grado de erosión eólica e hídrica (Environmental S. A, 1994).

Prataviera y Michelena (1988) establecen que la provincia ha sufrido en los últimos años una degradación del ambiente natural debida principalmente a la tala irracional del bosque, a sobrepastoreo, a la carencia de aplicación de prácticas de manejo ganadero ya los desmontes masivos para realizar agricultura. Estos procesos han llevado a la desertización de la provincia con procesos erosivos en gran escala.

Los autores dividen la provincia en tres sectores según su ubicación geográfica, siendo de nuestro interés aquel que se denomina "Oeste", que comprende los departamentos provinciales de Andalgalá, Belén y Santa María.

La incidencia de las características áridas de la región favorecen los procesos de degradación, y se incrementan hacia el oeste de la provincia. El proceso erosivo que se observa en los campos de pastoreo se manifiesta mediante suelos relícticos y laderas montañosas con depósitos arenosos en su pie. A causa del relieve accidentado, en especial hacia el oeste, se exhiben fenómenos de erosión hídrica que coexiste con la eólica, variando la intensidad y valor relativo de ambas formas de degradación.

En la zona del Aconquija, que se encuentra en límite oriental de la zona de influencia, se practica con frecuencia el cultivo de la papa. Este tipo de cultivo hace que luego de la cosecha quede el suelo desnudo a expensas de la degradación. Además dicho cultivo es realizado en el sentido de la pendiente, lo que conduce a la ocurrencia de graves problemas de erosión hídrica (Prataviera y Michelena, op. Cit.).

Este sector presenta una serie de altiplanicies donde se practican diferentes cultivos de hortalizas. Como consecuencia de estas prácticas la zona sufre una degradación muy marcada, especialmente por erosión hídrica, debido al mal manejo de los cultivos que no contemplan las pendientes pronunciadas de la zona.

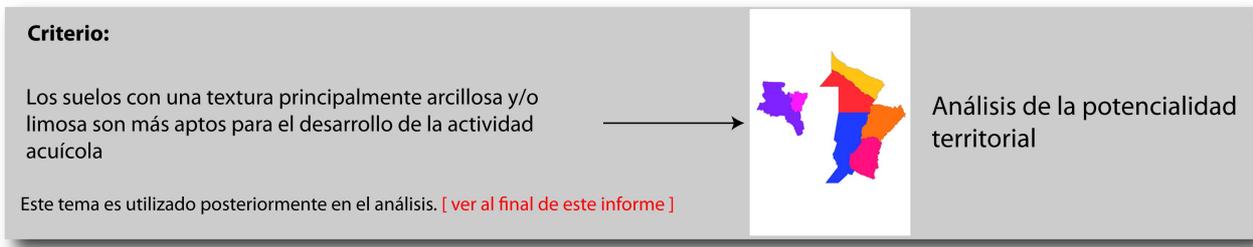
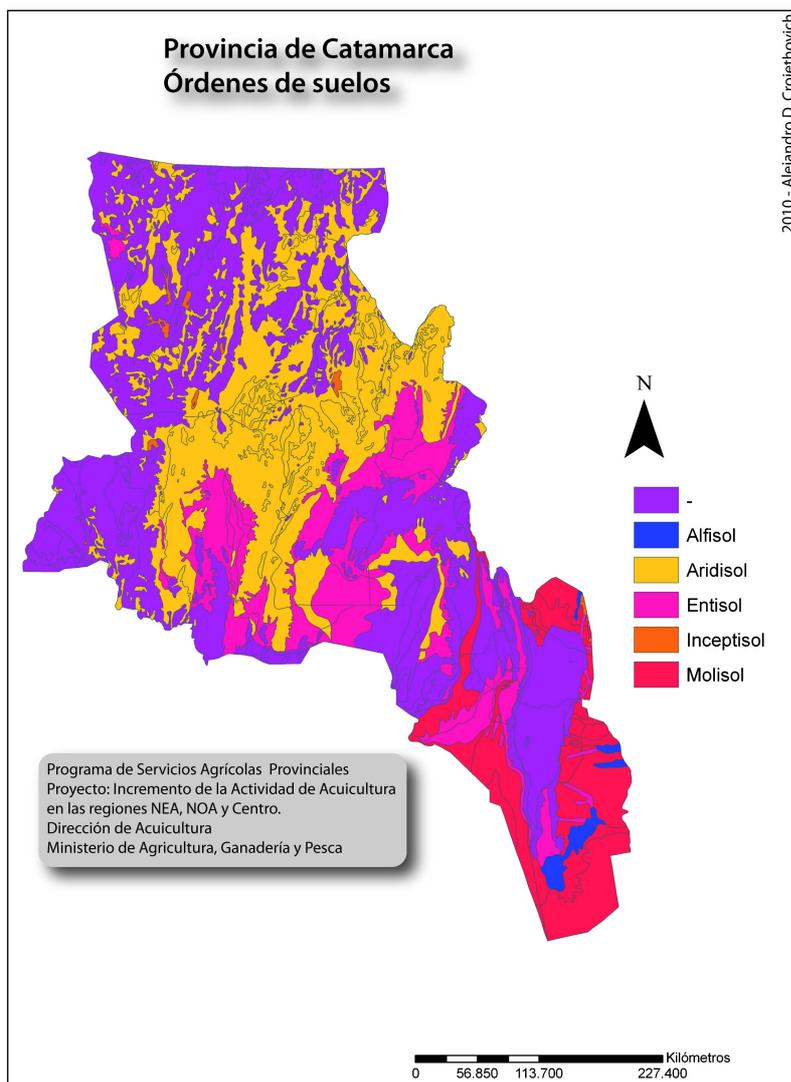
En el departamento provincial de Andalgalá, ubicado en el sector sudoriental del área de influencia, se han detectado importantes fenómenos de degradación. Esto se debe principalmente a que la zona ha sido devastada en los últimos años por la tala indiscriminada y el sobrepastoreo del monte y de los pastizales, lo que ha provocado

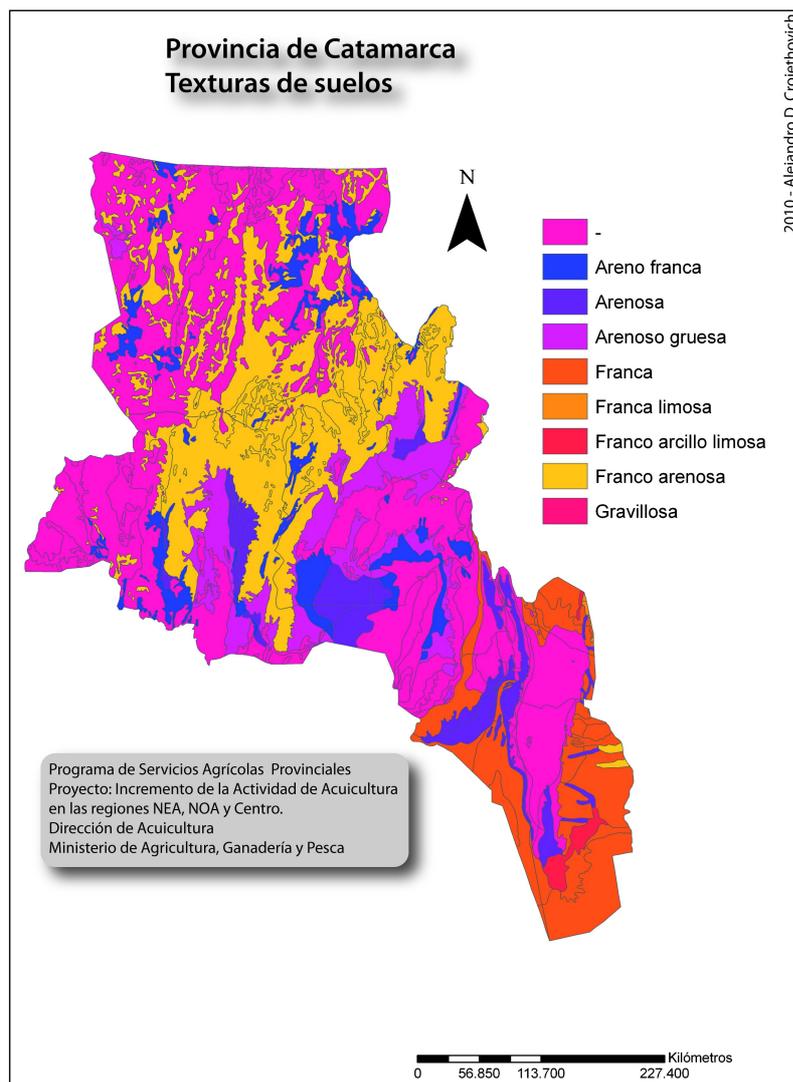
la destrucción de la cobertura vegetal. Tales acciones dieron origen a una erosión eólica severa, con formación de depósitos de arena de 30-80 cm de alto y a una erosión hídrica bien manifiesta (Prataviera y Michelena 1988). Los autores referidos también reconocen que en el límite de los departamentos provinciales entre Santa María y Belén existen 10.000 ha afectadas por erosión eólica en un área de intenso sobrepastoreo.

En "El Deterioro de las Tierras en la República Argentina" (Autores Varios, 1995), se establecen dentro del territorio catamarqueño tres regiones productivas, de las cuales sólo la región del oeste, se encuentra en el área de influencia. Allí se detecta que los suelos de esta área poseen baja capacidad de retención de humedad y son muy susceptibles a la erosión, tanto hídrica como eólica. Además, en la misma obra se menciona que los procesos de degradación por sobrepastoreo y extracción de arbustos para combustible, que eliminan la cobertura, se encuentran acentuados por el valor de las pendientes, la inestabilidad del terreno y la intensidad de las lluvias. La erosión hídrica se manifiesta por la presencia de cárcavas y zanjas que disectan los afloramientos rocosos, como consecuencia se generan barrancas de paredes escarpadas. Por otra parte, el agua y la gravedad contribuyen a generar procesos de torrentes de derrubio, coladas de barro y deslizamientos de tierra.

Musto (1979) afirma que los manejos inadecuados de los suelos y el sobrepastoreo han creado serios problemas de degradación hídrica y eólica, acelerando y acentuando los procesos naturales erosivos, considerando además que las condiciones climáticas áridas ejercen una influencia fundamental.

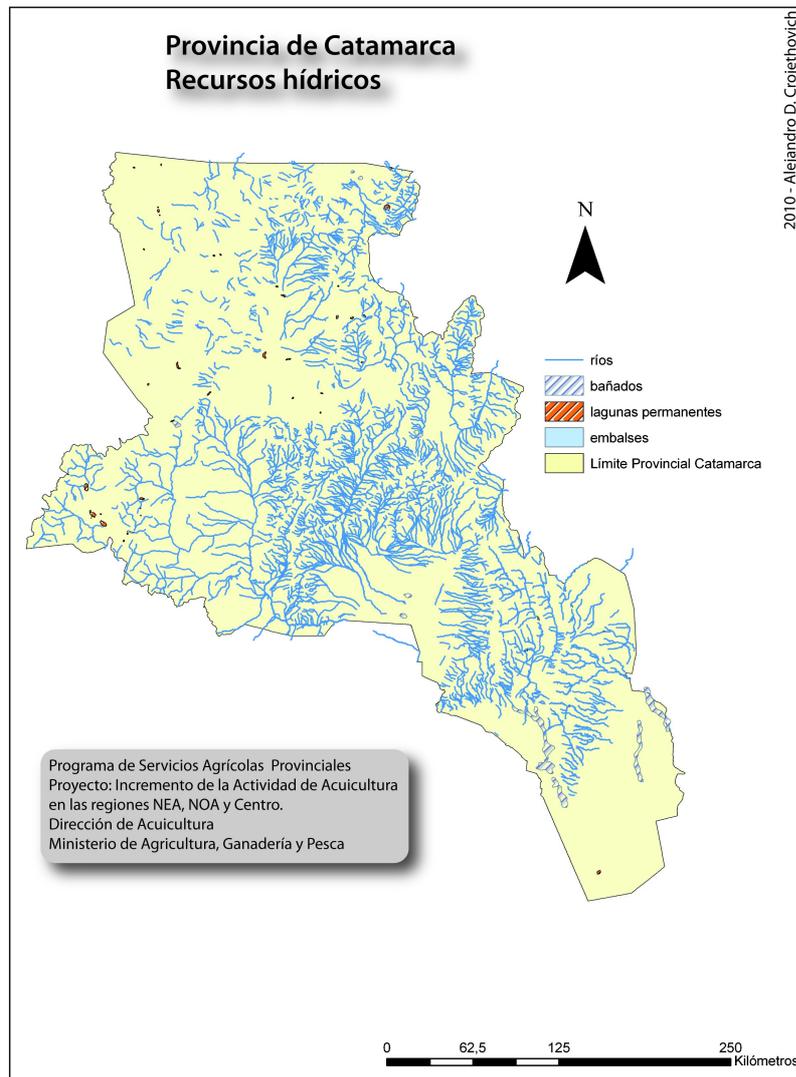
Vargas Gil (1990), en su estudio de la degradación de los recursos naturales del NOA, establece que en las zonas de montaña, un pequeño deterioro de la cobertura vegetal, ocasiona un gran efecto por parte de las lluvias, aunque no sean muy intensas, como consecuencia de los gradientes marcados y el abundante material inconsolidado disponible. El sobrepastoreo destruye la rala vegetación, permitiendo la movilidad de grandes masas de material a las cuencas bajas. En definitiva los procesos de degradación se ven acentuados por las pendientes, la inestabilidad del terreno y la intensidad de las lluvias, además del mal manejo de las tierras por parte del hombre.





## 8. Hidrología.

### 8.1. Introducción. Recursos hídricos superficiales



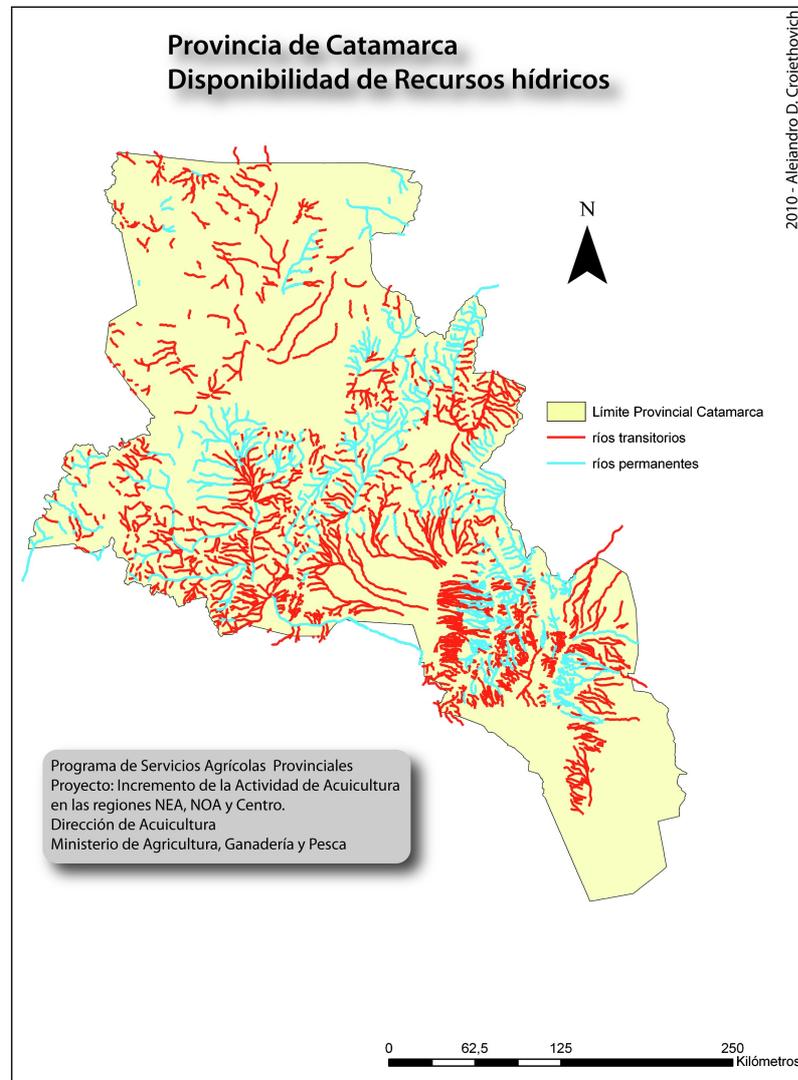
**Criterio:**

Las zonas con recursos hídricos permanentes son más aptas para el desarrollo de la actividad acuícola

Este tema es utilizado posteriormente en el análisis. [\[ ver al final de este informe \]](#)

**Análisis de la potencialidad territorial**

Para establecer una forma práctica de conocer la disponibilidad de agua superficial en las cuencas que pueda servir para los análisis posteriores, se puede considerar por un lado los caudales de los ríos, y por otro lado como se muestra a continuación, diferenciar los cursos que son permanentes de los transitorios.



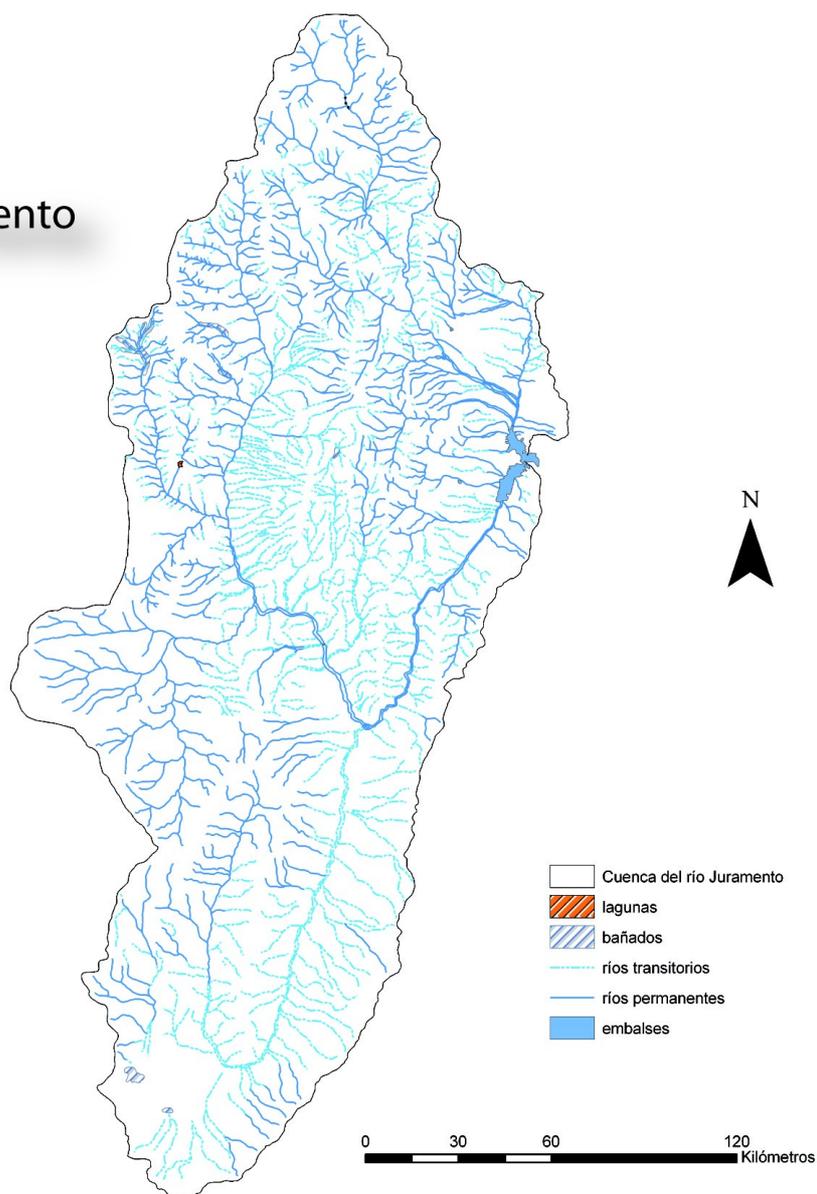
## 8.2. Cuenca del Río Juramento

El área de la Alta Cuenca del Juramento, abarca una superficie de 40.821 km<sup>2</sup> e incluye una gran extensión de la provincia de Salta (departamentos Capital, Cerrillos,

Chicoana, Rosario de Lenna, La Viña, Guachipas, Metán, General Güemes, Rosario de la Frontera, Anta, La Poma, San Cartas, Cafayate, Molinos y Cachi). También abarca sectores de la provincia de Tucumán (departamento Tafi del Valle) y Catamarca (departamentos Santa María, Antofagasta de la Sierra, Belén y Andalgalá).

La Subcuenca del Arias-Arenales-Chicoana representa el 5.38% de la superficie de la cuenca, en tanto que la del Toro-Rosario, representa el 11.73%. La Subcuenca del Santa María- Las Conchas-Guachipas que incluye también al río Calchaquí, representa el 63.08% de la superficie total de la cuenca, y la subcuenca del Pasaje - Juramento representa el 19.81% de la superficie total de la cuenca.

## Cuenca del río Juramento



La Subcuenca del Santa María-Las Conchas-Guachipas: comprende dos cursos principales, el río Santa María que proviene del sur y el río Calchaquí que proviene del norte. El Santa María nace en Catamarca, en el extremo norte de las sierras de Quilmes o Cajón, a 4.500 msnm. Recibe aportes de ríos que bajan de los nevados de Aconquija y de las Sierras de Quilmes, para luego ingresar a la Provincia de Salta donde se le suman otros cursos de agua, tales como los ríos Loro-Huasi, Chuscha y el Calchaquí.

El río Calchaquí nace en los nevados del Acay y recibe las aguas de los ríos Salado, de las Conchas y Cachí. Aguas abajo, el Calchaquí recibe aportes entre otros, de los ríos Molinos y Angastaco. En la localidad de Punilla el Calchaquí se une con el río Santa María y pasa a denominarse a partir de allí, río de las Conchas. En su trayecto final, toma la denominación de río Guachipas, a partir de la unión de los ríos de las Conchas y Alemania. Antes de ingresar a la presa General Belgrano o Cabra Corral, recibe aportes de los ríos La Viña y Ampascachi, entre otros.

La Subcuenca del Arias-Arenales-Chicoana: comprende el río Arenales que tiene sus nacientes en la vertiente occidental del Cordón de Lesser y Salamanca, con un colector principal el río Potrero, que recibe un gran número de afluentes menores. El río Arias, a su vez, nace de la confluencia de los arroyos La Toma y Grande, en el flanco oriental del Cordón del Lesser y recibe aportes de los arroyos Astilleros, Arteaga e Isasmendi, y un tributario principal, el río San Lorenzo de régimen temporario. El río Arias se une al río Arenales dentro del ejido urbano de la ciudad de Salta, y desemboca al embalse Cabra Corral por el norte, luego de recibir por el oeste como afluente principal, el río Rosario.

La Subcuenca del Toro-Rosario: tiene sus nacientes en la región puneña de los nevados de Chañi y de Acay, transcurre por la Quebrada del Toro, con el nombre homónimo. Al unirse con su tributario, el río Blanco, toma el nombre de río Rosario. Ingresa al Valle de Lerma, recibiendo aportes de sus otros tributarios, los ríos Manzano, Corralito, La Viña, Pulares y otros. Desemboca en el río Arias Arenales a unos 40 km al sur de la ciudad de Salta.

La Subcuenca del Pasaje o Juramento: nace a partir de la confluencia del Arias Arenales con el río Guachipas, en la localidad de Las Juntas, sitio que actualmente ocupa el embalse Cabra Corral. El río Pasaje corre en dirección NE hasta las cercanías del meridiano 65°W, en donde cambia su nombre por el de río Juramento. En su recorrido por el valle de Metán, recibe diversos afluentes entre los que se destacan los ríos de las Conchas, Yatasto, Metán y Medina. El último desemboca en la presa El Tunal. El límite oriental de la Alta Cuenca del Juramento se localiza en el Zanjón de Ceibalito o de Matorras, ubicado al E de la localidad de Joaquín V. González, desde allí con dirección SE abandona la provincia de Salta, para ingresar

luego a la provincia de Santiago del Estero.

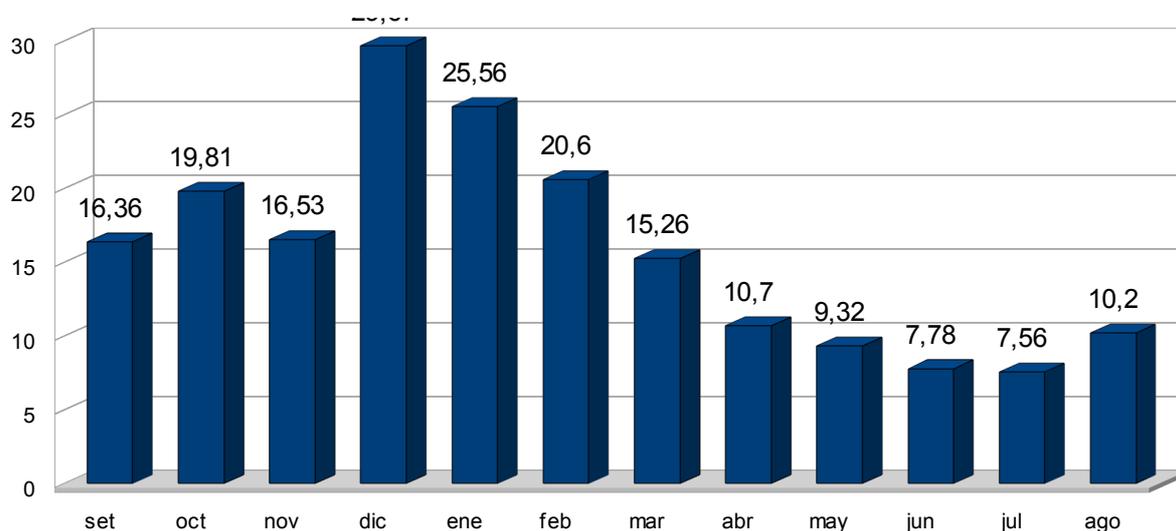
Los ríos principales de la cuenca tienen un régimen pluvial, dependiente de la estacionalidad de las lluvias que se concentran en los meses estivales de enero a marzo, con picos de crecientes en el mes de febrero. Algunos de los tributarios tienen un régimen mixto pluvio-nival, como es el caso de las nacientes de los ríos Arenales, Toro, Santa María y Calchaquí, que se alimentan del agua de deshielo.

El período de estiaje es muy prolongado, y se extiende de abril a noviembre. Los caudales mínimos se registran entre los meses de setiembre a noviembre, época en la que gran parte de los caudales de los ríos situados aguas arriba del embalse Cabra Corral se insumen al ingresar al Valle de Lerma, debido al quiebre de pendiente y a la granulometría gruesa de sus cauces, que favorecen la infiltración de las aguas.

### 8.2.1. Análisis de Caudales

Estación Canal de Dios:

Caudales Mínimos mensuales (promedio entre los años 1909-2003). Fuente: Subsecretaría de Recursos Hídricos



### 8.2.2. Calidad de las aguas

De acuerdo con Salusso et. al. (2001) la Alta Cuenca del Juramento presenta una serie de afectaciones de la calidad de sus aguas superficiales según los usos principales a los que está sujeto el recurso (preservación de la vida acuática, agua para actividades agrícolas, agua para recreación con contacto directo, y agua captada para potabilización).

Las principales fuentes puntuales de deterioro de la calidad del agua se relacionan con:

- La existencia de poblaciones humanas que carecen de servicios sanitarios o cuyos sistemas de tratamiento presentan serios deterioros y falta de mantenimiento, en todas las subcuencas estudiadas. Esto trae como consecuencia la existencia de contaminación orgánica, presencia de microorganismos indicadores de contaminación fecal, nutrientes (en particular las formas reducidas de nitrógeno), elementos trazas y oligoelementos en la mayoría de los cuerpos de agua muestreados.
- La presencia de asentamientos industriales sin tratamiento alguno de sus efluentes o con sistemas ineficientes de tratamiento, en particular en las Subcuencas Arias-Arenales y Toro-Rosario, que vierten directamente o vía sistema colector cloacal, los efluentes a los cursos de agua que desembocan al Cabra Corral. Las industrias de procesamiento mineral de boratos y los pasivos ambientales que dicha actividad ha generado en las márgenes de los ríos, determina que las concentraciones de boro en el ingreso del Arias-Rosario al embalse, en promedio (0.775 mg/l) superen los valores guías recomendados para riego y preservación de la vida acuática. Otros elementos trazas generados por las diversas actividades industriales, también han presentado ciertas concentraciones en el agua (superiores al valor guía para el uso “preservación de la vida acuática”) y acumulación en los sedimentos de las subcuencas precitadas.

El impacto que producen los diversos contaminantes generados en el departamento Capital y Gran Salta, tienen sus efectos acumulativos en la red hidrológica superficial y puede traer como consecuencia la contaminación del acuífero libre subyacente e incrementos de la contaminación del río Arias Arenales y del embalse Cabra Corral.

Las principales fuentes difusas de deterioro de la calidad del agua se relacionan con:

- La actividad agrícola-ganadera que se desarrolla principalmente en las Subcuencas Arias-Arenales-Chicoana y Toro-Rosario, las que a pesar de sus reducidas áreas superficiales, -que en conjunto representan sólo el 17.11% del área total de la Alta Cuenca del Juramento-, generan la mayor proporción de nitrógeno y fósforo por unidad de superficie por año. La subcuenca Pasaje Juramento, contribuye en tercer término con dichos aportes y está sometida a impactos ambientales de carácter acumulativo en virtud de la intensificación de las prácticas agrícolas y por ende a la aplicación de agroquímicos.

- La Subcuenca Santa María-Las Conchas-Guachipas, está sujeta a procesos de transporte de sólidos, sales y polución química, básicamente debidos a las condiciones climáticas, topográficas y geoquímicas del área que producen serias restricciones al aprovechamiento del recurso hídrico.

La cuenca superior del río Juramento ha sido objeto de muestreos por María Mónica Salusso (Facultad Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Salta): parámetros fisicoquímicos (pH, Temperatura, conductividad, STS, STD, turbidez, alcalinidad, dureza, iones principales) bioquímicos (oxígeno disuelto, DQO) y tróficos (clorofila a, formas inorgánicas de nitrógeno y fósforo) mensualmente entre octubre de 1998 y diciembre de 1999, en seis estaciones de muestreo ubicadas a lo largo del río Pasaje-Juramento: I°) a 3 km de la salida del embalse Cabra Corral en Peñas Blancas, II°) en el puente Ruta Nacional 9, III°) en Lumbreras, Ruta Provincial 5, IV°) después de la presa compensadora de Miraflores V°) en el paraje El Tunal puente Ruta Nacional 16 y VI°) en la localidad del Quebrachal.

La turbidez fue mínima en las salidas de los embalses C. Corral (sitio I°) y El Tunal (V°), no así el contenido de sólidos totales que sólo se diferenció significativamente entre los sitios ubicados después de las presas compensadoras (I° y IV°) y la última estación del tramo inferior (VI°), la que incrementa su carga sestónica inorgánica en virtud de la modificación de la textura superficial de la cuenca de drenaje que se torna predominantemente franca a franco limosa en esta sección. La conductividad también incrementó aguas abajo del dique El Tunal ( sitios V° y VI°), diferenciándose del resto. Idéntica situación se observó respecto de la alcalinidad y iones asociados ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ), que se correspondieron al predominio en este tramo de suelos clasificados como argiustoles údicos, que presentan acumulación de carbonatos, sales libres y dominio del  $\text{Ca}^{2+}$  en el complejo de intercambio.

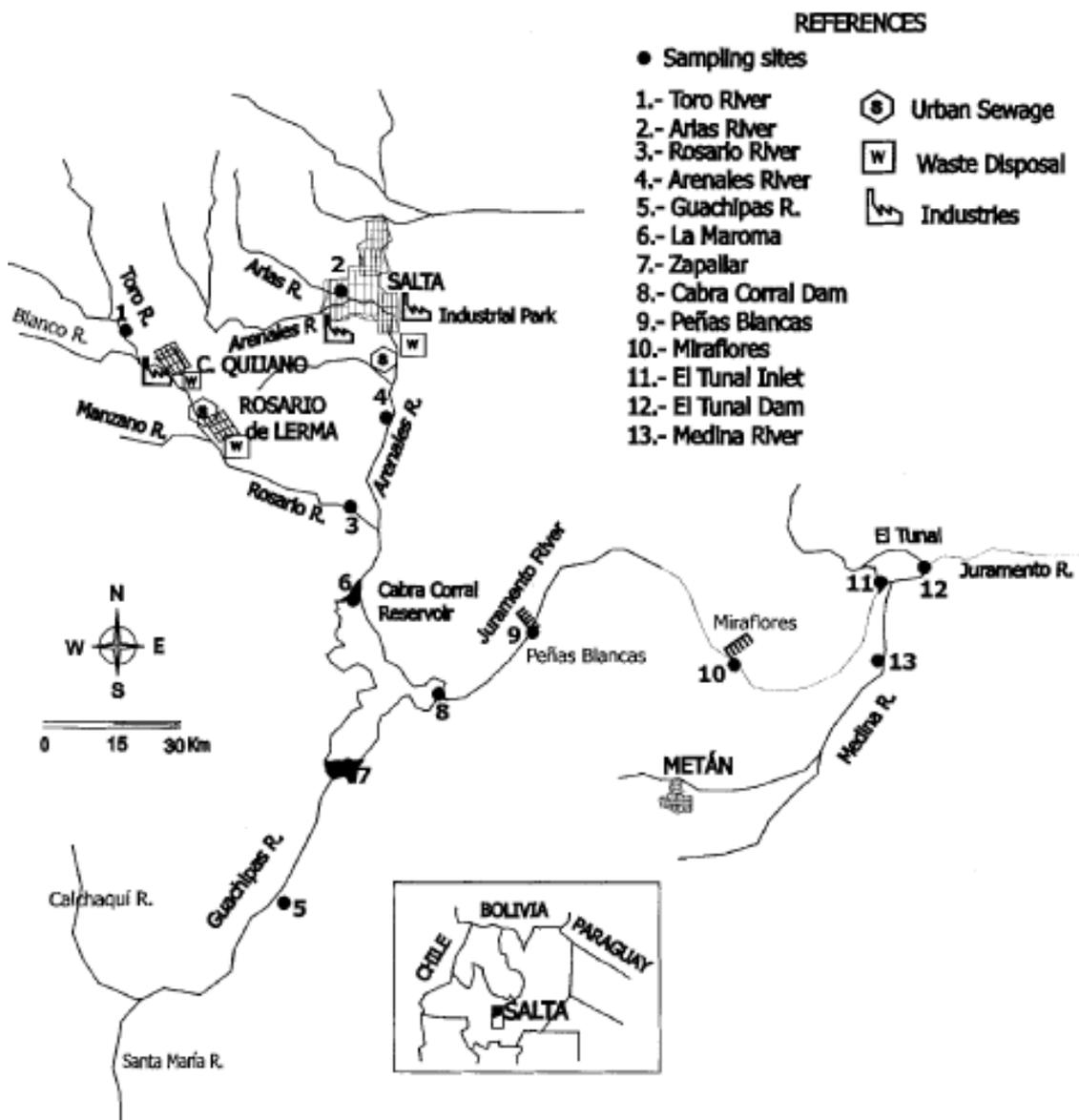
La proporción de oxígeno disuelto en el agua no varió significativamente entre sitios a lo largo del ciclo anual, con una oscilación promedio del 64% en el estiaje y del 74% durante el período de crecidas. Si se excluye la salida del C. Corral (sitio I°) y de la presa compensadora de Miraflores (IV°) por representar ambas situaciones hidrológicas muy particulares, en los restantes sitios no existió diferencias en el contenido de materia orgánica (COD), nitritos, amonio y fosfatos entre ambos períodos del ciclo anual. En cambio se pudo detectar diferencias en el contenido de nitratos, en la alcalinidad, dureza y iones relacionados, tanto como en el tenor de sólidos suspendidos y en la conductividad eléctrica.

La categorización de las condiciones por tramos en función del nivel trófico permite establecer una gradación aguas abajo a partir de un estado inicial oligotrófico a pocos kilómetros de la salida del C. Corral (dado que la toma de agua está ubicada a profundidad), pasando por un estado intermedio de oligomesotrofia en el sitio II°

hasta un estado máximo de mesotrofia en los restantes sitios.

La calidad del agua del río Juramento en su tramo superior cumple con la mayoría de los valores sugeridos para los diferentes usos por la Secretaría de Recursos Hídricos; excepción hecha del contenido de nitrógeno amoniacal para el uso IV° (de preservación de la vida silvestre), dado que este valor fue superior en todos los casos a 0.02 mg/l. Si se toma en consideración los valores guías propuestos por DIPAS para agua residuales empleadas para riego, se supera también el valor sugerido para los  $\text{HCO}_3^-$  ( $<100$  mg/l) y  $\text{SO}_4^{2-}$  ( $<130$  mg/l).

De acuerdo con Lomniczi et. al. (2004) con datos de noventa muestreos de la concentración de mercurio en distintas áreas de la cuenca del río Juramento (ver el mapa más adelante), la concentración máxima tolerable (según la Ley 24051 de  $1 \mu\text{g/l}$  para aguas de consumo humano) fue superada en más del 20% en 30 muestras, como se puede ver en la siguiente tabla.



Ubicación de los puntos de muestreo en el sistema del río Juramento (Salta). Fuente: Lomniczi et. al. (2004).

Punto de muestreo	Concentración Hg ( $\mu\text{g/L}$ )		
	media	mediana	máximo
Toro	0,5	0,72	6
Rosario	1	1,14	9,5
Arias	0,3	0,42	1,6
Arenales	0,6	0,48	2,6
Guachipas	0,6	0,53	2,6
La Maroma	0,6	0,35	1,5
El Zapallar	0,2	0,35	1,5
Embalse Cabra Corral	0,3	0,52	2
Cabra Corral (media)	0,43		
P. Blancas	0,4	0,39	1,6
Miraflores	0,3	0,47	2
El Tunal Entrada	0,4	0,37	1,4
Embalse El Tunal	0,3	0,35	1,5
El Tunal (media)	0,4		
Medina	0,8	0,49	2

Fuente: Lomniczi et. al. (2004).

## El arsénico en la Provincia de Catamarca

La información disponible sobre el arsénico en las aguas superficiales y subterráneas de Catamarca ha sido recopilada por Vilches et. al. (2005) y se presenta en el siguiente mapa donde se delimitan las áreas geográficas de riesgo en Catamarca de acuerdo a tres categorías de concentraciones de arsénico: menor a 0,050 mg/l, entre 0,050 mg/l y 0,100 mg/l y mayor a 0,100 mg/l. Las áreas anómalas se corresponden principalmente con las cuencas endorréicas de la provincia de Catamarca. Las investigaciones realizadas en estas cuencas, determinaron tenores anómalos de arsénico en agua subterránea, y en diversos cursos de agua y lagunas. Su origen se atribuye a la presencia de cenizas volcánicas en suelos, hacia donde fueron transportadas antiguamente desde zonas volcánicas por la acción eólica.



La información disponible indica que amplias áreas pueden presentar aguas con concentraciones superiores a 0,100 mg/1 de arsénico.

### 8.3. Cuenca del Río Salí-Dulce

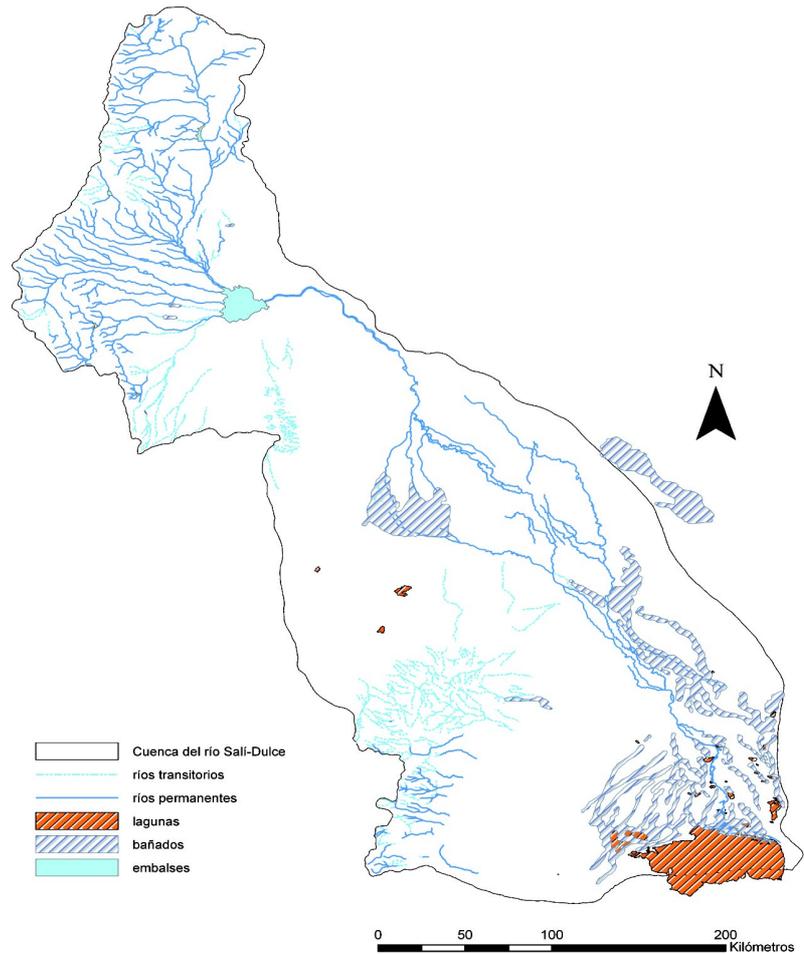
La cuenca del río Salí-Dulce se localiza entre los paralelos 26° y 28° de latitud sur. Por las especiales características geomorfológicas de la cuenca, a partir del embalse de Río Hondo, es posible distinguir dos sectores bien diferenciados (Subsecretaria de Recursos Hídricos, Cuenca N° 86):

1. El río Salí. La subcuenca imbrífera, superior o de alimentación. Es la zona activa de aportes hídricos, que en este sector riega el área rural con mayor densidad de población del país (superior a 50hab/Km<sup>2</sup>). Comprende prácticamente toda la provincia de Tucumán y parte de las de Salta y Catamarca.

Constituida por la totalidad de sus 42 afluentes que descargan sobre su margen derecha y con orientación general oeste-este, configurándose así una cuenca con un patrón de drenaje dendrítico subparalelo, pero completamente asimétrico. Por su margen izquierda, sobre las Sierras Subandinas, los aportes hídricos son de escasa significación. Esos afluentes de su margen derecha son de poca extensión y con una marcada pendiente, que sumado a un régimen pluviométrico torrencial (que se traduce en importantes crecidas de corta duración) configuran en sus cabeceras valles de erosión lineal e inclusive, algunos de ellos, por acción de su erosión retrocedente, han capturado a cursos con nivel de base en los valles interserranos.

2. El río Dulce, que corresponde a la inferior o de llanura. Que con sentido dominante noroeste-sudeste corre por una planicie extremadamente nivelada, atravesando diagonalmente la provincia de Santiago del Estero, sin recibir afluentes y salinizándose paulatinamente hasta su descarga en la laguna de Mar Chiquita.

## Cuenca del río Salí-Dulce



El clima dominante es semiárido, con un invierno seco y templado, y un verano cálido, con temperaturas medias de enero superiores a 20°C, que contribuyen a la rápida evaporación de las escasas lluvias (500 mm) concentradas en el período octubre-marzo.

El río Tala ( $5,92 \text{ m}^3/\text{s}$  de módulo en El Brete) nace en la ladera oriental de la sierra de Caahuasi y al llegar desde el oeste a los faldeos occidentales de las Sierras Subandinas, en la confluencia con el escaso aporte del arroyo de la Candelaria o Aranda (uno de los pocos cursos que descarga desde el este) nace el río Salí, que al llegar a la provincia de Santiago del Estero cambia su nombre por el de Dulce.

Con este nombre atraviesa en sentido norte-sur la llanura central de la provincia de Tucumán. Pero antes del embalse El Cadillal, en el cajón homónimo (que marca el tercio superior del curso) desde las Cumbres Calchaquíes recibe el aporte del Acequiones, Alurralde y Vipos ( $3,39 \text{ m}^3/\text{s}$  de módulo en Obras Sanitarias) entre otros cursos menores, y el Tapia desde la sierra de Cabra Horco (2.837 m de altura).

En este tramo, su pendiente media es de 4,5% y el lecho del cauce está constituido por terrenos aluvionales con claro predominio de cantos rodados.

Luego del Embalse El Cadillal, en el extremo suroccidental de las Sierra de Medina, recibe desde ésta y por su margen izquierda, el escaso aporte de la cuenca del río Calera (0,539 m<sup>3</sup>/s) y desde las Sierra del Aconquija por su margen derecha -en su trayecto hacia el embalse de Río Hondo – recibe el aporte del resto de sus afluentes. Como el Lules (6,08m<sup>3</sup>/s), Famaillá, Pueblo Viejo (5,22 m<sup>3</sup>/s), Seco, Gastona, Chico, Marapa (5,97m<sup>3</sup>/s), etc., entre otros cursos menores.

Todos estos tributarios al llegar al valle configuran una red compleja, porque al llegar al nivel de base se expanden sobre amplios lechos de inundación y depositan gran cantidad de material sólido, formando verdaderas barras que modifican el rumbo de sus cursos inferiores, obligándolas a desviarse o unirse, corriendo a veces paralelos al curso principal antes de desaguar en el mismo. Esto, sin contar los numerosos canales que se abren sobre ambas márgenes, algunos de los cuales se han convertido en verdaderos brazos del río. En este tramo la pendiente media del curso se reduce paulatinamente desde 2,5% hasta 1% y, en concordancia, en el material del lecho desaparecen los cantos rodados y aumenta progresivamente el predominio de las arenas, hasta estar constituido casi exclusivamente por éstas al entrar en territorio santiagueño.

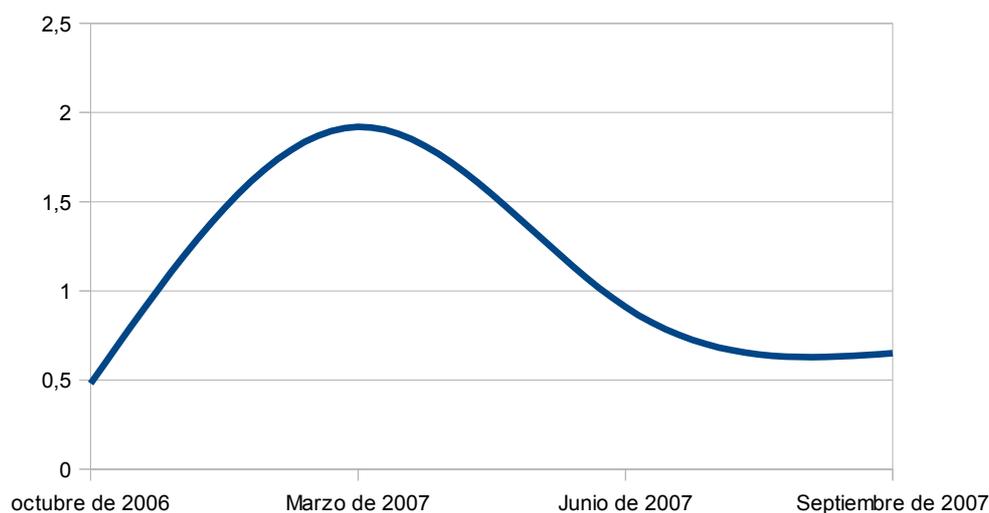
Al llegar a la provincia de Santiago del Estero el río toma el nombre del “Dulce” y ante la necesidad de bordar el extremo norte de la Sierra de Guasayán, su curso se desvía primero hacia el este y posteriormente hacia el sudeste.

Debido a la escasa pendiente el curso se torna divagante y de curso impredecible. En época de crecientes se producen importantes inundaciones.

Aguas abajo vuelve a bifurcarse en dos brazos: el río Dulce (oriental) y el río Viejo (occidental) la rama oriental recibe el caudal del río Utis. En su tramo final, luego de pasar por la localidad de Salavina, el río divaga -cuando el caudal lo permite- por diversos cauces y luego de atravesar una serie de bañados, salitrales y lagunas (de los Porongos, Tortugas, Las Mostazas y Palma, entre otras) llega a la laguna de Mar Chiquita en la provincia de Córdoba.

### **8.3.1. Arroyo Mista**

Caudales:

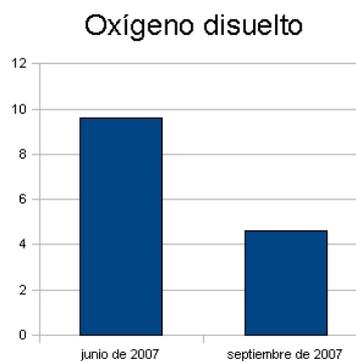
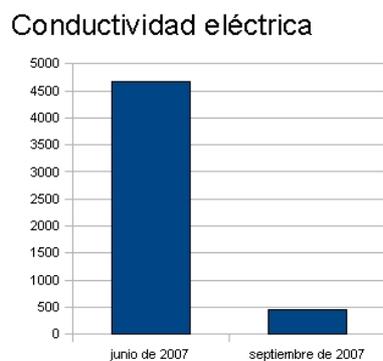
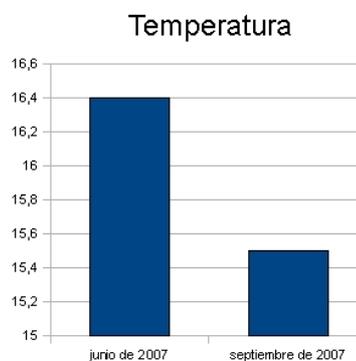
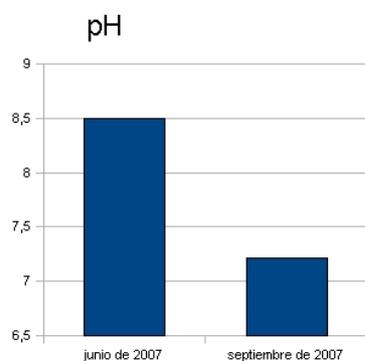


Variación del caudal (en m<sup>3</sup>/s). Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007. Subsecretaría de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

## Calidad de las aguas

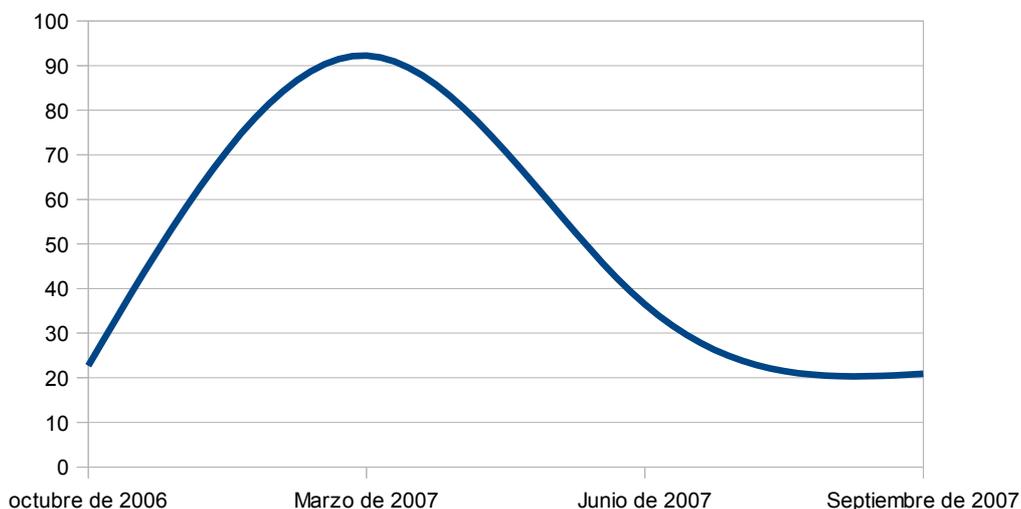
A continuación se presenta la información de los parámetros fisico-químicos del arroyo.

### Arroyo Mista



### 8.3.2. Río Salí

Caudales:

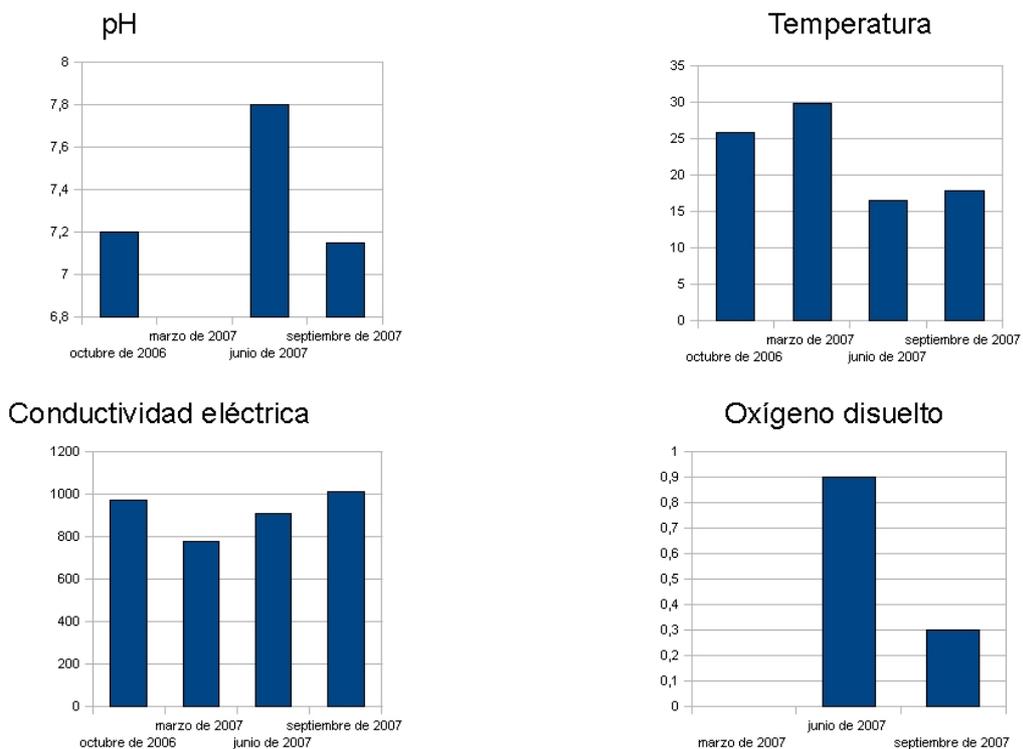


Variación del caudal (en m<sup>3</sup>/s). Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007. Subsecretaría de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

Calidad de las aguas

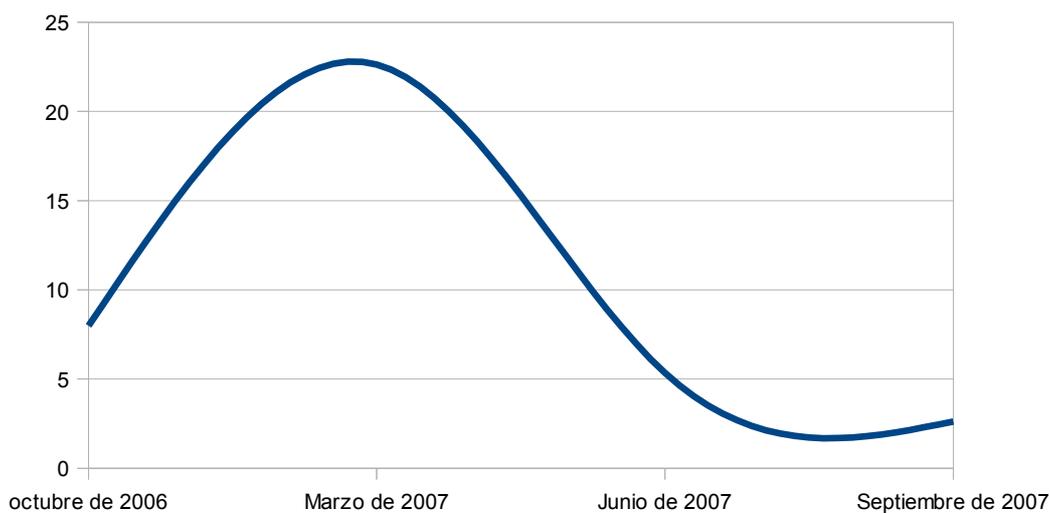
A continuación se presenta la información de los parámetros físico-químicos del río:

## Río Salí



## 8.3.3. Río Gastona

### Caudales

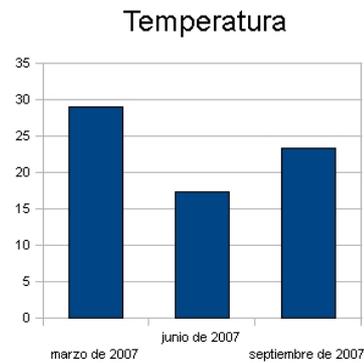
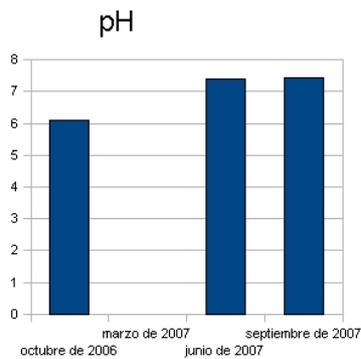


Variación del caudal (en m<sup>3</sup>/s). Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007. Subsecretaría de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

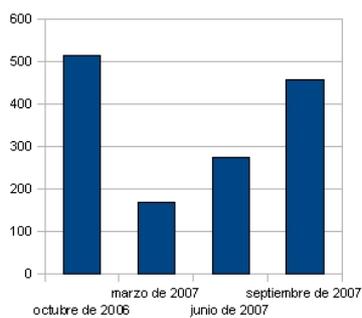
## Calidad de las aguas

A continuación se presentan los datos de los parámetros físico-químicos del río.

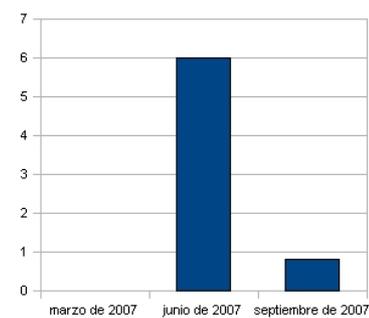
### Río Gastona



### Conductividad eléctrica

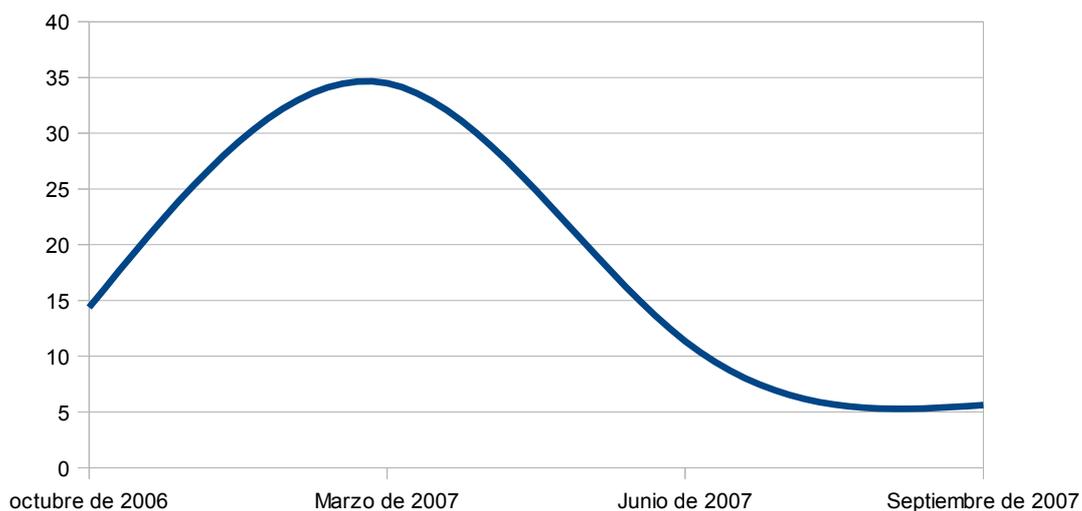


### Oxígeno disuelto



## 8.3.4. Río Medina o Chico

### Caudales

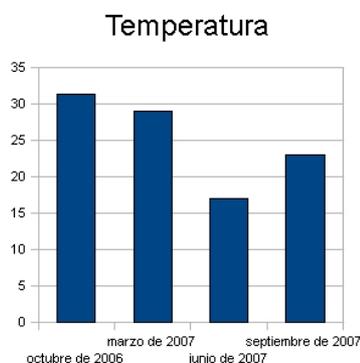
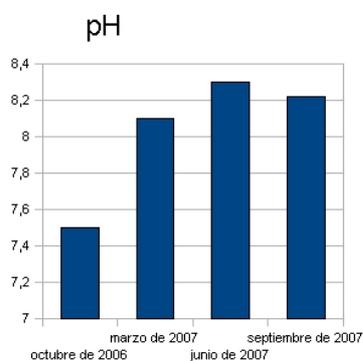


Variación del caudal (en m<sup>3</sup>/s). Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007. Subsecretaría de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

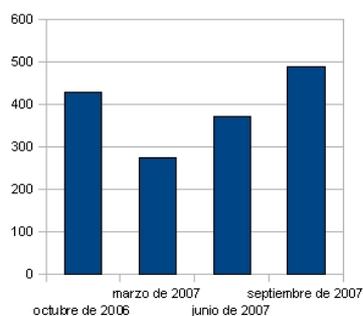
## Calidad de las aguas

A continuación se presentan los datos de los parámetros físico-químicos del río.

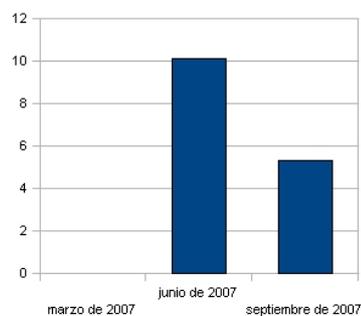
### Río Chico



### Conductividad eléctrica

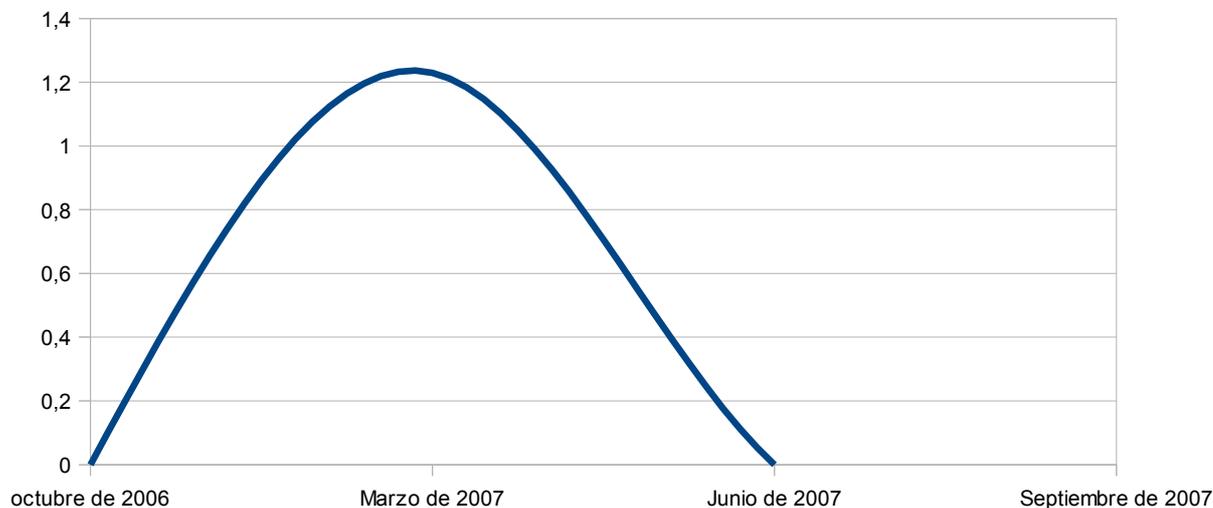


### Oxígeno disuelto



### 8.3.5. Arroyo Chileno

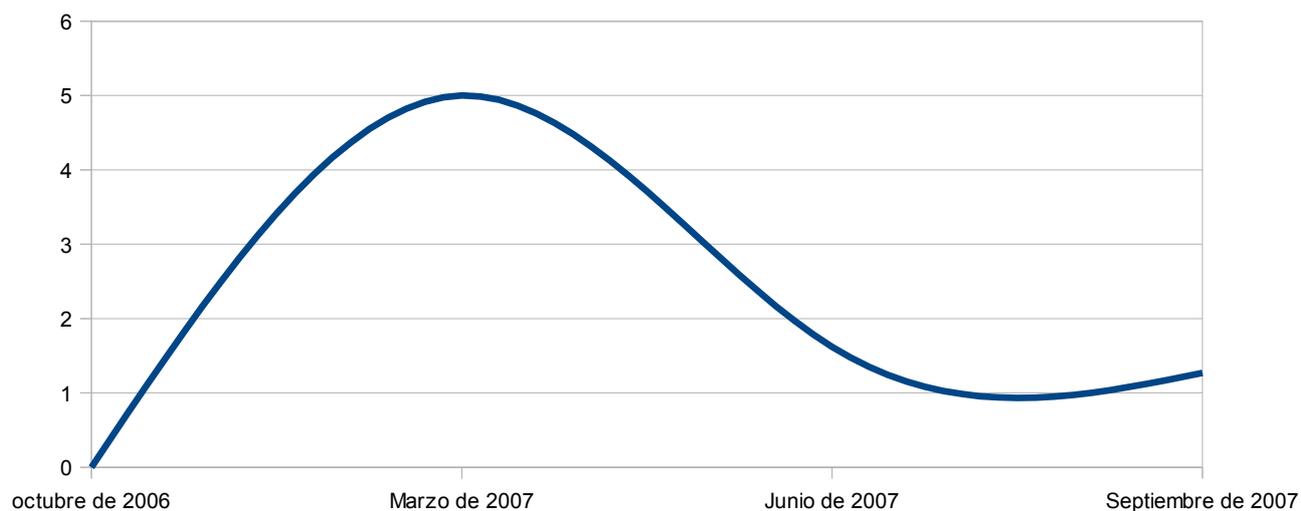
#### Caudales



Variación del caudal (en m<sup>3</sup>/s). Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007. Subsecretaria de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

### 8.3.6. Arroyo Matazambi

#### Caudales



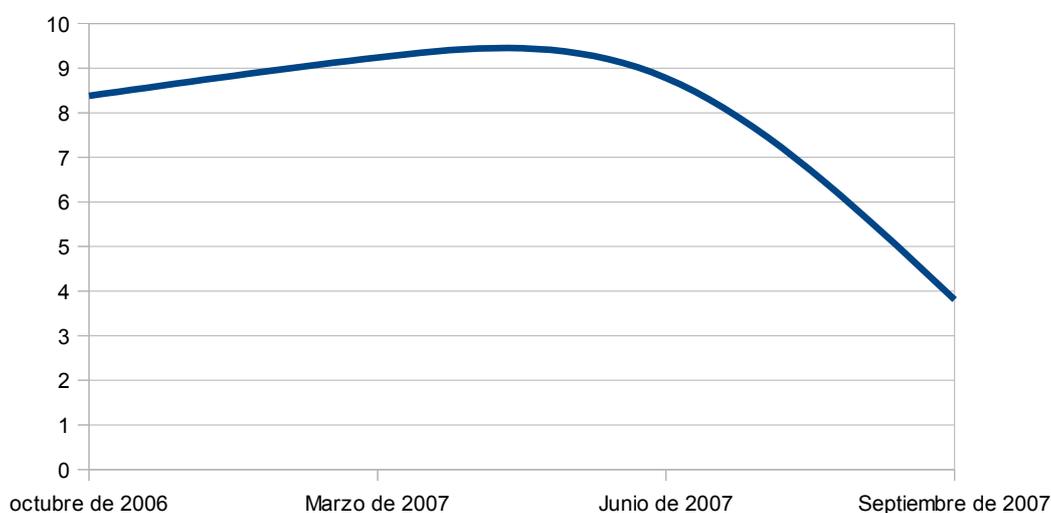
Variación del caudal (en m<sup>3</sup>/s). Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007. Subsecretaria de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

## Calidad de las aguas

Nombre	Fecha	pH	Eh	Temperatura	Conductividad eléctrica	Salinidad	Oxígeno disuelto
Arroyo Matazambi	septiembre de 2007	7,86		17,4	1043		3,07

### 8.3.7. Río Marapa o Granero

#### Caudales

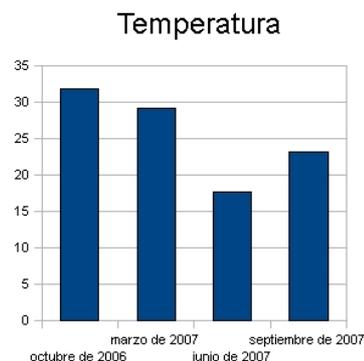
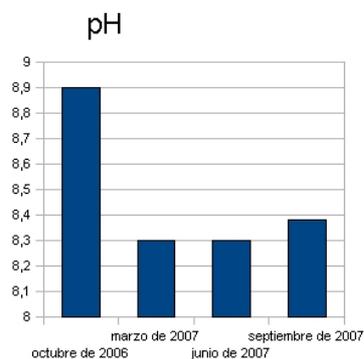


Variación del caudal (en m<sup>3</sup>/s). Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007. Subsecretaría de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

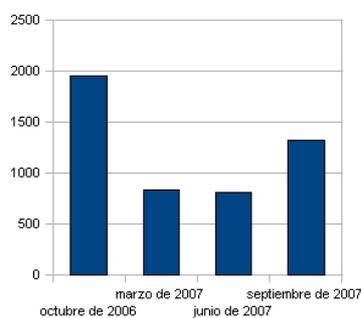
#### Calidad de las aguas

A continuación se presentan los datos de los parámetros físico-químicos del río.

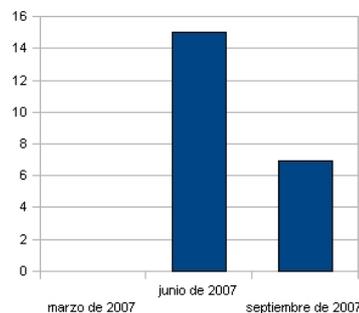
## Río Granero



## Conductividad eléctrica



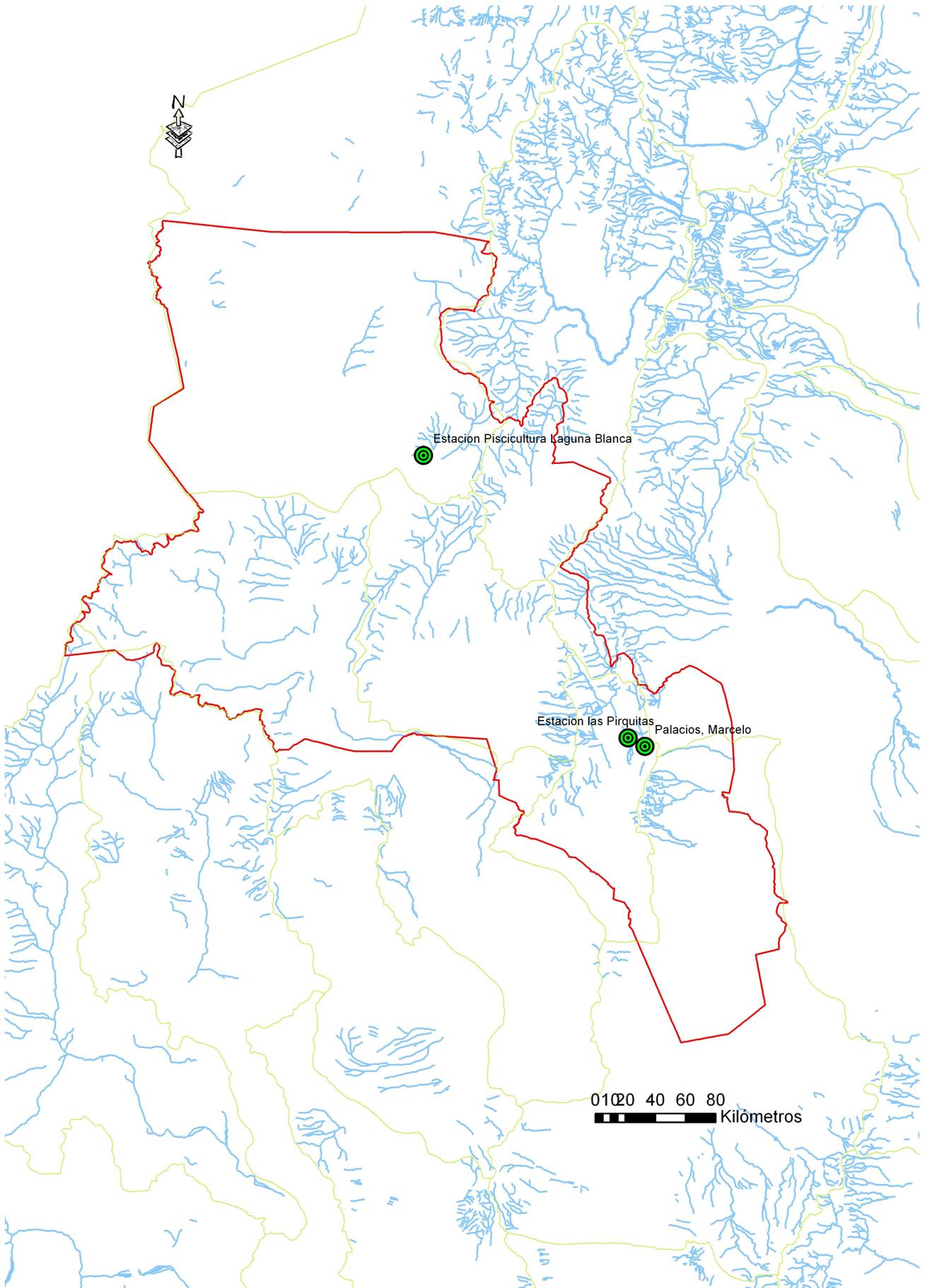
## Oxígeno disuelto



## 9. Acuicultura

### 9.1. Productores identificados en la Provincia y análisis del desarrollo de la actividad:

En el mapa siguiente se muestra la ubicación de los productores que fueron inventariados por el proyecto. A continuación se detalla en una tabla los datos utilizados en este informe. La información completa ambiental y socioeconómica se encuentra en el informe socioeconómico correspondiente.



Provincia	Catamarca
Código	CA01
Denominación	Estacion las Pirquitas
Ubicación	Las Pirquitas
Punto de Medición	Estanque
Coordenadas	28° 16,573' - 65° 44,005'
Altura SNM [m]	712
N° Estanques	6
Superficie [ha]	0,1
Fuente	Superficial
PH	8,3
OD [mg/l]	6,9
Conductividad [μs]	319
Temperatura [°C]	24

Provincia	Catamarca
Código	CA02
Denominación	Estación Piscicultura Laguna Blanca
Ubicación	Reserva de Biosfera Laguna Blanca
Punto de Medición	Estanque
Coordenadas	26° 34,881' - 66° 56,982'
Altura SNM [m]	3329
N° Estanques	6
Superficie [ha]	0,2
Fuente	Superficial
PH	8,48
OD [mg/l]	4,5
Conductividad [μs]	217
Temperatura [°C]	23
Contacto	Tel.: 03833-43752 (Gobernación)

Provincia	Catamarca
-----------	-----------

Código	CA03
Denominación	Palacios, Marcelo
Ubicación	Palo Labrado-Pacrim
Punto de Medición	Estanque
Coordenadas	28° 19,861' - 65° 37,582'
Altura SNM [m]	793
Nº Estanques	2
Superficie [ha]	0,02
Fuente	Superficial
Especies	Pacú Tilapia Carpa
PH	8,8
OD [mg/l]	7,5
Conductividad [µs]	323
Temperatura [°C]	26
Contacto	Tel.: 03833-384061/580207 <a href="mailto:Mpconstruir_69@hotmail.com">Mpconstruir_69@hotmail.com</a>

### **9.1.1. DATOS DE PRODUCTORES**

#### **Distancia al lugar de producción:**

En el total de las provincias encuestadas el 34,4 % de los productores viven en el mismo lugar de producción, mientras que el restante 64,6 % lo hacen en un predio diferente, en la provincia de Catamarca, el total de los productores encuestados tiene su vivienda, en un predio diferente al lugar del cultivo, con una distancia promedio de 58,5 km. Casi igual a la media del total que fue de 59,2 km.

#### **Género y producción:**

Catamarca es la provincia que muestra un balance igualitario en el sexo de los productores de acuicultura, con un 50% para cada género. Siendo el promedio general de 74,2% de masculino y el 25,8 de femenino, en las siete provincias encuestadas.

#### **Actividades productivas:**

En la mayoría de los casos encuestados (ver la figura siguiente), los productores se dedican a otras actividades. En el caso de Catamarca se destacan las actividades de

producción animal y de agricultura, en forma extensiva o semi intensiva.

En el caso de la producción animal la dedicación es en parte iguales de producción caprina, porcina y ovina, de un 33,3 % cada actividad. Siendo el 66,7 % y el 33,3% restante es familiar. Teniendo como principal mercado la venta a minoristas.

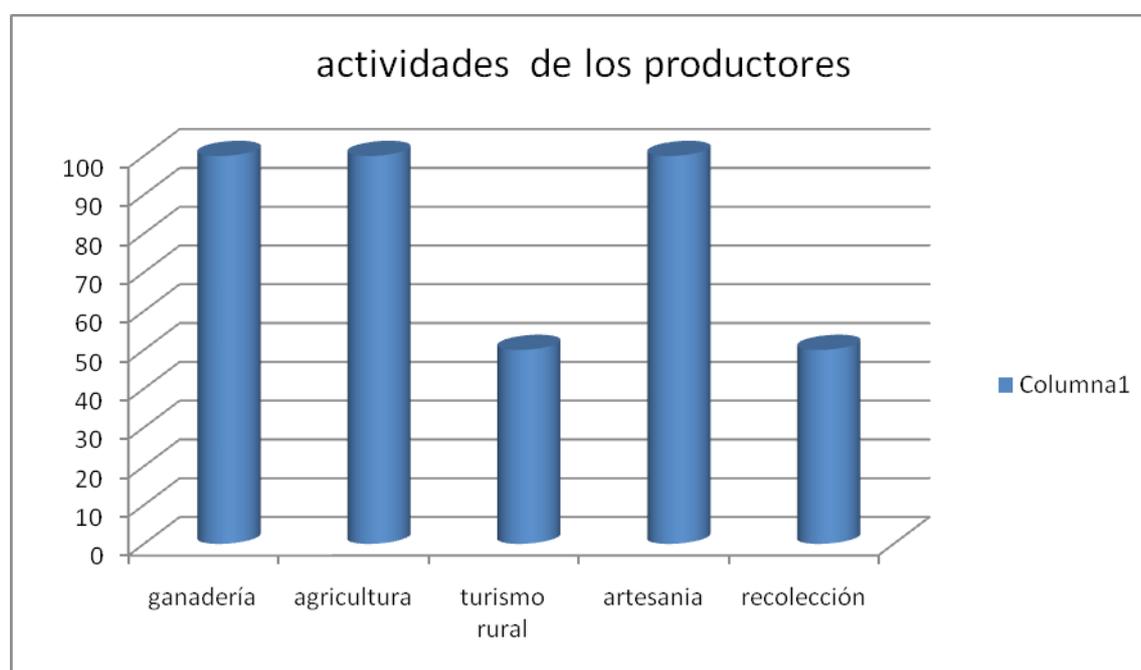
En producción vegetal. La principal actividad registrada es la de cebolla, (22,2%) y en menor medida maíz, huerta para autoconsumo (zapallos, papa, zanahoria), plantas aromáticas y ornamentales.

En cuanto al tipo de explotación vegetal es en el 80% familiar y el 20 % comercial. Las ventas son directamente realizadas en el lugar.

De igual modo el total de los productores, tiene como actividad las artesanías, la que es realizada en un 50% para comercializar y el restante 50% para el trueque.

El turismo rural es una actividad que abarca al 50% de los productores en igual porcentaje se practica la recolección y el destino es el autoconsumo.

No se registran casos dedicación a la agro industria, caza y pesca, como tampoco la agricultura intensiva.



### **Año de inicio de la Acuicultura Extensiva:**

El total de los productores iniciaron su actividad en el 2010. lo que demuestra lo incipiente de la actividad.

## **Explotación y uso de la tierra:**

El 50 % es compartido por otra actividad, y la otra mitad la tiene como actividad exclusiva en el lugar.

### **9.1.2. Producción en Acuicultura**

#### **Especies:**

Las especies cultivadas son pacú, carpas, truchas, y tilapias. El nivel de tecnología utilizado es un 50% extensivo y 50% semi intensivo. La mitad de los productores comercializa su producción y la otra mitad no comercializa la producción. No se realizan reproducciones ni producción de alevinos en la provincia.

Alimento para cultivo: el total de los emprendimiento usa alimento balanceado, fabricando su propio alimento la mitad de los casos y los restantes comprandolos. De los que se fabrican en forma artesanal utilizan alfalfa mezclada con otros ingredientes. La mitad de los productores practica el policultivo y no suministra alimentación diferenciada para cada especie, tampoco se utiliza un alimento especial para los alevinos.

#### **Enfermedades:**

La enfermedad presente, es el hongo, en la mitad de los casos.

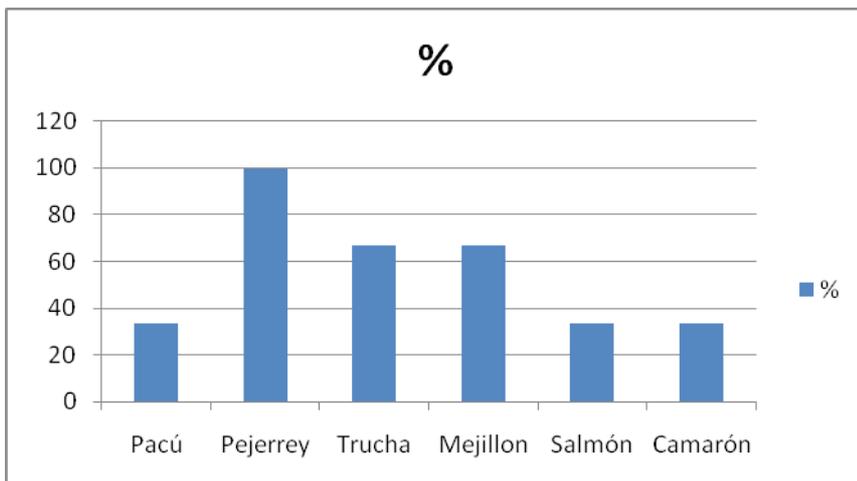
#### **Medidas de prevención:**

Se utilizan mallas antigranizo como medida protectora- en la mitad de los casos utilizan quemadores o riego por aspersión para evitar las heladas. Todos utilizan canales, taludes, defensas como medida preventiva. No se contrata cobertura de riesgo.

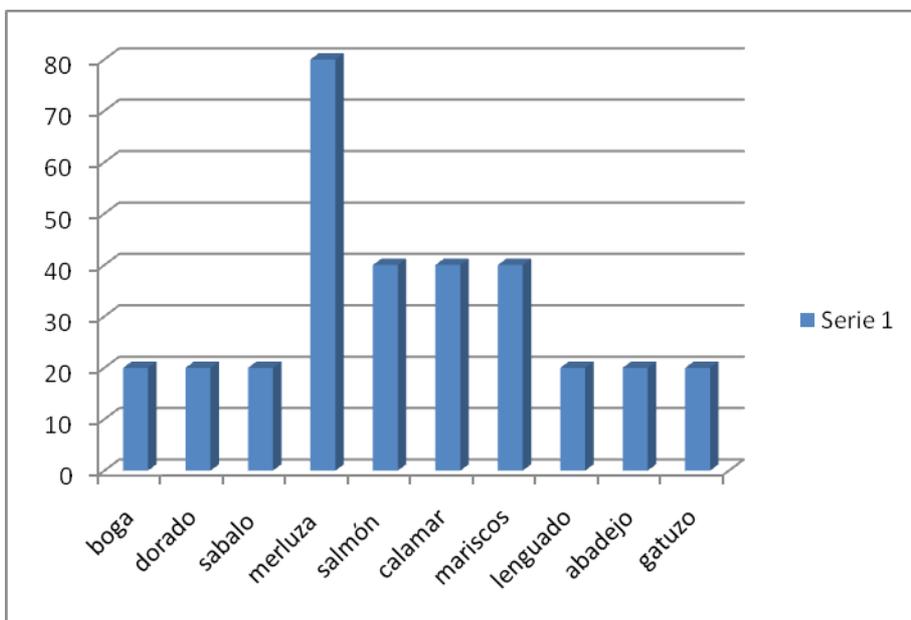
### **9.1.3. Comercialización**

Tipo de comercio: el 80 % de los comercios relevados son restaurante, y el 20% pescaderías y comercios minoristas, sobre un total de 5 comercios. El 60% comercializa peces de cultivo.

En la siguiente figura se muestran los porcentajes de las especies de cultivo que se comercializan en la provincia:



Mientras que en la siguiente figura se muestran los porcentajes de las especies que se comercializan en la provincia, pero que no son de cultivo:



La forma en que se compra el producto por parte de los comercios es en un 40% eviscerado y según necesidad, y un 20% entero eviscerado:



**Comportamiento estacional del mercado:**

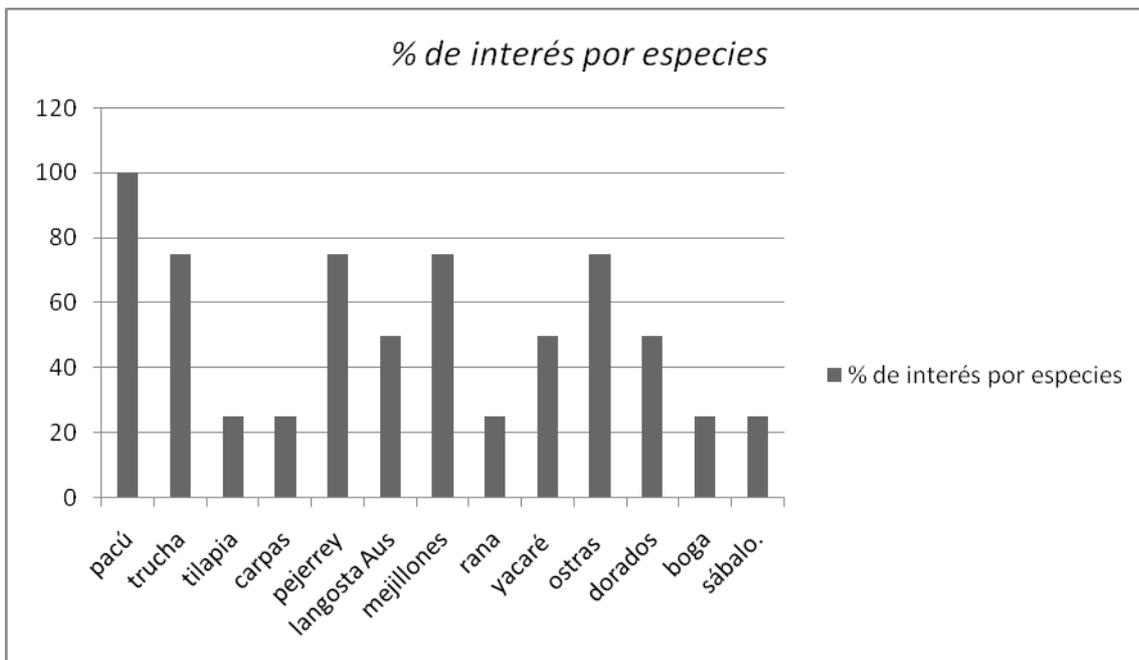
Presenta la estacionalidad típica de los mercados de las 7 provincias encuestadas donde la mayor venta es estacional. (Semana santa e invierno).

**Percepciones:**

El sabor del producto cultivado lo considera bueno en un 80%, comparado con los de la pesca. En general, la mayoría considera que el contenido de grasa es bueno.

**Interés y predisposición:**

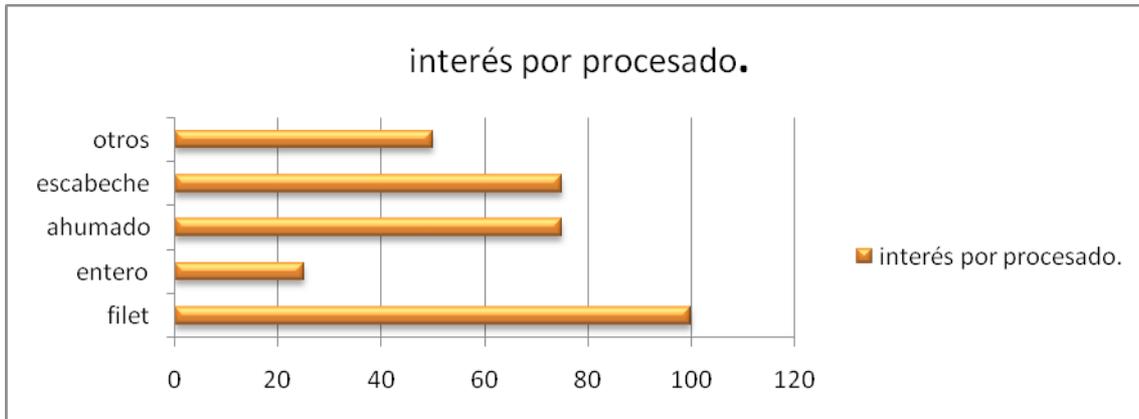
El 60% de los encuestados demostró interés en contar con productos cultivados y un 40% no mostro interés, siendo este último índice el más alto entre las provincias encuestada.



De lo anterior se desprende que el mayor interés esta centrado en el Pacú, truchas,

pejerrey, mejillones y ostras.

En cuanto al interés por el tipo de procesado, se muestra lo siguiente:



Se observa una marcada preferencia por el filet, el escabeche y ahumado, con procesos de pos recolección.

El valor promedio (por kilo de producto) que están dispuestos a pagar los comercios encuestados son los siguientes:

Producto	Precio en \$
Truchas	37,5
Langosta Australiana	25
Pacú	28
pejerrey	20

Motivos por los que estarían dispuestos a incorporar pescados de cultivo, debido al costo del producto.

### Restaurantes

Del tamaño de las piezas según platos que preparan, no se hacen consideraciones, ni distinciones, motivado por la falta del mercado actualmente.

La cantidad de platos estimados por kilo de producto oscila entre 3 platos para el caso de trucha y pacú, y cuatro en el caso del pejerrey.

El precio promedio del plato de trucha asciende a \$ 38,00 mientras que para el pejerrey es de \$ 35,00.

Existe un interés en contar con recetas sobre estas especies. La mitad de los

encuestado mostró interés por recibir recetas que ayuden a la comercialización. De igual modo existe la predisposición de aportar recetas de su propia autoría.

## **Pescaderías**

Existen especies que no se han comercializado como es el caso de la tilapia, amur, langosta australiana, carpas, ranas, yacaré, algas. Se han comercializado en un 20% de los entrevistados : pacú, pejerrey, truchas, surubí, mejillón y ostras.

## **Tercera parte. Análisis del Potencial acuícola de la provincia**

### **10. Potencial acuícola para la provincia.**

#### **10.1. Introducción**

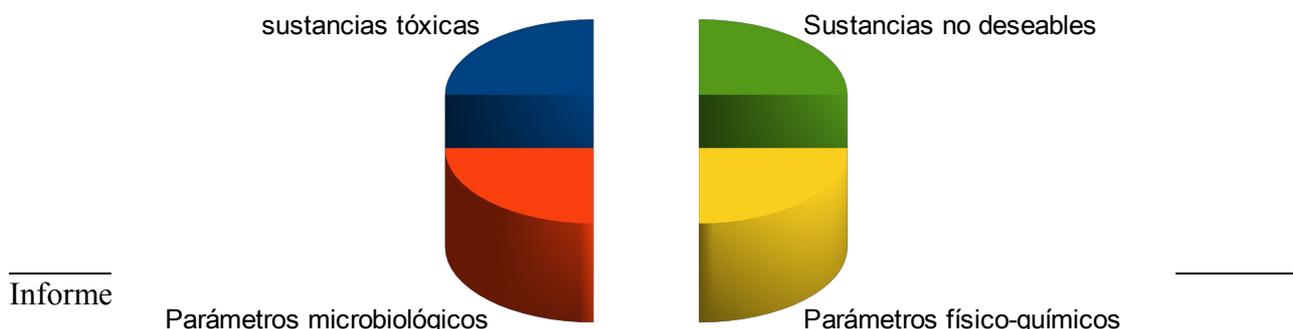
Índice de calidad de aguas:

Para evaluar de forma holística la calidad de las aguas resulta necesario contar con una metodología que permita reconocer la mayor parte de las dimensiones de la contaminación (tanto en lo que hace a las sustancias contaminantes como a sus fuentes), que además sea una metodología que permita la comparación entre los distintos cuerpos de agua y sintética, es decir que no entre demasiado en detalle de cifras, sino que a una simple vista ofrezca a las autoridades provinciales y a los productores tener un conocimiento del estado de las aguas.

El índice de calidad de las aguas que se ha desarrollado tiene cuatro dimensiones, más un indicador de eutrofización y un indicador de la calidad de la información:

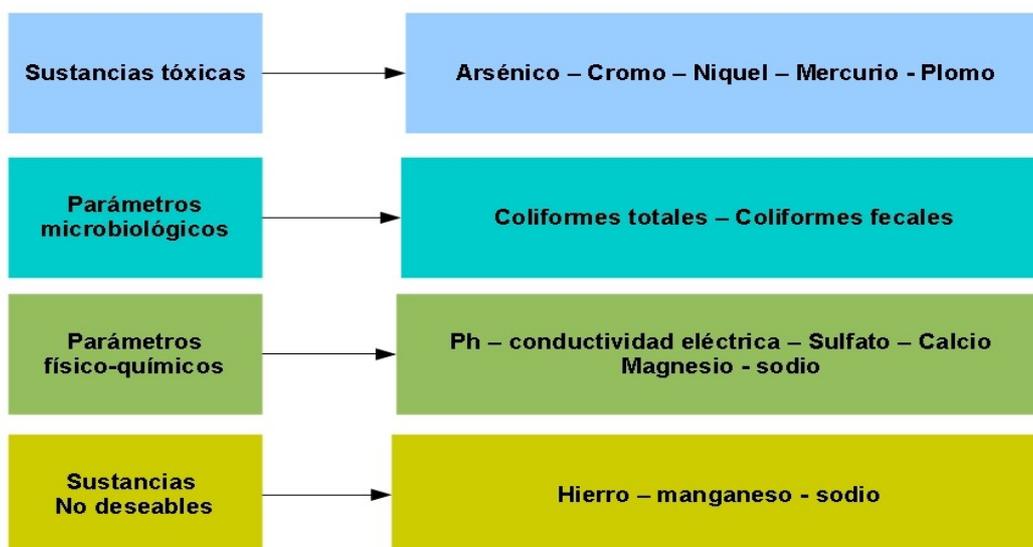
#### **Índice de calidad de las aguas**

Dimensiones



Para cada dimensión se analizan un conjunto de parámetros (físicos y químicos):

Parámetros por dimensión:



Los valores para cada parámetro se han comparado con los valores de referencia de la Directiva 80/778/CEE del 15/07/1980 (ver anexo). La directiva establece dos criterios:

1. establecer la calidad de las aguas, valores **límites** (valores que superados determinan la inaptitud de las aguas para consumo humano) y
2. valores **guía** (valores de referencia medios, su superación indica un cierto grado de contaminación).

De acuerdo a que los valores de los muestreos se encuentren por debajo o encima de los valores de referencia se ha asignado tres criterios de peligrosidad (asignándole valores entre 2 y 7 y el valor 3 para el caso que no haya información):

Valor		
7	<b>peligro</b>	> límite
5	<b>Requiere atención</b>	por encima valor guía
2	<b>normal</b>	< del valor guía
3	sin información	

Se ha desarrollado un índice numérico que combina las dimensiones anteriormente descritas, **asignado pesos relativos de acuerdo a la importancia y persistencia de los efectos contaminantes.**

Índice de calidad de las aguas = (Sustancias tóxicas)<sup>3</sup> + (parámetros microbiológicos)<sup>2</sup> + parámetros físico-químicos\*2 + sustancias no deseables.

Por ejemplo si en el sitio x el arsénico se encuentra por encima del límite (situación de **peligro**)

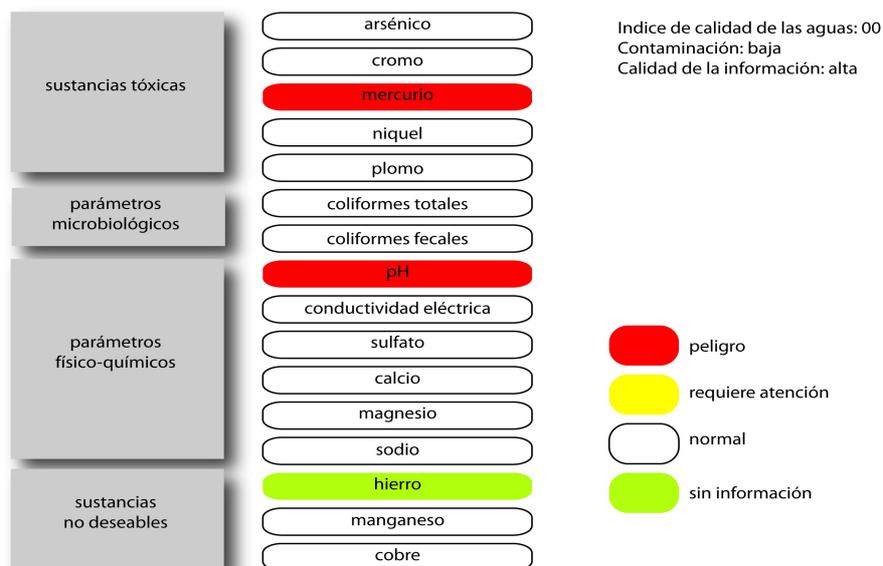
$$(\text{sustancias tóxicas})^3 = 7^3 = 343$$

el valor es posteriormente normalizado para llevarlo a una escala 1-100 y multiplicado por el índice de calidad de la información para obtener un valor que represente no solo la información existente sino también el grado de confiabilidad de la misma.

Los valores obtenidos de la calidad de agua son promediados para cada sitio obteniéndose:

1. Un valor histórico de la calidad que incluye el promedio todos los registros existentes.
2. Un valor actual que es el promedio del todos los registros existentes para el último año de muestreo.
3. La diferencia entre el valor histórico y el actual, lo que da un panorama del cambio en la calidad del agua.

Para cada cuenca se presentan los resultados en forma de un mapa y con un cuadro resumen que ofrece una rápida y fácil visualización, como se muestra a continuación:



### Eutrofización:

En ecología el término eutrofización designa el enriquecimiento en nutrientes de un ecosistema. El uso más extendido se refiere específicamente al aporte más o menos masivo de nutrientes inorgánicos en un ecosistema acuático. Eutrofizado es aquel ecosistema o ambiente caracterizado por una abundancia anormalmente alta de nutrientes.

**La eutrofización es una variable sintética del estado de las aguas.** En el índice de calidad de las aguas utilizado en este trabajo se calcula la eutrofización con la siguiente fórmula que relaciona las concentraciones de fósforo y nitrógeno:

$$E = \frac{N}{P}$$

donde N es la concentración de Nitrógeno y P es la concentración de Fósforo.

### Calidad de la Información:

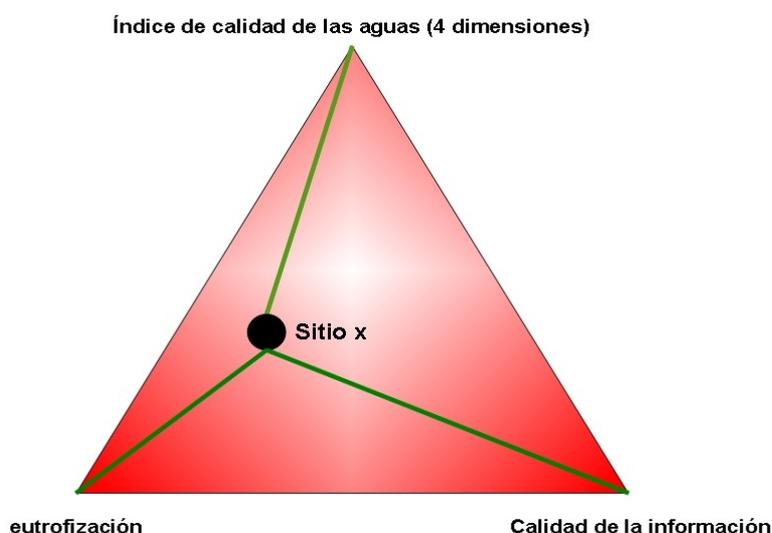
Se mide cuantitativamente la calidad de la información relevada, en función de si en un muestreo determinado existen datos para cada una de las dimensiones del índice de calidad anteriormente descrito. Así por ejemplo si en un muestreo hay:

Datos para sustancias tóxicas 25

Datos para parámetros físico-químicos 25

No hay datos para parámetros microbiológicos	0
No hay datos para sustancias no deseables	0
Indice =	50

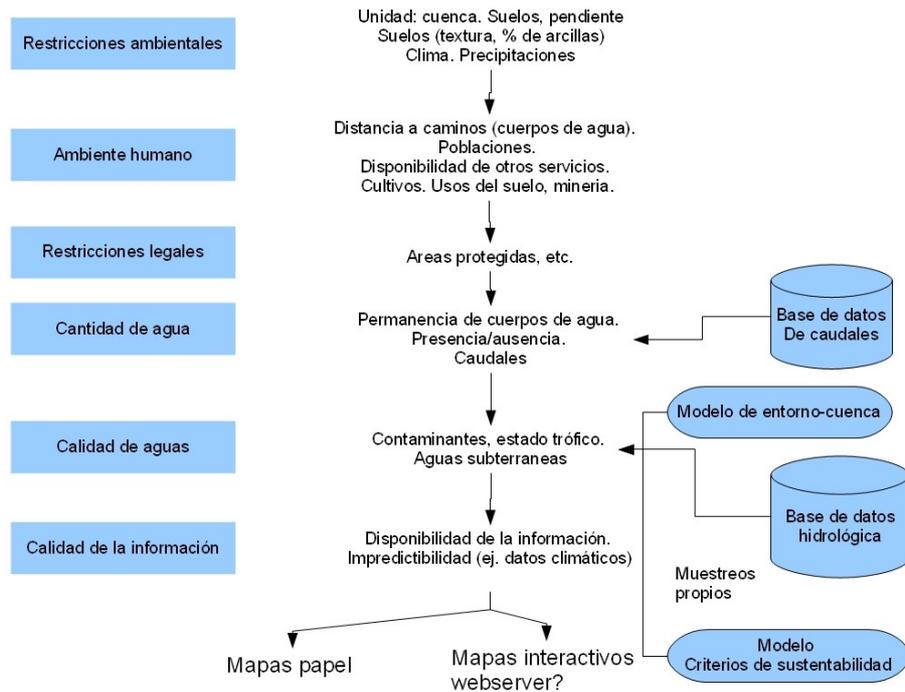
El índice de calidad de información obtenido varía desde 0 cuando no hay información de un sitio a 100 cuando hay información para las cuatro dimensiones.



De forma tal que cada sitio x puede ser ubicado en un espacio tridimensional: Esta información por sitio se ha georreferenciada y se encuentra en una base de datos.

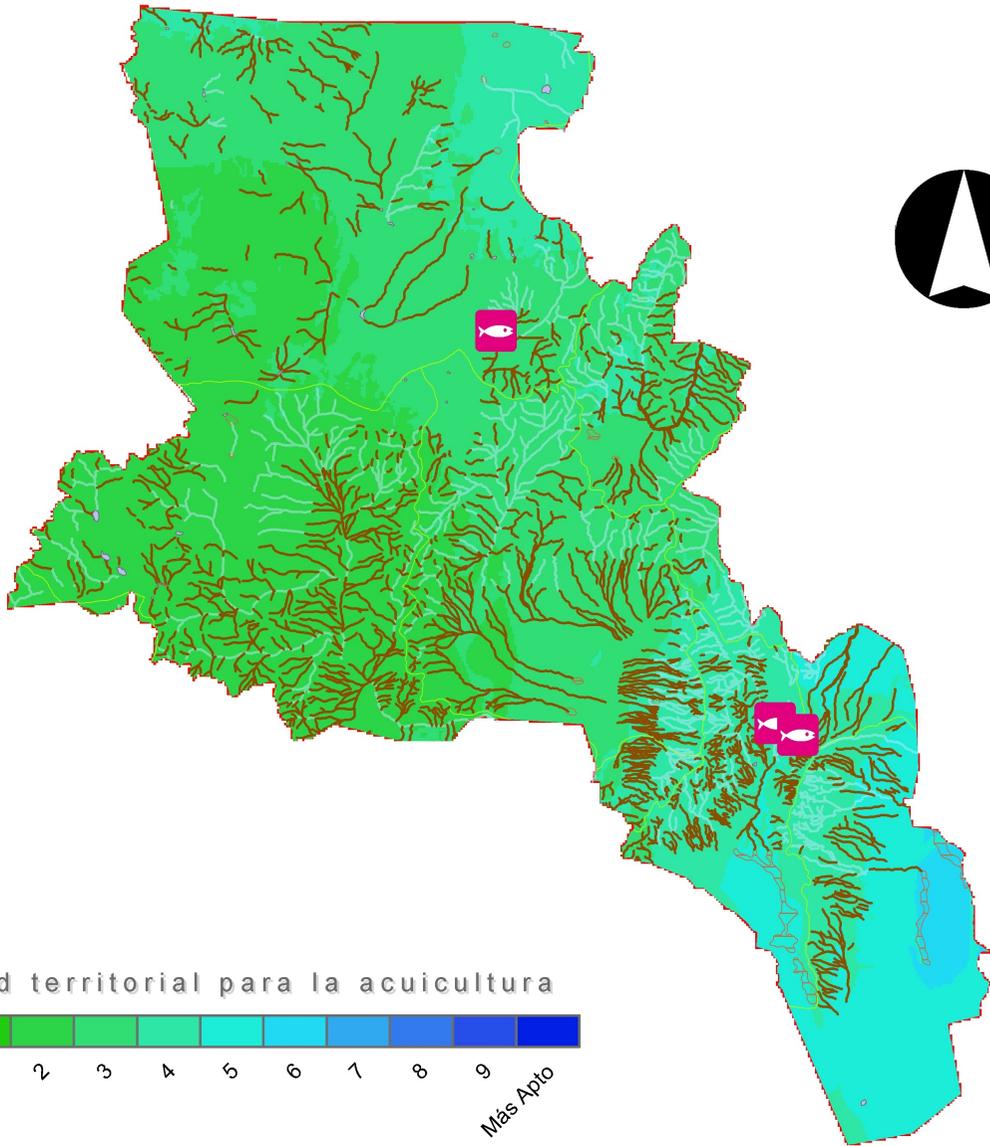
## **10.2. Potencialidad acuícola de la provincia**

En el siguiente mapa se muestra el resultado del análisis territorial de la aptitud para la acuicultura, utilizando la información existente de calidad de aguas tanto de fuentes primarias como secundarias, y siguiendo la metodología mencionada al principio de este informe, combinando un conjunto de capas en un Sistema de Información Geográfico, como se muestra a continuación.



El siguiente mapa muestra el potencial acuícola de la provincia. Los valores más altos indican un mayor potencial acuícola.

# Provincia de Catamarca



### Referencias

- Productores de Catamarca
- lagunas permanentes
- ríos transitorios
- ríos permanentes
- esteros
- bañados
- cuencas

0 15 30 60 90 120 Kilómetros



## **11. Especies de peces aptas para cultivo**

### **11.1. Introducción**

En este capítulo se exponen lineamientos generales de técnicas de cultivo de las diversas especies cultivadas o mencionadas por los productores por su interés para la cría comercial.

Se trata de especies nativas o introducidas al territorio nacional y a varias de las provincias relevadas.

La presente reseña involucra especies de clima frío y templado frío, templado y templado cálido y tropical. Por lo tanto no todas pueden ser cultivadas en las diferentes regiones climáticas registradas de manera económicamente rentable.

De acuerdo a la información de base obtenida en las encuestas realizadas en las distintas provincias visitadas se puede concluir que son cultivos de mediana y baja densidad, en sistemas entre extensivos y semi intensivos, de especies de aguas cálidas o subtropicales y templadas a templadas frías. La principal especie de cultivo en la región encuestada es el pacú (*Piaractus mesopotamicus*). Con respecto a las especies cultivadas y otras consideradas de interés para la región se detallan a continuación algunas de sus características más sobresalientes:

### **11.2. Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*)**

#### **Introducción**

Las tilapias pertenecen a la familia *Cichlidae*. Todas las formas oblonga, con largas aletas dorsales que tienen de 23 a 31 espinas. La nariz tiene un nostrillo en cada lado.

Las tilapias son endémicas de África, Israel y Jordania, pero el interés en su potencial en acuicultura, llevó en los últimos sesenta años a su distribución en todo el mundo.

El entusiasmo inicial estuvo basado en las características que hacían de la tilapia un pez apropiado para asegurar la seguridad alimentaria en países en desarrollo.

Algunas especies son herbívoras, de reproducción rápida, en pequeños estanques, con gran tolerancia a condiciones pobres de calidad de agua.

En los últimos treinta años se han desarrollado técnicas de cultivo, que llevaron al

desarrollo comercial situando a esta especie como la segunda especie de pez de agua dulce más cultivado en el mundo, detrás de las carpas.

El rango óptimo de temperatura para su desarrollo es de 25 a 30° C. Todas son sensibles a las bajas temperaturas, con un límite letal de 9 a 13° C, dependiendo de la especie. La mayoría de las tilapias son eurihalinas y pueden vivir en aguas salobres, y algunas incluso en el agua de mar (Kirk, 1972).

## **Reproducción**

El principal problema en el cultivo de las tilapias es su proliferación. Se reproducen fácilmente a una temprana edad (3 a 6 meses) aun cuando todavía son pequeñas, y tienen desoves múltiples durante el año.

Esto incrementa la población de los estanques a un grado tal que impide el crecimiento. Para resolver este problema, es necesario criar poblaciones de un solo sexo.

En la mayoría de las tilapias el macho tiene mayor capacidad de crecimiento que las hembras, aun cuando se críen por separado (Hickling, 1968; Shell, 1968). Mabaye (1971) y Fruer e Iles (1972) confirmaron este hecho en varias especies y atribuyen esta característica a causas genéticas. También está relacionado con el desove de las hembras. Las hembras continúan con el desove a intervalos frecuentes, aun cuando los huevos no sean fecundados. Así la energía es desviada del crecimiento a la producción de huevos. En una población mixta, cuando los huevos son fecundados y se desarrollan, las hembras no comen durante el ciclo de incubación bucal ni durante el período de crianza. Por lo tanto, es preferible una población mono sexual de machos. Las técnicas más comunes para este tipo de cultivo son: 1) separando machos de hembras por diferencias de sus papilas genitales. 2) una inducción sexual en temprana edad, alimentándolos con una dieta que incluya hormonas. 3) por hibridación.

Normalmente las tilapias maduran sexualmente a los 15 cm de longitud, pero este dato varía de acuerdo con la especie, temperatura, etc., por lo que se ha buscado alternativas prácticas para evitar la reproducción precoz de las hembras en cultivo.

El método más difundido en la actualidad, para la cría de un solo sexo en estas especies es el proceso de inducción sexual (mal llamada reversión sexual) que se relaciona directamente con la diferenciación gonadal y consiste en el suministro temprano de esteroides en el alimento por un corto periodo.

La hormona androgénica 17 alfa metil testosterona modifica directamente las características sexuales secundarias (Fenotipo), y tiene un efecto adicional sobre las gónadas, al afectar su normal desarrollo, pero en ningún momento afecta el Genotipo,

por lo que los individuos genéticamente mantienen la segregación normal esperada en el momento de la fertilización, lo que ocasiona una disparidad de tallas típica de machos y hembras, pero con menor incidencia de enanismo (Phelps and Popma, 2000; Castillo, 2001).

El número total de alevines por hembra durante una estación dependerá del número de huevos que ella tenga en cada desove y de la frecuencia de desove. La cantidad por desove puede diferir entre especies pero, en cualquier especie, mientras mas grande sea la hembra, mayor es la cantidad de huevos que puede desovar. Una hembra de *O. niloticus* que pesa 100 grs produce cerca de 100 huevos por desove, mientras que una hembra de la misma especie que pesa de 600 a 1000 g puede desovar de 1000 a 1500 huevos.

En regiones con marcada diferencia estacional (invierno y verano), el desove se limitará al verano. La práctica usual del cultivo de tilapias es utilizar cultivo monosexo de machos, obtenidos por los métodos antes mencionados.

### **Alimentación y ración**

En ambientes naturales se alimenta principalmente de fitoplancton (de superficie o del fondo), del cual las diatomeas son un importante componente, los alevinos también se alimentan de detritus macrofítico, rotíferos y otro tipo de zooplancton, larvas de insectos y ácaros acuáticos (Moriarty y Moriarty, 1973).

Las tilapias están situadas muy bajo en la cadena trófica natural, debido a su alimentación a base de algas, materiales en descomposición y plancton; aceptan también rápidamente alimento balanceado en forma de pastillas o pellets. Las especies de género *Oreochromis* son las de mayor aceptación en cultivo comercial, destacándose entre ellas la *O. niloticus*, llamada “tilapia del Nilo”, la *O. aureus*, llamada “tilapia azul” y las *Oreochromis* spp. o “tilapias rojas”.

La gran difusión del cultivo en todo el mundo esta dado en gran medida por los hábitos alimenticios y soportar condiciones adversas en cultivo, con amplia tolerancia a altas densidades, bajos tenores de oxígeno disuelto y crecimiento rápido. Esto hace que en estanques suficientemente abonados el alimento natural representa un 30 a 50% de su crecimiento, son eficientes transformadoras de este, pudiendo tener una producción sin alimentación suplementaria de 3000 kg/ha/ciclo.

Las tilapias cultivadas a gran densidad en estanques, jaulas o sistemas de recirculación necesitan de dietas balanceadas. Las dietas con un 25% a un 28% de proteína digestible, se adaptan bien para una densidad de entre 1 y 2 ejemplares /m<sup>2</sup>. En el cultivo de solo machos, a una mayor densidad de cultivo en estanques en tierra, jaulas, o sistemas de recirculación, el requerimiento de las dietas es de 30 a 32% de proteína digestible.

La cantidad mínima de proteína en dieta de tilapia debe ser 35 - 36% para un óptimo crecimiento sin aportes externos. En cultivos de larvas a juveniles los niveles de proteína utilizados en dietas varían entre 45 a 56 % y en engorde en cultivos semi-intensivos es de 24 a 28%.

La tasa de ración a suministrar recomendable es una función de la talla de pez, la temperatura del agua, densidad de peces y abundancia de organismos naturales que constituyen el alimentos de la tilapia. Al igual que en otras especies, la ración de la dieta es inversa al peso de los individuos.

Tanto para la modalidad de cría en estanque como en jaulas, varía según la edad, para larvas, alevinos y juveniles se utiliza una tasa de 8 a 20% de la biomasa; mientras que para el engorde final se utilizan tasas del 2 – 3 %. La frecuencia de alimentación abarca entre 1 a 8 veces/día.

El factor de conversión (FCR), en el cultivo en jaulas presenta una variación de entre 1.2 a 1.4 de acuerdo a Graeff y Hilton.

### **Sistemas de cultivo**

Los sistemas de cultivo que se distinguen en esta especie son hasta ocho niveles diferentes comprendiendo a grandes rasgos los tres niveles tradicionales (extensivo, semi-intensivo, intensivo), además en el nivel intensivo se distinguen 6 niveles diferentes, con diversos grados de tecnología.

El cultivo extensivo en estanque, está ampliamente desarrollado en numerosos países, especialmente los que tienen climas subtropicales y tropicales. Esto se debe a la gran adaptabilidad que tienen las tilapias al cultivo asociados a otras especies, (policultivo). El nivel extensivo se destaca por el uso de estanques drenables, con escaso control del caudal de ingreso de agua. Con una densidad de almacenamiento de entre 1000 a 2000 peces/ha., con producción natural como única fuente de alimento, y un rendimiento de entre 300 a 700 kg/ha/ciclo. Este nivel de producción es solo viable cuando el valor de la tierra es bajo, y el costo de construcción es bajo o se justifica para otros usos, como irrigación, estanques para recreación, o reservorios de agua dulce para bebida de ganado.

En el nivel semi intensivo es común para pequeña escala de producción con inversiones limitadas. La unidad de cultivo es el estanque excavado en tierra con un control del ingreso y egreso del agua, la fertilización inorgánica y el abonado orgánico son practicados para el incremento de la productividad del estanque.

La carga de peces varía de 5.000 a 20.000 ind/ha. Con un rinde de 1.500 a 2.500

kg/ha/ciclo. En estanques fertilizados químicamente 2.000 a 6.000 kg/ha/ciclo.

En el nivel semi intensivo con aireación de emergencia, el cultivo es en estanques excavados en tierra, con una densidad de 10.000 a 30.000 peces/ha/ciclo. Son alimentados con balanceados de calidad con raciones que van de los 2 al 4 % diario de la biomasa total. Con un máximo de 80 a 120 kg/ha de alimento suministrado. La aireación es ocasional, pero indispensable, en momento de alimentar o cuando los niveles de OD son riesgosos.

El costo del balanceado incrementa el costo de producción, pero ese costo es compensado con una mayor producción que oscila entre 5 a 10 TM/ha/ciclo. Si la aireación es incrementada a un nivel rutinario con un balanceado de mayor calidad, es posible mantener la calidad del agua en estado optimo y las densidades de almacenamiento aumentan hasta 30.000 ind/ha. Con una producción de entre 8 a 15 TM/ha/ciclo.

En niveles superiores se utilizan “raceways”, que son pequeños estanques rectangulares o circulares de 100 a 400 m<sup>2</sup>. Se trabaja con densidades de 70 a 200 /m<sup>3</sup>. Normalmente no se airea debido a que el sistema trabaja con flujo continuo de agua que ingresa con un recambio de 1 a 3 recambio/ hora. Mantiene los niveles de OD, y remueve el nitrógeno residual. Se obtienen producciones de 70 a 200 kg/m<sup>3</sup>.

En el cultivo en jaulas, se trata de estructuras con un marco de material que puede ser madera, aluminio, caños, hierro, etc.; suspendidas en la superficie del agua. Por lo general poseen formas diversas, revestidas en red que permite el intercambio de agua con el ambiente y retiene a los peces en su interior. Las tilapias presentan mejores rendimientos en peso que otras especies. Los factores que influyen en su crecimiento son: la densidad de siembra, condiciones ambientales, flujo de agua y nivel tecnológico empleado. El sistema de jaulas requiere menores costos de inversión que el cultivo en estanques, permiten mayor flexibilidad de manejo y posee costo de producción más bajo que en estanques y canales. Además el ciclo de reproducción se interrumpe en las jaulas, lo que permite cultivar ejemplares de ambos sexos sin que haya problemas de madurez sexual o crecimiento retardado (Orachunwog, Thammasart, Lohawatanakul, 2001; Gupta y Acosta, 2004). Se han registrado datos sobre el cultivo en esta modalidad, en regiones con clima desfavorable para su cultivo, hasta por debajo de los 18 °C; contando con buenos resultados en la fases de alevines (5 a 50 gr), para después continuar el engorde en jaulas o bien en estanques (Graeff, Amaral, 2004).

Este sistema de cultivo es responsable al menos de un 30% de la producción actual de tilapias en Latinoamérica.

La densidad de cultivo en esta modalidad para el norte argentino, se encuentra entre

los 170 a 200 peces/m<sup>3</sup> para la re-cría o pre engorde (5 a 50 gr).

Para el engorde se almacenan de 50 a 100 ej/m<sup>3</sup> en jaulas de más de 5 m<sup>3</sup> y más de 200 a 600 /m<sup>3</sup> en pequeño volumen de menos de 5 m<sup>3</sup> y alimento balanceado de excelente calidad y flotabilidad. Se logran producciones de entre 50 a 300 kg/m<sup>3</sup>/ciclo. Las pequeñas jaulas tienen mayor producción por unidad de volumen debido a que el recambio de agua a través de sus redes, es más rápido y optimiza los niveles de OD disponible.

La conversión alimentaria en jaulas varía entre 1,57 a 3,4. según Kubitza, (1999).

La sobrevida ronda el 85% con un ciclo que depende de las condiciones de densidad, condiciones ambientales, como temperatura, oxígeno disuelto entre otros y las mejores condiciones parecen estar en una densidad de 175 ind/m<sup>3</sup>.

Cultivo Intensivo con recirculación de agua. Este nivel es utilizado cuando las condiciones ambientales son desfavorables para el cultivo de la especie, se combina un estricto control de los recambios de agua, aireación y biofiltración. Esto se logra con el funcionamiento de biofiltros, que permiten la re utilización del agua. la densidad de cultivo varía de 50 a 100 peces/m<sup>3</sup> de agua, y normalmente se completa con un pellet de altísima calidad. La producción de peces es de 20 a 50 kg/m<sup>3</sup>/ciclo. El riesgo de pérdida es alto. La mortalidad del total de los peces puede ocurrir en minutos debido a la alta densidad y gran dependencia de la tecnología. La rentabilidad depende de la demanda de un producto con alto valor.

## **Mercado**

El mercado de América del Norte, es el de mayor demanda de este producto.

La tilapia tiene por lo general una coloración gris clara a blanca, dependiendo de la variedad de cultivo, las líneas puras de cultivo como *O. niloticus*, *O. aureus*, son de color gris claro, mientras que la tilapia roja tiene una coloración ligeramente más clara, y más buscada por el mercado Americano, sin embargo cuando el filete es congelado las diferencias son atenuadas.

El músculo rojo, lateral, propio de los peces, le da una coloración más oscura al filete lo que lo hace poco atractivo para los consumidores que buscan peces de carne blanca y esto muestra una ventaja en la tilapia roja.

Las pruebas de sabor son permanentes, aunque el mal sabor asociado al gusto a barro es típico en todas los cultivos de peces de agua dulce cultivados en medios muy fértiles. Para evitar esta complicación, se aplica un purgado de entre 3 a 5 días en estanques de agua limpia, lo que soluciona este inconveniente provocado (entre otras

causas) por floraciones algales.

La mayor desventaja de esta especie es el alto desperdicio que tiene especialmente en el filete, en comparación con otras especies. Un 51 a 53 % de rinde comparado con un 80% de otras.

El rinde del filete es de entre 36 a 38 % del peso vivo, este porcentaje disminuye conforme aumenta el tamaño del pez.

Durante el 2010 el mercado Estados Unidos mantuvo el siguiente nivel:

Las exportaciones de Tilapia Entera son equivalentes al 20.6% de las importaciones totales, mantiene China su liderazgo con el 56.44%, China-Taipei con el 37.45% y Tailandia 5.11%, el resto de países aportaron solo el 1.01%.

Las exportaciones de filetes congelados mantiene una mejor recuperación frente a otras presentaciones y fue igual al 66.5% del total de la importaciones. China con el 89.14% y una disminución del 40% de sus exportaciones en este sector hasta el mes de Abril. Distante del país líder se encuentra Indonesia con 7.07%, China-Taipei 1.56%. Un Segundo grupo muy lejano Tailandia 0.77% y Ecuador 0.52%.

## **TOTAL VENTAS DE TILAPIA EXPORTADA A EU**

### **PERIODO 1992 – 2010**

<b>DOLARES AÑO</b>	<b>FILETE</b>		<b>ENTERO</b>	<b>TOTAL DOLARES</b>
	<b>FRESCO</b>	<b>CONGELADO</b>		
<b>1992</b>	\$1,088,174	\$461,597	\$4,476,194	<b>\$6,025,965</b>
<b>1993</b>	\$3,249,752	\$2,183,328	\$12,596,206	<b>\$18,029,286</b>
<b>1994</b>	\$4,816,226	\$6,493,556	\$14,275,119	<b>\$25,584,901</b>
<b>1995</b>	\$7,908,592	\$8,975,805	\$17,163,129	<b>\$34,047,526</b>
<b>1996</b>	\$11,653,849	\$7,468,362	\$23,895,286	<b>\$43,017,497</b>
<b>1997</b>	\$13,997,652	\$11,283,805	\$24,183,503	<b>\$49,464,960</b>
<b>1998</b>	\$17,051,142	\$11,959,812	\$21,721,459	<b>\$50,732,413</b>
<b>1999</b>	\$25,841,254	\$22,188,860	\$33,866,855	<b>\$81,896,969</b>
<b>2000</b>	\$44,454,843	\$23,222,306	\$33,700,704	<b>\$101,377,853</b>
<b>2001</b>	\$60,839,057	\$28,971,179	\$38,052,489	<b>\$127,862,725</b>
<b>2002</b>	\$81,693,889	\$48,489,991	\$44,031,285	<b>\$174,215,165</b>
<b>2003</b>	\$101,990,477	\$84,051,053	\$55,144,455	<b>\$241,185,985</b>
<b>2004</b>	\$116,057,060	\$118,856,048	\$62,500,153	<b>\$297,413,261</b>
<b>2005</b>	\$139,914,140	\$182,716,630	\$69,998,313	<b>\$392,629,083</b>
<b>2006</b>	\$147,892,769	\$243,951,120	\$90,798,022	<b>\$482,641,911</b>
<b>2007</b>	\$168,025,386	\$331,209,556	\$60,348,240	<b>\$559,583,182</b>

<b>2008</b>	\$196.307.817	\$447.344.560	\$90.707.684	<b>\$734.360.061</b>
<b>2009</b>	\$174.599.800	\$450.138.479	\$70.741.695	<b>\$695.479.974</b>
<b>2010</b>	\$88.094.774	\$253.802.451	\$31.022.231	<b>\$372.919.456</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$1.405.476.653</b>	<b>\$2.283.768.498</b>	<b>\$799.223.022</b>	<b>\$4.488.468.173</b>

## PRECIO PROMEDIO US \$/KILO DE LA TILAPIA EXPORTADA A EU

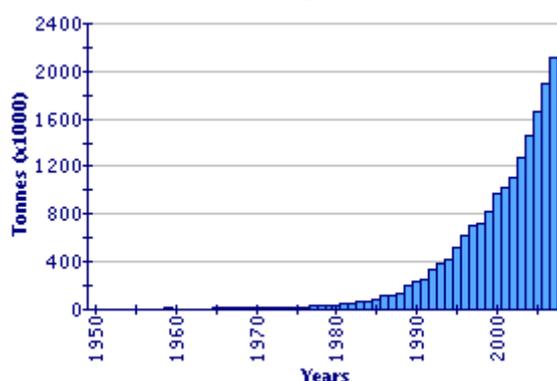
### PERIODO 1992 – 2010

<b>US \$/KILO</b>	<b>FILETE FRESCO</b>	<b>FILETE CONGELADO</b>	<b>ENTERO</b>	<b>PROMEDIO US \$/Kgr</b>
<b>AÑO</b>				
<b>1992</b>	\$5.04	\$3.18	\$1.48	<b>\$1.78</b>
<b>1993</b>	\$5.54	\$3.57	\$1.25	<b>\$1.60</b>
<b>1994</b>	\$5.41	\$2.77	\$1.26	<b>\$1.76</b>
<b>1995</b>	\$5.42	\$4.14	\$1.42	<b>\$2.17</b>
<b>1996</b>	\$5.65	\$4.40	\$1.57	<b>\$2.26</b>
<b>1997</b>	\$4.96	\$4.52	\$1.26	<b>\$2.02</b>
<b>1998</b>	\$4.75	\$4.44	\$1.01	<b>\$1.82</b>
<b>1999</b>	\$4.87	\$4.46	\$1.24	<b>\$2.18</b>
<b>2000</b>	\$5.93	\$4.48	\$1.21	<b>\$2.51</b>
<b>2001</b>	\$5.94	\$3.93	\$0.98	<b>\$2.27</b>
<b>2002</b>	\$5.76	\$3.96	\$1.08	<b>\$2.59</b>
<b>2003</b>	\$5.68	\$3.62	\$1.12	<b>\$2.67</b>
<b>2004</b>	\$5.98	\$3.29	\$1.09	<b>\$2.63</b>
<b>2005</b>	\$6,16	\$3,29	\$1,24	<b>\$2,91</b>
<b>2006</b>	\$6.41	\$3,28	\$1,49	<b>\$3,05</b>
<b>2007</b>	\$6.42	\$3.29	\$1.29	<b>\$3,22</b>
<b>2008</b>	\$6,72	\$4,45	\$1,83	<b>\$4,09</b>

<b>2009</b>	\$7,16	\$3.93	\$1,60	<b>\$3,80</b>
<b>2010</b>	\$7.02	\$3.93	\$1.55	<b>\$3.84</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$6.26</b>	<b>\$3.73</b>	<b>\$1.31</b>	<b>\$3.10</b>

Fuente: U.S. Foreign Trade Information, National Marine Fisheries Service, Office of Science and Technology, Fisheries Statistics and Economic Division.

### Producción de acuicultura global de *Oreochromis niloticus* (FAO Fishery Statistic)



### Impacto ambiental

Las especies de tilapias se encuentran limitadas térmicamente por su reproducción en aguas continentales. De hecho, han sido introducidas en Paraguay en la década del 60 y en la década siguiente en Misiones y Corrientes, no habiéndose informado de su presencia en los ríos de la Cuenca del Plata (López, H. com. Pers.). Además, los cultivos monosexo impedirían su distribución reproductiva en caso de escapes producidos en establecimientos de cultivo. Para minimizar este riesgo, en caso de habilitación de establecimientos, los productores deberían contar con cultivo monosexo y en los casos de establecimientos de producción de larvas y alevinos, las correspondientes trampas y mallas antifugas.

La mayor preocupación, es la liberación al ambiente acuático, por escape o liberación intencional, de especie de peces no nativos altamente productivos y de muy buena adaptabilidad.

### **11.3. Pacú (*Piaracatus mesopotamicus*)**

#### **Introducción**

Se trata de una especie nativa de la Cuenca del Plata (ríos Paraguay, Paraná, Uruguay y Río de la Plata). Desde la década del 80 no se la encuentra en el río Uruguay y en el Paraná Inferior (Quiros 1990). Esta especie pertenece a la familia Characidae, según el último ordenamiento realizado por Lauder y Lim, 1983; junto a las especies *Colossoma macropomum* (tambaquí o cachama negra) y *Piaractus brachypomum* (cachama blanca).

Su pesquería actual está situada en la parte alta del Paraná (a partir del norte de Entre Ríos) y en el río Paraguay. Es un pez migratorio de alimentación omnívora. En los ambientes naturales el tamaño más frecuente varía entre 40 y 60 cm de longitud total y 4 Kg. de peso, pudiendo alcanzar hasta el metro de longitud total y 20 Kg. de peso. Como es una especie autóctona, está habituada a vivir en clima templado-cálido a subtropical. Se lo puede cultivar con temperaturas del agua por encima de los 10 - 12°C y por debajo de los 28°C, aunque sin embargo, para lograr un buen crecimiento en la fase de engorde, son aconsejables aquellas zonas donde las temperaturas oscilan entre los 24° y los 28°C y la estación invernal es de corta duración.

Su cultivo en Argentina se inició en la década del '90 y actualmente se producen unas 500 toneladas anuales, especialmente en el NEA, con un valor promedio de \$ 16.518.480 (USD 4.435.058). Es una especie que se adapta bien al cultivo, con buen crecimiento y resistencia a las enfermedades, tolerando las bajas temperaturas de invierno de la cuenca del Río Paraná. Es la principal especie nativa cultivada en Argentina, y América del Sur y su cultivo se extiende desde el norte de Argentina hasta la región Amazónica. Existe dominio de las técnicas de reproducción y producción de alevines. Actualmente llega al mercado consumidor casi exclusivamente procedente de cultivo, y de manera esporádica proveniente de la pesca extractiva.

#### **Reproducción**

Tiene el mismo comportamiento reproductivo que la mayoría de las especies migratorias de peces de la región. alcanza su primera madurez sexual aproximadamente a los tres años, con 32 a 37 cm de longitud. Su reproducción es estacional en los meses de verano, entre noviembre y marzo. La fecundidad es de entre 70.000 y 130.000 huevos /kg de hembra reproductora. Desovan una vez por período reproductivo. La temperatura ideal de reproducción varía entre 25 y 31°C. la incubación se ve afectada negativamente con temperaturas mayores a 31°C.

Varias hormonas son utilizadas para la inducción a la reproducción de ésta especie, como por ej.: LHRha, HCG, etc. El más común es el uso de extracto hipofisario de carpas aplicado en dosis con intervalos de 12 horas. Normalmente se usan de 1 a 2 machos por hembra. La incubación hasta la eclosión tiene una duración de 240 a 270 horas grados. Entre 8 a 10 horas después de la segunda dosis a una temperatura de 27°C. Los recipientes utilizados para la incubación son por lo general cónicos con una capacidad de entre 60 a 200 l y se incuban a una densidad de 1.000 a 2.000 huevos/litro. Se utiliza una solución para la fertilización, elaborada con suero fisiológico a 0,9% o una solución de sal-urea (40 gr de sal común y 30 gr de urea en 10 litros de agua). La solución debe ser adicionada a los huevos colectados en un recipiente plástico, junto con el semen previamente colectado en un vaso plástico. En general, la tasa de fertilización es de 60 a 95%.

### **Alimentación y Ración**

La especie conocida como pacú (*Piaractus mesopotamicus*), presenta una dentición de tipo molariforme, especializada para el corte y molienda de los alimentos a ingerir, presentando un tubo digestivo relativamente largo, revelando en conjunto un hábito alimentario de tipo frutívoro (frutas y semillas) en la naturaleza, que Pereyra de Godoy, 1975 juzgó como herbívoro por excelencia y que, eventualmente, puede presentar hábito carnívoro, según Ringuelet et al, 1961. Según Machado (1980), debe considerársele como un omnívoro con tendencia a herbívoro, por las características del tubo digestivo y porque su alimentación en ambiente natural está basada en pequeños crustáceos, moluscos, peces de pequeño porte, hojas, frutas, semillas y raíces de plantas flotantes.

Estudios más amplio efectuado sobre el *Colossoma macropomun*, similar en hábitos al *Piaractus mesopotamicus*, ha llevado a suponer que este último sería menos susceptible a restricciones asociadas al uso de proteínas de origen vegetal (Van der Meer et al, 1996). En experiencias de laboratorio realizadas por estos últimos autores se mostró que era posible sustituir la harina de pescado de las fórmulas alimentarias, por harina de soja en su totalidad, tratándose de ensayos de corto plazo (37 días); sin que el crecimiento se viera afectado.

En experiencias de larga duración realizadas sobre producción de pacú en estanques, llevadas a cabo en el Centro Nacional de Desarrollo Acuícola (CENADAC) se demostró innecesaria la inclusión de un porcentaje alto de harina de pescado, en fase final de engorde de la especie. En dicha oportunidad fueron comparadas dos dietas isoproteicas e isocalóricas con inclusión de harina de pescado del 32 y 20 %. La última fórmula permitió obtener mejores rendimientos durante la fase mencionada, resultando en pesos más altos y menores FCR (Wicki, 2002).

La dieta para alevinaje debe contar con un contenido de proteína de entre el 40 al 32

% – las fórmulas alimentarias confeccionadas en forma isoproteica e isocalórica según los requerimientos establecidos para la especie por Cantelmo (1993): 30-35% de proteína y un mínimo de 6% de grasa en fase de engorde.

Las variables ambientales que afectan la alimentación son, temperatura, contenido de oxígeno disuelto y pH.

Para la etapa de pre engorde, los porcentajes de alimento ofrecido oscilan entre el 15 al 5 %, disminuyendo conforme aumenta el tamaño del pez. En el engorde el alimento ración que se ofrece en una única entrega por la tarde (en el último tercio del estanque, cercano al desagüe) y durante seis días a la semana. La tasa de alimentación inicial es del 1,5% de la biomasa, reduciéndose al 1% de la misma hacia la finalización del cultivo. Es conveniente que la oferta no supere los 35 kg/ha/día.

### **Sistema de cultivo**

Sistema extensivo, en este sistema los peces se alimentan del alimento natural disponible en los cuerpos de agua donde han sido sembrados. Los peces por lo general provienen de otras estaciones de piscicultura donde se realizan la reproducción, incubación, alevinaje, y luego son sembrados en estanques o cuerpos de agua, con baja densidad, y el alimento ofrecido es el que produce el cuerpo de agua ayudado por la fertilización y abono por parte del productor.

Los estanques utilizados son excavados en tierra, con entrada y salida independiente de agua, las densidades son bajas, 1 ind/10m<sup>2</sup>. con producciones que oscilan entre 150 y 200 kg/ha.

El cultivo semiintensivo de pacú en estanques sufre variaciones de acuerdo a diversos factores; la cantidad de sustancias fertilizantes aplicadas, el manejo utilizado, la calidad del alimento suplementario ofrecido, la temperatura, etc. La producción actual de pacú en Argentina se desarrolla en cultivos de tipo semiintensivo con producciones de entre 2.000 y 3.000 kg/ha. Esto se debe en gran medida a que el mercado nacional consume tallas mayores a 1,2 kg; provenientes del pasado de las pesquerías naturales. Para lograr estos tamaños en el norte de nuestro país (zona subtropical), son necesarios 16 meses de cultivo y densidades de engorde final bajas (0,2 ind/m<sup>2</sup>); dado que la especie presenta una gran dependencia del peso final con respecto a la densidad (Wicki, 2003).

Dos modalidades predominan en este nivel de cultivo, el que distingue un sistema pre-engorde y engorde final. y un sistema de engorde directo.- el sistema que utiliza pre engorde y engorde, en la fase de pre engorde usa estanques de una superficie aproximada de 200 a 1.000 m<sup>2</sup>. La densidad utilizada en esta fase es de 5 a 25 ind/m<sup>2</sup>, con una duración de esta etapa de entre 30 y 60 días, hasta alcanzar un peso de 15 a 30 g. dependiendo de la densidad utilizada, y su peso inicial. En este método

existe mayor control de las variables del cultivo y menor mortalidad producida por efecto de predación. En la etapa de engorde se utilizan estanques de más de 1.000 m<sup>2</sup> con densidades de 0,2 a 0,3 ind/m<sup>2</sup>. la duración depende del peso inicial de los peces y se cosecha al final con un peso medio de entre 1200 a 1500 g.

El cultivo del alevín se realiza a una densidad de 300 a 400 larvas/m<sup>2</sup>. La duración alcanza 25 a 30 días con una longitud aproximada de 3 a 5 cm. (Kubitza,2003). La siguiente etapa es el pre engorde cuyo objetivo es producir peces de entre 20 a 200 gr. aproximadamente, lo que permite una mayor sobrevivencia, acortar el período de engorde y optimizar el uso de los estanques. Se pueden emplear dos etapas para el cultivo de este segmento; en la primera etapa se usan estanques de 500 -2.000 m, cultivándolos hasta los 30 gr. con una densidad de 12 a 15 peces/m<sup>2</sup>, con una ración de contenido proteico de entre el 36 al 40% y una granulometría de 2 mm (en directa relación a la boca del pez). Esta sub etapa suele durar entre 40 a 60 días. (aquí se optimiza el alimento, favoreciendo al FCR. En la segunda etapa del pre engorde, se utilizan estanques de mayor capacidad 2.000 a 5.000 m<sup>2</sup>. la densidad es de entre 5 y 6 peces/m<sup>2</sup>.

### **Sistema intensivo**

Este sistema permite la máxima producción sostenible, mediante el empleo solo de alimento ración externo de tipo completo (adicionando vitaminas y minerales) y alta densidades de siembra. Puede realizarse en estanques, en raceways, tanques, o en jaulas flotantes, en condiciones aptas para ello. En dicho caso los peces sometidos a encierro, solamente podrán crecer a favor del alimento externo ofrecido, ya que dentro de los recintos que los contienen, prácticamente no podrán encontrar suficiente alimento.

En el caso de las características del ambiente estén dadas para implementar jaulas, los ambientes lénticos ofrecen mayor ventajas que los loticos, y dentro de la lenticos los que presentan menor productividad primaria son más ventajosos, además los factores que son altamente influyentes como la velocidad de corriente del agua, altura de ola, profundidad del ambiente, superficie del ambiente, calidad de agua, transparencia, la incidencia de los vientos, etc. Las jaulas más utilizadas son las denominadas de pequeño volumen y alta densidad, (PVAD), cuyas medidas en esta modalidad no superan los 1- 4 m<sup>3</sup> de volumen disponible para los peces, ya que el principio que rige es que se permite una carga de peces mayor por unidad de volumen debido a que al poseer menor volumen, el recambio de agua es más efectivo. La densidad de engorde utilizada para esta especie es de 18 a 25 kg/m<sup>3</sup>, dependiendo del tamaño de los peces. Las dietas deben ser completas y tener gran flotabilidad. Las del tipo extrusado son las que mejor se adaptan. Las cosechas que se logran en esta modalidad en la región del NEA, son de entre 72 y 100 kg/jaula de 4 m<sup>3</sup>. Este tipo de sistema ha sido probado en la región. pero la estricta evaluación del ambiente es básica y elemental.

## **Mercado**

La carne de pacú es muy apetecida, sin embargo presenta un su musculatura dorsal espinas en forma de Y que inhiben el consumo en diversos mercados. Puede acumular gran cantidad de grasa visceral en función de su edad, de la época del año y del tipo de alimento, (FAO, 2010).

Actualmente se lo encuentra en los mercados de las grandes ciudades, en piezas enteras de entre 500 g a 1800 g, filetes sin espinas, (de 400 g a partir de ejemplares de 1200 g), también en hamburguesas elaboradas a partir de piezas menores. El empleo de varias tallas para diferentes presentaciones permite que los productos obtengan rentabilidades más amplias, aprovechando más las cosechas. También es una opción para cultivos en zonas de temperaturas marginales, donde la estación de crecimiento es más corta, y los pesos promedios a las cosechas, menores.

Los precios al productor, alcanzan actualmente entre 12 a 38 \$/kg, dependiendo del tamaño, la época, etc. La producción de pacú cultivado en Argentina es de alrededor de 500 TM, representando un 20,55 % del total producido en acuicultura en el país, siendo la segunda especie en producción detrás de la trucha (60,3%). Su cultivo genera un valor promedio de \$ 17.518.480 (Luchini L., 2010).

Estos precios son altos si se los compara con el mercado internacional, ya que en Brasil se registra un precio a productor de USD 2,03 a 2,89 (\$ 8,12 a 11,56) lo que representa un 40 a 57% del precio a productor en Argentina. Y en supermercados, publico, peces enteros de USD 3,47 a 4,90 (\$ 13,88 a 19,6). En Brasil la producción alcanza unas 12.400 TM. (FAO, 2008) y por lo tanto existe competencia en la producción que incide en los valores registrados.

### **11.4. Amur (*Ctenopharyngodon idella*)**

#### **Introducción**

Pertenece al orden de los Cypriniformes, familia Cyprinoidae, nombre común, amur blanco, salmón siberiano, sogyo, carpa capín, carpa herbívora, grass carp. Es una especie originaria de Asia. Se trata de un pez de agua dulce, que alcanza grandes tamaños, pesando hasta cerca de 45 kg y 1 m de largo en los ambientes naturales de donde es originaria. En promedio suele alcanzar los 20 a 30 cm de longitud total al año y a los 4 años, medir más de 70 cm y pesar cerca de 6 kilos. Presenta dorso de color gris oscuro y flancos verde-grisáceos, en general. Las escamas suelen presentar un color marrón oscuro en su base. El cuerpo es oblongo, de vientre redondeado y cabeza ancha. La boca es terminal, a veces oblicua y presenta labios simples. La mandíbula superior es levemente protráctil. Las aletas dorsales y la anal son cortas y

carecen de espinas. Posee numerosos arcos branquiales y dientes faríngeos.

En Argentina, las carpas herbívoras fueron introducidas desde Japón, por primera vez en 1979 y posteriormente llegaron ejemplares triploides desde Estados Unidos (Arkansas), nuevamente de Japón y últimamente desde Brasil (Toledo). Se realizaron experiencias en el dique Los Nihules en Mendoza, con resultados satisfactorios. Hasta hace muy poco funcionó en Tunuyán (Mendoza) el único establecimiento dedicado exclusivamente a la piscicultura de esta especie, con proceso de inducción hormonal para desove

**Hábitat y biología:** si bien se han adaptado a diferentes ambientes, su hábitat natural son cursos de agua de fuerte corriente. Frezan durante el período de las crecidas correspondientes a las lluvias estivales en aguas cálidas y templadas, turbulentas y rápidas. Soportan temperaturas de hasta 9° C. con concentraciones de Oxígeno Disuelto de entre 0,18 a 24,7 mg/l. y altas concentraciones de fito y zooplancton.

**Características para su uso en acuicultura:** es un pez de crecimiento rápido pero alcanza la madurez sexual al tercer año de vida. Se utiliza a menudo para el control de plantas acuáticas, siendo recomendable que una vez alcanzada la densidad deseada de plantas se retiren los ejemplares debido a que por su forma de alimentación remueven los sedimentos incrementando la turbidez del medio. Acepta alimento artificial (ración balanceada), ingiriendo también granos secos, como el trigo y el maíz. No se alimenta de las puestas de otros peces, ni de juveniles o invertebrados, aunque sus alevinos son omnívoros. Estas características son beneficiosas para cultivarla con otras especies (policultivos) a nivel semi intensivo e intensivo.

Esta especie fue introducida en las provincias de Misiones, Corrientes, Formosa, Chaco, Buenos Aires y Mendoza. Es excelente para cultivo por su régimen alimentario herbívoro. Ingiere no solo plantas acuáticas, sino también algunas terrestres, pudiendo consumir diariamente 30 a 100% de su peso, produciendo mucha materia orgánica de desecho que fertiliza los estanques y facilita la incorporación de otras especies en los policultivos. No se reproduce espontáneamente, siendo su reproducción inducida, tarea que actualmente se realiza en las provincias de Formosa, Misiones y Corrientes. Este pez es utilizado para control de vegetación en lagunas, arroyos y otros cuerpos de agua.

La especie tuvo gran desarrollo en piscicultura de recursos limitados y en Argentina se la utiliza como especie asociada a otros cultivos, a una densidad de 150 individuos (de cerca de 20 cm) por hectárea, contribuye en forma positiva de control biológico de la vegetación, cuya presencia es negativa al momento de realizar las cosecha.

## **Reproducción**

Las hembras alcanzan su madurez sexual a los 2 años y los machos al 1 ½ año,

dependiendo de la temperatura. El número de óvulos por Kg. es de 80.000 a 100.000. Se reproducen una vez al año a una temperatura entre los 18-28°C y solo se reproducen utilizando técnicas de inducción hormonal, siendo efectiva el extracto hipofisiario y las hormonas liberadoras de hormona gonadotrópica.

### **Alimentación y ración**

La alimentación consiste básicamente en vegetales acuáticos superiores, algas filamentosas e incluso plantas superficiales en caso de no disponer de otro tipo de vegetación. Especie originaria de China, actualmente se cultiva en todo el mundo.

Se desarrolla muy favorablemente cuando se la alimenta con granos y abono orgánico, por lo general producidos en la misma granja.

El amur puede ser cultivado con dietas comerciales o alimentos naturales, tales como malezas acuáticas y pastos terrestres. La producción está limitada principalmente por la calidad del agua. Las dietas comerciales usadas para la carpa china son relativamente bajas en proteínas (28-30 por ciento) y sus materias primas incluyen torta/borra de soja, torta de semilla de colza y salvado de trigo, etc. Las hierbas o malezas acuáticas pueden ser recolectadas desde los cuerpos de agua naturales. Los pastos terrestres pueden ser cultivados sobre los diques de las pozas o estanques, con aporte de estiércol orgánico.

Al ser un herbívoro, se caracteriza por ingerir alimentos asociados al esquema morfológico y anatómico que presenta, tal como es la forma oblonga del cuerpo, posición de la boca y dientes faríngeos, peines branquiales, etc. El cuerpo oblongo, por ejemplo, es típico en los peces que ingieren vegetación tanto sobre fondo como en columna de agua y este hábito está asociado a la boca de tipo terminal y a la presencia de dientes puntiagudos pequeños. Los dientes faríngeos están bien desarrollados y especializados para una dieta de mantenimiento basada en la trituración de los vegetales y pueden cambiar en su estructura al pasar de la fase de juvenil a la de adulto. Esta mayor especialización le permite en el caso de los adultos, la ingestión de tallos y plantas emergentes e inclusive de plantas altamente fibrosas. Los dientes juegan un rol, en la preparación del alimento para su digestión, cortándolo o rompiéndolo en partículas pequeñas.

### **Sistema de cultivo**

El sistema de cultivo más difundido en esta especie es el extensivo, permitiendo una producción de entre 800 a 1500 kg/ha, con un tamaño de ejemplares de 1 kg., logrados en un año en condiciones óptimas de cultivo. La densidad de siembra de alevinos es 1 ind/m<sup>2</sup>, con abono esporádico y alimentación complementaria a base de residuos de mandioca, batata, etc.

Usualmente se utiliza un sistema de engorde directo. Utilizando estanques excavados en tierra de 100 a 1500 m<sup>2</sup> (los más usados), con suelos de buena retención, alta impermeabilidad, por lo general de tipo franco arcilloso, con variada profundidad. Las producciones son de bajo manejo y con escasa norma de cultivo, por lo que es difícil diagnosticar las densidades de siembra, cosecha o los crecimientos. Aunque se tienen datos de un crecimiento de 0,7 kg/año, con una densidad de cultivo de 0,2 ind/m<sup>2</sup>, con pesos iniciales de 2 g, como única especie en el estanque, con escaso recambio, a temperaturas de 28°C promedio en verano y con un régimen de 8 a 10 heladas en invierno, con temperaturas promedio para esa estación de 15°C, en la región central de la provincia del Chaco. Otros datos indican una densidad de 0,5 ind/m<sup>2</sup>, en práctica de monocultivo, y en policultivo con pacú y randiá, a una densidad de amur de 0,3 ind/m<sup>2</sup> con producción de 2100 kg/ha de amur.

Soportan temperaturas bajas por períodos de hasta 4 meses, incluso crecen con temperaturas entre 10 a 18°C, a un ritmo menor, lo que hace que la especie tenga una buena aceptación en diversas zonas. Usualmente se siembran juveniles de 10 a 50 gr. Es muy utilizada para cultivos consorciados con aves o cerdos. Alcanzando producciones de 1500 kg/ha. En algunas zonas de la provincia de Misiones, se extienden los ciclos de cultivos hasta cuatro (4) años, con el objetivo de que alcancen tallas mayores, siendo más apetecible en el mercado local, con gran cantidad de inmigrantes de Europa del este.

En China, donde el cultivo tiene gran desarrollo, se la cultiva con diversos niveles de tecnología, y es una de las principales especies del cultivo de arroz, donde se aprovecha el agua utilizada para ese cereal, logrando importantes producciones por unidad de superficie.

## **Mercado**

Usualmente se comercializan en vivo, eviscerada, en la modalidad llamada a “pie de estanque”, en ferias programadas por cada región, éste es el sistema típico que se practica en la provincia de Misiones. Comercializando ejemplares de 1 kg aproximadamente, con un precio de venta de \$ 10 /kg. . No es un pez que presente mercado desarrollado a nivel nacional, aunque goza de aceptación en algunas comunidades como las de origen centro europeas, del este europeo y asiáticos. También tiene aceptación como especie para el control de la vegetación de lagunas, estanques, tanques, etc.

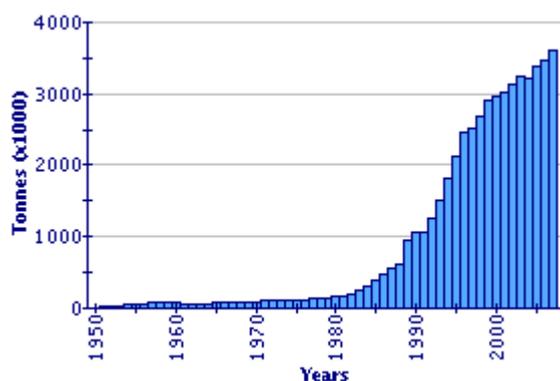
La carne de este pez originado en cultivo muestra un alto contenido proteico entre 16 y 19,9%, con bajo contenido en grasa, (entre 5,2 y 6,7%). Su procesamiento en filete, rinde un 55%. Posee espinas, pero es altamente consumida y considerada como un pez de alta calidad en determinadas regiones. Los ejemplares cultivados y degustados en Argentina (norte de Corrientes) mostraron excelente carne, de muy agradable

sabor y con aptitud por su tamaño y calidad para ser preparada a la parrilla Y también en ahumados desarrollados por el CENADAC.

En países de Europa, fue introducida también con fines de cultivo para consumo y se la ha incorporado inclusive a la pesca deportiva (Reino Unido, Estados Unidos, Holanda, Alemania y otros), especialmente para cotos de pesca , volviéndose un pez popular debido a su fortaleza y presentación de pelea. En Estados Unidos se la captura con anzuelo y línea, dependiendo el éxito de la selección de carnada utilizada (vermes, pasta de harina de trigo, alimento en escamas, etc.)

Tiene gran aceptación en Asia, donde el tamaño de comercialización es de entre 0,5 a 0,7 kg. Para ese mercado, si bien el consumo es muy alto, la producción también lo es. En Asia, la carpa china es normalmente vendida viva o fresca. Y una pequeña cantidad de la producción es procesada por negocios que venden comida rápida; en este caso el procesamiento usado más comúnmente es la fritura.

### Producción de acuicultura global de *Ctenopharyngodon idellus* (FAO Fishery Statistic)



### Impacto ambiental

Se trata de una especie exótica en Argentina, No se reproduce en el ámbito natural ni en estanques, fuera de Asia; por lo que para su reproducción necesita ser inducida hormonalmente, lo que significa una barrera para su propagación masiva en ambientes naturales.

En los lugares donde fue introducida se la utilizó primariamente para el control biológico de vegetación acuática. Esta es una metodología que está basada en la utilización de peces herbívoros que, como en el caso del amur , rinden alta respuesta, debido a su especificidad.

El caso del amur, comenzó a investigarse biológicamente en el periodo de 1950 a

1960. La ex- URSS realizó varias introducciones por el año '37, con ejemplares provenientes del río Amur, en China, y comenzó a obtener resultados positivos en el área de los cuerpos acuáticos de Moscú, entre 1958 y 1963. Desde entonces, se han realizado numerosos estudios acerca del control que ejercen estos peces sobre la vegetación acuática, siendo los principales los efectuados por la misma ex-URSS, Holanda y Estados Unidos. Holanda las importó desde Hungría y Taiwán y todos los estudios realizados mostraron resultados promisorios en cuanto a control. Su reproducción natural es imposible en los ambientes de introducción, de tipo cerrado y lénticos, sin prácticamente recambio de agua. Para ellos, esta especie, resultó ser un buen controlador de malezas acuáticas, siempre con un apropiado manejo de cada situación en particular.

Estados Unidos las importó en 1963 y comenzó inmediatamente los estudios de control de vegetación en lagos naturales. Al término de un año, se logró un éxito total en el lago Greenlee y posteriormente, para 1975, tenían controladas las malezas acuáticas en otros 100 lagos. Estos estudios produjeron una gran cantidad de resultados sobre el potencial de control, estudiándose además su potencial impacto sobre las comunidades de peces existentes en los ambientes analizados, la calidad del agua y su posible acción sobre otros organismos acuáticos. Posteriormente, debido al éxito obtenido se la introdujo en los grandes sistemas acuáticos de Texas, Carolina del Sur y Florida, siempre en lagos grandes, con superficies entre 8.100 a 45.000 hectáreas. Se investigó específicamente su posible impacto negativo, sobre las poblaciones de peces utilizadas en pesca deportiva, debido a las cifras multimillonarias que deja esta actividad en ese país.

En prevención de posibles problemas de dispersión, varios centros de investigación y producción desarrollaron líneas estériles (triploides) con capacidad de control de vegetación. Actualmente, 37 estados del país del norte las incluyen (origen diploide y triploide) para controlar vegetación. Los posibles efectos ambientales que su introducción pudiera ocasionar, están ligados a la cantidad sembrada, la talla de los individuos a la siembra, la abundancia de vegetación existente, el tamaño del sistema y la complejidad del ecosistema donde se la pretenda introducir.

En total, existen en la actualidad, 58 países que introdujeron la especie para beneficiarse en el control de vegetación y 37 de ellos con fines secundarios de cultivo para alimentación. Fuera de su hábitat natural, no posee capacidad de reproducción natural, salvo excepcionales casos detectados en un río de México, Japón y Estados Unidos. En este último país, sin embargo, los huevos ya fertilizados, encontrados en el Mississippi, no prosperaron.

## **11.5. Carpa plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*)**

### **Introducción**

Originaria de los grandes ríos de China, es un pez que necesita migrar aguas arriba para propagarse, y no se consiguen desoves naturales, sólo artificiales. En China, su cultivo data de más de dos mil años. Crece rápidamente, pues su propiedad más importante es la alimentación. Esta especie tiene un órgano especial, situado en los arcos branquiales, que le sirve para filtrar el alimento y algas menores. La carpa plateada es el pez que posee la cadena más corta de alimentación, lo que disminuye su costo de producción. No consume alimentos artificiales enteros; sólo los que son molidos, en polvo. Su hábito alimenticio es fitoplantófaga y plantofaga.

Su producción se incrementa en los estanques con el uso continuado de fertilizantes orgánicos, convirtiendo así, indirectamente, los fertilizantes orgánicos en carne. En el policultivo se la utiliza como especie principal cuando no hay alimento y tan sólo se utilizan fertilizantes orgánicos; y como especie secundaria cuando existe alimentación artificial en el sistema de cultivo. Junto con la carpa común (pez principal) tiene un efecto sinérgico. La carpa común, cuando es asociada a la carpa plateada, produce más que en monocultivo.

Desde los 1950s, después de un descubrimiento en reproducción artificial, el cultivo de carpa plateada, así como de otras carpas, se ha extendido tremendamente en la mayoría de las áreas de China. La carpa plateada ha sido por largo tiempo una importante especie cultivada en China porque:

- Es herbívora y se encuentra situada en un bajo nivel en la cadena alimentaria; por lo tanto los alimentos y fertilizantes están fácilmente disponibles a bajo costo.
- Puede ser criada en policultivo con algunas otras especies, debido a su hábitat específico.
- La semilla está fácilmente disponible con reproducción artificial, sin tener que depender de recursos naturales.
- El manejo de la producción es más simple y el período de cultivo es más corto que el de otras especies de carpas.

En décadas recientes, las plateadas han sido ampliamente introducidas en aguas de Europa e Israel, para el control de algas y como una fuente de alimento.

Se trata de una especie de agua dulce que vive en condiciones templadas a templado-cálido (6-28 °C) y su distribución natural se encuentra en Asia. Esta especie requiere agua estática o de flujo lento, como las encontradas en embalses o en los remansos de grandes ríos. En su distribución natural, es potamódroma, migrando corriente arriba para reproducirse; los huevos y las larvas flotan corriente abajo a las zonas de llanuras inundables. Aunque es fundamentalmente bentopelágica, como es una especie activa, nada justo debajo de la superficie del agua y es bien conocida por su hábito de saltar fuera cuando es perturbada. Las carpas plateadas son típicamente planctívoras, siendo las branquispinas el principal medio de filtración. Consumen

diatomeas, dinoflagelados, crisófitas, xantófitas, algunas algas verdes y cianobacterias ('algas verde azules'); además, detritus, y conglomerados de bacterias, rotíferos y pequeños crustáceos que son importantes componentes de su dieta natural.

## **Reproducción**

En su ambiente original, desovan a fines de primavera y verano, cuando la temperatura del agua es relativamente alta. Desde abril a agosto, ya sea por las tormentas de lluvia o las zonas altas de esteros y ríos cargada de agua, sus reproductores se concentran en sitios de desove donde las condiciones son favorables y la corriente es rápida, complicada e irregular. La temperatura de desove generalmente es entre 18 °C y 30 °C, con un óptimo de 22-28 °C. Sus huevos, como todas las carpas chinas, son no-adhesivos.

Para la producción de semilla es esencial contar con reproductores de buena calidad y aceptables para el desove inducido. Sólo cuando los adultos han alcanzado 4-6 años de edad con un peso corporal por sobre 2,5 kg y están libres de enfermedades y lesiones pueden ser aceptables para crear el plantel de reproductores. Generalmente, los reproductores son sembrados por peso, a 1 500-2 250 kg/ha, con una proporción hembra:macho alrededor de 1:1,5.

## **Desove inducido**

Bajo condiciones artificiales, las glándulas pituitarias de los reproductores no secretan suficiente hormona para su propagación natural en estanques. Se han ideado métodos artificiales por los cuales esos reproductores son inyectados con agentes estrogénicos tales como LH-RH (hormona liberadora de hormona luteinizante) o LH-RHa (hormona análoga a la hormona liberadora de hormona luteinizante), glándula pituitaria de pescado (hipófisis de peces), GCH (gonadotropina coriónica humana), etc., para inducir a los peces a secretar su propia hormona gonadotrópica, o para proveerles un sustituto directo de ella. La dosis estándar de los agentes estrogénicos varía:

- Hipófisis de pescado: 3-5 mg (peso seco)/kg de hembra reproductora (para peces machos la dosis se reduce a la mitad).
- GCH: 800-1 000 I.U./kg de hembra reproductora.
- LH-RHa: 10 µg/kg de hembra reproductora. La dosis se coloca en dos inyecciones, 1-2 µg/kg en la primera y el resto en una siguiente inyección después de un intervalo de 12-24 horas. Sólo se da una inyección a los machos, usualmente al momento de la segunda inyección para las hembras.

Los aparatos para incubación del tipo agua corriente (incubadoras y tanques circulares para incubación), están todos diseñados de acuerdo con las características

de los huevos de estas carpas chinas y para satisfacer los requerimientos de su desarrollo embrionario. Esto mejora las tasas de eclosión y la disponibilidad de alevines para siembra. Comúnmente, el volumen de una incubadora es alrededor de 250 litros y la tasa de siembra es 2.000/litro. Los tanques de incubación circular son tanques con forma de anillo construidos de cemento o ladrillo, con un tamaño que depende de la escala de producción. Las versiones pequeñas tienen un diámetro de 3-4 m, mientras que los tipos más grandes son de 8 m in diámetro. Los anillos son de 60-100 cm de ancho y alrededor de 90 cm de profundidad y el tanque puede contener 7-15 toneladas de agua. La tasa de siembra está en el intervalo de 700 000-1 200 000 huevos/m<sup>3</sup>. Tales tanques son apropiados para unidades de producción de escala comparativamente grande.

### **Alimentación y ración**

Las carpas plateadas son típicamente fitoplanctónicas, consumiendo diatomeas, dinoflagelados (pirrófitas), algas dorado cafés (crisófitas), algas verde amarillas, algunas algas verdes y algas verde azules (cianófitas). Además, el detritus, conglomerados de bacterias, rotíferos y pequeños crustáceos son componentes importantes de su dieta natural. Generalmente, no hay necesidad de proveer dietas o alimentos formulados en el cultivo de carpa plateada.

### **Sistemas de cultivo**

Pre engorde:

El cultivo de alevines requiere cuidados especiales porque los pececillos son pequeños y delicados, su capacidad para alimentarse es débil, ellos no se adaptan bien a los cambios en el ambiente externo y no son expertos evitando a los depredadores. Por lo tanto, se necesitan sistemas intensivos bien controlados para maximizar la tasa de sobrevivencia y para producir alevines saludables que establecerán una base sólida para una alta productividad en la etapa de engorda.

La etapa de larvicultura se refiere al período desde larvas de tres-cuatro días de edad hasta la producción de alevines que pueden ser sembrados en los recintos de engorda. Hay dos etapas en la producción. Primeramente, en la etapa de pequeños alevines, ellos son criados hasta los 15-20 días post-eclosión y tienen una longitud corporal de 2,5-3 cm; llamados normalmente 'semilla de verano' en China. En segundo lugar, en la producción de alevines, estas 'semillas de verano' son criadas por los próximos 3-5 meses, cuando ellos llegan a 8-12 cm de longitud del cuerpo y se conocen como 'juveniles de un año'.

Los estanques deben ser fertilizados y abonados para que tengan una producción de organismos naturales antes de ser sembrados los alevines. El agua deberá verse

verdosa-café, indicativa de una rica población de plancton. La densidad de siembra correcta es 1,5-2,25 millones/ha. Si es mayor, el crecimiento es pobre y no debiera ser demasiado baja tampoco, o el espacio no será utilizado apropiadamente y los costos de producción serán innecesariamente altos.

Engorde:

En China, se adopta en general, un ciclo de cultivo de dos años en estanques; el primer año es para criar los pececillos hasta alevines y el segundo año es para cultivo de los alevines hasta peces de tamaño comercial. El policultivo es muy popular en carpa plateada. La considerable habilidad de los acuicultores les permite maximizar eficientemente la producción unitaria haciendo uso de las características de varias especies para utilizar eficientemente la totalidad del cuerpo de agua. Otro sistema popular es la cosecha y la siembra continua, referida algunas veces como 'captura y siembra en rotación'. Este consiste en sembrar a alta densidad, cosecha parcial de los peces más grandes y la adición de nuevos alevines; ello mantiene alta la capacidad de carga del estanque todo el tiempo. Esto también acelera la rotación y suministra pescado fresco al mercado, tanto en verano como otoño. La carpa plateada y la carpa cabezona son las principales especies usadas en este sistema; la carpa china y una pequeña cantidad de carpa de Wuchang son las siguientes más usadas. Si se usa tilapia en policultivo, los peces de tamaño comercial debieran ser extraídos con red, dejando sólo los más pequeños, para detener su propagación en el estanque.

## **Mercado**

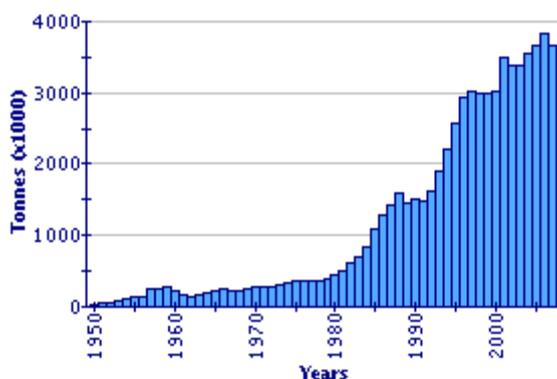
Las carpas plateadas son normalmente compradas en vivo, basado en los patrones de consumo tradicionales en China y por lo tanto, es esencial mantenerlas vivas desde la cosecha hasta su comercialización. Camiones y botes conteniendo agua son básicamente usados como herramientas de transportación en la mayoría de las áreas.

Los costos de producción para carpa plateada varían de país en país (e incluso de lugar en lugar) y la escala de operaciones. Los principales factores son el costo de mano de obra, las instalaciones de cultivo, agua, semilla, alimento (fertilizante), energía y transporte. Generalmente es cultivada y consumida localmente viva o fresca en la mayoría de los países productores. No hay información disponible sobre comercio internacional. El precio de mercado en China para esta especie es relativamente bajo, comparado con la mayoría de las otras especies, normalmente 4-5 Yuan/kg (0.5 USD/kg). No hay regulaciones específicas de mercado para la carpa plateada; es tratado lo mismo como la mayoría de los productos de consumo del tipo pescado en los mercados.

En Argentina, tiene un mercado ligado al Amur (*Ctenopharyngodon idella*), se

produce y comercializa a pie de estanque y las propias localidades donde se produce, (provincia de Misiones).

### Producción de acuicultura global de *Hypophthalmichthys molitrix* (FAO Fishery Statistic)



### Impacto ambiental

Es una especie que en general es vendida para consumo humano y también ha sido introducida en muchos países para limpiar las algas indeseables, que obstruyen embalses y otras aguas. Es apreciada para este uso aún más que su valor como alimento. Sin embargo, varios países han reportado impactos ecológicos adversos después de su introducción. Los principales asuntos globales son:

- Si esta especie es introducida y liberada en la naturaleza, se anticipa que ellas podría establecerse rápida y extensivamente.
- La carpa plateada puede consumir dos o tres veces su propio peso en plancton cada día. Debido a sus ítems de alimento preferidos, pueden entrar en competencia directa con las larvas y juveniles de especies de peces nativos.
- La carpa plateada puede crecer hasta alrededor de 1 m de longitud y cerca de 27 kg de peso.

Dado que no se proporciona alimentación suplementaria, su producción es una manera de obtener proteína animal más amigable con el ambiente. La acuicultura responsable al nivel de producción debiera ser practicada de acuerdo con los principios de protección ambiental y ecológica, como están presentados en el Artículo 9 del Código de Conducta para las Pesquerías Responsables de la FAO.

## **11.6. Carpa cabezona (*Aristichthys nobilis*):**

### **Introducción**

También se trata de un pez originario de China y muy cercano a la carpa plateada. Su aparato filtrante no es tan fino como el de la carpa plateada. Su alimento es, por lo tanto, un poco más grande: algas en colonias, rotíferos y pequeños crustáceos. Crece mejor junto a la carpa plateada y en policultivo es la especie secundaria o terciaria, dependiendo de la cantidad y calidad del zooplancton. También se propaga solamente a través de la inducción hormonal.

Posee un cuerpo comprimido lateralmente, abdomen redondeado antes de la aleta ventral, borde abdominal estrecho entre la aleta ventral y el ano; longitud estándar 3,1-3,5 veces la altura del cuerpo y 3,0-3,4 veces la longitud de la cabeza; cabeza grande; longitud de la cabeza es más grande que la altura del cuerpo; boca terminal e inclinada hacia arriba; la mandíbula inferior se extiende levemente por sobre la superior; sin palpos; branquiespinas densas y en gran número (más que 400), no conectadas; una fila de dientes faríngeos en cada lado, planos y lisos, fórmula 4-4; escamas pequeñas, entre 96-110 en la línea lateral, la línea lateral se extiende hasta el pedúnculo caudal. La punta de la aleta ventral alcanza y excede al ano. Rayos en la aleta dorsal: tres, siete; rayos en la aleta pectoral: uno, 17; rayos en la aleta ventral: uno, ocho; rayos en la aleta anal: tres, 12-13; color del cuerpo: negro en la porción dorsal y lateral superior, plateado blancuzco en el abdomen; manchas negras irregulares sobre los costados del cuerpo; color grisáceo en las aletas.

La carpa cabezona es un pez euritérmico capaz de tolerar temperaturas del agua de 0,5-38 °C.

### **Reproducción**

La carpa cabezona es una especie sincrónica y gonocorística que desova anualmente por decenas de años durante su vida. Hay sólo una estación de desove en el año y tiene lugar a principios de verano. La carpa cabezona es un pez semi-migratorio. En la estación de desove, los reproductores migran desde lagos y partes bajas de los ríos a las zonas de desove en las partes superiores de los principales ríos en China. El agua que fluye y los cambios en el nivel del agua son estímulos ambientales esenciales para el desove natural. Los huevos puestos son semi-boyantes, se suspenden y flotan en la columna de agua cuando hay corriente. Puede alcanzar la madurez sexual en cautiverio, pero no puede desovar naturalmente bajo esas condiciones. La inyección de hormona y estímulos ambientales, tales como flujo de agua, son esenciales para inducir el desove.

Los reproductores usados para la propagación artificial generalmente son colocados en cautiverio a partir de semilla recolectada desde la naturaleza (en origen) o desde estaciones de cultivo, donde se mantienen buenos reproductores.

La reproducción inducida se aplica para esta carpa. Luego de ser inyectados con hormona inductora (normalmente GCH y GP), los reproductores bien maduros son liberados en un tanque de desove (tanque redondo de cemento de 6-10 m de diámetro, profundidad del agua ~ 2 m). La circulación del agua se mantiene a través del período de desove.

Los huevos son transferidos a un canal de eclosión o jarro de eclosión, ya sea manualmente o por gravedad

### **Alimentación y Ración**

Habita en lagos, ríos y embalses en China. Habita normalmente en la capa superior de la columna de agua y prefiere agua de alta fertilidad con abundante alimento natural.

En condiciones naturales, esta especie se alimenta básicamente de zooplancton a través de su vida. En cultivo, acepta también dietas artificiales, tales como subproductos del procesamiento de granos y detritus orgánico, además de alimento natural. Son de crecimiento rápido y llegan a ser muy grandes, alcanzando un peso máximo de 40 kg.

### **Sistemas de cultivo**

Los principales sistemas usados son : cultivo extensivo en aguas abiertas y policultivo en estanques. El factor más importante involucrado en la producción de carpa cabezona es asegurar un suministro suficiente de semilla de calidad. Comparativamente, es más difícil reproducir carpa cabezona que otras especies de peces, debido a su lento desarrollo gonadal. También es más difícil producir alevines de gran tamaño, debido a su lento crecimiento en la etapa de desarrollo temprano.

En el cultivo de esta especie se emplean estanques en tierra. Los estanques generalmente tienen un área de 0,1-0,2 ha y 1,5-2,0 m de profundidad. Los estanques son desinfectados químicamente, normalmente con cal viva, después de secarlos completamente, para eliminar todos los organismos dañinos. La dosis usual es 900-1 125 kg/ha. Comúnmente se aplica fertilizante orgánico, estiércol animal y/o restos vegetales ('estiércol verde'), de acuerdo con la temperatura del agua, 5-10 días antes de la siembra para aumentar la biomasa natural de zooplancton. La cantidad de fertilizante orgánico usado es en general de 3 000 kg/ha para estiércol animal o 4 500 kg/ha para estiércol verde. El estiércol verde y animal pueden ser usados

simultáneamente, pero la cantidad de cada uno debe ser reducida como corresponda.

El monocultivo se practica con densidades de siembra normales de alrededor de 1,2-1,8 millones/ha, dependiendo del período de cultivo y el tamaño final deseado. La operación usualmente toma 2-3 semanas en China. La fertilización orgánica se realiza con frecuencia y tasas suficientes para mantener una alta fertilidad del estanque y en consecuencia un buen suministro de organismos que sirven como alimento natural (especialmente zooplancton) para los peces. La cantidad fluctúa dependiendo de la fertilidad existente en el agua. Se emplea leche de soja y la cantidad normal diaria a ofrecer es de 3-5 kg (soja seca)/100 000 peces. Esto evidencia que los costos de producción son altos. El uso de torta de soja en forma de pasta u otros subproductos del procesamiento de granos puede ser necesario si se observa un crecimiento pobre de los peces en la última parte del período de cultivo. La cantidad diaria es usualmente 1,5-2,5 kg/100 000 peces. Las tasas de sobrevivencia normales en los estanques son del 70-80 %, aunque pueden alcanzar por sobre 90 % con un buen manejo.

Los peces usualmente alcanzan tamaños de alrededor de 30 mm de longitud después de 2-3 semanas de crianza. Estos son llamados alevines de verano en China y están listos para pasar a la etapa de crianza de alevines. Los alevines de verano no son adecuados para su siembra directamente en los estanques de engorda; ellos necesitan completar primero la etapa de alevinaje (13-15 cm de longitud). Esta técnica de cría de alevines es bien similar a la operación en la etapa de crianza anterior, incluyendo el régimen de alimentación y fertilización. Las diferencias principales incluyen las siguientes: Para la etapa de alevinaje se usan estanques de tierra relativamente más grandes (0,2-0,3 ha) y más profundos.

- Al contrario de la etapa de cultivo inicial, comúnmente se adopta el policultivo para la producción de alevines de carpa cabezona. La carpa cabezona puede ser mantenida en policultivo con otras especies de carpas. El monocultivo se practica raramente.
- La densidad de siembra es 120 000/ha cuando es la especie principal en el estanque o 30 000-60 000/ha cuando es la especie secundaria.
- El cultivo de alevines en China toma normalmente de 4-6 meses para los tamaños y densidades de siembra mencionados arriba. El período puede ser acortado considerablemente en climas más cálidos o si se usan densidades de siembra más bajas.
- La tasa normal de sobrevivencia a través del período completo de alevinaje debiera ser superior al 95 por ciento.

Las técnicas de engorda adoptadas más comúnmente para carpa cabezona son el policultivo en estanques y corrales y el cultivo extensivo en lagos y embalses.

### Policultivo en estanques:

Las carpas cabezonas generalmente son cultivadas como especie secundaria junto con otras especies de carpas. La densidad de siembra para engorda con alevines de 13-15 cm es de 750-1 500/ha. De practicarse cosecha selectiva, entonces también se siembra una cierta proporción de peces de mayor tamaño (hasta 250 g). No hay requerimientos especiales de alimentación/fertilización cuando se cultiva como especie secundaria, junto con especies de peces herbívoros y omnívoros. Sin embargo, usualmente se aplica fertilizante orgánico para aumentar el alimento natural si la cabezona y la plateada son cultivadas como especies principales. En China, los peces pueden alcanzar tamaño comercial (750-1 500 g) en 8-10 meses. El período de cultivo puede ser mucho más corto en áreas tropicales y subtropicales. El rendimiento de la carpa cabezona es usualmente 500-1 000 kg/ha, lo que da cuenta del 10-15 por ciento de la producción total.

### Cultivo extensivo en pequeños lagos y estanques:

En estos sistemas, las carpas cabezonas son generalmente sembradas como la especie principal, con densidades de siembra de 150-750/ha, dependiendo del tamaño y fertilidad del cuerpo de agua. Este nivel representa alrededor del 40-50 por ciento del total del número de peces sembrados. El tamaño de siembra es generalmente de 13-15 cm. También se siembra un pequeño porcentaje de juveniles grandes (hasta 250 g) para cosecha selectiva y utilizar completamente el agua y el alimento natural disponible. En esta forma de cultivo no se usa alimento ni fertilizante. La producción de carpa cabezona puede alcanzar 150-400 kg/ha, lo cual da cuenta del 40-60 por ciento de la producción total.

### **Mercado**

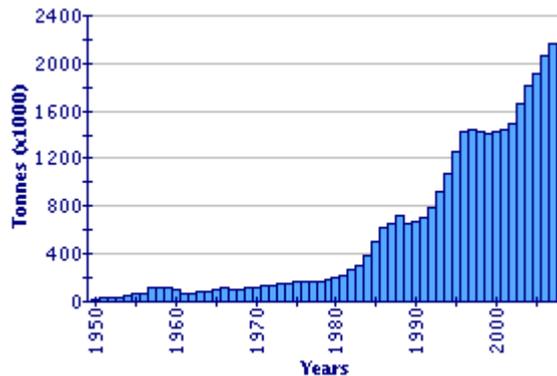
Esta especie es normalmente consumida en fresco, muy poca producción es procesada en China. En nuestro país se cultiva a escala muy pequeña, básicamente para autoconsumo, y no hay datos de mercado sostenible. Se la comercializa en las provincias de Misiones a precios que rondan los 8 a 10 \$/kg. En China y otros países, es un bien de consumo de bajo precio, accesible a las clases de ingresos medio y bajo. En los últimos años, el precio de la carpa cabezona en China ha cambiado poco. Actualmente, el precio real al por menor es usualmente 0,60-0,90 USD/kg. No hay regulaciones específicas en relación con la comercialización de la carpa cabezona debido a que el pez es básicamente para consumo local.

El principal factor limitante en su cultivo es el mercado. Las carpas cabezonas de pequeño tamaño no son muy buenas en calidad de carne y tienen muchas espinas intermusculares finas, siendo el tamaño mínimo ideal de 1,5 kg. A esta talla es factible su cultivo en zonas subtropicales y tropicales y es de destacar el valor que

tiene la cabeza del pez (superior al resto del cuerpo) y que es empleada en la preparación de sopa, muy apreciada en diversas etnias.

## Producción de acuicultura global de *Hypophthalmichthys nobilis*

(FAO Fishery Statistic)



### Impacto ambiental

Produce efectos muy similares a la carpa plateada, y al menos dos factores necesitan ser considerados en prácticas de acuicultura responsable para el cultivo de carpa cabezona:

El primero se refiere a la calidad genética de la semilla y la protección del germoplasma natural, cuando se realiza cultivo extensivo, el control de calidad en la reproducción inducida necesita ser cuidadosamente conducido. El segundo se refiere al uso de antibióticos y otras drogas para el control de enfermedades cuando la especie es cultivada en policultivo en sistemas intensivos en estanques. Debido a las altas densidades de siembra y a la pobre calidad del agua que resulta de los diferentes desechos tales como alimento no utilizado y heces de los propios peces, a menudo son infectadas con enfermedades bacterianas y parasitarias.

### 11.7. Carpa común (*Cyprinus carpio* L.)

#### Introducción

Se la denomina carpa europea o común. Cuerpo alargado y algo comprimido. Labios gruesos. Dos pares de barbillas en el ángulo de la boca, las más cortas sobre el labio superior. Base de la aleta dorsal larga con 17-22 rayos ramificados y una espina dorsal fuerte y dentada en el frente; contorno de la aleta dorsal cóncavo anteriormente. Aleta anal con 6-7 rayos blandos; borde posterior de la 3ª espina de las aletas dorsal y anal con espínulas filudas. Línea lateral con 32 a 38 escamas. Dientes

faríngeos 5:5, dientes con coronas aplanadas. Color variable, las silvestres son de color parduzco verdoso sobre el dorso y parte superior de los costados, con tonalidad amarillo dorada ventralmente. Las aletas son oscuras, ventralmente con un matiz rojizo. Las carpas doradas son criadas con propósitos ornamentales. Es uno de los peces más importantes cultivados actualmente en el mundo.

El espectro ecológico de la carpa es amplio. El mejor crecimiento se obtiene cuando la temperatura del agua está en el intervalo de entre 23 y 30 °C. Los peces pueden sobrevivir períodos de inviernos fríos. Salinidades hasta alrededor de 5‰ son toleradas. La gama de pH óptimo es 6,5-9,0. La especie puede sobrevivir bajas concentraciones de oxígeno (0,3-0,5 mg/litro) así como súper saturación. Las carpas son omnívoras, con una gran tendencia hacia el consumo de alimento animal, tal como insectos acuáticos, larvas de insectos, gusanos, moluscos y zooplancton. El consumo de zooplancton es dominante en estanques de peces donde la densidad de siembra es alta

## **Reproducción**

Su hábitat natural de reproducción son las llanuras anegadas y las tierras inundadas, donde el agua es rica en oxígeno, la subida del nivel del agua y las hierbas inundadas estimulan el desove y allí, los alevinos encuentran abundantes alimento y los índices de supervivencia son buenos. Las temperaturas ideales para el desove son entre 18°-22°C.

La propagación estimulada de la carpa común tiene lugar en estanques especiales de desove. Puede desovar en estanques muy pequeños de 25-30 m<sup>2</sup>, sobre esterillas de hierbas o kakabans, que sirven de colectores de huevos. La esterilla con los huevos esparcidos sobre ella, puede trasladarse luego a los estanques de incubación.

Su desarrollo embrionario demora alrededor de tres días a 20-23 °C (60-70 grados-días). Bajo condiciones naturales, los peces eclosionados se pegan al substrato. Alrededor de tres días después de la eclosión se desarrolla la parte posterior de la vejiga natatoria, las larvas nadan horizontalmente y comienzan a consumir alimento externo de un tamaño máximo de 150-180 μm (principalmente rotíferos). La reproducción se realiza en 'hapas', tanques de cemento o pequeños lagunas o estanques. Se usan plantas acuáticas sumergidas como sustratos para la puesta de huevos. Cuando los pececillos tienen cuatro o cinco días de edad, se los siembra en estanques de crianza.

## **Alimento**

Se utilizan alimentos naturales, suplementados a veces con alimentos compuestos hechos en la granja o con dietas comerciales. La zona de confort térmico varía entre

18° C y 28° C; con disminución o aumento del apetito, de acuerdo con los límites de la misma. De este modo, si hace mucho calor o mucho frío, disminuye la ingesta de alimentos, que pasa a crecer cuando la temperatura se encuentra dentro del rango ideal. Siendo joven, su alimento natural es el zooplancton. Cuando llega a adulta, pasa a consumir animales del fondo, como gusanos, larvas de insectos, etc. Ingiere y utiliza bien casi todos los materiales comestibles como alimento complementario. En cuanto a su propagación, sucede a partir del primer año de vida. Es, por lo tanto, aconsejable engordarla en el máximo de un año de cultivo para evitar la reproducción natural.

Se necesita la aplicación frecuente de abono orgánico para mantener la población de plancton. La alimentación se basa principalmente en subproductos agrícolas en áreas subtropicales y en cereales y/o pellets en zonas templadas.

### **Sistemas de cultivo**

El cultivo de la carpa en estanques se basa en la habilidad de la especie para aceptar y utilizar cereales proporcionados por los productores. Su crecimiento diario puede llegar a ser 2 a 4 por ciento del peso corporal. Las carpas pueden alcanzar 0,6 a 1,0 kg de peso corporal dentro de una estación en los estanques de cultivo, en sistema de policultivo en áreas subtropicales/tropicales. El crecimiento es mucho más lento en la zona templada y acá los peces alcanzan pesos corporales de 1 a 2 kg después de dos a cuatro estaciones de cultivo.

La producción de alevines de carpa normalmente tiene lugar en estanques semi-intensivos y se basa en alimento natural generado con estiércol/fertilizante y alimentación suplementaria

Cultivo de carpa común en lagunas o estanques y tanques:

Estanques poco profundos, libres de malezas acuáticas, drenables de 0,5 a 1,0 ha son los más apropiados para su cultivo. Los estanques deben ser preparados antes de ser sembrados para fomentar el desarrollo de una población de rotíferos, ya que ellos constituyen el primer alimento de los alevines que inician su alimentación. La densidad de siembra es 100-400 alevines/m<sup>2</sup>. Los estanques deben ser inoculados con microcrustáceos, *Moina* o *Daphnia* luego de la siembra. Alimentos suplementarios, tales como harina de soja, de cereales, de carne o mezclas de estos materiales, pueden ser aplicados. También se puede usar salvado de arroz o cascarilla de arroz para alimentar a los alevines. La longitud del período de cultivo es tres a cuatro semanas. El peso final de los peces es 0,2-0,5 g. La tasa de sobrevivencia es 40-70 por ciento.

Los reproductores son mantenidos en estanques para ellos y por sexos separados. Los ya maduros son transferidos a estanques de desove de 25-30 m<sup>2</sup>. En los estanques se

instalan 'kakabans' (nidos hechos de fibras vegetales). Los peces colocan sus huevos sobre ambos lados de los kakabans. Cuando el desove se termina, los nidos son transferidos a estanques de eclosión/incubación.

#### Producción de semilla en incubadoras:

Este es el método de producción de semilla más efectivo y confiable. Los reproductores son mantenidos en agua saturada con oxígeno, dentro de un intervalo de temperatura de 20-24 °C. Se le coloca dos dosis en inyecciones de glándula pituitaria, o una mezcla de GnRH/dopamina antagonista, para inducir la ovulación y la espermatogénesis. Los huevos son fertilizados (aplicando el 'método seco') y la adhesividad se elimina usando un tratamiento de sal/urea, seguido por un baño ácido de tanino (el 'método Woynarovich'). La incubación puede llevarse a cabo en vasos de Zoug. Los pececillos ya eclosionados son mantenidos en grandes tanques cónicos por uno a tres días y usualmente sembrados en el estado de 'alevín que nada hacia arriba' o 'alevín que se alimenta' en estanques correctamente preparados. Aproximadamente unos 300 000 a 800 000 pececillos recién eclosionados pueden esperarse de una sola hembra.

#### Cultivo de carpa común en lagunas o estanques y tanques:

Estanques poco profundos, libres de malezas acuáticas, drenables de 0,5 a 1,0 ha son los más apropiados. Los estanques de cultivo deben ser preparados antes de ser sembrados para fomentar el desarrollo de una población de rotíferos, ya que ellos constituyen el primer alimento de los alevines. La densidad de siembra es 100-400 alevines/m<sup>2</sup>. Los estanques deben ser inoculados con microcrustáceos, *Moina* o *Daphnia* después de la siembra. Alimentos suplementarios, tales como harina de soja, harinas de cereales, harina de carne o mezclas de estos materiales, deben ser aplicados. También se puede usar salvado de arroz o cascarilla de arroz para alimentar a los alevines. La longitud del período de cultivo es tres a cuatro semanas y el peso final de los peces es 0,2-0,5 g; con una tasa de sobrevivencia del 40-70 por ciento.

#### Producción de alevines:

La producción de alevines de carpa se realiza normalmente en estanques en cultivo semi-intensivo y se basa en alimento natural generado con estiércol/fertilizante y alimentación suplementaria. Su producción se puede realizar en una sola fase (sembrando pececillos recién nacidos y cosechando alevines), una fase dual (sembrando pececillos ya cultivados y cosechando alevines) o una fase de ciclo múltiple (donde los pececillos recién nacidos son sembrados y los peces son raleados varias veces a medida que crecen. La siembra de pececillos ya cultivados es la forma más efectiva para producir alevines de tamaño mediano y grande. Dependiendo del

tamaño final requerido de los alevines, 50 000-200 000 pececillos/ha pueden ser sembrados en zonas templadas, preferentemente en sistemas de policultivo donde la proporción de carpa común es 20-50 por ciento. El peso final de los peces será de 30-100 g. En climas cálidos, si la producción deseada es de alevines de tamaño grande, la densidad de siembra de pececillos ya criados es 50 000-70 000/ha, de la cual la proporción de carpa común es 20 por ciento. Se alcanzan tasas de sobrevivencia de 40-50 por ciento. Alevines de pequeño tamaño pueden ser producidos en estanques sembrados con 400 000 pequeños (15 mm) pececillos. En este caso la tasa de sobrevivencia es 25-30 por ciento.

Producción de carpas de dos veranos de edad:

En zonas templadas, los peces de un verano de edad (20-100 g) deben ser criados hasta 250-400 g en el segundo año. La tasa de siembra es 4 000-6 000/ha, más alrededor de 3 000 carpas/ha, si sólo se las alimenta con cereales. La tasa de siembra puede ser mucho más alta (hasta 20 000/ha) si se usan cereales y también pellets. La ración diaria es aproximadamente 3-5 por ciento del peso corporal.

Producción de peces de tamaño comercial:

La carpa común puede ser producida en sistemas basados en monocultivo de producción extensiva, con alimento natural y dietas suplementarias, en lagunas o estanques de agua estancada. La producción en monocultivo intensivo con alimentos artificiales puede llevarse a cabo en jaulas, embalses de irrigación y estanques/lagunas/tanques con agua corriente, o en sistemas con recirculación.

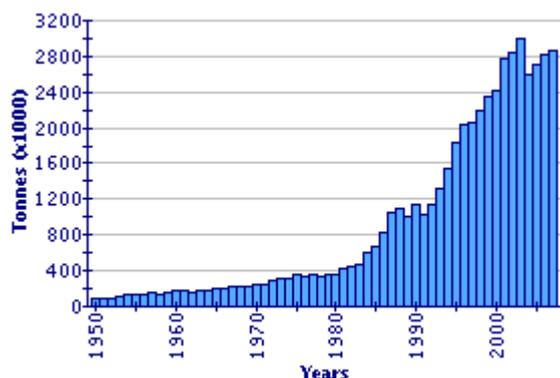
Su cultivo puede ser integrado con la ganadería y/o la producción vegetal. La integración puede ser directa (animales sobre los estanques de peces), indirecta (desechos de animales son usados en los estanques como abono), paralela (arroz-con-peces) o secuencial (producción de peces entre cosechas). El ciclado secuencial de peces/animales/legumbres/arroz (en ciclos de siete a nueve años) es apropiado para disminuir significativamente la carga ambiental de la acuicultura/agricultura intensiva. Dado que las carpas comunes excavan en el fondo del estanque, tienen una amplia tolerancia ambiental y hábitos de alimentación omnívoros, ellas son una especie clave en sistemas integrados.

## **Mercado**

La utilidad promedio de la producción de carpa en algunas granjas piscícolas de Hungría fue EUR 326/ha (en ventas de EUR 1652/ha) entre 1999-2001, de acuerdo con un estudio del Instituto de Investigación de Pesquerías, Acuicultura e Irrigación (datos no publicados). En India el beneficio neto del policultivo, en el cual la carpa común representaba 25 por ciento del total de peces sembrados, fue reportado como

710 USD/ha (en ventas de 1 929 USD) en 1990 (Sinha, 1990). El beneficio de cultivadores de pequeña escala en Bangladesh fue reportado como 510-1 580 USD/ha (en ventas de 1 540-2 610 USD/ha) en estanques de policultivo no drenables, en los cuales la proporción de siembra de carpa fue de 20 por ciento (Gupta *et al.*, 1999).

### Producción de acuicultura global de *Cyprinus carpio* (FAO Fishery Statistic)



La mayoría de las carpas son consumidas en forma doméstica. En base a varias experiencias de procesamiento de carpa común realizadas en Europa, se reveló que el mercado tiene demanda por pescado vivo o preparado en fresco. El procesamiento aumentó el precio de la carpa a niveles menos competitivos, de manera que un aumento significativo en la demanda por productos procesados de carpa no puede pronosticarse.

### Impacto ambiental

Esta especie, ha demostrado una gran adaptación a los medios naturales en nuestro país, encontrándose en casi todas las provincias, habiéndose introducido a principios del siglo XX y se tienen registros de su presencia en casi todo el territorio nacional. La técnica más ampliamente aplicada para su cultivo es la de su producción extensiva o semi-intensiva basada en alimento suplementario y considerada como una manera ambientalmente amigable de producción de proteína animal. La acuicultura responsable en el nivel de producción (Artículo 9.4., Código de Conducta) se puede asegurar aplicando un estricto proceso de licencias, en el cual se consideren los principales principios de protección ambiental y ecológica.

### 11.8. Randiá (*Rhamdia quelen*.)

#### Introducción

Se trata de una especie nativa que presenta una amplia distribución, abarcando desde

clima subtropical al norte, hasta templado en la región central del país, encontrándose además presente en Brasil, Uruguay. Tolerar temperaturas entre 7 y 33°C, si bien su óptimo crecimiento es entre 15 y 23°C (Lermen *et al.*, 2004). Según Colppatti *et al.* (1995) el pH ideal es 7,5. Su hábito alimenticio es omnívoro con tendencia a carnívoro (Carnevia y Speranza, 2002). Cuando juvenil se alimenta de zooplancton y zoobentos y, a medida que crece, incluye crustáceos y peces de tamaño adecuado en su dieta. Se reproduce naturalmente en primavera y principios de verano, pudiendo existir desoves también en otoño.

Es un Silúrido integrante de la familia Pimelodidae y el género *Rhamdia* incluye alrededor de 11 especies. Su cabeza es pequeña en relación a la longitud de su cuerpo, boca ancha con dientes diminutos en forma de sierra, presenta barbillas maxilares y mentonianas. Tiene un cuerpo ancho y puede medir hasta 50 cm y pesar 5 kg. su color varía del plumizo oliváceo al pardo negro en la parte dorsal y flancos, en el vientre presenta un color blanco plumizo con manchas oscuras e irregulares. Aletas grisáceas.

Es una especie muy común en riachuelos de poca corriente y lagunas cubiertas de vegetación, es de hábitos nocturnos, prefiere profundidades entre 2 y 3 m, se oculta entre piedras y troncos para emerger después de las lluvias a buscar alimento. Prefiere aguas cálidas y se desarrolla exclusivamente en agua dulce. En estado adulto forma parte de la dieta de peces carnívoros como el dorado y el surubí.

## **Reproducción**

Se utilizan reproductores de 2 a 3 años (con más de 1 kg de peso), los que se pueden mantener en estanques de invierno a baja densidad (1/10 m<sup>2</sup>). En setiembre a diciembre, con temperaturas de agua de 20 a 22°C, se induce el desove con gonadotrofina coriónica humana (GCH), en dosis de 500 a 800 UI/kg de hembra, y de 500 UI/kg de macho (Luchini, 1988; Daniels, 1990, Varela, 1982; Varela *et al.*, 1982). Los ejemplares desovan naturalmente en cajas o acuarios de 100 a 200 litros, o puede practicarse *stripping*. Una hembra mayor de 1 kg pone unos 30.000 a 50.000 huevos por desove (Luchini, 1990). La época de reproducción es de setiembre a febrero, alcanza su primera madurez sexual con 15 cm de longitud y 80 gr. de peso.

En la naturaleza desova en aguas estancadas y ricas en materia orgánica. No confecciona nidos para el desove ni presenta cuidados parentales. La eclosión sucede entre 450 y 500 grados horas. Las larvas son pequeñas, de 1 a 1,3 mm. La absorción del saco vitelino sucede entre los 3 y 4 días.

## **Alimentación y ración**

Es de hábitos bentófagos, omnívoro, prefiere zooplancton y posteriormente

crustáceos, moluscos, peces pequeños y huevos de otros peces. En las primeras etapas tiende a presentar canibalismo si su dieta es deficiente en proteínas. El mejor alimento es el constituido por elementos vivos (zooplancton o Artemia). Este material no es el más usado por su alto costo. Lo usual es la elaboración de un alimento artificial que proporcione la mejor respuesta en crecimiento. Este se elabora en una mezcla húmeda con 40-50 % de contenido proteico, conformada por partes iguales de hígado crudo, yema cocida y sangre coagulada, a la que se le agrega minerales y vitaminas (Luchini, 1990); o bien, una mezcla de lecitina de soja, hígado de bovino y levadura de cerveza como se emplea en Brasil con buenos resultados. (Piaia & Radunz, 1997a y 1997b). En el cultivo en jaulas, el alimento debe ser de tipo completo, con un 40% de PB. En este sistema deberá agregársele convenientemente una proporción de vitamina C, de 150 mg/kg. por alimento elaborado, para prevenir enfermedades.

### **Sistema de cultivo**

Incubación:

Se puede realizar en incubadoras verticales (vasos de Zoug) o de mayor capacidad. El período de incubación es de unas 36 horas a temperaturas de 25 a 28°C, y de 50 horas para 20 a 22°C (Varela *et al.*, 1982a).

La larvicultura:

En hatchery (bajo techo).

Se realiza en tinajas alargadas con agua circulante, a una densidad de 200 larvas/litro. La alimentación inicial es la ya señalada y luego se pasa a nauplios de Artemia, sustituyendo ésta última paulatinamente por ración balanceada (50% PB) en polvo (Luchini, 1990). Esta etapa dura unos 15 días y presenta una sobrevivencia de 60 a 80% (Daniels, 1990; Varela *et al.*, 1982b), si esta se practica bajo techo. También se la puede cultivar en contenedores, dentro de las tinajas, con mayor control.

En estanques exteriores fertilizados previamente con abono orgánico e inorgánico, ayudando a un rápido crecimiento y disminuyendo el costo alimentario; aunque la mortalidad es más alta. El número de larvas a sembrar depende de la talla de los peces juveniles a cosechar y de la cantidad y calidad del alimento natural existente, junto a un aporte de ración exterior. Una densidad empleada con éxito es la de 100.000 a 150.000/ha. En experiencias con larvas de 4 días de nacidas y un período de 30 días, esta técnica mostró resultados positivos (Luchini-Salas, 1983). La sobrevivencia en este sistema de estanques exteriores es de entre 20 y 50% con tallas finales obtenidas para los alevinos de 25 a 40 mm (2 a 3,3 g).

El alevinaje: Pre engorde (en estanques externos).

Se realiza en estanques de tierra de 100 a 400 m<sup>2</sup>, colocándose una densidad de siembra de 10 a 40 larvas/m<sup>2</sup> (Luchini, 1988; Carnevia, 1985). Se alimentan primero con ración en polvo (50% proteína bruta), luego ración peletizada partida (42% PB) y, por último, ración peletizada (35% PB). Para evitar inconvenientes con la calidad del agua no se debe exceder los 30 kg/alimento/ha/día, sin uso de aireación complementaria. Luego de un período de 30 días se obtienen alevinos de 5 cm y 1,12 g; y a los 60 días se obtienen juveniles de 16 cm y 40 g (Luchini, 1990; Carnevia, 1985). La sobrevivencia es de 26 a 80% dependiendo del manejo y la aparición o no, de enfermedades. Las temperaturas óptimas para este período es entre 26-27°C. si la densidad de siembra es de 70.000 a 100.000 peces/ha, de talla inicial de 1,0 a 1,5 cm de LT, en 60-70 días se obtendrán ejemplares de un LT promedio de 15-16 cm, 30-50 gr. de peso y una sobrevivencia cercana al 80%. Las producciones rondan los 3.400 kg/ha. (Luchini-Salas, 1985(2)).

Engorde en estanques de tierra:

Abarca desde la obtención de juveniles (13 -15 cm. LT. Peso promedio 30 – 50 gr.), hasta la obtención de talla comercial, de peso mínimo de 300 gr para una inserción inicial en mercados locales (Bertolotti & Luchini, 1988). o mayor con extensión del cultivo.

La mejor alternativa de cultivo en relación crecimiento y menores costos lo ofrece el cultivo semi- intensivo; y el sistema intensivo de jaulas. Para el cultivo en estanques se emplean estos, contruidos excavados en tierra apta, de 1 a 2 ha, con una densidad de siembra de 3.000 a 7.000 peces/ha, los que son alimentados con raciones balanceadas de 30 a 35% PB (Fabiano, 1982, Salhi *et al.*, 2004), las que tienen un índice de conversión de 1,8:1. Luego de 100 días se obtienen peces de 300 g, con una productividad de 650 a 1.600 kg/há (Luchini, 1990; Varela, 1982b). En un segundo verano de engorde se pueden obtener peces de 500 g, con producciones estimadas en 2.000 a 2.500 kg/ha/año.

No se utiliza casi el abonado orgánico durante el engorde, debido a la propia producción de heces y alimento no aprovechado que aportan nutrientes primarios. Es conveniente iniciar esta etapa en los meses de diciembre, enero a densidades fijadas entre 0,3 a 0,5 peces/m<sup>2</sup> obteniendo así cosechas de 300 gr. promedio, cerca del mes de abril, logrando así una producción para las ventas de Semana Santa, (la etapa de mayor demanda, en especial si se trata de pequeños productores). Si lo que se pretende es lograr peces de mayor porte (400 a 600 gr), se debe extender el cultivo hasta el inicio del siguiente verano y las densidades recomendadas por Luchini & Wicki , (1992) son de 0,7 a 1,0 pez/m<sup>2</sup>. Es importante aclarar que estas densidades significan un riesgo en el verano, ya que al llegar a tamaños mayores la disminución de OD, limita el cultivo, y hace necesario el recambio de agua y la aireación

suplementaria. Estos tamaños mayores son indicados para obtención de un filet común.

La tasa de alimento dependerá de las temperaturas diarias, pero en el inicio del período se recomienda un 4 -5% diario de la biomasa, regulando la cantidad en 3%, siempre que la temperatura ronde los 26°C. En período de invierno, la tasa puede bajarse al 1% y a veces, ofrecerse solamente en días intermedios.

Engorde en jaulas flotantes:

La más conveniente es la llamada de PVAD (Pequeño Volumen y Alta Densidad). Se utilizan jaulas de 1 y hasta 6 m<sup>3</sup>, suspendidas en superficie. La densidad de siembra es de 250 a 300 peces/m<sup>3</sup>, con peces de 60-70 gr promedio individual, (17-20 cm). Los que son alimentados con raciones balanceadas de 40% PB. Al cabo de 4 a 6 meses se pueden obtener cosechas de 80 a 100 kg/m<sup>3</sup> (Varela, 1982b; Luchini, 1990). En un segundo período de engorde se pueden obtener cosechas de 200 a 250 kg/m<sup>3</sup>.

Estudios realizados en “channel catfish” en Estados Unidos, (Lewis & Konikoff 1974), especie que guarda gran similitud con *R. quelem*, encontraron que dicha especie no debe cultivarse a densidades menores de 60 peces/m<sup>3</sup>, debido a fuertes peleas producidas entre los peces; mientras que las mismas son infrecuentes a densidades por encima de 125 peces/m<sup>3</sup>.

En el caso del *R. quelem*, deben realizarse mayores estudios a densidades mayores que las ya analizadas con éxito, de 250-300 peces/m<sup>3</sup>.

## **Mercado**

La industria de Silúridos, muestra un enorme potencial, sólo en USA para su mercado interno, se produce cerca de 200.000 TM, (Globefish, 2010); mientras Vietnam produce más de 1 millón de TM de “pangasius” en gran parte en jaulas flotantes en el río Mekong (para exportación) y parte en estanques para su consumo interno.

Actualmente el mercado europeo se abastece en amplia forma del *Pangasius* vietnamita, similar al randiá. Es interesante observar que el catfish americano, que fue iniciado como diversificación del agro arrocero en el estado de Misisipi en la década del 60, finalizó convirtiéndose en un industria en los 90 que generó importantes ingresos, con más de 13.000 empleos, superando los 1.500 millones de dólares.

Las producciones del randiá que se informan provienen de Brasil, en menor medida de Paraguay. Brasil registró una producción de 1.800 TM. en el 2.008. La demanda es

local y se lo comercializa en los mercados del sur del país, no existiendo un mercado formal de la especie. Tiene una carne blanca de buena textura y alto rendimiento en entero o filete.

Los cortes que existen de este producto y su pérdida con respecto al peso vivo del animal, se detallan a continuación:

Fileteado. (dos filetes con piel ) 47% del peso vivo.

Fileteado mariposa (con piel y espinas) 38% del peso vivo.

Tronco entero. (Sin cabeza, con piel y espina), 28% del peso vivo.

Según experiencias realizadas en Brasil, (Carneiro & otros 2003). Indicaron que esta especie tiene mejor rendimiento en músculo abdominal, comparado con el catfish americano o el africano. También cabe mencionar la posibilidad de oferta de productos elaborados con valor agregado como es el caso del ahumado artesanal en frío, de excelente calidad. Los restos del procesamiento pueden utilizarse además en elaboración de hamburguesas, cuya tecnología ya se emplea con especies provenientes de pesca del río o cultivo, como es el caso del pacú y que fueran desarrolladas inicialmente por el CENADAC.

### **11.9. Pejerrey (*Odonthestes bonariensis*)**

Datos biológicos:

Se distribuye en ríos y lagunas o embalses del país. Resiste temperaturas entre 0 y 30°C, si bien el óptimo se sitúa entre los 18 y 25°C, y el máximo crecimiento se obtiene entre 20 y 25°C. La calidad de agua requerida presenta las siguientes características: pH alcalino (7 a 8,5); oxígeno disuelto por encima de 2 ppm; salinidad de 2 a 5 g/l (si bien toleran de 0 a 25 g/l); transparencia 50 a 100 cm. La alimentación natural está constituida por zooplancton en las primeras etapas de su vida (principalmente cladóceros y copépodos), luego zooplancton e insectos acuáticos y, finalmente, peces y camarones cuando adulto.

Producción de semilla:

Reproducción: las hembras se reproducen normalmente a los dos años de edad, cuando alcanzan los 20-22 cm de largo.

Sin embargo Reartes (1987), obtuvo desoves con peces de un año y en Salto Grande también fueron observados ejemplares de 1 año reproduciéndose. Los reproductores se colocan en estanques de 100 m<sup>2</sup> a una densidad de 4 peces/m<sup>2</sup>. El período principal de reproducción va de agosto a noviembre, siendo factores determinantes de la

maduración el alargamiento de las horas luz y la temperatura entre 13 y 21°C (Calvo y Dadone, 1972; Paiva *et al.*, 1978). Según Toda (1998) la reproducción es máxima entre los 17-18°C, luego existe un período menos intenso en otoño (cuando las temperaturas bajan de 20°C) donde desovan sólo una parte de las hembras (Reartes, 1985). El desove es parcial, pudiendo las hembras desovar entre 2 y 3 veces con un intervalo de 15 a 30 días. El tamaño de la puesta está en relación directa al peso de la hembra: hembras de 150 g producen en promedio 1.200 huevos por desove, mientras que hembras de 500 g producen en promedio 13.000 huevos por desove. Los huevos son filamentosos, adhiriéndose a diversos sustratos de desove (plantas acuáticas, raíces de camalotes, kakabans, etc.) si el desove es natural. En caso de desoves realizados mediante *stripping* la masa de huevos se aglutina en un único conjunto, que deberá luego ser separado mecánicamente para su incubación en vasos de Zoug.

Incubación: la temperatura ideal para incubación es entre 20 y 24°C (Toda *et al.*, 1998; Reartes, 1995). A esta temperatura los huevos nacen entre los 220 y 140°C acumulados respectivamente. El método de incubación varía dependiendo de la forma de obtener el desove: para desoves mediante *stripping* se utilizan incubadores verticales con agua circulante, mientras que para desoves en *kakabans* se incuban éstos, colocados en piletas con circulación de agua y oxigenación. El porcentaje de eclosión puede alcanzar fácilmente 50 a 75%.

Larvicultura: las larvas permanecen 2 a 3 días hasta reabsorber el saco vitelino y luego son sembradas en piletas de 2 a 12 m<sup>2</sup>, a una densidad de 3.000 a 10.000 larvas/m<sup>2</sup> y se alimentan con zooplancton (rotíferos primero y nauplios de artemia o cladóceros, luego) como primera alimentación y se pasa luego de 1 o 2 semanas a una mezcla de zooplancton con alimento balanceado (Nemoto *et al.*, 2002).

La sobrevivencia en esta etapa está entre 50 y 60%. Salinidades de 5 g/l pueden emplearse en esta etapa (Carnevia *et al.*; 2003). Al cabo de unas 3 a 4 semanas alcanzan el tamaño “semilla” de 0,5 a 1 gramo, ya apto para siembra en sistemas de engorde. Otra posibilidad es realizar la larvicultura en estanques de tierra de 500 a 1.000 m<sup>2</sup> con abundante zooplancton.

Engorde: Reartes (1995), en Argentina, cita experiencias de engorde intensivo en tanques de 50 m<sup>2</sup>, con producción de juveniles (5 a 10 cm de largo y 10 a 12 g de peso, que serían comercializables), donde obtuvo, al cabo de 4 meses, producciones de 450 a 590 kg/há, con mortalidades entre 10 y 66%. Berasain *et al.* (2000) cita crecimientos en tanques de 100 m<sup>2</sup> sembrando 25 peces/m<sup>2</sup>, que alcanzan a 8 a 10 cm en 6 meses.

Toda *et al.* (1998), en Japón, cita cultivos muy intensivos en tierras de arrozales de 500 a 700 m<sup>2</sup>, reacondicionados para el cultivo de pejerrey, donde sembrando peces con 22 a 25 g de peso, a densidades de 10 a 20 por metro cuadrado, se obtienen

producciones que oscilan entre 1.000 y 13.000 kg/ha al cabo de 6 a 9 meses de cultivo. La alimentación se realiza en base a raciones balanceadas de carpa (la cual tiene un índice de conversión de 1,5) y los estanques están provistos de un recambio de agua y de aireadores. También menciona el cultivo en piletas circulares con fuerte recambio de agua (3 veces el volumen total por día) donde, sembrando 220 a 680 peces por metro cúbico, se obtienen producciones de unos 15 kg/metro cúbico (aproximadamente una tonelada para un tanque de 10 metros de diámetro). La alimentación fue con ración balanceada de "ayu", la que presentó un índice de conversión de 1,5 a 1,8. Reartes (1995) señala experiencias con cultivo en jaulas, donde se sembraron entre 100 y 250 peces/m<sup>3</sup> y llegando a manejar densidades de 2,5 a 7 kg/m<sup>3</sup>. Luchini y Quirós (1984) realizaron estudios en jaulas suspendidas en el embalse de Salto Grande con interesantes resultados. Hoy en día, existen investigaciones realizadas por varios autores que tratan de efectuar sus producciones en sistemas intensivos, aunque su crecimiento es, por el momento, lento. El INTECH y la Estación de Piscicultura de Chascomús, son los dos Centros que trabajan intensamente con esta especie.

### **11.10. Trucha arco iris. (*Oncorhynchus mykiss*)**

#### **Introducción**

La trucha arco iris es nativa de las cuencas que drenan al Pacífico de Norte América, abarcando desde Alaska hasta México. Desde 1874 ha sido introducida en las aguas de todos los continentes (excepto la Antártida), con propósitos recreacionales para pesca deportiva y para acuicultura. La producción se expandió grandemente en los 1950s con el desarrollo de los alimentos balanceados peletizados. Las pesquerías de trucha son mantenidas, o su cultivo es practicado, en las cuencas del altiplano de muchos países tropicales y sub-tropicales de Asia, este de África y Sudamérica. Como resultado, se han desarrollado varios linajes o cepas locales domesticadas (ej. Shasta y Kamloops), mientras que otras han surgido a través de selección masiva y entrecruzamiento para mejorar la calidad de los peces para cultivo. En Argentina se practica asiduamente la pesca deportiva de varias especies y sus cultivos son desarrollados especialmente en Patagonia norte, aunque también existen pequeñas producciones en Jujuy y Salta.

#### **Reproducción**

Las hembras son capaces de producir hasta 2 000 huevos/kg de peso corporal. Los huevos son de diámetros relativamente grande (3-7 mm). La mayoría de los peces desova sólo una vez, aunque la crianza selectiva y el ajuste del fotoperíodo han producido cepas de cultivo que pueden madurar más temprano y desovar todo el año. La selección de características superiores también se logra por entrecruzamiento,

aumentando las tasas de crecimiento, resistencia a las enfermedades, fecundidad y mejorando la calidad y sabor de la carne. La manipulación genética de los cromosomas sexuales del embrión produce hembras triploide estériles, evitando así la mandíbula 'ganchuda' que no agrada al cliente y asegurando que los individuos introducidos/escapados no puedan reproducirse.

La reproducción de la trucha arco iris se conoce bien y las técnicas están bien desarrolladas. El método de fertilización en seco, sin adición de agua, es el modo más común. Los huevos son removidos manualmente desde las hembras (anestesiadas) aplicando presión desde las aletas pélvicas hasta el área ventral o por desove con aire, que causa menos estrés a los peces y produce huevos más limpios y más saludables. La inserción de una aguja hipodérmica unos 10 mm en la cavidad del cuerpo cerca de las aletas pélvicas y presión de aire (2 psi) logra expeler los huevos. El aire es removido desde la cavidad del cuerpo masajeando los costados del pez. Hasta 2 000 huevos/kg de peso corporal son recolectados en un recipiente seco y mantenidos secos, mejorando la fertilización

Los machos son tratados de la misma forma que las hembras, recolectando el semen en un recipiente, evitando la contaminación con agua u orina. El semen de más de un macho (asegura buena fertilización) y es mezclado con los huevos. Se recomienda mezclar el semen de tres o cuatro machos antes de la fertilización, para reducir la endogamia. Se agrega agua para activar los espermatozoides y causar un aumento de tamaño de los huevos de alrededor de 20 por ciento al llenarse el espacio perivitelino entre cáscara y yema; un proceso conocido como 'endurecimiento del huevo'. Los huevos fertilizados pueden ser transportados después de 20 minutos y hasta 48 horas después de la fertilización, pero luego no deben moverse hasta la “etapa de ojo” (los ojos son visibles a través de la cubierta). La exposición directa a la luz debe ser evitada durante todas las etapas de desarrollo, ya que produce mortalidad de los embriones.

Una técnica que se ha desarrollado para mejorar el rendimiento de la producción es el uso del cultivo monosexo de hembras o la producción de “triploides”. La triploidía es inducida exponiendo los huevos a presión o calor, mientras que los peces monosexo son producidos fertilizando huevos de hembras normales (cromosomas XX) con esperma de hembras masculinizadas de sexo invertido (cromosomas XXX). Los testículos maduros de peces de sexo invertido son grandes y redondeados pero no tienen abertura de salida. Los testículos son removidos del abdomen y lacerados para drenar el semen en contenedores. Se agrega un volumen igual de líquido adicional para producir motilidad a los espermatozoides y fertilizar ovas normales. Una ventaja de esta técnica es que sólo los reproductores son de sexo invertido y ellos pueden ser criados separadamente, mientras que los peces comercializados no están expuestos a tratamiento hormonal.

## Alimento y ración

Es un pez de crecimiento rápido, tolerante a una amplia gama de ambientes y manipulaciones; los alevines grandes (que usualmente ingieren zooplancton) pueden ser iniciados fácilmente en la alimentación con dieta artificial. La trucha arco iris es capaz de ocupar hábitats diferentes, que abarcan desde un ciclo de vida anádromo, La variedad conocida como “cabeza de acero” o "steelhead" vive en el océano pero desova en ríos y corrientes con fondos de grava, flujos rápidos y bien oxigenados) hasta habitar de manera permanente en lagos (se la encuentra en el río Santa Cruz en nuestro país). Esta variedad es conocida por su crecimiento rápido, alcanzando 7-10 kg dentro de 3 años, mientras que la cepa de agua dulce sólo puede alcanzar 4.5 kg en el mismo lapso. La especie puede soportar amplias gamas de variación de temperatura (0-27 °C), pero el desove y crecimiento ocurren en una gama más estrecha ( 9-14 °C). La temperatura óptima del agua para el cultivo de trucha arco iris está por debajo de 21 °C. Como resultado, la temperatura y disponibilidad de alimento influyen el crecimiento y la maduración, haciendo que la edad de madurez varíe; aunque por lo general es 3-4 años.

En la naturaleza, las truchas adultas se alimentan de insectos acuáticos y terrestres, moluscos, crustáceos, huevos de peces y otros peces pequeños, pero el alimento más importante son los camarones de agua dulce, que contienen los pigmentos carotenoides responsables del color rosado-naranja en la carne. En acuicultura, la inclusión en los alimentos de los pigmentos sintéticos astaxantina y cataxantina causa que se produzca esta coloración rosada (cuando es deseada).

Las dietas para trucha arco iris se han modificado en el tiempo y el proceso de cocción-extrusión de alimentos ahora provee dietas peletizadas compactas y nutritivas para todas las etapas del ciclo de vida. Los pellets elaborados de esta forma absorben altas cantidades de aceite de pescado adicional y permiten la producción de dietas de alta energía, mayores al 16 por ciento de grasa. Los niveles dietéticos de proteína en los alimentos han disminuido del 45 al 35 por ciento y los niveles dietéticos de grasa ahora exceden el 22 por ciento en dietas de alta energía. Las formulaciones de alimentos para trucha arco iris emplean harina de pescado, aceite de pescado, granos y otros ingredientes, pero la cantidad de harina de pescado se ha reducido a menos que 50 por ciento en años recientes por el uso de fuentes alternativas de proteína tales como harina de soja y últimamente en estados Unidos ya están empleando “ensilados” a base de desechos de aves, con excelentes resultados. Las dietas de alta energía, son convertidas eficientemente por la trucha arco iris, a menudo a tasas de conversión del alimento (TCA o FCR) cercanas a 1:1,3. Los métodos de alimentación varían según los sistemas de producción. La alimentación manual es adecuada para pequeños peces que comen alimento fino. Los alimentadores mecánicos, impulsados por electricidad o energía solar, son usados frecuentemente para entregar cantidades establecidas de alimento a intervalos de

tiempo determinados dependiendo del tamaño de los peces, la temperatura y estación. Los alimentadores según demanda pueden usarse para peces más grandes que 12 cm.

## **Sistema de cultivo**

El monocultivo es la práctica más común en el cultivo de trucha arco iris de hábitos carnívoros, y los sistemas intensivos son considerados necesarios en la mayoría de las situaciones, para hacer la operación económicamente atractiva.

Un sitio potencial para la producción comercial de trucha debe tener un suministro de agua de alta calidad durante todo el año (sin aireación - 1 l/min/kg de trucha o 5 l/seg/tonelada de trucha con aireación), que satisfaga los siguientes criterios:

Se puede usar agua subterránea donde no se requiera bombeo, pero la aireación puede ser necesaria en algunos casos. El agua de pozo súper saturada con nitrógeno disuelto puede causar que se formen burbujas de gas en la sangre de los peces, una condición conocida como enfermedad de las burbujas. Alternativamente, se puede usar agua de río pero las fluctuaciones de temperatura y caudal alteran la capacidad de producción. Donde se satisfacen estos criterios, las truchas son generalmente engordadas en canales o estanques abastecidos con flujo de agua abierto (raceways), pero algunas (como en Patagonia norte) son producidas en jaulas y sistemas con recirculación.

### **Incubación:**

Los huevos son incubados sin perturbación alguna, hasta que se alcanza la etapa de ova con ojo, en bateas de incubación, incubadoras de flujo vertical o vasos de incubación. Las bateas de incubación y larvicultura, poseen 40-50 cm de ancho, 20 cm de profundidad y hasta unos 4 m de largo. Usualmente mantienen 2 estratos de huevos colocados en canastillos de alambre o bandejas de malla (bandejas californianas) sostenidas unos 5 cm sobre el fondo y el agua pasa a través de la bandeja (3-4 L/min). A medida que los huevos eclosionan (4-14 semanas) los alevines caen a través de la malla a una batea inferior. La alternativa son las incubadoras de flujo vertical (incubadoras Heath) que apilan hasta 16 bandejas unas sobre otras. Una sola fuente de agua que fluye (3-4 L/min) a través de los huevos, derrama y cae sobre la bandeja de más abajo, aireándose al mismo tiempo, permitiendo eclosionar grandes números de huevos con una mínima cantidad de espacio y agua. Los alevines con saco pueden permanecer en las bandejas hasta que comienzan a nadar hacia arriba alrededor de 10 a 14 días después de la eclosión. El tiempo que toma la eclosión varía dependiendo de la temperatura del agua, (alrededor de 370 grados día). Los vasos de eclosión, disponibles comercialmente o contruidos con un tambor de 40 L y tubería de PVC, introducen agua desde el fondo que luego fluye por la parte superior. Se puede incubar de forma poco costosa 50 000 huevos suspendidos en un flujo de agua que hace rodar los huevos, siempre que la incubadora contenga dos tercios de su

volumen en huevos y que la tasa de flujo levante los mismos a un 50 por ciento de su profundidad estática. En todos los métodos indicados arriba, los huevos muertos son removidos regularmente para limitar la infección por hongos. Las infecciones fúngicas se pueden controlar usando formalina (solución de formaldehído al 37 por ciento) en el flujo de agua entrante en una dilución de 1:600 por 15 minutos diariamente, pero no dentro de las 24 horas desde la eclosión. Una vez alcanzada la etapa de ova con ojo se extraen los huevos muertos (dejando caer los huevos 40 cm) con lo que se remueve los huevos débiles y no desarrollados.

Las truchas eclosionan (típicamente un 95 %) junto a una reserva de alimento en su saco vitelino (el que dura entre 2-4 semanas), por lo tanto se las denomina “larvas con saco o alevines”. La eclosión del lote de huevos usualmente toma 2-3 días, tiempo durante el cual todas las cubiertas de los huevos son removidas regularmente, así como también las larvas muertas o deformes. Los huevos incubados separadamente en bandejas son transferidos a bateas de cultivo después de eclosionar. Luego de la eclosión, se remueven desde las bandejas y la profundidad del agua en las bateas se mantiene baja (8-10 cm), agregando un flujo reducido hasta que las larvas alcanzan la etapa de “nadar hacia arriba”, el saco vitelino es absorbido y comienza una activa búsqueda de alimento.

#### Alevinaje:

Los alevines se cultivan tradicionalmente en tanques de fibra de vidrio o concreto, preferentemente de forma circular, para mantener una corriente regular tangencial y una distribución uniforme de los alevines, pero también se utilizan tanques cuadrangulares. Los tanques son usualmente de 2 m de diámetro o cuadrados de 2 x 2 m, con profundidades de 50-60 cm. El agua es ingresada por el costado del tanque, usando una tubería acodada o una barra con rociadores para crear una circulación tangencial del agua. El drenaje se encuentra en el centro del tanque y está protegido por una cortina de malla. Esta posición asegura que el agua forme un vórtice hacia el centro donde se acumulan los desechos para su fácil remoción. La fosa o tubería de drenaje está conectada a una tubería acodada sobre el costado del tanque, la que puede usarse para regular el nivel del agua.

Los alevines son alimentados con dietas de inicio, preparadas especialmente y que se proporcionan con alimentadores automáticos, comenzando desde aproximadamente cuando un 50 % ha alcanzado la etapa de nadar hacia arriba. Cuando la mayoría de los peces se están alimentando activamente, se debe introducir una cantidad de alimento del 10 por ciento del peso del pez diario por 2-3 semanas; preferiblemente de manera continua usando un alimentador de correa con mecanismo de reloj. Los pellets de alimento, elaborados con harina de pescado (80 por ciento), aceites de pescado y granos, proporcionan un balance nutricional, estimulando el crecimiento y calidad del producto y son formulados para contener aproximadamente 50 por ciento

proteína, 12-15 % de grasas, vitaminas (A, D y E), minerales (calcio, fósforo y sodio) y un pigmento para lograr carne rosada (cuando sea deseable). Dietas comerciales de alta energía y buenas prácticas de alimentación resultan en FCR, tan bajos como 0,8:1. Cuando los alevines tienen 15-25 mm de longitud, la alimentación se basa en tablas publicadas, relacionadas con la temperatura y el tamaño de los peces. Los alimentadores automáticos son útiles, pero la alimentación manual es recomendada en las etapas tempranas para asegurar que no ocurra sobre-alimentación, aunque los alimentadores según demanda son más eficientes cuando se trata de peces más grandes. A medida que el crecimiento continúa, se monitorea el oxígeno disuelto y los peces son movidos a tanques más grandes para reducir la densidad.

#### Engorde:

cuando los alevines alcanzan 8-10 cm de longitud (250 peces/kg) ellos son trasladados a instalaciones de engorde al aire libre. Estas pueden constar de canales de concreto (raceways), estanques daneses de flujo abierto o bien, jaulas. En estas últimas el traslado se hace cuando los alevinos pesan entre 1-2 g. Los canales individuales y estanques tienen típicamente 2-3 m de ancho, 12-30 m de largo y 1-1,2 m de profundidad. Los canales proporcionan agua bien oxigenada y la calidad del agua se puede mejorar aumentando las tasas de recambio horario; sin embargo, los peces son vulnerables a la calidad de agua externa y las temperaturas del agua ambiente influyen significativamente las tasas de crecimiento. En cuanto a higiene, calidad de agua y control de problemas de enfermedades el diseño paralelo es mejor, dado que cualquier contaminación fluye sólo a través de una pequeña parte del sistema. Los alevines son sembrados en ambos sistemas en densidades de 25-50 alevines/m<sup>2</sup> para producir hasta 30 kg/m<sup>2</sup> con la alimentación y suministro de agua adecuados, aunque es posible una producción más alta. Los peces se engordan hasta tamaño comercial (30-40 cm), usualmente dentro de los 9 meses, aunque algunos peces son engordados hasta tamaños más grandes en alrededor de 20 meses. En un ciclo de producción (primer año), los peces son seleccionados y clasificados por tamaños, usualmente cuatro veces (a 2-5 g, 10-20 g, 50-60 g y > 100 g), cuando la densidad necesita ser reducida, de esa manera se asegura un crecimiento rápido, se mejora el manejo de alimentación y se consigue uniformidad del producto.

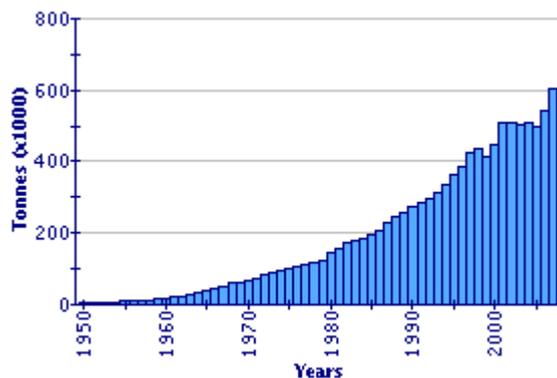
El muestreo de la cantidad y tamaño de los peces (mensual) permite obtener estimaciones y cálculos de las tasas de crecimiento, conversiones de alimento, costos de producción y capacidad de carga, además de servir para regulación del alimento a medida que los peces aumentan en crecimiento; consideraciones esenciales para un manejo adecuado de la producción.

Alternativamente, los sistemas de engorde para truchas incluyen cultivo en jaulas (6 m por 6 m por 4-5 m de profundidad o 10x10 x10 m), aunque también existen otros diseños y tamaños, sistemas de producción donde los peces (hasta 100 000) son

mantenidos en jaulas flotantes en ambientes de agua dulce y marino (pasado la etapa de alevín), asegurando un buen suministro de agua y suficiente oxígeno disuelto. Este método es técnicamente simple, dado que usa cuerpos de agua existentes a un costo de capital más bajo que el de sistemas de flujo abierto sobre tierra; sin embargo, los peces son vulnerables a problemas externos de calidad de agua y a depredadores que los ingieren (ratas y aves) y las tasas de crecimiento dependen de la temperatura ambiente. Se puede alcanzar altas tasas de siembra (30-40 kg/m<sup>2</sup>) y los peces transferidos a jaulas marinas tienen tasas más altas de crecimiento, alcanzando tamaños de mercado con tallas más grandes. Alevines de alrededor de 70 g de peso pueden alcanzar 3 kg en menos que 18 meses.

## Mercado

### Producción de acuicultura global de *Oncorhynchus mykiss* (FAO Fishery Statistic)



Existen variados productos derivados del cultivo de la trucha arco iris, los que incluyen productos alimenticios vendidos en supermercados y otros distribuidores al por menor, como restaurantes, alevinos vivos para la repoblación de ríos y lagos para la pesca deportiva o recreacional del (especialmente en Argentina, EE.UU., Europa y Japón) y productos de hatcheries/criaderos cuyos huevos y juveniles son vendidos a otras granjas. Los productos para consumo humano se presentan como trucha fresca, ahumada, entera, fileteada, enlatada congelada que son consumidos directamente o al vapor, fritos, asados a la parrilla, al horno, hervido, o cocido al horno microondas con distintas recetas. Los desechos del procesamiento de la trucha pueden ser usados para la producción de harina de pescado, ensilados o también empleados como fertilizantes.

El mercado de pescado fresco es grande porque la carne es suave y delicada, de color blanco a rosado, con un delicado sabor. El tamaño comercial para el mercado de alimento se puede alcanzar en 9 meses, pero peces 'tamaño sartén', generalmente de 280-400 g, se cosechan después de 12-18 meses. Sin embargo, el tamaño óptimo de

cosecha varía globalmente: en los EE.UU. las truchas se cosechan de 450-600 g; en Europa de 1-2 kg; en Canadá, Chile, Noruega, Suecia y Finlandia de 3-5 kg (de jaulas marinas). Las preferencias del color de la carne también varían globalmente con EE.UU. prefiriendo carne blanca, pero Europa y otras partes del mundo prefiriendo carne rosada, que se genera con suplementos de pigmento proporcionados con las dietas. Existen pautas estrictas con respecto a la seguridad alimentaria que están direccionadas al efecto de la regulación de la trucha arco iris para consumo humano. La higiene y el transporte seguro del pescado fresco son de extrema importancia, para asegurar que los peces estén libres de bacterias, de acuerdo con las directivas de la agencia de alimentos. En cuanto al cultivo es importante mantener las Buenas Prácticas aconsejadas por la FAO.

### **Impacto ambiental**

Los emprendimientos de trucha arco-iris, inevitablemente impactan sobre el ambiente en la medida en que el agua de río es desviada desde su curso natural, alterando potencialmente la composición y diversidad de las especies existentes. Las truchas escapadas desde los establecimientos pueden tener impactos negativos, desplazando potencialmente a especies endémicas y exhibiendo un comportamiento agresivo que resulta en la alteración de la estructura de la comunidad de peces. Los impactos de los sistemas de flujo abierto se deben principalmente a las drogas o químicos usados para el tratamiento de enfermedades, el alimento no consumido y las excretas de los peces, lo cual pueden llegar a alterar la química del agua y los sedimentos río por debajo de las jaulas, por ejemplo. Los nutrientes elevados reducen la calidad del agua (aumentando la demanda biológica de oxígeno, reduciendo el oxígeno disuelto y aumentando la turbidez) y aumentan el crecimiento de las algas y plantas acuáticas. Restricciones de producción requieren que los establecimientos tengan áreas establecidas para la disposición final de los desechos sólidos, aunque el fósforo soluble en el efluente no puede ser removido económicamente por lo que se aconseja una reducción del mismo en el alimento balanceado durante la alimentación para enfrentar el problema. También pueden existir problemas con la transmisión de enfermedades desde los peces cultivados a las poblaciones silvestres vulnerables.

En Argentina, es una especie que fue introducida hace más de un siglo, y tuvo una buena adaptación en los ambientes donde se sembraron, que le fueron favorables y ha ejercido competencia con varias especies autóctonas, similarmente a la carpa común (*Cyprinus carpius*), que se encuentran presentes en gran parte del territorio, formando parte de la fauna íctica actual.

### **11.11. Otras Especies de interés**

### 11.11.1. Sábalo (*Prochilodus lineatus*.)

#### Introducción

Los peces del género *Prochilodus* se encuentran entre los que tienen mayor distribución y abundancia en los ríos de la cuenca del Plata. Son peces iliófagos que poseen un papel muy importante en la cadena alimenticia, siendo la principal presa de peces carnívoros, en la naturaleza logra un peso de 7,2 kg y un largo superior a 45 cm. Las especies más importantes son el *P. lineatus*; *P. nigricans*; *P. argentus* existentes en varios ríos de América Latina.

El *P. lineatus*, especie considerada como “el rey del río” en el Paraná, presenta un cuerpo comprimido, con cabeza gruesa, de perfil ligeramente cóncavo en el occipucio. La boca se proyecta con labios protractiles y presenta numerosos dientes falsiformes. El vientre es curvo y con forma redonda posee escamas ásperas en el borde expuesto; cuenta con aletas pectorales, ventrales y anales, presentando una aleta caudal horquillada. Con respecto al color, se observan una tonalidad gris verdosa que va aclarándose hacia el vientre que es amarillento; sus aletas son grises con amarillo; los juveniles pueden mostrar barras verticales en el flanco y manchas oscuras en la aleta dorsal.

El rango térmico de tolerancia abarca entre 14 a 33°C, con un óptimo de 25° a 28°C y con crecimiento reducido por debajo de 20°C.

Se lo encuentra especialmente en los ríos, lagunas, arroyos y ríos de aguas lénticas con depósitos de detritus en el fondo. En el período de lluvias, la desembocadura de las cañadas y arroyos pasa a ser uno de los sectores más apropiados para esta especie, donde encuentran gran cantidad de alimento, ya que aprovecha la materia orgánica depositada en los fondos de los ambientes. Prefiere aguas de pH 6,7 a 7 y temperaturas de 26°C, encontrándose en aguas superficiales y sub-superficiales.

#### Reproducción

Debido a se trata de una especie migratoria, se requiere de inducción hormonal para lograr su maduración en cautiverio. La incubación debe ser realizada en incubadoras cónicas de 60 a 200 lts. Su eclosión se produce a las 400 – 600 horas-grados. Por lo general los huevos de *P. lineatus* eclosionan a las 16 horas a una temperatura de 25,9°C. el oxígeno debe ser mayor a 4 mg/l , ya que menores cantidades suelen reducir las tasas de fecundación y de sobrevivencia de las larvas.

La densidad de larvas durante la larvicultura debe alcanzar 0,5 0,75 larvas/L, lo que resulta en una tasa de sobrevivencia de 95 a 80%. Las post larvas de *P. lineatus* pueden ser alimentadas exclusivamente con una dieta artificial a los nueve días de

vida, con un mínimo de 40% PB en la dieta. Desde el día 14 empiezan a alimentarse de perifiton, esto requiere una mayor atención en el suministro de alimento natural, con especial cuidado en la preparación y fertilización del estanque.

Las fases de larvicultura y pre engorde, suelen ser desarrolladas en estanques externos, los que deben prepararse siguiendo las mismas indicaciones señaladas anteriormente para *Colossoma macropomum* (tambaquí) o *Piaractus mesopotámicus*, (pacú).

En policultivo, se trata en general de una especie secundaria, detritívora, y que se alimenta de los desechos en descomposición generados por la especie principal y de aquellas que habitan el fondo del estanque, su utilización es recomendada en cultivos en sistemas extensivos o semi intensivos para limpieza de los fondos. Debido a sus hábitos alimenticios detritívoros, presenta excelente crecimiento cuando es sembrado entre 5 y el 30% junto a peces como *P. mesopotámicus* y *C. macropomum* o especies carnívoras. Se recomienda que la siembra de peces sea realizada 30 días antes de la introducción de los peces de la especie principal, con la finalidad de evitar la predación.

En un año de cultivo en estas condiciones es posible lograr peces de 1 kg. La fertilización orgánica debe controlarse regularmente, para evitar una sobrecarga, o evitar que ésta afecte a la calidad del agua y debe interrumpirse cuando la biomasa de peces excede las 3 TM/ha.

El ciclo de *P. lineatus* es de 12 a 18 meses. Debido a su hábito alimentario detritívoro, el costo de producción de esta especie es bajo, ya que no depende de alimentación suplementaria, siendo por lo tanto, una alternativa económicamente atractiva.

### **Alimentación**

En estado larval, *Prochilodus* se alimenta de zooplancton, mientras que los adultos poseen hábitos alimenticios iliófagos y detritívoro, mantienen una boca protractil que se proyecta y forma junto con los labios un disco oral con pequeños dientes, que son usados para el ramoneo de detritos.

En policultivo se alimenta de restos de alimento y detritos de otros peces. El monocultivo, por el contrario, deberá ser realizado con ofrecimiento de alimento en polvo o pellets que se hundan con una cantidad de PB de 28%.

### **Sistema de cultivo**

Los peces de esta especie son producidos únicamente en régimen de policultivo, debido a que no se han diseñado alimentos apropiados para sus dietas y al

desconocimiento de su fisiología digestiva. Existe dominio de las técnicas de reproducción y producción de alevines en varios países de Latinoamérica para otras especies, así como en el nuestro, se conoce la base de producción para *P. lineatus*. De todas formas la pesquería del sábalo hace que la acuicultura de esta especie no sea, por el momento, interesante debido a la relación precio-costo.

Los parámetros de calidad de agua conocidos para el cultivo, son oxígeno: concentraciones mayores a 3 mg/L. pH ideal entre 6,0 y 7,0. Nitrito concentraciones subletales de 0,3 a 0,5 mg/L pueden causar reducción de crecimiento. Tolerancia de salinidad: es un pez de agua dulce, tolera salinidades de 6 a 8 ppm en situaciones de transporte, por períodos de hasta 24 hs. La mortalidad estimada, es de 20% a 25% a partir de alevines con 3-4 cm. (1 a 2 gr) cerca de 15 a 20% en la fase de pre engorde y alrededor del 5% en engorde.

Usualmente se los cultiva en estanques en tierra, en policultivo, con otras especies de peces y la densidad de siembra más común es de 1.000 a 1.500 peces/ha. Soporta además el cultivo en jaulas, el que resulta de utilidad por su hábito alimenticio, ya que contribuye a mantener la limpieza de redes y telas de los cerramientos y por lo general, se siembra a una proporción de 1 cada 10 de la especie principal.

## **Mercado**

A pesar de ser la principal especie en volumen de captura y de exportación de aguas continentales del país, dado la pesca comercial especialmente en la cuenca del Río Paraná, *P. lineatus* tiene un valor bajo, debido probablemente a la gran presencia de espinas en la carne y el bajo rendimiento del filete.

Se lo comercializa en vivo dirigido a pesque y pague (cotos de pesca), fresco entero: mercado regional, congelado entero para mercado nacional.

Su valor es relativamente bajo en mercado comparado con otros peces de la misma cuenca y las capturas de los ríos han limitado su extracción en los distritos de mayor pesca (Santa Fé, Entre Ríos). Tiene en contrapartida una alta demanda lo que hace atractivo para el cultivo aunque los bajos precios conspiran en este sentido para su total desarrollo. Debido al régimen alimenticio, el costo de producción es bajo, aunque se lo utiliza como especie no principal.

### **11.11.2. Surubí (*Pseudoplatystoma* spp)**

#### **Introducción**

Recientemente se ha revisado la condición taxonómica de estas especies. Buitrago,

Suárez & Burr (2007) identificaron ocho especies. Representan algunas de las especies de agua dulce más importantes de Sud América, debido a la calidad de su carne, tamaño e importancia histórica de su pesca. Este género posee especies distribuidas en las principales cuencas hidrográficas del continente, con excepción de las cuencas del Pacífico. La producción pesquera y consecuentemente su oferta viene reduciéndose cada año (especialmente en tamaños) prácticamente en todos los países donde se las encuentra. La degradación del ambiente nativo, causada por la construcción de represas y contaminación de los ríos por productos agroquímicos y alta materia orgánica, junto con la intensificación de sus capturas son los principales factores que contribuyen, a la reducción de las poblaciones naturales de estas especies.

Los surubíes son ictiófagos de hábitos nocturnos. No poseen dientes cortantes, por lo que tiene que tragar sus piezas enteras, para lo cual se valen de la gran capacidad de abertura de su boca. Durante el día normalmente permanecen en reposo sobre el fondo de los ríos, aunque durante la noche suelen encontrarse nadando en la columna de agua donde atrapan a sus presas.

Como todos los Siluriformes, no poseen escamas. Presentan el cuerpo desnudo, redondeado y alargado y la cabeza achatada; tres pares de barbillas próximos a la boca y el primer rayo de las aletas dorsal y pectoral se constituyen en una espina fuerte (Britski, et al, 1988). Las diferentes especies del género son bastantes similares entre sí, cambiando principalmente el patrón de marcas negras sobre el fondo ceniza/olivo y pequeñas características morfológicas, conforme se ha descrito en Buitrago-Suarez y Burr (2007).

Las características de su carne y alto valor que alcanza en el mercado son factores de interés para los piscicultores. Sin embargo el cultivo a gran escala se ha visto limitado por la dificultad en producir juveniles y por la ausencia de tecnología disponible ampliamente para su cultivo total. A partir de 1990 el desarrollo de las tecnologías en Brasil, permitió que el cultivo de estas especies entrara en expansión en dicho país, siendo actualmente producido en varios establecimientos del este de Brasil y en la provincia de Misiones en un emprendimiento privado de aproximadamente una producción de 15 TM/2010.

## **Reproducción**

Es posible obtener cruzamientos entre las especies del género *Pseudoplatystoma*, resultando un híbrido más adaptado a cultivo. La cruce se obtiene entre *P. coruscans* x *P. fasciatum*. Rara vez se comercializan especies puras provenientes de cultivo. Estos cruzamientos se han logrado en Brasil y fueron transferidos a Argentina. La preferencia por los híbridos se debe principalmente, a la facilidad de obtención de desove de las hembras de *P. fasciatum* durante un período más prolongado y al hecho

de que en Brasil, *P. coruscans*, es la especie más conocida por el consumidor.

En la naturaleza la mayoría de los *Pseudoplatysoma* presentan hábitos reproductivos migratorios, realizando desplazamientos río arriba para desovar, hecho que coincide con la estación de las lluvias. Poseen alta fecundidad, produciendo gran cantidad de huevos de pequeño diámetro, libres, semi flotantes y con bajo nivel de adhesión, no presentando cuidado parental.

En cautiverio se sigue el mismo protocolo de reproducción inducida con hormonas que en la mayoría de las especies migratorias de peces de Sudamérica. Debido a sus hábitos nocturnos la producción de alevines debe realizarse en ambientes oscuros. Los alevines y juveniles son muy susceptibles a aves predatoras durante el día, por lo que deben ser protegidos hasta que alcanzan por lo menos los 300 gr. Alcanzan la primera madurez sexual a los 2 o 3 años de edad ( 63 cm).

Época de reproducción: verano, (diciembre – febrero). Su fecundidad es de aproximadamente 173.500/kg. en ambientes naturales, normalmente ocurre un desove por año, pero en ambientes controlados con temperatura constante es posible obtener más de un desove. La temperatura de reproducción abarca entre 25° y 31°C y la incubación de los huevos es perjudicada a temperaturas mayores a 31°C

### **Alimento y ración**

La larvicultura requiere de especial atención, debido a la dieta carnívora, el canibalismo y la diferenciación en tallas. Se deben ofrecer por lo menos, ocho raciones (día y noche) diarias de alimento para evitar el canibalismo. Requieren alimentos de alta palatabilidad : yema de huevo, rotíferos y nauplios de Artemia.

En engorde de sistemas controlados se utiliza alimento extraído:

Juveniles (10 a 100 g): pellets de 4 mm; 44 a 40 % PB.

Engorde: (100 a 500 g): pellets de 6-8 mm; 40 % PB.

Engorde: (500 a 1000g): pellets de 12-15 mm; 40% PB.

Engorde: (1000 a más ): pellets de 15-30 mm; 36% PB.

### **Sistema de Cultivo**

Normalmente se utilizan incubadoras verticales hasta el desarrollo de pigmento (post larvas), a los 7-10 días luego del inicio de la alimentación; dependiendo de la temperatura del agua y de la cantidad y calidad del alimento suministrado. Las incubadoras necesitan limpieza frecuente para remover las cubiertas de los huevos, restos de alimento y larvas muertas.

Producción de juveniles: se realiza en tanques de flujo continuo de agua o en estanques. Larvas sembradas a una densidad aproximada de 5.000 a 10.000/m<sup>3</sup>, alimentadas con zooplancton, peces o carne de pescado molida, se ofrece hasta alcanzar los 4 o 5 cm.

Los tanques y estanques deben protegerse de la luz directa del sol. El suministro de alimentación comienza en incubadoras (generalmente Artemia), durante 30-40 días, período en el cual deben ser constantemente clasificadas por tamaño para evitar el canibalismo. Se realiza co-alimentación para acostumbrarlos al alimento inerte, lo cual se logra cuando los juveniles alcanzan los 15 cm de longitud total. Es normal la aparición de enfermedades causadas por protozoos y bacterias. Los factores incidentes en sobrevida son la densidad de siembra, la calidad y cantidad del alimento, la calidad y cantidad del agua.

En estanques en tierra: previamente se los abona, sembrando a una densidad de 100 a 500 larvas/m<sup>2</sup>. Los estanques pueden ser sembrados con larvas de especies forrajeras como boga, sábalo, pacú y otros. Se debe sembrar durante el primer “bloom” de zooplancton, cladóceros ya que estos constituyen su alimento ideal en esta fase.

El fitoplancton y zooplancton deben cuantificarse constantemente y fertilizar adicionalmente.

La cosecha se produce a los 30 días (4-5 cm.), preferentemente durante la noche. La mortalidad dependerá de la población de zooplancton al momento de la siembra, el clima, la predación por larvas de insectos (libélulas o cucarachas de agua).

Posteriormente, los juveniles se transfieren a estanques auto-limpiantes con flujo de agua continuo a una densidad de 1.500 a 6.000 juveniles/m<sup>3</sup>. En esta fase los juveniles deben acostumbrarse a ingerir el alimento artificial y debe eliminarse gradualmente el suministro de alimento vivo. Para los juveniles el alimento debe suplementarse con complejo vitamínico y mineral durante 4 a 6 semanas y con tamaño de pellets adecuado.

Durante el engorde, el rango de temperaturas abarca entre los 14 a 34°C, con un óptimo de entre 27° a 30°C. Se utilizan estanques en tierra o represas (0,05 a 50 ha) con profundidades de hasta 2,5 m. También se cultivan en jaulas (4 a 360 m<sup>3</sup>) o sistemas de flujo continuo de agua (raceways).

Densidades: en estanques en tierra:

Sin aireación y con poco cambio de agua: 4000 a 5000 kg/ha.

Con aireación y poco cambio de agua: 5000 a 8000 kg/ha.

Con aireación y cambio de 5 a 10 % de agua/ día: 8000 a 14000 kg/ha.

En jaulas: Pequeño volumen (4 a 18m<sup>3</sup>): 50 a 100 kg/m<sup>3</sup>

Gran volumen (más de 18 m<sup>3</sup>): 40 a 70 kg/m<sup>3</sup>.

El período del cultivo es de un año.

También se lo puede cultivar en policultivo con especies que no se alimenten directamente del alimento balanceado, (carpa herbívora, carpa plateada, cabezona o sábalo).

## **Mercado**

La talla comercial varía según la región, En Brasil, la talla comercial para esta especie, con procedencia de criadero es de entre 1,2 y 3 kg y en Argentina es de 4 kg. También se lo comercializa en vivo con destino a cotos de pesca.

Frescos enteros, al mercado regional y nacional. Congelados enteros/trozos/filetes: mercado nacional e internacional.

Tiene un alto costo de producción debido fundamentalmente a la dieta carnívora que requiere, la que además no ha sido desarrollada especialmente para este género.

Escasa producción de alevines en el país (un solo productor), el cultivo es rudimentario y con bajo nivel tecnológico.

En la experiencia de Brasil, para la producción a gran escala se vio limitada por la falta de alevines confiables, y la ausencia de tecnología disponible para su engorde.

### **11.11.3. Boga (*Leporinus spp*)**

#### **Introducción**

*L. obtusidens* tiene el cuerpo moderadamente alargado y grueso. El perfil dorsal es relativamente curvado, con una concavidad sobre la cabeza y una protuberancia postcefálica que se manifiesta en individuos de edad avanzada. Tiene cabeza alargada, boca pequeña con 6 dientes en cada maxilar; la aleta caudal es agudamente bifurcada. Es una especie migratoria

La coloración plateada-grisácea es característica de *L. obtusidens* y *L. macrocephalus*, mientras que *L. friderici* presenta un color gris verdoso, con tres manchas oscuras redondeadas en la mitad del flanco en individuos adultos. En juveniles, estas manchas se superponen y se observan como una serie de ocho barras verticales gruesas. Es nativa de la cuenca del Río Paraná, Río Pilcomayo en Formosa y Bolivia, cuenca del Salí en Tucumán, Río Bermejo y cuenca del Río Juramento en Salta, Río Uruguay medio e inferior, Río de La Plata, Amazonía, Río San Francisco,

Río Las Velhas, Río Paraíba y Río Moggi-Guasú. Prefiere las aguas profundas y los ambientes lóticos, aunque presenta buena adaptación a zonas de grandes embalses como la Represa de Yacyretá, en los límites de Argentina y Paraguay, donde se encuentran ejemplares de 8 a 10 kg. Existe una importante pesca comercial de *L. obtusidens* en el Río Paraná. Al igual que *P. lineatus*, el hábitat de tajamares o lagunas son aptos para ellos, con la salvedad de que no se produce reproducción por ser peces migadores.

## Reproducción

Las especies del género *Leporinus*, normalmente realizan largas migraciones de reproducción ascendentes en los ríos y presentan desove total y parcial, sin cuidado parental, no obstante también existen evidencias de reproducción de *L. friderici* en represas con nivel de agua constante a lo largo del año, indicando que otros factores como temperatura del agua, oxígeno disuelto y fotoperíodo, pueden desencadenar su madurez sexual.

La primera madurez sexual la alcanzan según la especie en *L. macrocephalus* a los 19,9 cm (50% de la población). *L. obtusidens*: 1,5 kg hembras; 1 kg machos. *L. friderici*: 13,0 cm (machos); 16 cm (hembras).

Normalmente los machos logran la madurez sexual al año de vida y las hembras a los dos años.

La estacionalidad reproductiva se presenta en los meses de primavera - verano, en época de lluvias, cuando hay aumento de temperatura y del fotoperíodo. En cautiverio solo se reproducen mediante inducción hormonal.

La fecundidad relativa por especie de éste género es:

*L. macrocephalus*: 192 000 huevos/kg PV hembra (2 320 huevos/g).

*L. obtusidens*: 2 000 huevos/g.

*L. friderici*: 194 000 huevos/kg PV hembra (1 300 huevos/g).

La temperatura ambiente natural es de 14° a 33° C (superficie del agua).

Óptima: 25° – 28° C. Crecimiento reducido bajo 20° C.

El número de desoves al año en ambientes naturales y en estanques de tierra, normalmente es de uno anual, durante el periodo de lluvias.

## Alimentación y ración

Es una especie de hábito alimenticio omnívoro, cuya dieta se basa en plantas, semillas, crustáceos, insectos, moluscos y peces pequeños. Su alimentación varía conforme al período del año y la disponibilidad de alimento.

En cultivo, las post larvas prefieren rotíferos hasta día aproximadamente el día 11°. Posteriormente, acepta 3 raciones diarias en forma de pellet seco, al comienzo con un mínimo de 35% PB, a razón de un 15% de su biomasa a la 1ª semana, reduciéndola paulatinamente hasta el 5% en la 4ª semana.

## **Sistemas de cultivo**

Actualmente, el cultivo más importante es el de *L. macrocephalus*, existiendo una reducida cantidad de información respecto de las otras especies de este género. Las hembras alcanzan tamaños superiores a los machos. Se la cultiva en monocultivo o en policultivo, en este último caso con peces como *Colossoma macropomum* (tambaquí) o *Piaractus mesopotamicus* (pacú) y en general, como especie secundaria. *L. macrocephalus* es bastante resistente a las enfermedades, pero en algunos casos los endoparásitos pueden perjudicar el cultivo. En buenas condiciones, alcanzan tamaños de mercado (entre 0,6 y 1,2 kg) en aproximadamente un año.

Los peces del género *Leporinus* toleran bien el manejo y transporte durante las etapas de producción. Se caracterizan por intentar saltar por encima de la red durante la cosecha y por poseer dientes frontales altamente desarrollados los que usan para roer, siendo capaces de dañar cualquier estructura, incluyendo el plástico protector de telas metálicas, reduciendo su vida útil y desaconsejando su cultivo en jaulas. Inclusive se han constatado casos de roer y romper las redes de jaulas de otros animales en cultivo por la atracción hacia el alimento balanceado de los cautivos.

En la estimulación hormonal para obtener reproducción, puede utilizarse extracto de hipófisis de carpa común, macerada, diluida en solución salina al 0,9%, inyectada intramuscular o intraperitonealmente. El protocolo más utilizado es la aplicación de dos dosis, la primera como preparatoria, que contiene un 10% y la segunda del 90% de la dosis total, con intervalos de 8 a 10 horas. La ovulación y el desove se producen en 195-225 horas grado.

La relación que se utiliza es de dos machos por hembras y se obtiene una tasa de fertilización del 48%.

En la incubación se utilizan estanques de forma cóncavos de 60 a 200 l con renovación continua de agua. con una densidad de 2 g de huevos/l; mientras que la larvicultura presenta problemas a más de 29° C y necesitan como mínimo, una concentración de oxígeno, superior a 4 mg/L. la eclosión de las larvas se registra entre 12 horas (29°C) y 20 horas (25°C).

*L. obtusidens*: 18 a 24 horas post desove (180-210 horas grado).

*L. macrocephalus*: (200 horas grado).

Característicamente, la larva pequeña y translúcida, con saco vitelino de tamaño medio y ojos con poca pigmentación. Permanece semi-transparente hasta iniciada la alimentación, dos días después de la eclosión.

## **Alimentación**

*L. obtusidens*: a partir de aproximadamente el cuarto día se les suministra coladas de plancton cada 4 horas y luego alimento balanceado en fino polvo. En la fase de post larvas la densidad de juveniles es de 120 individuos/m<sup>2</sup>. en la fase de engorde se emplean 30 individuos/m<sup>2</sup>.

Fase de juveniles: los estanques utilizados tienen una superficie de: 500 a 2.000 m<sup>2</sup>.  
Alimentación: 3-4 raciones diarias, con alimentos pellet polvo con 36-40% PB al inicio y cuando alcanzan los 5 g, se cambia a pellet de 2 mm.

Etapa 2 (hasta 200 g)

Superficie estanques: 2 000 a 5 000 m<sup>2</sup>.

Pellet 2-3 veces por día, diámetro 2-3 mm, con 28-36% PB.

Para el período de engorde se recomienda como máximo estanques de 5.000 m<sup>2</sup>. La temperatura ideal es entre 22 y 29°C. Normalmente se hace en policultivo con otra especie principal. Los monocultivos se realizan en estanques de tierra.

La producción en monocultivo rinde aproximadamente de 6 a 8 ton/ha, cifra que puede aumentar al incorporar recambio de agua y aireación.

Calidad de agua: se recomiendan concentraciones de OD mayores a 3,0 mg/L, aunque pueden resistir menores concentraciones por algunas horas.

pH: Tolera entre 5,0 y 9,0, siendo ideal entre 6,0 y 7,0.

Salinidad: tolera salinidades de 6 a 8 ppt en situaciones de transporte, por periodos de no más de 24 h.

La mortalidad se sitúa entre 20 y 40% a partir de alevines con 3-4 cm (1-2 g). Entre 15 y 35% en fase de precría y cerca del 5% en fase final de engorde.

Período de engorde: entre 10 y 12 meses, dependiendo de las condiciones nutricionales y ambientales, alcanzando entre 0,6 y 1,2 kg.

## **Mercado**

Debido a la buena calidad de su carne, los peces del género *Leporinus* son altamente demandados en las regiones de las cuales son endémicos, a pesar de poseer espinas en el filete. De los países de la región, el único que tiene registros de producción es Brasil, con 14.791 toneladas

## **11.12. Peces Ornamentales**

La producción de peces ornamentales es una actividad de gran importancia a nivel mundial y tiene en nuestro país un mediano desarrollo. El acuarismo es uno de los hobbies más populares, con millones de entusiastas en todo el mundo, que genera miles de millones de dólares al año, tanto en la importación como exportación de organismos, en varios países líderes y cuenta con un crecimiento acelerado que ronda el 14% anual.

La gran mayoría de los peces ornamentales pertenecen al agua dulce (cerca de 4.000 especies o entre el 90 y 96 % en número), y muchos ya son producidos en instalaciones comerciales. Estos organismos pueden tener básicamente dos orígenes, uno es el de captura, para luego ser exportados. Esta modalidad es la más usada en organismos de agua dulce, o bien provienen de cultivos. Cerca del 98% de las más de 1.400 especies comercializadas, provienen de capturas en ambientes naturales.

Las procedencias son en su mayoría de países de África, Sudeste Asiático y Sudamérica. Actualmente, el cultivo de estos peces se ha extendido hacia regiones cercanas a los principales centros de consumo, como son los países de la Unión Europea.

Las siguientes son las principales familias que se cultivan, en Argentina:

### **11.12.1. Familia Cyprinidae**

La familia Cyprinidae incluye a los peces de mayor comercio, abarcando cerca de 2.000 especies que involucran aproximadamente unos 210 géneros. Son originarios de África, Asia, Europa y América del Norte y expresan su mayor diversidad en el sudeste asiático.

Pertenecen a esta familia los géneros *Barbus* (*Puntius*), *Brachydanio* (*Danio*) y *Carassius*. Por lo general, los peces de esta familia liberan sus productos sexuales en agregados sobre grava, plantas o restos de vegetación, sin poseer cuidado parental. Algunas especies son reproducidas mediante la aplicación de hormonas.

Su alimentación es variada, ingiriendo desde algas y macrófitas hasta zooplancton, insectos, crustáceos e incluso otros peces, siendo los insectos y los crustáceos los más habituales en la ingesta.

#### **Algunas especies:**

11.1.1.-(*Barbus*) vive en aguas con temperaturas que van desde 22 hasta 27° C. Lo notable es que se adaptan a aguas levemente ácidas o alcalinas, valores de pH entre 6,5 y 7,5. La dureza del agua no deberá pasar de 12°. Los *Barbus* son todos peces omnívoros, que en acuarios se adaptan bien al alimento seco. También es conveniente complementar su dieta con alimento congelado, materia vegetal y alimento vivo, como pequeños invertebrados.

11.1.2.-*Brachydanio rerio Danio*, (cebritas): conocida popularmente como “cebritas” tienen su origen en la India. Tanto en su hábitat natural como en acuario alcanzan un tamaño de 4 a 6 cm. Suelen habitar aguas con temperaturas que oscilan entre 18 y 25° C, con un amplio rango de pH entre 6,5 y 7,5. Son de aguas blandas, la dureza no debe superar los 12°. Como buen Ciprínido, el Danio cebra es omnívoro, lo que permite nutrirlo con alimento seco, alimento congelado, materia vegetal y alimento vivo, como pequeños invertebrados o Tubifex.

### **11.12.2. Familia Characidae**

Grupo numeroso de peces compuesto por unas 1200 especies y 170 géneros repartidas en Sudamérica, América Central y la zona septentrional de Norteamérica y África. Los más importantes son: *Paracheirodon*, *Hyphesobrycon*, *Astyanax*, *Hemigrammus*, entre otros y muchos de ellos son de importancia en la industria de los ornamentales.

Entre sus particularidades a destacar, su cuerpo (recubierto de escamas), posee cabeza no provista de barbillones ni escamas, suelen tener una aleta adiposa y una boca provista de dientes. Viven en lugares poco profundos y desarrollan toda actividad durante el día. Se reproducen de manera similar a los anteriores, depositando los huevos y el esperma sobre distintos tipos de sustrato, sin ofrecer cuidado parental. Su alimentación es muy variada, desde hojas y frutas, insectos, crustáceos, hasta peces y otros vertebrados.

Suelen habitar aguas de lluvia, escasamente mineralizada y de carácter blando, con temperaturas que oscilan entre 24 y 27° C, con pH muy levemente ácido, entre 6,5 y 7.

### **11.12.3. Familia Callichthidae**

Comprende 130 especies dentro de 7 géneros originarios de América del Sur. Abarca un grupo muy popular de peces, mayormente pequeños (menores a 4 cm). A este grupo pertenecen las llamadas *Corydoras* Los peces de esta familia suelen construir nidos, ofreciendo el macho cuidado parental de las crías (*Callichthys* y *Hoplosternum*

por ejemplo). Las *Corydoras* desovan en grupos sobre vegetación y otras superficies, con huevos adhesivos, no poseyendo cuidados parentales.

Su alimentación abarca gusanos, larvas de insectos y detritus orgánico de los fondos. Su distribución abarca desde el este de los Andes hasta las costas del Océano Atlántico, y de Trinidad hasta el Río de la Plata. Ocupan una amplia red de hábitats, desde ríos y lagos a pantanos y estuarios.

Estos peces carecen de escamas y poseen , por el contrario, dos hileras de placas a lo largo del cuerpo. Su característica más notable son los seis barbillones que llevan en su gran cabeza. También poseen una pequeña aleta adiposa, del mismo modo que numerosos carácidos. Son peces muy resistentes: sobreviven en aguas con poco oxígeno en las épocas de sequía, pueden respirar aire e incluso pueden arrastrarse por tierra, si fuera necesario.

#### **11.12.4. Familia Loricariidae**

La familia Loricariidae contiene más de 400 especies a las que vulgarmente se las conoce como “peces gato”. Todas ellas proceden de Sudamérica, principalmente de las zonas con influencia Amazónica. En la actualidad, debido a su capacidad de adaptación se les puede encontrar en otras diversas regiones.

Son especies que gustan de vivir en aguas poco profundas, donde los rayos del sol llegan hasta el lecho y provocan que las rocas y troncos del fondo se cubran de algas. Raspan dichas algas con su particular boca en forma de ventosa. Los principales géneros *Otocinclus*, *Ancistrus*, *Hypostomus*. Por lo general, el macho cuida (por poco tiempo), la masa de huevos adhesivos colocados en cuevas o bajo piedras. Se alimentan de algas, insectos y detritus. Muy pocas especies de esta familia son sometidas a cultivo.

#### **11.12.5. Familia Poeciliidae**

Constituyen minoría en la naturaleza. Contiene cerca de 20 géneros y 190 especies. Pocas especies son vivíparas. Se encuentran en América del Norte y Centroamérica. Se destacan los *Lebistes* o *Guppys*, los *platys*, *Mollys* y *Espadas*. Los machos tienen gonopodio, una adaptación para poder retener a la hembra, copular y así fertilizar los huevos en su interior. Son fáciles de cuidar y reproducir.

Alguna de las especies de ésta familia, cultivadas en Argentina son:

11.5.1.-*Xiphophorus helleri* (Espadas) : este vivíparo es originario de Centroamérica. Se lo conoce también como “Cola de Espada o Pez Espada”. Suele habitar aguas con temperaturas que oscilan entre 20 y 28° C, con pH muy levemente alcalino, entre 7 (neutro) y 8. El agua deberá ser moderadamente dura (dH 15 a 30°). Es omnívoro, en el acuario se adapta bien a los alimentos como Daphnia y Artemia. También acepta comida desecada y vegetal. Alcanza un tamaño máximo de 12 cm. Es uno de los peces tropicales de acuario más populares y genéticamente alterados en el mundo.

11.5.2.-*Poecilia reticulata* (**Guppy- lebistes**): este vivíparo está presente en Centro y Sudamérica hasta Brasil. Suele habitar aguas con temperaturas que oscilan entre 22 y 28° C, con pH levemente alcalino, entre 7 (neutro) y 8,5. El agua deberá ser moderadamente dura (dH hasta 30°). El Guppy es omnívoro, en el acuario se adapta bien a alimentos secos en escamas y gránulos. También consume Daphnia y Artemia. Alcanza un tamaño máximo de 5 cm.

Es uno de los peces más populares de4 acuarismo en el mundo. Es fácil de cuidar y de reproducir. Los *Lebistes o Guppys* alcanzan la madurez en apenas 4 meses, por lo que se reproducen constantemente, generación tras generación. Una hembra puede dar a luz 40 alevines por mes. Los machos son sumamente coloridos, mientras que las hembras tienen aletas pequeñas y nada de color en su cuerpo.

11.5.3.-*Poecilia velifera*. (**Mollys**): los Mollys habitan en ríos en las regiones comprendidas entre México y hasta Colombia. Proviene de aguas con temperaturas que oscilan entre 18 y 30° C, con valores de pH levemente alcalinos, entre 7 (neutro) y 8,5 (alcalino). Se adaptan a condiciones de agua moderadamente duras, con valores en rango de 10° hasta 30° de dureza (dH). El **Molly** es típicamente omnívoro y acepta cien alimentos secos en escamas en el acuario y también granulado. Además, puede consumir alimento verde y alimento vivo. En estado silvestre alcanza un tamaño máximo de 6 cm.

El **Molly velifera** puede reconocerse por sus grandes aletas. El rasgo distintivo es su aleta dorsal, que tiene 5 radios más que la del molly común (*Poecilia latipinna*). Para que los machos desarrollen ésta aleta dorsal necesitarán estar acompañados de varias hembras y proporcionarles un acuario muy grande. Se desarrollan mejor con temperatura elevada (26°) y si se agrega una cucharadita de sal al agua. Los mollys se reproducen con gran facilidad. Puede identificarse a los machos por su cuerpo estilizado. Las hembras son más grandes y redondas. Durante un mes gestan los alevines en su interior, aproximadamente 90 a 110 crías. Deberá alimentar a sus crías con alimento vivo y algas.

11.5.4.-*Xiphophorus maculatus*. (Platys)

Otro integrante de la familia Poeciliidae se los encuentra en México, Honduras y Guatemala. Habita en aguas con temperaturas que oscilan entre 20 y 27° C, con valores promedio de pH levemente alcalino, entre 7 (neutro) y 8 (alcalino). Se adaptan a condiciones de agua moderadamente duros, con valores que van desde los 10° hasta los 30° . El **Platy** es un pez omnívoro que en cautiverio se adapta bien a alimentos secos en escamas y gránulos. También acepta alimento verde y alimento vivo. Alcanza un tamaño máximo de 6 cm.

Se reproducen con facilidad. Puede identificar a los machos por su distintivo gonopodio. Las hembras son más corpulentas y gestan alrededor de 80 alevines en su interior durante aproximadamente un mes.

### **11.12.6. Familia Cichlidae**

Se estima que esta familia abraza entre 1300 a 2000 especies y cerca de 105 géneros. La mayor diversidad se encuentra en los lagos del este Africano, Malawi, Tanganica y Victoria. Pertenecen a esta familia los géneros *Cichlasoma*, *Pterophyllum*, *Geophagus*, *Gymnogeophagus*.

Todos los Cíclidos proveen cierto tipo de cuidado parental, pudiendo ser biparental (hembras y machos), además de construir nidos para la incubación de los huevos. Ciertas hembras incuban los huevos en la boca. Muchas de estas especies son altamente territoriales. La alimentación en esta familia es muy diversa, abarcando desde plantas hasta peces.

11.6.1.-*Ciclidos Sudamericanos*: la mayoría son pequeños, aunque algunos crecen hasta 50 cm en su hábitat natural. Son muy buscados por sus variedades de formas y colores. También, algunos peces como los “Discos”, atraen por sus métodos reproductivos paternalistas. Los “Escalares” se han convertido también en una especie muy popular y criada en acuarios. La mayoría se adapta bien a los acuarios comunitarios, incluso con peces de otras especies de distinto origen geográfico.

#### **Algunas especies representativas:**

11.6.2.-*Pterophyllum scalare* (Escarlar): Originario de la región central de Amazonía (Brasil), se lo conoce también con el nombre de “Pez Ángel”. Tanto en su hábitat natural, como en acuario, alcanza un tamaño máximo de 15 cm. Suele habitar aguas con temperaturas que oscilan entre 24 y 28° C, con niveles de pH entre 6 y 7,5. El agua del acuario deberá ser blanda, con una dureza máxima de 15°. El “Escarlar” es un pez omnívoro, que en acuarios se adapta bien al alimento seco o en escamas. Su dieta se complementa con alimento vivo o congelado, como las Tubifex. También se

balancea su dieta con arvejas o pequeños trozos de lechuga fresca.

### **11.12.7. Familia Anabantidae**

Los Laberíntidos, también conocidos como Anabántidos, son originarios de Asia y África. Suelen ser muy vistosos por sus aletas bien desarrolladas y vivos colores. Son fáciles de cuidar en el acuario. También es relativamente sencilla su reproducción. Reciben el nombre de laberíntidos por poseer un órgano auxiliar en forma de laberinto. En él tienen reservas de aire, por si se ven atrapados en aguas estancadas con bajo contenido de oxígeno. En la reproducción, el macho construye nidos de pequeñas burbujas en la superficie del agua. De esta forma, se asegura que las crías estén bien oxigenadas. El acuario debe mantenerse tapado para que aumente la humedad.

#### **11.7.1.-*Betta splendens* (Beta)**

Conocido también como “combatiente siamés”, tiene su origen en Asia, más específicamente Tailandia y Camboya. Alcanza un tamaño máximo de 7 cm. Es un pez muy resistente en distintas condiciones, ya que se adapta a aguas ácidas y alcalinas, valores de pH entre 6 y 8. Vive bien en temperaturas entre 23 y 30° C, con valores de dureza de hasta 25°. En la naturaleza es omnívoro. En acuario acepta una dieta balanceada con comida desecada, complementada con alimento vivo como *Daphnia* y *Tubifex*. Es importante también el material vegetal, que poco le gusta, para regular su actividad intestinal.

## **12. Marco legal regulatorio de la acuicultura marítima y continental**

El siguiente es el Marco legal regulatorio Argentino, recopilado por Filippo y Alvarez (2008).

### **12.1. Normas Nacionales**

#### **A) DICTADA POR ÓRGANOS U ORGANISMOS DEL PODER EJECUTIVO NACIONAL**

Resolución de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación N° 1314/2004:

La norma, cuya autoridad de aplicación es la ex Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación a través de la Dirección de Acuicultura, contiene las siguientes estipulaciones:

- Define la actividad y la obligatoriedad de inscripción de los emprendimientos y establecimientos en un Único Registro Nacional de Establecimientos de Acuicultura (RENACUA), los cuales abarcan desde los establecimientos productivos, los destinados a la pesca recreativa y las empresas que comercializan ornamentales. Define como especie a introducir a todas aquellas que se realicen por primera vez, sean asilvestradas o de primera introducción.
- Reserva a la Autoridad de Aplicación la facultad de determinar en forma taxativa, las especies que no serán admitidas para su introducción, para lo cual tomará en consideración aspectos biológicos, relacionados con posibles impactos ambientales negativos graves que pudieran ocasionar en el ambiente. Para el caso de producción de especies exóticas, las mismas solo podrán cultivarse en régimen de cautividad, solo si son avaladas por la Autoridad Provincial correspondiente (Art. N° 6 y 7).
- Invita a las autoridades provinciales competentes a adherir a la presente normativa a fin de compatibilizar los datos del registro (art. N° 9)
- En el art. N° 10 fija en 30 días el plazo máximo para evaluar las solicitudes de inscripción así como también las solicitudes de introducciones o exportaciones realizándose una inspección y procediendo - si correspondiere - a la emisión de un Certificado habilitante con número de registro.
- El artículo N° 11 estipula toda aquella información que deberá acompañara al “Proyecto Acuícola”; que en términos generales incluye:
  - 1 - Datos de las personas físicas o jurídicas.
  - 2 - Objetivo del proyecto, sitio y justificación del tipo de especie a cultivar (incluye datos de producción posible, mercado, etc.).
  - 3 - Memoria biológica de la especie y origen de la misma
  - 3 - Sistema de cultivo a emplear .
  - 4 - Individualización de la persona que estará a cargo del emprendimiento desde el punto de vista técnico
  - 5 - Constancia de inscripción en la Provincia o municipio de emplazamiento del emprendimiento
  - 7 - Habilitación sanitaria para el procesamiento del producto
  - 8 - Planos de estructuras generales (cuarentena, sistemas antifugas, abastecimiento de agua, etc) y lay-out

- Establece la obligatoriedad por parte de los productores de enviar en marzo de cada año, datos correspondiente a la producción a la Dirección de Acuicultura, a fin de ser utilizada para la evaluación estadística de la actividad. Además establece que la Autoridad de Aplicación girará al SENASA las nuevas inscripciones o bajas a los efectos de su fiscalización dentro de la órbita de su competencia, quedando los productores inscriptos y automáticamente registrados en todo otro organismo de fiscalización nacional específico.
- En caso de importación y/o exportación de especies vivas o subproductos se indica la información que deberá incluirse para obtener la autorización, teniendo en cuenta que es necesario la autorización de ingreso de la autoridad provincial y emitir el Certificado, que deberá presentarse ante el SENASA para la prosecución del trámite (arts. N° 13 y 14).
- En referencia a la “primera introducción de una especie exótica”, con objeto de investigación, experimentación o cultivo piloto demostrativos, los Certificados serán otorgados con Carácter Provisorio, extendiéndose el Definitivo cuando se haya entrado en producción. Se solicitará un informe final sobre los resultados de la experiencia. Dichos ejemplares no serán comercializados, ni para cultivo ni ornamento ni colocados en el ambiente; en el caso de cierre del emprendimiento, se procederá a la eliminación de los mismos o bien traslado a establecimientos inscriptos bajo normas de seguridad.
- Faculta a la Autoridad de Aplicación a realizar inspecciones o bien delegar las mismas en la Autoridad competente Provincial.
- Regula las introducciones con fines de investigación a nivel de Laboratorios.

#### Decreto N° 4238/68 “Reglamento de Inspección de Productos, Subproductos y Derivados de Origen Animal”

La presente normativa puede encontrarse en el sitio de internet del Organismo [www.senasa.gov.ar](http://www.senasa.gov.ar). Previo al desarrollo de esta norma debe aclararse que entre los organismos rectores para el control de los alimentos en el país se encuentra el INSTITUTO NACIONAL DE ALIMENTOS (INAL) y el SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA (SENASA). El INAL depende del Ministerio de Salud Pública, cuyo principal instrumento legal es la Ley 18.284/69 CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO que no será considerado en este trabajo. De su parte, el Servicio Nacional de Sanidad Animal y Calidad Agroalimentaria (SENASA), dependiente del MINAGRI, es el organismo sanitario rector de la República Argentina, cuyo objetivo principal es “la fiscalización y certificación de los productos y subproductos de origen animal y vegetal, sus insumos y residuos

agroquímicos, así como la prevención, erradicación y control de enfermedades animales, incluyendo las transmisibles al hombre, y de las plagas vegetales que afectan a la producción agropecuaria del país”. Para implementar y promover la acción sanitaria y fitosanitaria, elabora normas y controla su cumplimiento, asegurando la aplicación del Código Alimentario Argentino, dentro de las normas internacionales exigidas. Asimismo, planifica, organiza y ejecuta programas y planes específicos que reglamentan la producción, orientándola hacia la obtención de alimentos inocuos para el consumo humano y animal. Dentro de la estructura del SENASA, se encuentra la Dirección Nacional de Fiscalización Agroalimentaria, que tiene dentro de su estructura la Coordinación de Pesca, quien es la que entiende en los temas atinentes al Capítulo que aquí se analiza, junto con las otras necesarias dentro de la estructura para el cumplimiento del mismo.

Las estipulaciones generales del Decreto N° 4238/68 vinculadas con la acuicultura y los establecimientos procesadores están contenidas en el Capítulo XXIII, y son las que se indican a continuación en los siguientes incisos:

- 23.2. apartado 1°: define a los productos de la acuicultura como “ todos los productos pesqueros nacidos y criados bajo control humano, o capturados durante la fase de juveniles y mantenidos en cautividad hasta alcanzar tamaño comercial, y puestos en el mercado como productos alimenticios”.
- 23.3: trata sobre los requisitos para la construcción e ingeniería sanitaria de establecimientos procesadores de productos pesqueros. Dentro del mismo se establecen los distintos requisitos para habilitar establecimientos procesadores atendiendo a distintos aspectos, como son los edificios, higiénico sanitarios de las instalaciones, operativos y de limpieza y de sanitización del personal.
- 23.4: determina que deberán cumplirse los requisitos del Capítulo V de dicho reglamento en lo que respecta a las Cámaras frigoríficas.
- 23.5: requiere el cumplimiento de lo establecido en el Capítulo IV con respecto a las obras sanitarias, y define el agua de mar limpia y la necesidad de clorinación de agua potable y de mar.
- 23.6: establece que las dependencias auxiliares deberán ajustarse al Capítulo VI del Reglamento.
- 23.7: este apartado trata sobre el personal de la empresa y dependencias sanitarias, que deberán cumplir con lo establecido en el Capítulo VII apartado 8.2 y sobre los requisitos para las salas de descanso o refrigerio.
- 23.8: estipula la necesidad de contar con laboratorios de requerirlo el SENASA y la necesidad de que los mismo estén habilitados.
- 23.9: señala que los establecimientos se hallan obligados a cumplimentar con el Capítulo IX. d.
- 23.10: prescribe que los establecimientos están alcanzados por el régimen de penalidades contenidos en el Capítulo XXX.
- 23.11: referido a las condiciones generales de higiene que se establecen sobre los

locales y materiales, indicándose cómo realizar la limpieza de los mismos, las características de los materiales, etc.

- 23.12: define a los establecimientos elaboradores de productos frescos, como aquellos en donde se procesan productos de la pesca, incluido su acondicionamiento y mantenidos a temperatura de refrigeración. Se listan (a) las dependencias con que deberán contar, (b) las características de los productos pesqueros para considerarse frescos, de los crustáceos frescos muertos y vivos, como así también la de los moluscos bivalvos y gasterópodos y moluscos cefalópodos. Señala los productos que se deben considerar no aptos para el consumo y los requerimientos para conservación de crustáceos y la refrigeración de los mismos. Finalmente exige las determinaciones física y química a realizar que caracterizan al pescado fresco como son el nitrógeno básico volátil (NBVT) y la histamina y la determinación microbiológica.

- 23.13: trata sobre los establecimientos elaboradores de productos congelados, definiendo como tal a “aquellos en donde se realice cualquier proceso de preparación y/o transformación, total o parcial, que finalice con su congelación a por lo menos (-18°C) en su interior tras su estabilización térmica”. También como el apartado anterior brinda otras definiciones como pescado congelado y glaseado; y lista las dependencias necesarias con que se deberá contar.

- 23.14: trata sobre los establecimientos transformadores de productos pesqueros en conservas semiconservas y afines. Define los procesos y los sectores que deben tener cada uno de ellos, como el proceso de conservas, saladero, pescado curado o en salmuera, pescado salmuerado, salazón en seco, ahumados semiconservas y afines. Además especifica el tipo de envase que se permiten utilizar, así como los procesos a los que se los debe someter para la esterilización, envasado, reenvasado, etc. Fija parámetros de tolerancia de la presencia de metales y metaloides. Establece que toda elaboración, manufactura preparación conservación o cualquier innovación respecto a tratamientos que se realicen deberán estar autorizados por el SENASA. Indica cómo deberán hacerse las inspecciones sobre las conservas, el examen microbiológico y controles de conservación, como así también las alteraciones de productos salados y el uso de aditivos permitidos. “de los productos pesqueros desecados”, se define a aquellos que después de la pesca se deshidratan al sol, al aire o en estufa y su humedad es del 20% sobre base seca y desgrasada. Además define los procesos de ahumado en caliente y frío.

- 23.16: en el “Otras preparaciones” enumera y define otras preparaciones a base de productos pesqueros, como son el caviar, sopa de pescado, caldo, etc.

- 23.20: trata sobre la descarga y el transporte, siendo necesario una habilitación de los mismos.

- 23.22: establece las condiciones para las plantas procesadoras de ranas, determinando las áreas, dependencias y condiciones del establecimiento. Básicamente es necesario contar con un sector ante-mortem, que puede ser en un corral de dentro del criadero para preparar el animal para el faenado. Una playa o sector de faena dividido en un sector sucio y uno limpio, la sal de elaboraciones y el horno crematorio. Asimismo el traslado de animales vivos para faena deberá

realizarse en los vehículos dentro de contenedores plásticos con tapa y humectación.

- 23.23: señala el embalaje y rotulado que deberá cumplirse con lo establecido en el Capítulo XXVI

- 23.24: es el Reglamento sanitario de Explotación y Comercialización de moluscos y bivalvos vivos para consumo humano directo lo que involucra principalmente los presentes aspectos:

- Producción: define los requisitos y los estudios necesarios para clasificar las zonas aptas para la explotación de moluscos bivalvos, lo cual incluye muestreos microbiológicos y metales pesados, además de los análisis para biotoxinas marinas. Fija, la frecuencia de muestreos, categorías de zonas como A, B, C y D; las que deben cumplir con parámetros de calidad microbiológica y química. A su vez estas zonas de producción deben ser vigiladas y contar con planes de muestreos.

- Establece las condiciones para el consumo humano directo de bivalvos y las metodologías de análisis a realizarse.

- Recolección: entiende la cosecha y/o captura hasta la llegada a planta del producto. Es necesario realizar el traslado con un documento de registro, que será particular de la provincia donde se realice, lo cual permite realizar la trazabilidad del producto.

- Condiciones de reinstalación: establece las condiciones en que debe realizarse la reinstalación la que debe ser monitoreada por la Autoridad y cumplir con los requisitos como zona A.

- Condiciones para los centros de depuración y/o expedición: fija pautas para su instalación, requisitos edilicios, características de las piletas de depuración y las condiciones generales de higiene. Establece asimismo como deberá realizarse el manejo del producto (lavado, cantidades de agua de mar, funcionamientos del sistema de depuración, cantidad de moluscos a depurar, lotes de moluscos, contenedores, etc.). Con respecto a los centros de depuración es necesario contar con un registro con información detallada de los lotes.

- Embalado: en este apartado se trata sobre las características de los recipientes a utilizar y la forma de embalaje.

- Conservación y almacenamiento: para la conservación de los moluscos bivalvos vivos, debe mantenerse una temperatura entre 4° a 7° C .

- Se fijan las condiciones para el transporte del producto una vez que sale de la planta de expedición y las condiciones del envío.

- Rotulado: exige la identificación de cada envío estableciendo la obligatoriedad de contar con un rótulo donde se indique fecha, procedencia, y especie.

- Importación de moluscos bivalvos de terceros países: establece los distintos requerimientos para su importación y los controles sanitarios a exigir por parte de la Autoridad Sanitaria Nacional.

- Finalmente se listan los parámetros y valores que es necesario cumplir y los parámetros que deben analizarse.

### Otras consideraciones adicionales vinculadas con los requisitos sanitarios

- Es importante destacar que de acuerdo a las prácticas administrativas, los establecimientos deberán contar también con un Programa escrito de GMP's (Buenas Prácticas de Manufactura), un Programa de Limpieza y Sanitización (SSOP) y un Programa de HACCP (Evaluación de Peligros y Puntos Críticos de control), que deberá ser implementado y cumplimentado por todo el personal que se desempeñe.
- A éstas exigencias se suman los requerimientos de los Servicios Veterinarios de los países compradores, que deberán consultarse en cada caso particular. Aquí se realizará un análisis en especial sobre la Comunidad Económica Europea, que fija a través de sus normas sanitarias, el cumplimiento de condiciones constructivas, operativas, higiénico sanitarias que deben satisfacerse para que puedan ser incluidos en los listados para exportar con ése destino.
- Para las exportaciones de productos de acuicultura hacia la Unión Europea las reglamentaciones de base más importantes a cumplimentar, que incluye los productos de la pesca y acuicultura, se han modificado a partir del año 2006. Las mismas pueden ser consultadas en <http://europa.eu.int/eur-lex/lex>. Según la información consultada sobre un informe producido, por la Consejería Agrícola ante la UE se identifican las siguientes normativas más relevantes:
  - Reglamento (CE) N° 852/2004 del PE y del Consejo, relativo a la higiene de los productos alimenticios.
  - Reglamento (CE) N° 853/2004 del PE y del Consejo, por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal.
  - Reglamento (CE) N° 854/2004 del PE y del Consejo por el que se establecen normas específicas para la organización de controles oficiales de los productos de origen animal destinados al consumo humano.

## B) DICTADAS POR OTROS ORGANISMOS FEDERALES

Resolución del Consejo Federal de Medioambiente (COFEMA) N° 36/2000

- Vinculada con la problemática de la introducción de la Ostra cóncava (*Crassostrea gigas*) en el ecosistema marino patagónico.

### **12.2. Normas Provinciales**

La Provincia de Catamarca dispone de una normativa específica para la pesca y la acuicultura, en la Ley N° 4891. En función de la norma indicada anteriormente, sólo se exige que los establecimientos de acuicultura desagüen en condiciones sanitarias de manera de no perjudicar la fauna y la flora acuática y periacuática; asimismo, indica que los mismos deben contar con un permiso para el ejercicio de la actividad con los requisitos de la reglamentación (artículo 19). No obstante, esta norma no está reglamentada y en materia de acuicultura no se han identificado normas vigentes.

En consecuencia, se referencian a continuación las normas más relevantes identificadas que tendrían incidencia en el ciclo de los proyectos de acuicultura, indicándose que en función de la organización ministerial vigente, los proyectos de acuicultura pueden ser ingresados ante la Dirección de Recursos Naturales, dependiente de la Subdirección de Fauna y Flora en función de la Ley N° 3907.

### **Normas provinciales con incidencia en la acuicultura**

- La Provincia dispone de una Ley de Aguas que es la N° 2577/73 y está reglamentada por el Decreto N° 2142/1974. La Autoridad de Aplicación de la Ley de Aguas es la Secretaría del Agua y Ambiente. El canon por el uso de agua se define todos los años por la Ley Impositiva por lo cual el interesado en el desarrollo de emprendimientos de acuicultura deberá consultar en este organismo cuál es el canon vigente del año que en presente su proyecto.
- No se ha identificado una norma de medio ambiente aplicable a la acuicultura, y no se requiere una evaluación de impacto ambiental para los emprendimientos.
- La ley de áreas protegidas provincial es la N° 5070. Resulta recomendable prever las restricciones al dominio y a las actividades económicas que pudieran estar establecidas en los planes de manejo de las áreas protegidas o en función de las categorías de manejo que se establezcan en esta jurisdicción. Para ello, deberá tenerse en cuenta si el emplazamiento de acuicultura se encuentra en áreas protegidas y si ello implica restricciones adicionales de alguna naturaleza, según sean establecidas por la Autoridad de Aplicación correspondiente.

## **13. Bibliografía**

Abitbol, J. 1963. Informe sobre Suelos. En: Piñeiro, A., Suelos del Noroeste Argentino. IDIA, 7-9.

Araujo Barbosa, c et al., 2.000. Cultivo de Tilapia Nilótica en Jaulas Suspendidas En El Embalse De Assu-Río Negro. Brasil.

Autores varios. 1995. Deterioro de las Tierras de la República Argentina. SAG y P. Buenos Aires, CFA.

Avault JW. Focus on Channel Catfish research. *Aquaculture* 2000; 26(6):40-2.

Billard, Roland; Salmonicultura en Agua Dulce, Laboratoire de Physiologie des Poissons Institut National de la Recherche Agronomique 78350. Jouy-en-Josas (Francia).

- Blanco Cachafeiro, M.C. 1984. La Trucha, Cría Industrial. Ediciones Mundi-Prensa.
- Bonnieux, F., Gloaguen, Y., Rainelli, P., Faure, A., Fauconneau, B., le Bail, P.Y., Maise, G. & Prunet, P. 2002. The case of growth hormones in French trout farming. *Technological Forecasting and Social Change*, 43:369-379.
- Cabrera, A. L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. 2ª Edición. Tomo II. Fascículo I. Acme S.A.C.I., Buenos Aires. Argentina. 85 pp.
- Carbonell Arreaza, Carlos; Santana Gilberto; Sánchez Font, Luis. Aprovechamiento Integral del Bagre Rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*) en La Región de El Baúl, Estado Cojedes, (Venezuela).
- Costa, F.H.E. y otros, 2008. Universidad Federal do Ceará. Tilapia cage culture in reservoirs in Ceará, Brasil.
- Departamento de Pesca y Acuicultura. Programa de información de especies Acuáticas. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).
- De Silva, S. S., Gunasekera, R. M, Atapattu D., 1999. The dietary proteína requirements of young tilapia and an evaluation of the cost dietary proteína levels, *Aquaculture*, 80:271-284.
- Environmental S. A. Suelos. 1995. En: Knight Piesold and CO., Proyecto de Bajo de la Alumbreira, Provincia de Catamarca, República Argentina. Informe de Impacto Ambiental. Vol.(I).
- Gonzalez Bonorino, F., 1950: Descripción Geológica de la Hoja 13e, Villa Alberdi. Provincias de Tucumán y Catamarca. Dir. Nac. de Minería. Bol. 74. Bs. As.
- Gonzalez Bonorino, F., 1950: Geología y Petrografía de las Hojas 12d (Capillitas) y 13d (Andalgalá), Catamarca. Dir. Gral. de Ind. Min. Bol. 75. Bs.As.
- Gonzalez Bonorino, F., 1951: Descripción Geológica de la Hoja 12e (Aconquija). Pcias. De Catamarca y Tucumán. Dir. Nac. de Min. Bol. 75. Bs.As.
- Graeff Alvaro, Hilton Amaral Junior. Produção de Juvenis de Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) em tanque-rede como opção econômica para regiões de clima desfavoravel para engorda anual.
- Hepher Balfour, Pruginin Yoel;1984. Cultivo de Peces Comerciales, basados en las

experiencias de granjas piscícolas en Israel.

Kioshi Aoki Inoue; L.A.; Ceccarelli & J.A. Senhorini, 2003. Larvicultura y alevinaje del “surubí pintado” y “surubi atigrado”. *Panorama da Aquicultura*, vol. 13, nº 76; marzo-abril

Kubitza Fernando; otros. SURUBI: Producción Intensiva en el Proyecto Pacú Ltda y Agropeixe Ltda, (*Panorama da Aquicultura*, set-oct. 1998).-

Leonard L. Lovshing, Ph. D. WORLD WIDE TILAPIA CULTURE. Department of Fishing an Allied Aquacultures. Auburn University, Alabama, U. S. A. 36849.-

Luchini Laura. 2007. Dirección de Acuicultura, SAGPyA. Acerca de la utilización del pez sogyo o amur blanco, para su empleo en limpieza de vegetación en cuerpos de agua. (web: [www.minagri.gob.ar](http://www.minagri.gob.ar))

Luchini Laura; 2008. Piscicultura Rural en Estanques. Conocimientos básicos y prácticas para técnicos y productores de baja y mediana producción. Secretaría de Agricultura Ganadería, Pesca y Alimentos.

Manghi, E., Brouver, M., Montenegro, C., Parmuchi, M. G., Bono, J. y Strada, M. 2005. Mapa forestal. Provincia de Catamarca. Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable Dirección de Bosques. Ministerio de Salud. República Argentina.

Matos Casaca, J; O Policultivo Integrado no Sul de País. *Panorama da Aquicultura*. Julio de 1997/ vol.7 N°42.pgs16-20.

Morlans, M. C. Regiones naturales de Catamarca. Provincias geologicas y provincias fitogeograficas. Area ecología - Editorial Científica Universitaria - Universidad Nacional de Catamarca. ISSN: 1852-3013.

Musto, J. M. 1979. La degradación de los Suelos en la República Argentina. Castelar, Depto. de Suelos, Tirada interna NE 67: 12 p.

Navarro, R.D.; Ribeiro Filho O.P.; Souza M.A.; da Silva R.F. & Rezende F.P. II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura, CIVIA 2003, 859,864. Indices morfométricos de la boga (*Leporinius macrocephalus*), alimentados con diferentes niveles de energía digestible en la dieta.

Navarro, R, D; Oswaldo Pinto Ribeiro Filho, Rodrigo Fortes da Silva, Marcelo Maia Pereira, José Eduardo Cintra Vilela. Universidad Federal Viçosa, MG. (Brasil). Desempenho produtivo de alevinos de Piaucu (*Leporinus macrocephalus*)

alimentados con cuatro ingredientes diferentes,

Papadakis, J., Calagno, J. E. y P. H. Echevehere. 1961. Regiones de los Suelos de la República Argentina. Mapa esquemático de las Regiones de Suelos de la República Argentina. Buenos Aires, INTA.

Parodi, L. 1964. Las regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería, 2 (1). Editorial Acme S.A.C.I.. Buenos Aires. Argentina.

Peces Nativos de Agua Dulce de América del Sur de Interés para la Acuicultura: Una Síntesis del Estado de Desarrollo Tecnológico de su Cultivo. Situación Actual y Perspectiva. FAO. 2010.

Piñeiro, A. 1963. Suelos del Noroeste Argentino. IDIA, 5-13.

Pratavia A. E. y R. O. Michelena. 1988. Erosión, Provincia de Catamarca. En: Autores varios, Deterioro del Ambiente en la República Argentina. Buenos Aires, PROSA, (IV).

Puyravaud J.P. 2003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management* 117:593-596.

Qingwen, M., Jinxiang, S. & Xuezhu, M. 1995. Fish Taxonomy. China Agricultural Press, Beijing, China. 1158 pp.

Rackocy, K. y otros. 2.000. Cage culture in small watershed ponds. (extracto de : "Tilapia production for the Lesse Antilles and other resource-limited" in tropical areas.

Ragonese, A. E. 1967. Vegetación y ganadería en la República Argentina. Colección Científica del INTA, 5. Buenos Aires. 218 pp.

Ragonese, A. E., Castiglioni J. C. 1968. La vegetación del parque Chaqueño Serie fitogeográfica Nro. 12. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. Vol. XI. Suplemento: 133-160.

Red Agroforestal Chaco Argentina. Junio, 1999. Estudio Integral de la Región del Parque Chaqueño. Gerencia Técnica Bosques Nativos. Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental. Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente.

Rojas Alejandro; Wadsworth Slije: Estudio de la Acuicultura En Jaulas: América Latina y Caribe.

Rossi F y L. Luchini, 2008. Cultivo del “Randiá” (*Rhamdia quelen*) para Fomento de su producción comercial, en clima templado-cálido.

Salusso, M. M. Variabilidad temporo-espacial en la calidad del agua del río Juramento (Cuenca Superior, Salta).

Scottish Executive Central Research Unit. 2002. Review and synthesis of the environmental impacts of aquaculture. The Stationery Office, Edinburgh, Scotland. 80 pp.

Shepherd, J. & Bromage, N. 1992. Intensive Fish Farming. Blackwell Scientific Publications, Oxford, England. 416 pp.

Stevenson, J.P. 1987. Trout Farming Manual 2nd edition. Fishing News Books, Farnham, England. 186 pp.

Turner, J. C. M. 1973. Hoja Geológica 11 d - Laguna Blanca, Prov. de Catamarca. Dir. Min. y Geol. Bol. 142. -Bs. As.

Unidad del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF). 2003. Mapa forestal provincia del Chaco. Actualización Año 2002. Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ministerio de Salud y Ambiente. Buenos Aires, Argentina.

Vargas Gil, J. 1990. Degradación de los Recursos Naturales de las Provincia del NOA. Buenos Aires, Seminario: Juicio a Nuestra Cultura, 12 p.

Vilches, F. E., Palomeque, L. I., Córdoba, G. del V., Fuentes, S. E. y Navarro García, L. F. 2005. El arsénico en la provincia de Catamarca, Argentina. II° Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de hidrología subterránea y IV° Congreso Hidrogeológico Argentino, Río Cuarto, Argentina. Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca, Catamarca.

Wicki, Gustavo, 1996. Estudio de desarrollo y Producción de Pacú. (*Piaractus mesopotámicus*). Dirección Nacional de Pesca y Acuicultura. Dirección de Acuicultura. Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación. Subsecretaría de Pesca.

Wicki, Gustavo, F.Rossi Fernando, S. Panné Huidobro y L. Luchini . Alimento sin Complemento Vitamínico en Producción de Pacú en Sistema Semiintensivo. IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. CIVA 2006

Wicki, Gustavo y N. Gromenida, 1997.- Estudio de Desarrollo y Producción de Tilapia. 29 pp. Dirección de Acuicultura. Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación. Subsecretaría de Pesca.

Wicki, Gustavo; S.Panné H.; L. Luchini, 2004. Influencia del método de preengorde y el método de engorde directo en el crecimiento del Pacú, *Piaractus mesopotamicus*. III Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. CIVA 2004.-

Wicki, G; F.Rossi, S. Panné H.; L. Luchini, 2004. Cultivo Intensivo del “Randiá” (*Rhamdia quelen*) en jaulas suspendidas en estanques, con empleo de diferentes raciones balanceadas y distintas elaboración. Pp: 47-67- SAGPyA . Serie Pesca y Acuicultura. Estudios e Investigaciones Aplicadas. 2-

Wiltchiensky, E.O., 2007. Prueba de Producción de Peces en Jaulas. Provincia del Chaco, CFI, año 2007.

Woynarovich, E.; Hovarth L. 1981. Propagación Artificial de Peces de Aguas Templadas: Manual Para Extensionistas. FAO. Documento Técnico de Pesca N° 201. Roma.

Yujun, T. et al. 1981. Integrated Fish Farming (I). Fresh Water Fisheries Research Center, Wuxi, China. 407 pp.

## **Anexos**

Río Juramento Cuenca Superior. Fuente: María Mónica Salusso. Variabilidad temporo-espacial en la calidad del agua del río Juramento (Cuenca Superior, Salta). Valores promedios de las variables fisicoquímicas con diferencias significativas en el río Juramento, aguas abajo del C. Corral durante el período 1998-99.

Lugar	Conductividad	Turbiedad	Sólidos totales	Alcalinidad	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	NH <sub>3</sub> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	Cl <sub>a</sub> (mg/m <sup>3</sup> )
I) a 3 km de la salida del embalse Cabra Corral en Peñas Blancas	438,42	1,86	325,67	163,67	160,06	72,55	0,05	0,82	1,77
II) en el puente Ruta Nacional 9	441,82	30,1	381,9	153,38	147,42	196,4	0,08	0,9	8,14
III) en Lumberas, Ruta Provincial 5	449,22	43,42	372,38	153,79	153,03	218,63	0,09	0,75	8,34
IV) después de la presa compensadora de Miraflores	400,67	22,88	313,11	157,44	157,94	70,38	0,08	1,21	2,85
V) en el paraje El Tunal puente Ruta Nacional 16	519,27	6,81	371	171,71	173,96	190,3	0,13	0,33	14,84
VI) en la localidad del Quebrachal.	512,89	21,34	412,53	180,41	189,91	251,5	0,07	0,34	15,5