

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

PROVINCIA DE TUCUMÁN

Índice de contenido

1. Introducción.....	4
2. Unidades de análisis.....	6
3. El modelo de acuicultura sustentable.....	8
4. Aspectos económicos y sociales	12
4.1. Población.....	12
4.2. Aspectos sociales y sanitarios.....	15
4.2.1. Servicios Sanitarios.....	16
4.2.2. Comunidades aborígenes.....	18
4.3. Aspectos económicos.....	18
4.3.1. Industria y servicios.....	23
4.4. Infraestructuras.....	24
5. Vegetación y Fauna.....	26
5.1. Unidades de vegetación.....	26
6. Climatología.....	34
7. Geología y suelos.....	40
7.1. Suelos.....	42
8. Hidrología.....	54
8.1. Introducción. Recursos hídricos superficiales.....	54
8.2. Cuenca del Río Juramento.....	59
8.2.1. Análisis de Caudales.....	62
8.2.2. Calidad de las aguas.....	63
8.3. Cuenca del Río Sali-Dulce.....	67
8.3.1. Arroyo Mista.....	76
8.3.2. Río Salí.....	78
8.3.3. Río Gastona.....	79
8.3.4. Río Medina o Chico.....	83
8.3.5. Arroyo Chileno.....	84
8.3.6. Arroyo Matazambi.....	85
8.3.7. Río Marapa o Granero.....	85
8.3.8. El embalse de Río Hondo.....	87
8.3.9. Análisis de Caudales.....	89
8.3.10. Calidad de las aguas.....	94
9. Acuicultura.....	107
9.1. Productores identificados en la Provincia:	107
9.2. Potencialidad acuícola instalada en la provincia.....	109
10. Potencial acuícola para la provincia.....	116
10.1. Introducción.....	116
10.2. Potencialidad acuícola de la provincia.....	120
11. Especies de peces aptas para cultivo.....	124
11.1. Introducción.....	124
11.2. Tilapia nilótica (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	124
11.3. Pacú (<i>Piaracatus mesopotamicus</i>)	133
11.4. Amur (<i>Ctenopharyngodon idella</i>)	137
11.5. Carpa plateada (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>)	142
11.6. Carpa cabezona (<i>Aristichthys nobilis</i>):	148
11.7. Carpa común (<i>Cyprinus carpio</i> L.)	152
11.8. Randiá (<i>Rhamdia quelen</i> .)	157
11.9. Pejerrey (<i>Odonthestes bonariensis</i>).....	162

11.10. Turcha arco iris. (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).....	164
11.11. Otras Especies de interés.....	172
11.11.1. Sábalo (<i>Prochilodus lineatus</i> .).....	172
11.11.2. Surubí (<i>Pseudoplatystoma</i> spp).....	175
11.11.3. Boga (<i>Leporinus</i> spp).....	178
11.12. Peces Ornamentales	182
11.12.1. Familia Cyprinidae.....	182
11.12.2. Familia Characidae.....	183
11.12.3. Familia Callichthidae.....	183
11.12.4. Familia Loricariidae.....	184
11.12.5. Familia Poeciliidae.....	184
11.12.6. Familia Cichlidae.....	186
11.12.7. Familia Anabantidae.....	187
12. Marco legal regulatorio de la acuicultura marítima y continental.....	187
12.1. Normas Nacionales.....	187
12.2. Normas Provinciales.....	193
13. Bibliografía	194
14. Anexo Analisis economico para produccion de peces.....	195

Primera parte. Caracterización general de la Provincia

1. Introducción

Tucumán es la provincia más pequeña de la Argentina. Situada en la Región del Norte Grande Argentino, limita al norte con la provincia de Salta, al este y sur con Santiago del Estero y al oeste y sur con Catamarca. Su capital es la ciudad de San Miguel de Tucumán

Presenta tres áreas:

1. Al este, llanuras que forman parte de la región chaqueña, llamadas pampas de Tucumán.
2. Al oeste, tres cadenas montañosas: al norte, las Cumbres Calchaquíes pertenecientes a la Cordillera Oriental, con un bioma de chaco serrano; al sur, la Cadena del Aconquija el cordón más septentrional perteneciente a las Sierras Pampeanas, con bioma de yungas. La unión entre estos dos cordones se produce en el hermoso Valle de Tafí cubierto de prados y céspedes montañosos. En el extremo noroeste de Tucumán, se encuentra una tercera cadena montañosa, las Sierras de El Cajón o Quilmes, que delimitan los Valles Calchaquíes, con bioma de monte y pre-puna.
3. Al noreste, las Sierras Subandinas representadas por las Sierras de Burruyacú, con bioma de yungas.

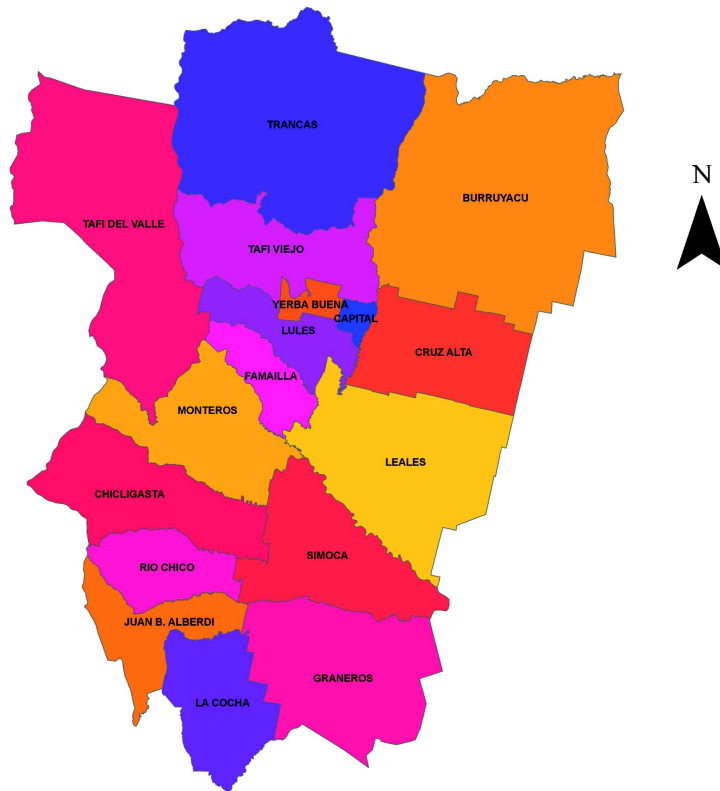
Las mayores alturas de la provincia se encuentran en el Cerro del Bolsón de 5.550 m y el Cerro de las Dos Lagunas (o de los Cóndores), de 5.450 msnm, ambos en los Nevados del Aconquija, cubierta de nieves eternas, donde se encuentra el Glaciar

Chimberí.

La provincia se encuentra dividida en 17 departamentos sin función administrativa, dentro de estos se encuentran los municipios y comunas rurales, quedando áreas sin administración municipal.

Provincia de Tucumán División Departamental

2010 - Alejandro D. Crojethovich



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

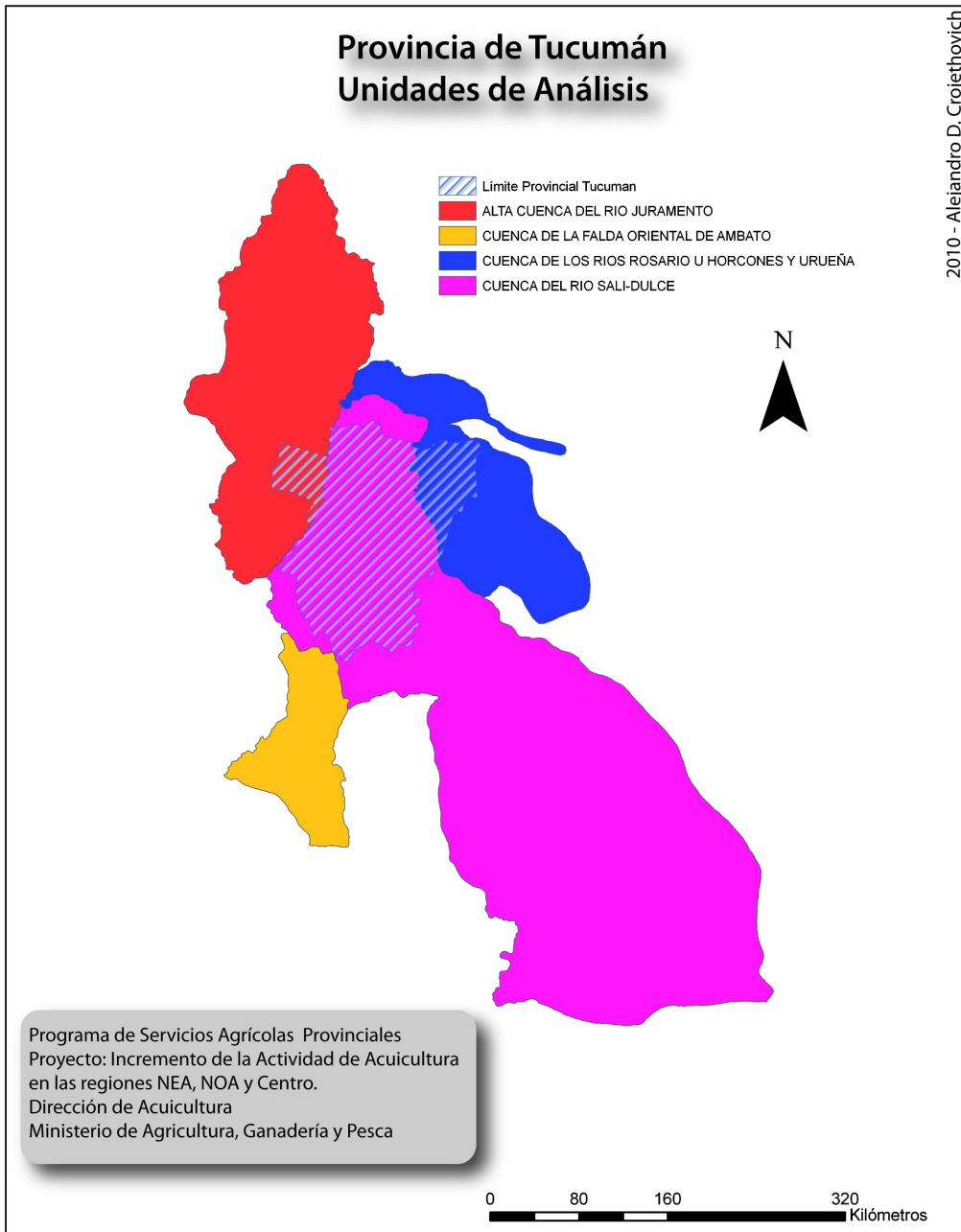
0 25 50 100 Kilometros

2. Unidades de análisis

El territorio de la Provincia de Tucumán 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. Cuenca del Río Juramento
2. Cuenca del Río Rosario
3. Cuenca del Río Salí-Dulce



3. El modelo de acuicultura sustentable

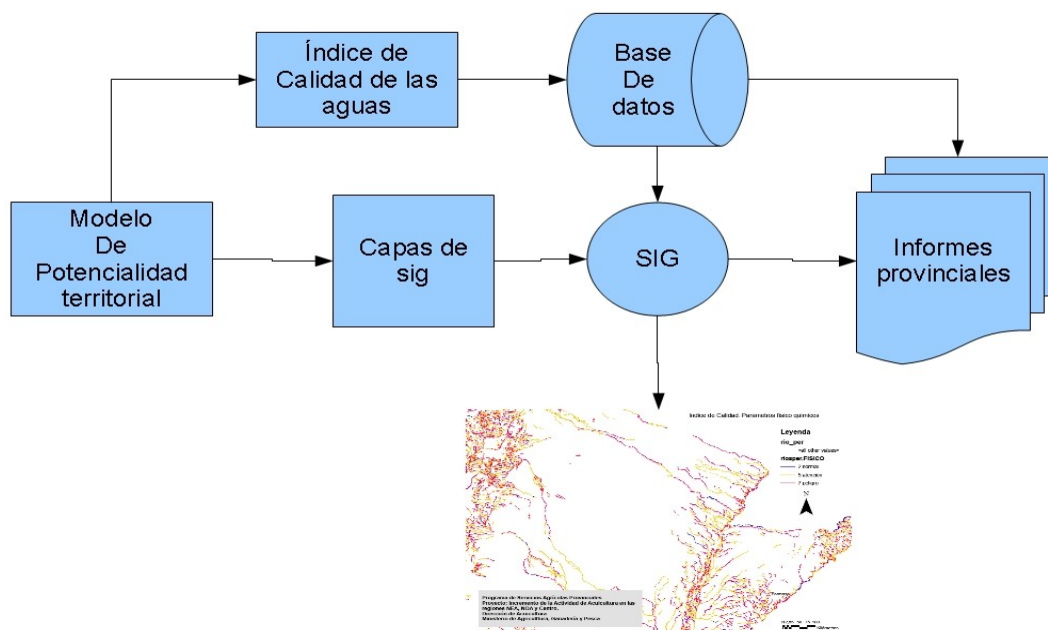
El presente trabajo está basado en el modelo de acuicultura sustentable, donde la gestión de los recursos hídricos afectan a la actividad productiva acuícola y viceversa formando un sistema complejo que se retroalimenta. Los informes introducen al

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 incluye una descripción de la flora y fauna de la provincia.

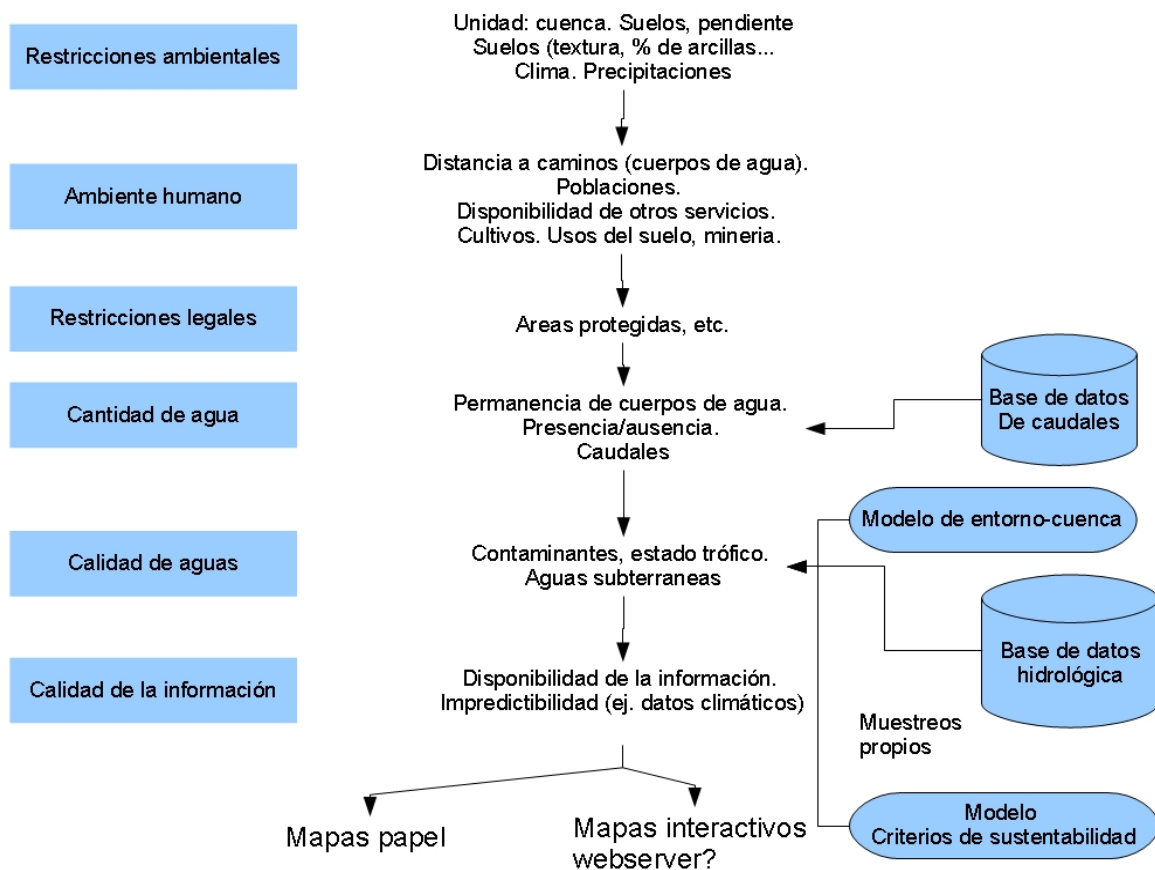
Utilizando los subsistemas mencionados se ha desarrollado un modelo de potencialidad territorial, que junto con el índice de calidad de las aguas (que se explicará más adelante), forma la base para la calificación regional de la provincia para realizar actividades acuícolas (fundamentalmente a través 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 evaluó 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:



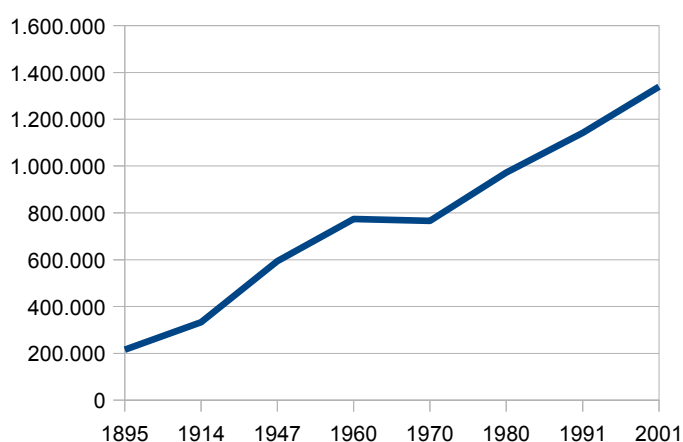
A lo largo de este informe al principio de cada capítulo se irán explicitando la forma en que cada variable contribuye al análisis final. Por ejemplo en el caso de la variable “suelo” el criterio elegido es: *los suelos con mayor contenido de arcillas y/o limos son más aptos para la actividad acuícola.*

4. Aspectos económicos y sociales

4.1. Población

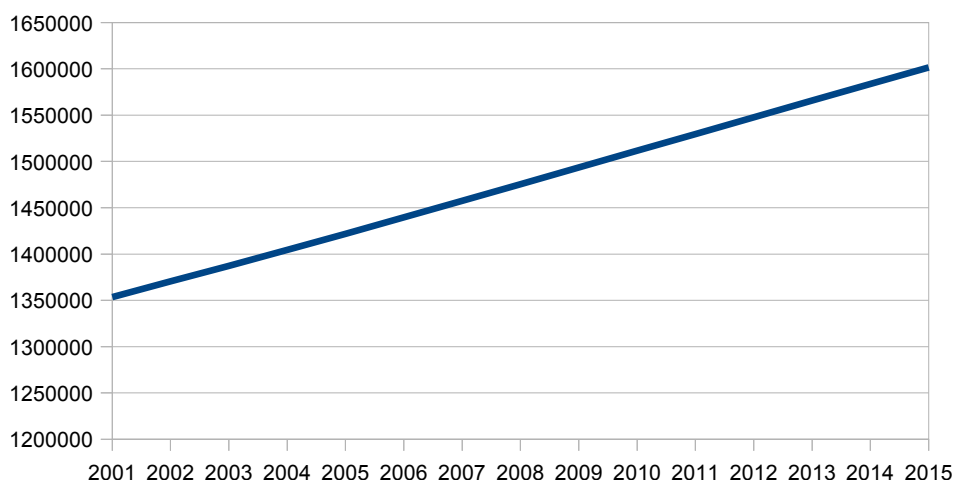
De acuerdo al Censo Nacional de Población y Vivienda de 2001, la Provincia tenía a ese año 1.338.523 habitantes. El crecimiento poblacional anual de la provincia fue del 17,2% en el período intercensal 1991 y 2001 mostrando valores inferiores al promedio de la región NOA (21,22%).

Siendo la tendencia de la variación de la población de la provincia marcadamente creciente desde el primer censo realizado en el país en el año 1895 hasta el actual.

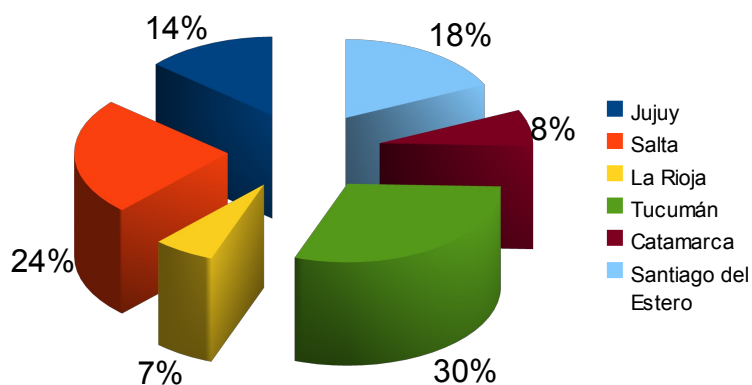


Número de habitantes de la Provincia de Corrientes entre los años 1895 y 2001. Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población y Vivienda 2001.

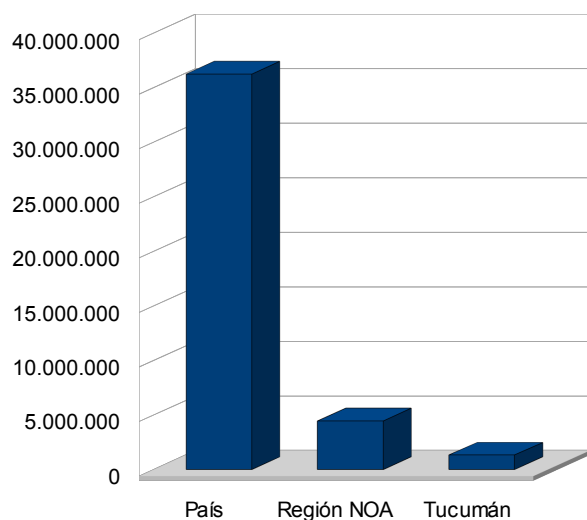
La estimación para el año 2015 es que la Provincia tenga 1.601.540 habitantes distribuidos en 794.902 varones y 806.638 mujeres. Proyección de la población (en número de habitantes) entre los años 2001 (fecha del último censo nacional) y el 2015. Fuente: INDEC 2005.



La Provincia concentra el 30,02 % de la población de la región NOA (Jujuy, Salta, La Rioja, Tucumán, Catamarca y Santiago del Estero)

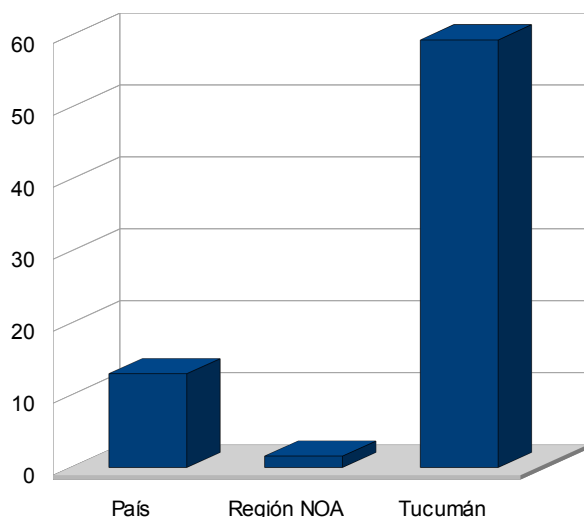


y el 3,69% del total del país.



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

La densidad de la población es de 59,43 habitantes por km². La provincia tiene la mayor densidad de la región NEA (que tiene una densidad media de 7,96 hab/km²).



Densidad de población (en hab/km²) del total del País, NOA y la provincia de Tucumán, al año 2001. Fuente: INDEC Censo Nacional de Población y Vivienda 2001

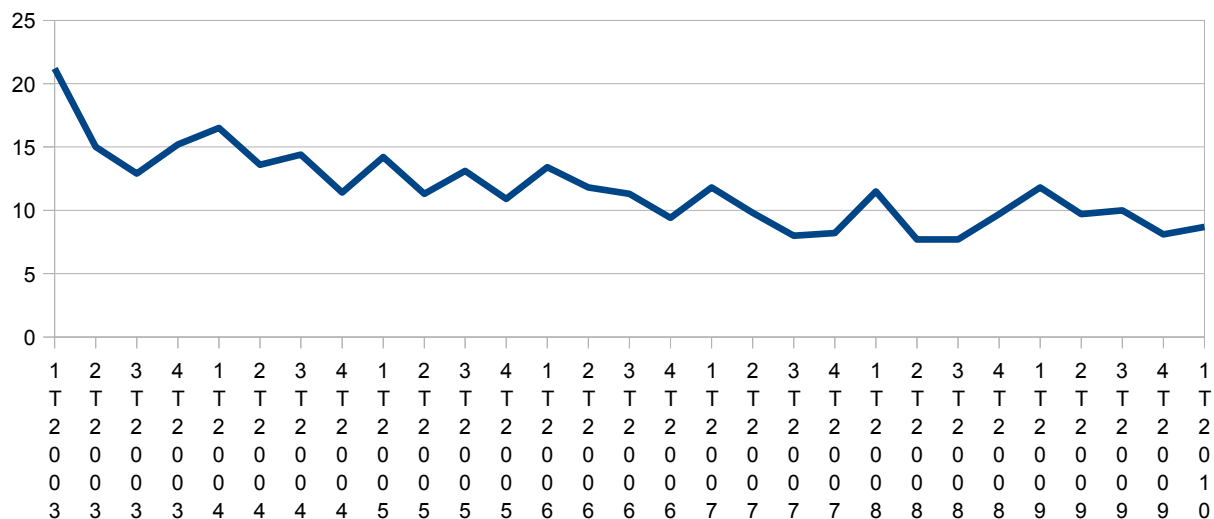
4.2. Aspectos sociales y sanitarios

Analfabetismo:

Departamento	Total de analfabetos	% de analfabetismo
Burruyacú	8559	25,99
Cruz Alta	35239	21,72
Chicligasta	15149	20,16
Famallá	6907	22,32
Graneros	2876	22,02
Juan B. Alberdi	5575	19,77
La Cocha	3858	21,82
Leales	10164	19,89
Lules	12148	21,22
Monteros	11148	19,08
Río Chico	10692	20,2
Capital	89432	16,95
Simoca	6453	21,56
Tafi del Valle	3054	22
Tafi Viejo	21736	20,12
Trancas	3609	23,32
Yerba Buena	11811	18,54

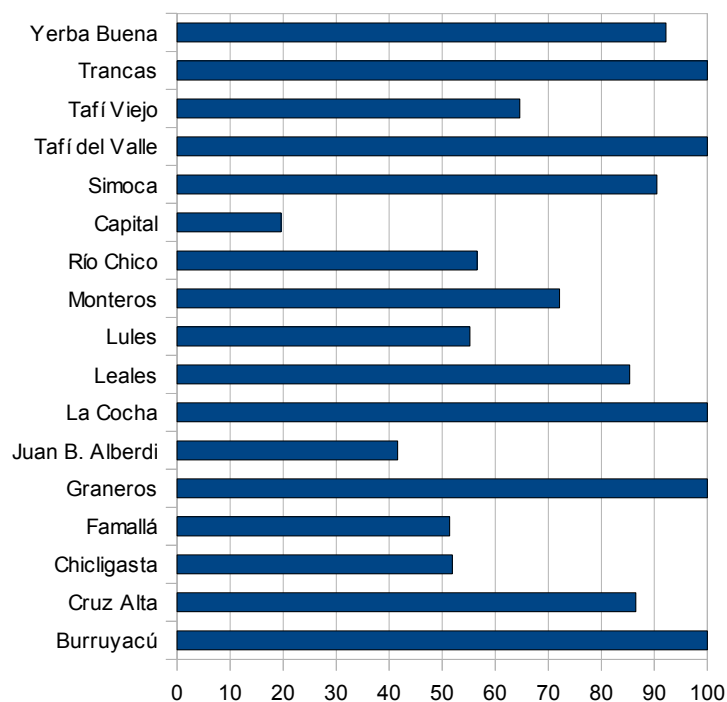
Tasa bruta de mortalidad:

Evolución de la tasa de población desocupada (en %) del Aglomerado Corrientes (Ciudad de Corrientes y área metropolitana). Años 2006/2010.



4.2.1. Servicios Sanitarios

Una alta proporción de las viviendas de la provincia carecen de servicios básicos de saneamiento.



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.

	Red pública (agua corriente)	Perforación con bomba a motor	Perforación con bomba manual	Pozo con bomba	Agua de lluvia	Transporte por cisterna	Río, canal, arroyo	Pozo sin bomba
Burruyacú	47,07	9,46	0,7	12,26	2,03	8,19	8,58	11,72
Cruz Alta	74,54	10,08	1,22	11,59	0,04	0,51	0,07	1,95
Chicligasta	87,66	3,71	2,72	2,7	0,05	0,55	0,63	1,98
Famallá	84,1	7,16	3,45	2,33	0,03	0,72	0,85	1,36
Graneros	56,45	6,66	10,45	6,69	0,17	4,78	3,18	11,61
Juan B. Alberdi	81,45	2,77	3,4	4,37	0,05	1,03	4,08	2,85
La Cocha	74,05	6,6	0,53	7,51	0,17	4,82	3,83	2,5
Leales	59,68	10,38	9,88	6,03	0,1	0,53	1,44	11,96
Lules	85,5	6,19	1,78	2,48	0,21	0,4	2,37	1,07
Monteros	85,51	4,14	5,55	2,35	0,02	0,31	0,3	1,81
Río Chico	85,56	6,74	3,35	2,43	0,05	0,34	0,83	0,69
Capital	97,72	1,61	0,07	0,36	0,01	0,16	0,02	0,05
Simoca	38,83	9,09	34,6	12,17	0,06	0,18	0,15	4,92
Tafí del Valle	57,27	1,33	0,25	0,95	0,03	8,59	28,81	2,76
Tafí Viejo	80,89	10,35	0,07	5,78	0,01	0,5	1,94	0,46
Trancas	61,85	8,84	0,11	2,32	0,09	1,09	23,79	1,89
Yerba Buena	86,14	8,29	0,07	4,76	0,01	0,2	0,38	0,15

4.2.2. Comunidades aborígenes

Población aborígen de la provincia de Tucumán:

Pueblo indígena Diaguita/ calchaquí	Provincias Jujuy, Salta y Tucumán	Número de habitantes 14810
---	---	-------------------------------

4.3. Aspectos económicos

Tucumán se inserta en la economía nacional como productora especializada de productos agrícolas industrializados con orientación principal hacia el mercado interno y con márgenes excedentarios exportables. Las exportaciones tucumanas sumaron u\$s153,3 millones en 1993, continuando la tendencia declinante iniciada luego del pico histórico de 1990. En dicho período, las ventas externas declinaron en u\$s28 millones. El sector exportador más dinámico es el complejo citrícola, que abarca desde la producción de los cítricos hasta la elaboración de jugos y el procesamiento de cáscaras de limón para su secado y para la obtención de aceites esenciales. En conjunto, las exportaciones de este grupo de actividades representaron en 1993 un 39% de las ventas externas totales de Tucumán.

El grueso de la disminución experimentada por las exportaciones agregadas de la provincia proviene del rubro de las manufacturas de origen agropecuario. En conjunto, las ventas externas de azúcar y de las bebidas, líquidos alcohólicos y vinagre, derivadas de la caña de azúcar, se redujeron en u\$s35,5 millones entre 1990 y 1993. El sector azucarero se ve afectado por una profunda crisis que se traduce en la reducción de los volúmenes producidos y exportados.

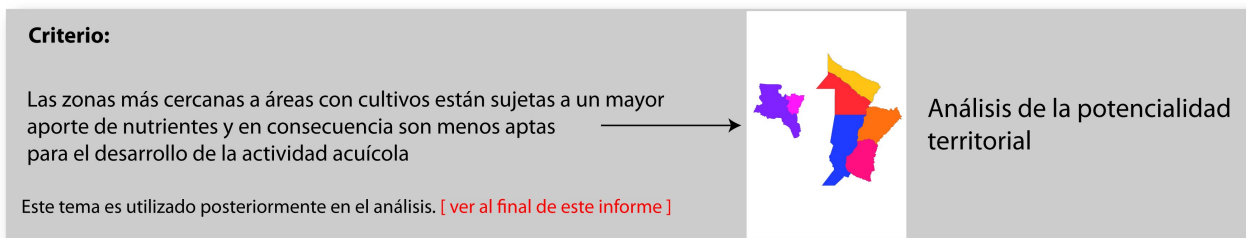
En lo que hace a manufacturas de origen industrial, dos rubros explican el 80% de las exportaciones. En primer lugar, material de transporte y productos químicos y conexos. También, dentro de las MOI, las exportaciones de papel, cartón e imprenta, vienen declinando desde fines de los ochenta. Los yacimientos de minerales no metalíferos constituyen prácticamente el único recurso minero de la provincia. Hasta el advenimiento de la gran minería, Tucumán ocupaba el primer lugar como productor minero de la región NOA.

El sector agropecuario aporta aproximadamente el 10% del Producto Geográfico provincial, correspondiendo el 95% a la agricultura y el resto a la ganadería. Por su parte, la industria azucarera, directamente ligada a la producción agrícola, tiene un peso determinante en la estructura productiva de Tucumán. La caña de azúcar presentó durante los últimos años una caída de la superficie cultivada y una disminución de su valor de producción. Esto último se relaciona con el descenso de los precios nacionales e internacionales del azúcar, que en 1992 se encontraba por debajo de los niveles medios vigentes en la década del ochenta.

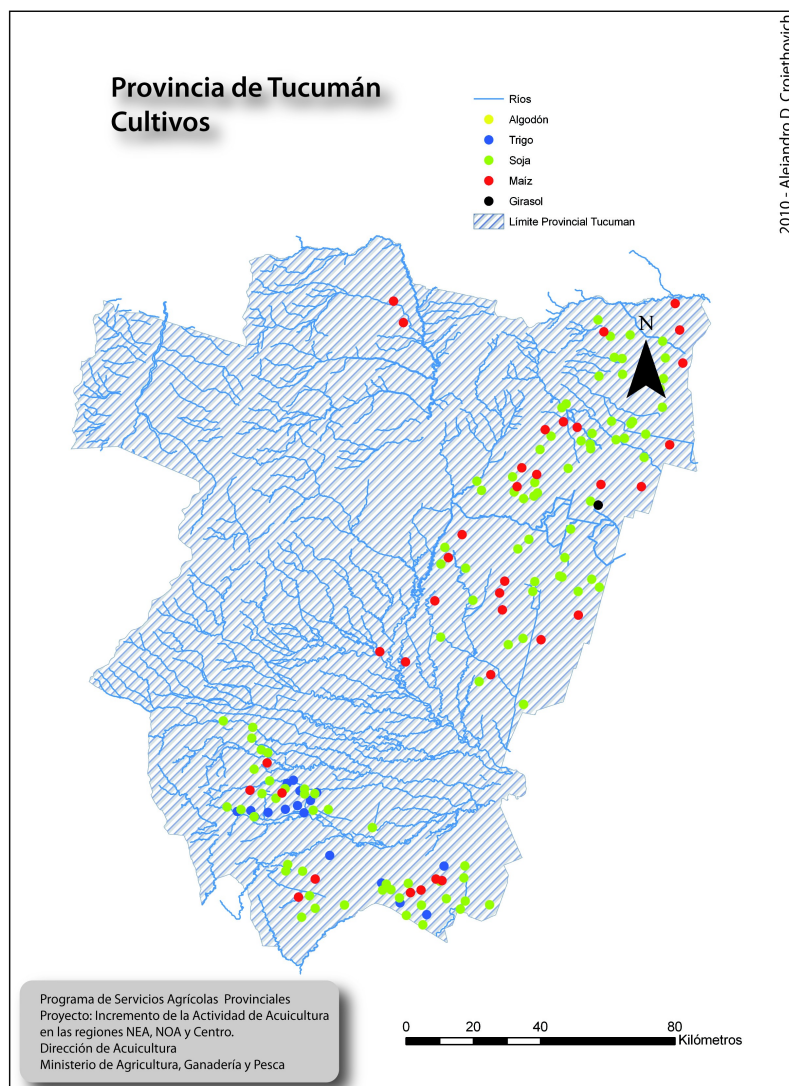
El limón es una actividad que presenta un gran dinamismo y se produce en zona libre de cancrisis, lo cual facilita su ingreso en los mercados internacionales. Argentina es el 4° productor mundial y Tucumán provee el 80% de la producción total del país. También se destacan los rendimientos de maíz y soja. Se espera que este cultivo siga

en crecimiento ocupando áreas cañeras marginales de difícil producción. La degradación del suelo que provoca el monocultivo de soja indica la necesidad de alternarlo con maíz o trigo. Entre los factores limitantes de la actividad, se pueden mencionar aquellos ligados a la competitividad y a la productividad, aquellos relacionados con el manejo de los recursos naturales y por último, aquellos vinculados a sanidad vegetal y animal y a la calidad de la producción.

En cuanto al manejo de los recursos naturales, el principal inconveniente es la excesiva subdivisión de la tierra, lo que conduce a un inevitable monocultivo degradante de los suelos. Respecto del tercer aspecto, los mayores inconvenientes lo representan las enfermedades de los cultivos y la mosca de las frutas, que en conjunto con falencias de los sistemas de calidad y tratamiento de residuos, ubica al sector en una posición de debilidad.

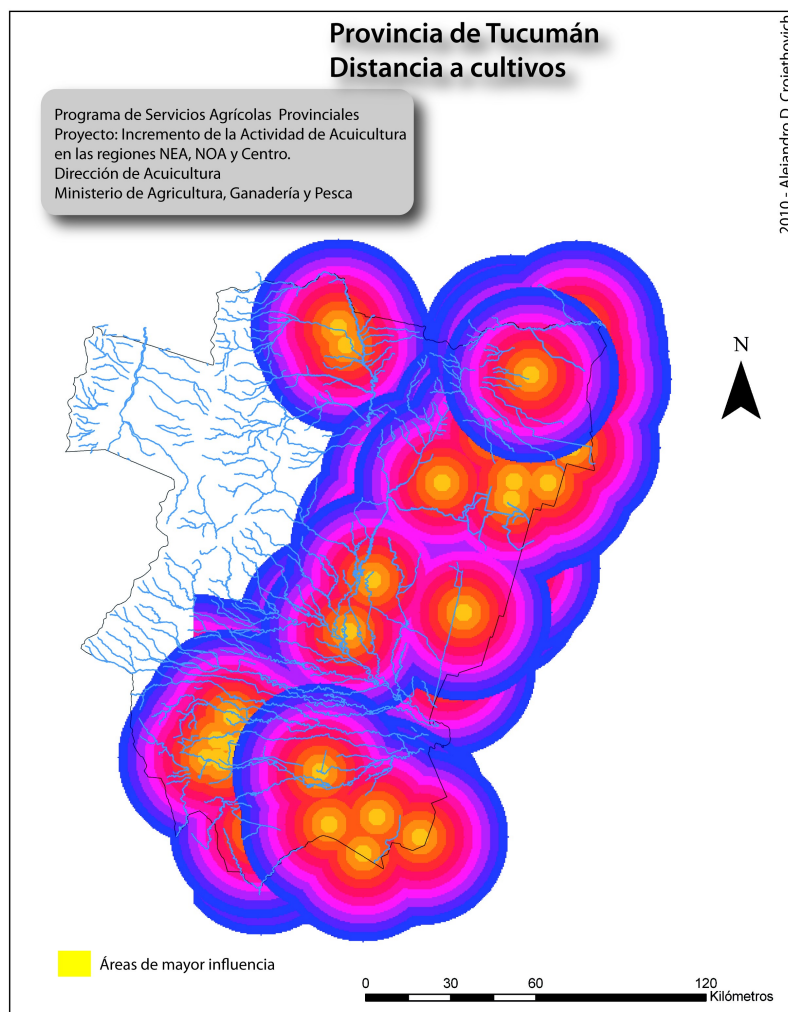


En el siguiente mapa se muestra la distribución de los principales cultivos de la provincia durante el quinquenio 1996-2000 (fuente de los datos: La Argentina en mapas; Evolución de la agricultura. IMHICIHU-CONICET. Noviembre, 2008. Disponible en Internet <http://www.laargentinaenmapas.com.ar>):



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.

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



4.3.1. Industria y servicios


La actividad azucarera es el rubro industrial más importante de la provincia. Del procesamiento de la materia prima se obtiene como producto principal el azúcar y como subproductos, el bagazo (utilizado para la elaboración de papel, tableros aglomerados, etc.) y la melaza, entre otros. La mayoría de los ingenios cuenta con destilerías para obtener, a partir de la melaza, el alcohol. La producción y exportaciones de azúcar vienen disminuyendo desde mediados de la década del ochenta.

Es destacable la importancia de la actividad cítrica en la economía provincial; se trata de un complejo caracterizado por una elevada integración vertical. El cítrico de mayor importancia es el limón, un 70% de cuya producción se destina a la

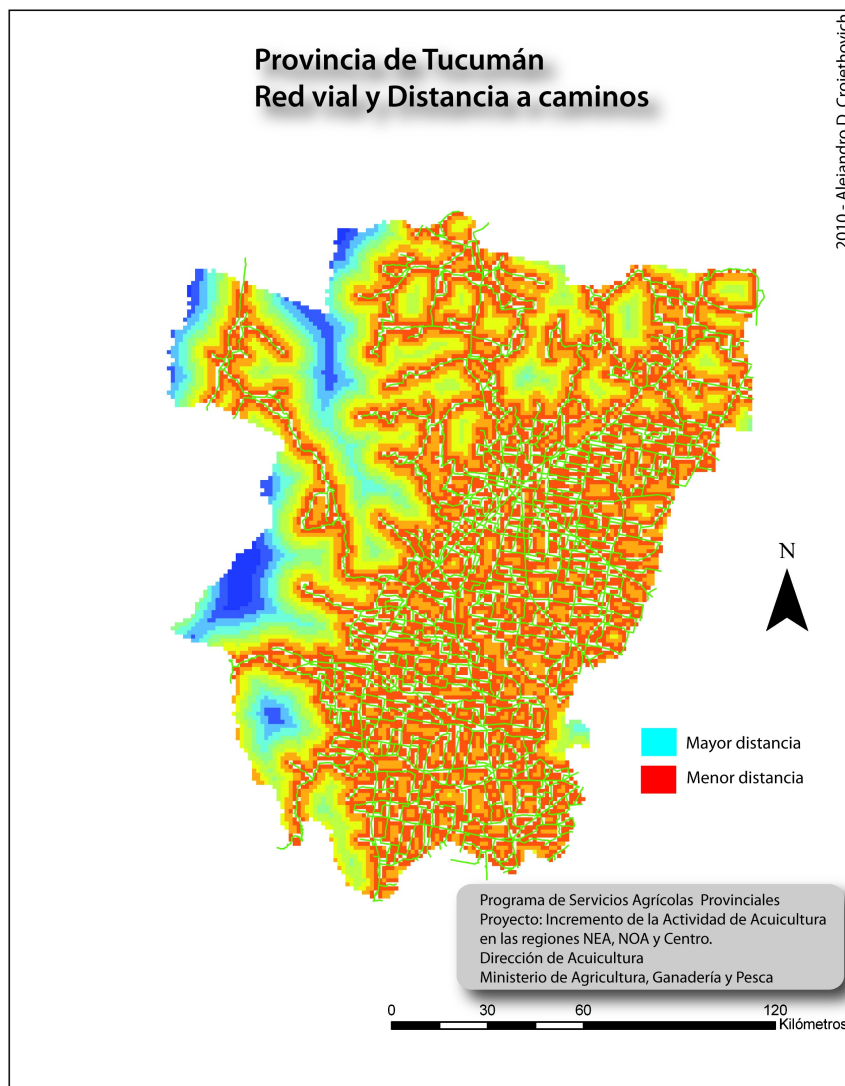
elaboración de jugos concentrados y aceites esenciales así como a la obtención de cáscaras deshidratadas de utilidad en la producción de alimentos balanceados y pectina. El segmento industrial de este complejo comprende 10 establecimientos que procesan citrus. Se cuenta, complementariamente, con 40 plantas de empaque.

4.4. Infraestructuras

Red vial:

<p>Criterio:</p> <p>Las zonas más cercanas a caminos y rutas poseen una mejor comunicación para el ingreso y egreso de productos e insumos y en consecuencia son más aptas para el desarrollo de la actividad acuícola</p> <p>Este tema es utilizado posteriormente en el análisis. [ver al final de este informe]</p>		<p>Análisis de la potencialidad territorial</p>
---	--	---

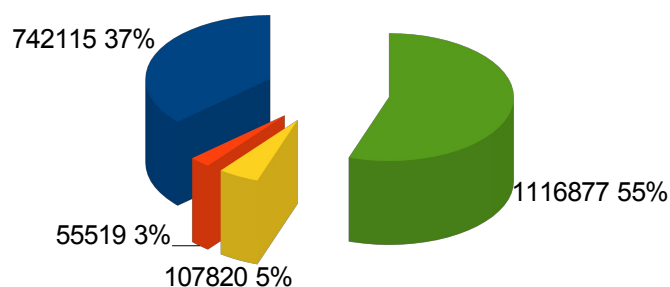
Un factor importante a la hora de evaluar la potencialidad del territorio para actividades productivas es analizar la distancia de los posibles emplazamientos a caminos, es decir la disponibilidad de comunicaciones para la salida de mercaderías y entrada de insumos y personal. En el siguiente mapa se muestran 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 (UMSEF 2004), la provincia de Tucumán 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 Tucumán (al año 2002).

Porcentaje de tipos de coberturas. Ver la tabla con la descripción.

Fuente: UMSEF 2004.

Clase de cobertura de la tierra. Fuente: UMSEF 2004	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.

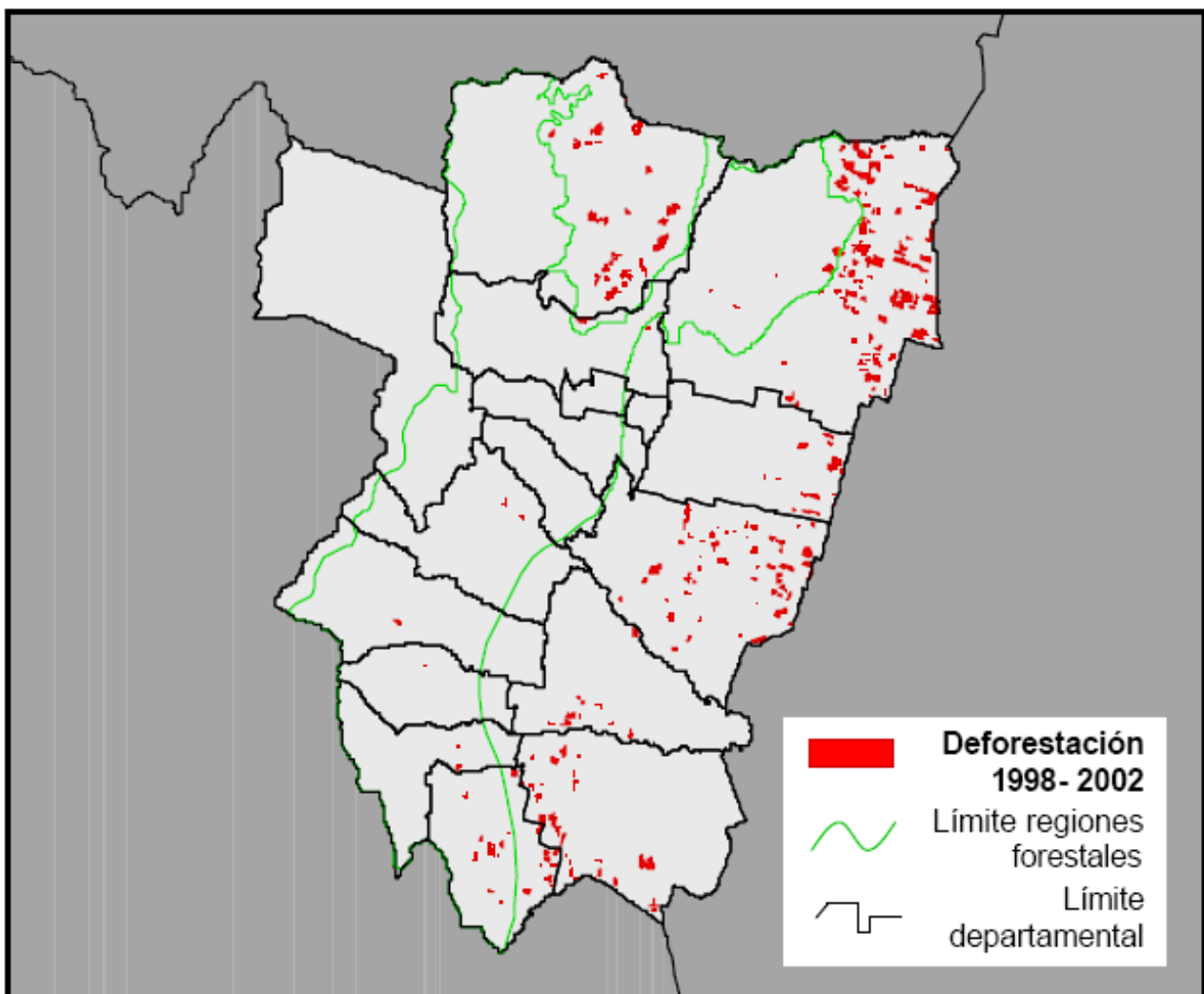
La región del Parque Chaqueño comprende las llanuras del Este de la provincia y una importante extensión de Chaco Serrano en el valle de Trancas. Entre las principales especies forestales de esta formación pueden nombrarse *Schinopsis lorentzii*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Ziziphus mistol*, y *Prosopis* spp.

Los bosques de la región Selva Tucumano Boliviana se ubican en los faldeos de las sierras entre los 400 y 2.000 msnm. En esta provincia, este tipo de formación boscosa se encuentra en la Sierra de Aconquija, principal cordón montañoso de la provincia como así también en las Cumbres Calchaquies en el Noroeste y las Sierras de los Campos y Medina en el Noreste. La vegetación responde a un gradiente altitudinal, asociado a su vez con diferencias en los niveles de precipitación. Es así que se diferencian pisos altitudinales con distinta composición de especies (para descripción de los pisos altitudinales ver Cabrera, 1976; Brown, 1995; Brown et al., 2001).

Algunas de las especies forestales de importancia son *Cedrela lilloi*, *Juglans australis*, *Alnus acuminata*, *Anadenanthera colubrina*, *Blepharocalyx gigantea*, *Phoebe porphyria*, *Myrcianthes pungens*, *Podocarpus parlatorei*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Tipuana tipu*, *Pisonia zapallo*, *Tabebuia avellaneda*, *Patagonula americana*, *Jacaranda mimosifolia*, *Myroxylon peruiferum*, entre otras.

Por último, la región del Monte se extiende en sentido Norte-Sur en el área de los Valles Calchaquíes y es atravesada en gran parte por el trazado de la Ruta Nacional N° 40. En esta región se localizan las poblaciones de Colalao del Valle y Amaicha del Valle. La vegetación en general corresponde a pastizales y arbustales de jarilla (*Larrea* spp.) con algunos bosques de *Prosopis* spp. y *Salix humboldtiana* en los bordes de salinas y márgenes de ríos.

La deforestación en la Provincia de Tucumán, entre los años 1998 y 2002, es de 22.171 hectáreas (siendo de 20.865 y 1.306 hectáreas para Parque Chaqueño y Selva Tucumano Boliviana respectivamente). Como resultado de la deforestación en la provincia, el bosque nativo ha disminuido. También a causa de la deforestación, entre 1998 y 2002, hay áreas de Tierras forestales que se han fragmentado no superando la superficie mínima para ser considerados en esta categoría y por lo tanto, han pasado a la categoría Bosques rurales. Siendo la tasa de deforestación de $-0,68\%$. El valor calculado para la provincia es el triple que el calculado para todo el mundo en el período 1990-2000 que fue de $-0,23$ (Puyravaud, 2003) lo que indica que la tasa de deforestación de la provincia de Tucumán se encuentra por encima del promedio mundial. Es importante señalar que si bien en Tucumán la deforestación (22.171 ha) es menor a la observado para otras provincias como Santiago del Estero o Salta (306.055 y 194.389 ha respectivamente), el área deforestada representa una alta proporción de la superficie de bosque nativo de la provincia. La mayoría de las áreas deforestadas pertenecen a la región Parque Chaqueño y están localizadas en el noreste de la provincia siendo el departamento más afectado el de Burruyacu seguido por los departamentos de Trancas y Leales



Deforestación durante el período 1998 – 2002 en la provincia de Tucumán. Fuente: UMSEF 2004

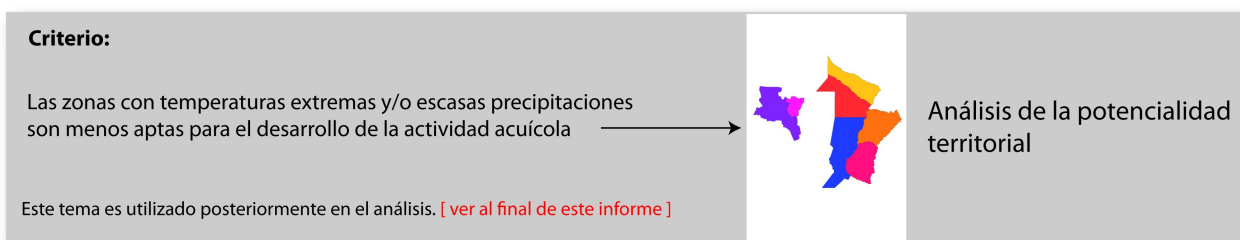
6. Climatología

Por la situación geográfica y por la morfología dominante, el clima de la provincia de Tucumán ofrece características generales y comunes con la región centro – norte de la República Argentina y simultáneamente otras particulares que son resultantes de la notable variedad de su relieve.

El territorio de la provincia participa de la influencia que en el sector septentrional del territorio argentino ejerce el anticiclón del Atlántico Sur, que como es sabido emite vientos húmedos y calientes, sobre todo en verano, hacia el continente y que penetran entre Natal y Cabo Frío (Brasil).

También ejerce influencia en la zona el anticiclón del Pacífico Sur, que emite masas de aire regulares con dirección Oeste – Este, que al penetrar al territorio argentino son desviadas por la presencia del centro ciclónico que se forma en el norte del país, alrededor de la isoterma de 30°C de enero. Los vientos de origen pacífico pierden gran parte de la humedad, al transponer la cordillera austral, transformándose en secos y fríos.

Según autores varios, de la latitud y de las condiciones en que se encuentran ambas masas de aire, caliente y húmeda una y fría y seca la otra, depende el desarrollo del tiempo al Norte del paralelo 42 en la Argentina.



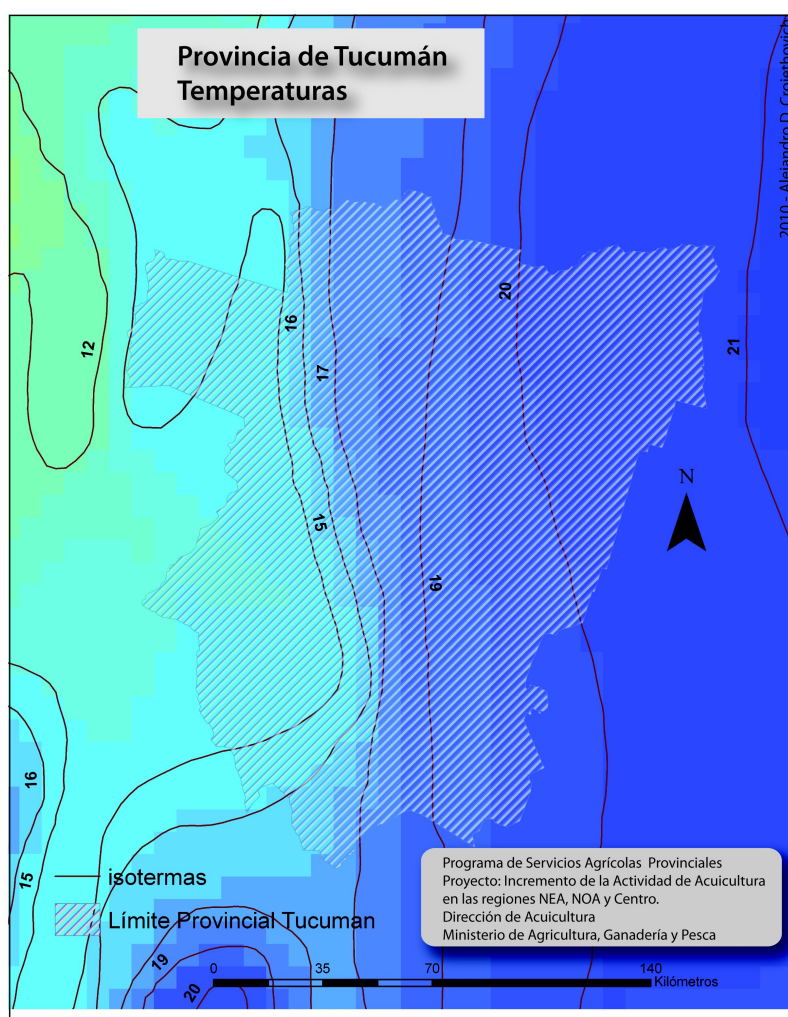
En la llanura tucumana las temperaturas medias anuales oscilan entre 18° y 20°C. En verano la temperatura media es de 24° y 26° y en invierno oscila entre 10° y 12°C, las estaciones intermedias son de escasa importancia desde el punto de vista térmico, en primavera se registra una media de 16° y en otoño de 18°C.

Los registros máximos pueden alcanzar los 40°C y 45°C en algunas zonas del llano, sobre todo en aquellos días en que se produce una lenta afluencia de aire proveniente del Atlántico Sur.

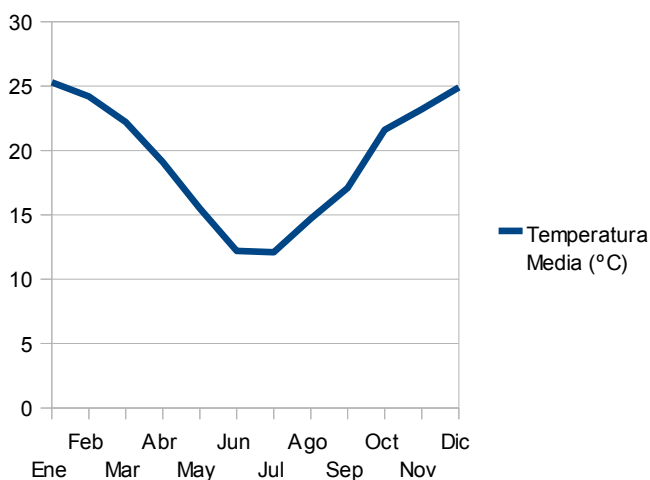
Las temperaturas mínimas suelen alcanzar registros bajos, cercanos a los -7°C en la sección más baja de la llanura, en zonas comprendidas en la cota de 300 m s.n.m. donde se produce la acumulación de aire frío pesado que desciende de la región montañosa en concordancia con los cursos fluviales.

En la zona montañosa, las temperaturas medias anuales varían de 14°C a 12°C a 2.500 m s.n.m. desde donde descienden rápidamente hasta los 4°C ó menos, en las cimas, donde se producen heladas en las noches despejadas.

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



A continuación se presentan los datos de temperaturas de las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional:



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

El régimen imperante de los vientos, tanto en la zona llana como en la montañosa, determina también el de las precipitaciones. Así los del Nordeste son portadores de humedad atlántica especialmente en verano, que la condensan por ascenso en el faldeo oriental de las Sierras del Aconquija; es importante destacar que esta influencia orográfica se proyecta hasta más allá de los 50 Km y en forma más intensa desde el faldeo hasta los 15 Km, alcanzando su máximo entre los 850 y 900 m s.n.m. ya en pleno paisaje pedemontano y montañoso.

El faldeo oriental, tanto del Sistema del Aconquija como de las Sierras Subandinas, orienta los frentes fríos y húmedos procedentes desde el Sur. Existe por lo tanto una franja de, aproximadamente 30 Km de ancho, con lluvias que alcanzan los 1.000 mm anuales, con dos máximos a principios y fines del verano. En la zona pedemontana y coincidente con la dirección NNE – SSW, desde la ciudad de San Miguel de Tucumán hasta la "bahía" de Concepción, las precipitaciones aumentan gradualmente, lo que determina la existencia de "islas" o áreas que por su exposición más favorable a los vientos húmedos, llegan a recibir hasta 2.000 mm de lluvias anuales.

Arriba de los 2.000 m s.n.m. las precipitaciones van decreciendo hasta 300 mm anuales en las zonas más altas de las montañas, por sobre los 3.500 metros dominan los vientos fríos y fuertes del Sudoeste. La humedad atlántica aparece en un segundo horizonte, por sobre los 4.500 m s.n.m. cuando sobre las cumbres nevadas se produce una nueva condensación de la humedad, transportada a esa zona por corrientes ascendentes calentadas en la llanura, que las incorporan al movimiento atmosférico general desde el Nordeste.

En todas las sierras de la provincia de Tucumán, la nieve permanente sólo existe sobre las cumbres de los "nevados" del Aconquija, desde los 5.200 m de altura. A partir de estas cumbres y hacia el Oeste, las precipitaciones disminuyen aún más y así en el valle de Santa María o de Yocavil las mismas son del orden de los 200 mm anuales, acentuándose esta sequedad hasta alcanzar los 150 mm anuales en los faldeos de la sierra de Quilmes o del Cajón.

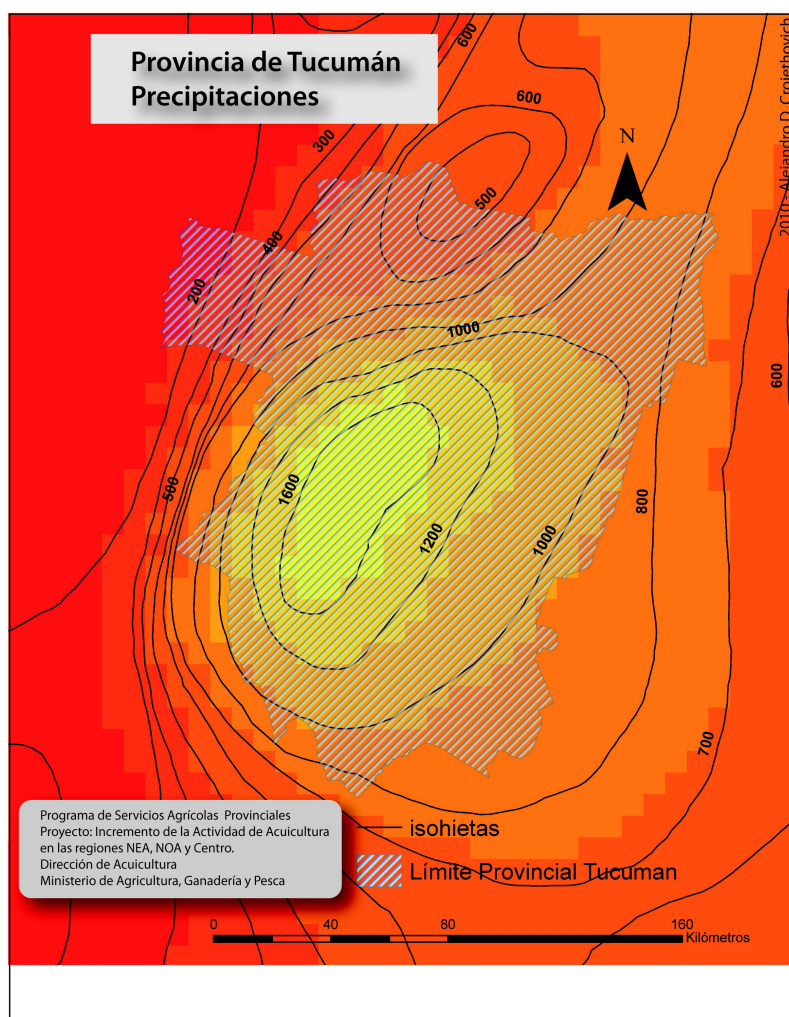
Algunos valles intermontanos como el de Tafí, por ejemplo, acusan precipitaciones de hasta 400 mm anuales, debido a su orientación NNW – SSE que facilita la penetración de corrientes húmedas procedentes del Sudeste; otros valles más bajos como los de Siambón, Raco, San Javier reciben precipitaciones de 600 mm anuales.

La cuenca de Tapia – Trancas, que en su mayor parte está a sotavento de la sierra de Medina, muestra una pluviometría de 400 a 600 mm anuales en la sección más deprimida; esta cantidad va aumentando gradualmente hacia el Oeste, en vinculación a las Cumbres Calchaquíes hasta alcanzar los 800 mm anuales, para decrecer al otro lado, de manera similar a lo que sucede con el sistema del Aconquija.

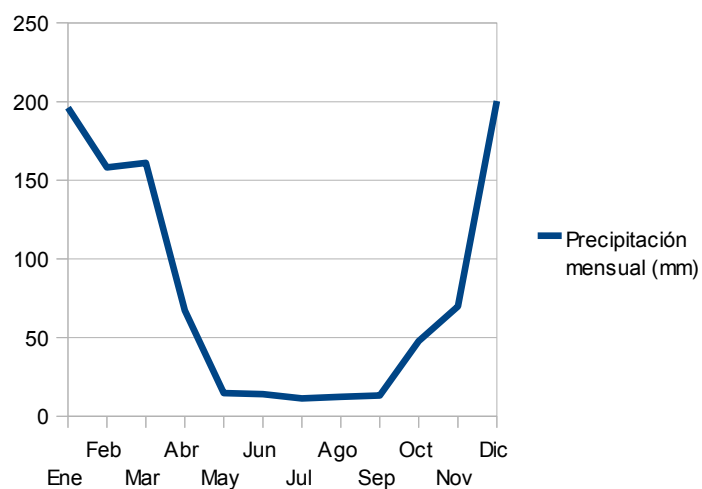
Desde la zona pedemontana hacia el Este y ya en el dominio de la llanura, las lluvias van disminuyendo gradualmente hasta el límite con Santiago del Estero, donde sólo llueve de 500 a 600 mm anuales.

El régimen de precipitaciones y de temperaturas de la provincia de Tucumán, determina índices de humedad relativa muy diferentes según se trate de la zona de llanura, donde alcanza 60 a 80% en verano y 80 a 95% a fines de estación y en invierno. En la zona montañosa la humedad relativa es mucho menor, especialmente en invierno.

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



A continuación se presentan los datos de las precipitaciones para las estaciones activas del Servicio Meteorológico Nacional:



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

Datos climatológicos, estación Tucumán:

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	31,3	25,3	20,2	75	9,2	4	13	15	196,2
Feb	30,2	24,2	19,2	77	9,5	2	11	12	158,1
Mar	27,7	22,2	18	83	7,4	5	15	14	161
Abr	24,4	19,1	15,1	84	6,2	4	15	10	67,2
May	21,2	15,5	11	81	5,8	8	13	6	14,7
Jun	18,2	12,2	7,6	80	5,8	9	12	5	14
Jul	19,1	12,1	6,8	74	6,6	12	10	4	11,4
Ago	22,5	14,7	8,6	66	7,6	12	9	3	12,4
Sep	24,5	17,1	10,6	63	9,1	11	10	4	13,3
Oct	29	21,6	15,1	62	9,4	9	11	6	47,8
Nov	29,6	23,2	17,5	70	9,5	5	12	12	69,8
Dic	30,6	24,9	19,4	73	9	4	11	12	200,4

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Vientos

Así como la morfología tiene su implicancia en los registros térmicos, la tiene también sobre los vientos. En la llanura, hasta los 800 m s.n.m. los vientos soplan con mayor frecuencia desde el sector Sur – Suroeste, con un porcentaje que puede llegar hasta el 25%, este predominio disminuye paulatinamente en la zona llana hacia el Este, donde los vientos predominantes son los que soplan del sector Norte – Noreste. Los vientos del Sur son en general, débiles pero continuos y se manifiestan como una lenta corriente de aire fresco; cuando se produce un excesivo calentamiento suelen transformarse en vientos huracanados (50 – 70 Km/h) con el avance de los frentes pamperos.

Los vientos del Norte, tienen características de tipo monzónico y corren por lo general, hasta alturas superiores a los 400 metros. Desde los 2.000 m s.n.m. alcanzan a tener una frecuencia anual del 45%, mientras que los vientos del Sur, en puntos de libre exposición a las corrientes atmosféricas, representan el 32%.

En el Este, lógicamente, la afluencia del aire atlántico caliente es mayor que en el área central. En las cumbres, arriba de los 3.500 m s.n.m. dominan los vientos fríos y fuertes del Sudoeste, del tipo anti – alisios, que se dirigen a las zonas de baja presión existentes entre las altas montañas del Noroeste Argentino y al Este de ellas.

En el interior de las zonas montañosas del territorio tucumano, se observa que la configuración del terreno influye decididamente en la dirección, frecuencia y velocidad de los vientos. Las cuencas longitudinales desvían la circulación general según su propia orientación, de modo que dominan en las mismas los vientos del Sur, lo que no es extraño ya que los vientos de otra dirección raramente llegan a ellas. Una excepción es la cuenca de Tapias – Trancas por su amplia comunicación con la cuenca de Metán hacia el Norte, lo que permite la circulación de los vientos del Norte con gran facilidad. Otra excepción lo constituye el valle de Santa María, donde domina el viento Norte, pero aquí no se trata de un monzón desviado sino de un viento descendente tipo foehn ("Zonda") seco y caliente; que a veces alcanza a llegar hasta el valle de Tafi.

7. Geología y suelos

En la provincia de Tucumán es posible distinguir dos provincias geológicas, diferenciadas por su estilo tectónico: Sierras Subandinas (fuera de las áreas de estudio), que comprenden las Sierras de Medina, Nogalito, La Ramada, El Campo y Candelaria, ubicadas en el noreste de la provincia; y Sierras Pampeanas que ocupan la mayor parte del territorio provincial.

Las Sierras Pampeanas abarcan la totalidad de las áreas de estudio de la provincia y está conformada por cordones montañosos que corresponden a las Cumbres Calchaquíes, Sierras del Aconquija y de Quilmes, cuyos núcleos están formados por rocas metamórficas que evolucionaron a partir de sedimentos pelíticos – arenosos de origen marino, depositados durante el Precámbrico superior - Cámbrico inferior. Éstos fueron polideformados y metamorfizados en sucesivos eventos geológicos que culminaron en el Ordovícico superior - Devónico con la intrusión de stocks y batolitos. El Paleozoico superior y el Mesozoico inferior no están representados en las áreas de estudio de la provincia de Tucumán.

El Cretácico está representado por una secuencia sedimentaria caracterizada por conglomerados y areniscas, a la que les continúa una serie de sedimentos terciarios compuestos por areniscas, arcilitas, limolitas, yesos, calizas y tobas. Estos sedimentos del Terciario, han sido profundamente investigados y poseen diferentes denominaciones según la región en donde hayan sido estudiados. Durante el Mioceno, en un pequeño sector de la provincia de Tucumán, existen evidencias de actividad volcánica. La secuencia continúa con la depositación de sedimentos del Cuaternario, correspondiente a conglomerados y gravas, arenas y limos fluviales que cubren extensas áreas de la provincia.

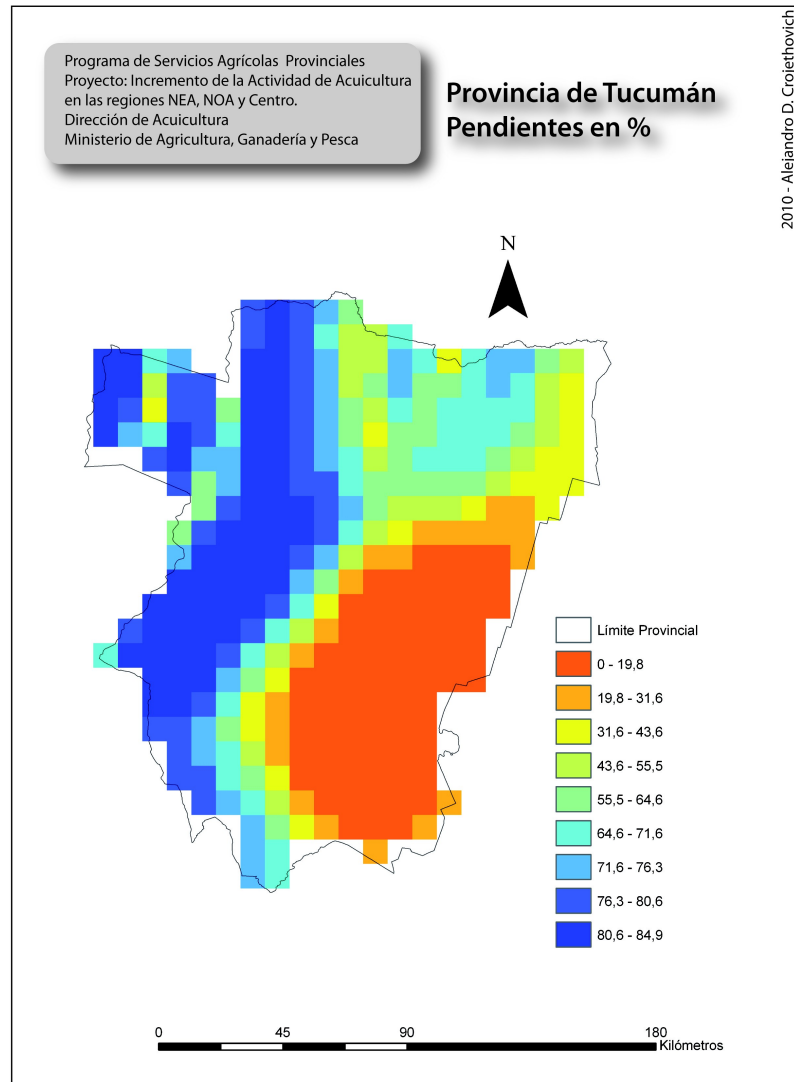
Criterio:

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](#)]



7.1. Suelos

Aconquija - Valles Calchaquies – Lules:

En Tucumán se pueden distinguir en forma general, tres tipos de suelos: a) suelos profundos con drenaje excesivo a bueno, b) suelos de drenaje bueno a moderado y c) suelos compactos de drenaje dificultoso a impedido.

Los primeros corresponden a las áreas más deprimidas de Tafí del Valle, Amaicha del Valle y Colalao del Valle, abarcando el 18% de la superficie total de la provincia. Son suelos de origen aluvial que poseen una baja capacidad hídrica y como tienen buen drenaje, cuando contienen sales no dificultan los cultivos. Son ricos en materia orgánica y pH ligeramente ácido-alcalino y muchas veces neutro. Son pobres en fósforo, pero ricos en potasio, calcio y magnesio. Pueden considerarse como aptos para todo tipo de cultivos, aunque en algunas secciones presentan problemas de erosión (pendientes del 15 al 2%). Dentro de esta área, a la altura de Lules (piedemonte húmedo) los suelos están representados por Molisoles (Argiudoles y Hapludoles) que constituyen los suelos de aptitud agrícola por excelencia de la provincia y están destinados al cultivo de caña de azúcar y citrus (Vargas Gil, 1991).

Los suelos de drenaje bueno a moderado, ocupan gran parte de la llanura del Este Tucumano y la zona vecina al límite con Catamarca en el valle de Santa María, cerca de Fuerte Quemado. Cubren el 25% de la superficie total de la provincia. Son suelos profundos de textura media y sus horizontes van desde el franco –arenoso al franco-arcilloso. Tiene mayor capacidad de retención de agua, moderado porcentaje de materia orgánica, con pH leve a netamente alcalino y son pobres en fósforo, pero bien provistos de potasio, calcio y magnesio. Al igual que los anteriores son aptos para todo tipo de cultivo. En esta zona están representados los Molisoles de los Grandes Grupos Argiustoles y Haplustoles en tierras destinadas al cultivo de la caña de azúcar, citrus y cultivos extensivos de granos (Vargas Gil, 1991).

Los suelos compactos de drenaje dificultoso a impedido, están irregularmente distribuidos especialmente en el centro de la provincia, y representan el 9.41% del total de la superficie. Son ricos en materia orgánica pero pobres en fósforo, con pH neutro a levemente alcalino y a veces con abundantes sales especialmente sulfatos. En esta zona se hallan Entisoles asociados a Molisoles y Aridisoles, cuya aptitud está condicionada a los suelos con los cuales se asocia (Vargas Gil, 1991).

Clasificación

- Aridisoles

Paleargides típicos: La secuencia característica de horizontes de estos suelos es: A1, B2t, B3, IIR. Tienen epipedón ócrico y el horizonte argílico denso, de poco espesor con límite superior abrupto. Este horizonte tiene color rojo intenso y es común encontrarlo como horizonte superficial debido a la pérdida A1 por erosión. Este suelo es característico de las geoformas estabilizadas antiguas: piedemontes, conos de deyección y planicies. Se trata de campos naturales de pastoreo, restringidos a las Tierras a en el límite con la provincia de Catamarca. Los Paleargides típicos son dominantes en la unidad DEtc-1.

Cambortides típicos: Los Cambortides típicos tienen una secuencia de horizontes A1, B, II, III: El epipedón es ócrico y el horizonte B es cámbico, suelto. El perfil está desarrollado sobre sedimentos aluviales de textura media a gruesa y se registra una abundancia de gravas y piedras. Estos suelos se encuentran en las vías naturales de avenamiento, en pedemontes y en abanicos coalescentes de formación reciente. Son suelos de las Tierras de altura intermedia, en la Región Natural de los Valles y Quebradas áridos. La aptitud es ganadera marginal como campos naturales de pastoreo. Los Cambortides típicos son dominantes en la unidad DGte-1 y están asociados en las unidades Eltc-15, ENtc-22 y ENtc-24 como componente subordinado.

- Entisoles

Ustifluventes típicos: Los Ustifluventes típicos tienen una sucesión de capas aluviales variables en textura, espesor y composición mineralógica. Su distribución es muy generalizada. Se trata de suelos comunes en las bajadas en cauce, cauces incipientes, derrames, terrazas y llanuras aluviales, en Tierras de altura intermedia y Tierras bajas. Son suelos de aptitud de uso variado según el ambiente en que se encuentren. Forman parte de las unidades EKtc-11, EKtc-13, EKtc-19 como componente dominante y de las unidades AEtc-34, MNtc-16, MNud-1 1 y MNud-18 y MNud-23 como componente subordinado.

Torrifluventes típicos: Los Torrifluventes típicos manifiestan una secuencia de capas aluviales, variables en espesor y textura. Son suelos frecuentes en distintas formas de paisaje que componen el sistema de avenamiento y desagüe natural; derrames, bajadas en cauce y llanuras aluviales. Tienen amplia distribución geográfica en las Tierras altas y Tierras de altura intermedia. La aptitud natural de estos suelos es ganadera, pero en forma restringida se los aprovecha para agricultura bajo riego. Estos suelos dominan en la unidad Eltc-15 y son componentes subordinados de las unidades DGtc-1 , ENtc-24. Algunos Torrifluventes presentan abundantes sales solubles en el perfil. Se los encuentra sobre las vías naturales de escurrimiento (llanura aluvial y terrazas). Su distribución areal está restringida al valle Calchaquí. Son dominantes en la unidad Eltc-14.

Ustortentes líticos: Estos suelos presentan una secuencia de horizontes A, C, R. No tienen horizontes diagnósticos, son suelos pedregosos someros, formados en las acumulaciones de regolito o en aglomerados de granulometría variable; el contacto con la roca subyacente es neto. Se ubican en el relieve de sierras y colinas de la región natural de Selva y Pastizales de Altura. Pertenecen a los faldeos cuyo rasgo distintivo es el relieve pronunciado y la abundancia de piedras y fragmentos gruesos. Las condiciones climáticas son favorables para la formación de una capa de mantillo en superficie. La distribución geográfica es amplia abarcando las sierras ubicadas al centro-oeste de la provincia. La aptitud natural de estos suelos es forestal extractiva y ganadera. Los Ustortentes líticos son dominantes en la unidad EPIi-25.

- Inceptisoles

Haplumbreptes énticos: Estos Inceptisoles presentan la siguiente secuencia de horizontes OI, A1, B2, R. Tienen epipedón úmbrico oscuro rico en materia orgánica y de baja saturación en bases, este horizonte incluye un colchón de restos vegetales parcialmente humificados. El horizonte cámbico tiene límite inferior abrupto en contacto con la roca subyacente, en todo el perfil abundan fragmentos de roca de granulometría variable. Estos suelos se han desarrollado a partir de materiales ricos en ceniza volcánica. Se ubican en los faldeos y porciones apicales de las sierras en la porción más húmeda de la Región de Selva y Pastizales de altura. La aptitud natural de estos suelos es forestal, y son aptos para reforestación con coníferas. Los Haplumbreptes énticos forman parte de las unidades IWen-1 y IWen-2 como componente dominante.

- Molisoles

Argiudoles típicos: Los Argiudoles típicos tienen perfiles cuyos horizontes principales son: A1, B2t, B3, C. El A1 corresponde a un epipedón mólico y el B2t a un horizonte argílico bien estructurado. Son suelos desarrollados sobre material loésico que descansa sobre acumulaciones de material aluvial. Estos suelos son frecuentes en los pedemontes y conos aluviales de la región natural de los Piedemontes Húmedos, ubicándose en la posición apical, media y distal de ellos. Su distribución geográfica es amplia en toda la franja adosada al relieve serrano, ubicada al norte y oeste de la ciudad de Tucumán. Se trata de tierras con aptitud agrícola óptima utilizadas para la realización de cultivos de caña de azúcar y citrus. Una variante frecuente de este Subgrupo, es la presencia de perfiles con epipedón engrosado de hasta 60 cm de espesor (epipedón páquico). Los Argiudoles típicos forman parte de las unidades Mltc-43 y Mltc-44 como dominante.

Argiustoles údicos: Los horizontes que distinguen a estos suelos son: A1, B2t, B3, C. El epipedón es mólico oscuro y el B2t es un horizonte argílico bien estructurado. Por debajo de los 80 cm de profundidad hay presencia de carbonatos libres. Estos suelos están desarrollados sobre sedimentos de origen loésico, que cubren acumulaciones aluviales. Se encuentran en paisajes variados: sierras, colirias, así como en piedemontes y conos estabilizados y de formación reciente. Geográficamente se encuentran en Tierras de altura intermedia y en Tierras bajas: cuenca Tapia-Trancas y noreste de la provincia respectivamente. Estas tierras tienen aptitud agrícola, para la realización de cultivos bajo riego y de secano; (excepto en el ambiente de sierras). Los Argiustoles údicos forman parte de las unidades cartográficas MKud-4, MKud-6, MKud-25 y MKud-27 como suelo dominante y de las unidades EPtc-16 y MPud-I como componente subordinado.

Haplustoles údicos: Los horizontes característicos de estos suelos son: A1, B2, B3, C. Tienen epipedón mólico y horizonte cámbico. Los carbonatos libres se manifiestan en profundidad debajo de los 80 cm. Son suelos desarrollados sobre sedimentos loésicos. Se distribuyen en un paisaje de piedemontes y conos aluviales ocupando la posición media y distal de ellos y en el relieve ondulado de lomas en las partes altas. Todas estas formas de paisaje están ubicadas en tierras bajas. Regionalmente se encuentran hacia el sur de la provincia de Tucumán. Los Haplustoles údicos forman parte de las unidades Mnud-1, Mnud-18, Mnud-23 como suelos dominantes y de las unidades Mkud-6 y MN:ag-1 como componente subordinado.

Paleustoles údicos: En los Paleustoles údicos se han reconocido el siguiente ordenamiento de horizontes: A1, B1, B2t, B3 y C. El A1 corresponde a un epipedón mólico oscuro y el B2t a un horizonte argílico denso, profundo y de baja permeabilidad. Son suelos desarrollados a partir de materiales aluviales y eólicos. Las formas del paisaje en que se encuentran son estabilizadas y antiguas: piedemontes, conos aluviales y planicies onduladas. Estos suelos se ubican en la parte media e inferior de los ambientes mencionados. Se distribuyen geográficamente en tierras de altura intermedia. Se trata de tierras con aptitud agrícola limitada. Los Paleustoles údicos forman parte de las unidades Mpud-1 y Mpud-2 como componente dominante.

Río Salí - Embalse Río Hondo:

En el área de estudio existen condiciones particulares que han permitido la evolución

casi normal de los tres horizontes edáficos, que por las características climáticas y la vegetación asociada suelen tener una capa orgánica muy desarrollada. En esta zona predominan los suelos sueltos, con material grueso, en parte lavado, rico en materia orgánica. El material que originó estos suelos (Molisoles) proviene de la disgregación y alteración de las rocas que forman el Sistema del Aconquija y que han sido transportados por los ríos. Son de elevada fertilidad potencia, que deriva de un horizonte superficial rico en materia orgánica. Sin embargo, su productividad esta limitada por tres factores: a su textura, el nivel freático y la diferencia en movimientos nutritivos. Son suelos de textura franco arenosa, predominando en algunas partes arenas y gravas.

Clasificación

- Molisoles

Argiudoles ácuicos: El perfil típico de éste Subgrupo tienen la siguiente secuencia de horizontes: A1, B2t, B3. Son suelos con epipedón mólico y horizonte argílico. La presencia de la capa freática poco profunda origina signos de hidromorfismo en la base del solum. Estos suelos se ubican en piedemontes y conos ocupando su porción distal, en condición de explanada uniforme. Se localizan en la región natural de la Depresión Tucumana en el sector occidental. Son suelos de aptitud agrícola, limitada por deficiencias de drenaje. Los Argiudoles ácuicos forman parte de la unidad MJen-30 como componente subordinado.

Haplustoles típicos: Estos Haplustoles presentan la siguiente secuencia de horizontes A1, B2, B3ca, Cca. Tienen epipedón mólico y horizonte cámbico, los carbonatos libres se manifiestan desde los 50 cm de profundidad. Están desarrollados sobre material loésico. Se encuentran en distintas formas de paisaje, aparecen en las Tierras de altura intermedia en piedemontes y conos aluviales en situación media y distal, en las Tierras en la Llanura Chaqueña estabilizada en situación de explanada y en relieve ondulado de lomas tanto en las partes altas como en las bajas. Su distribución geográfica es muy amplia en los sectores oriental y occidental de la provincia.

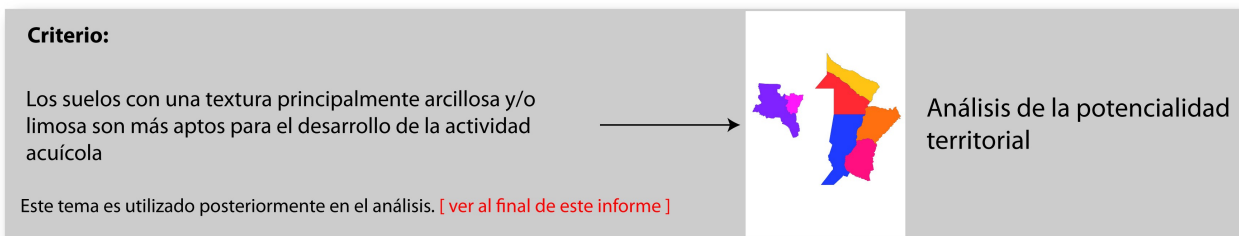
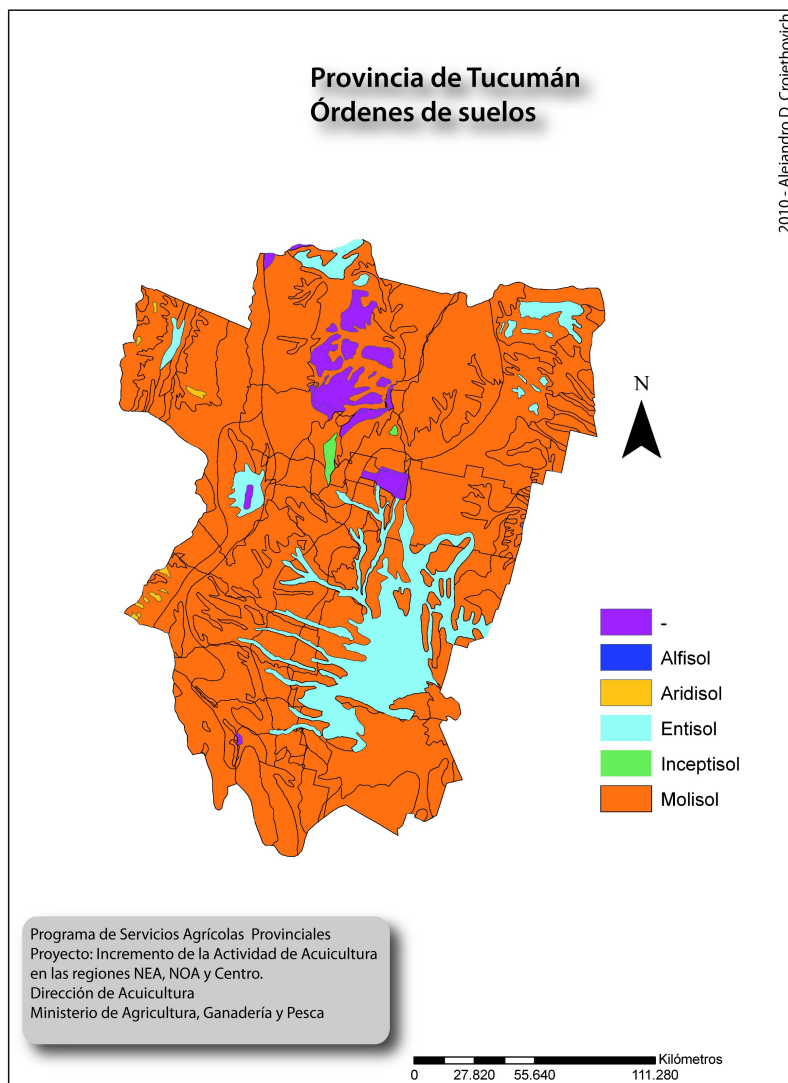
Haplustoles údicos: Los horizontes característicos de éstos suelos son: A1, B2, B3, C. Tienen epipedón mólico y horizonte cámbico. Los carbonatos libres se manifiestan en profundidad debajo de los 80 cm. Son suelos desarrollados sobre sedimentos loésicos. Se distribuyen en un paisaje de piedemontes y conos aluviales ocupando la posición media y distal de ellos y en el relieve ondulado de lomas en las partes altas. Todas éstas formas de paisaje están ubicadas en Tierras bajas. Regionalmente se encuentran hacia el sur de la Provincia de Tucumán. Los Haplustoles údicos forman parte de las unidades

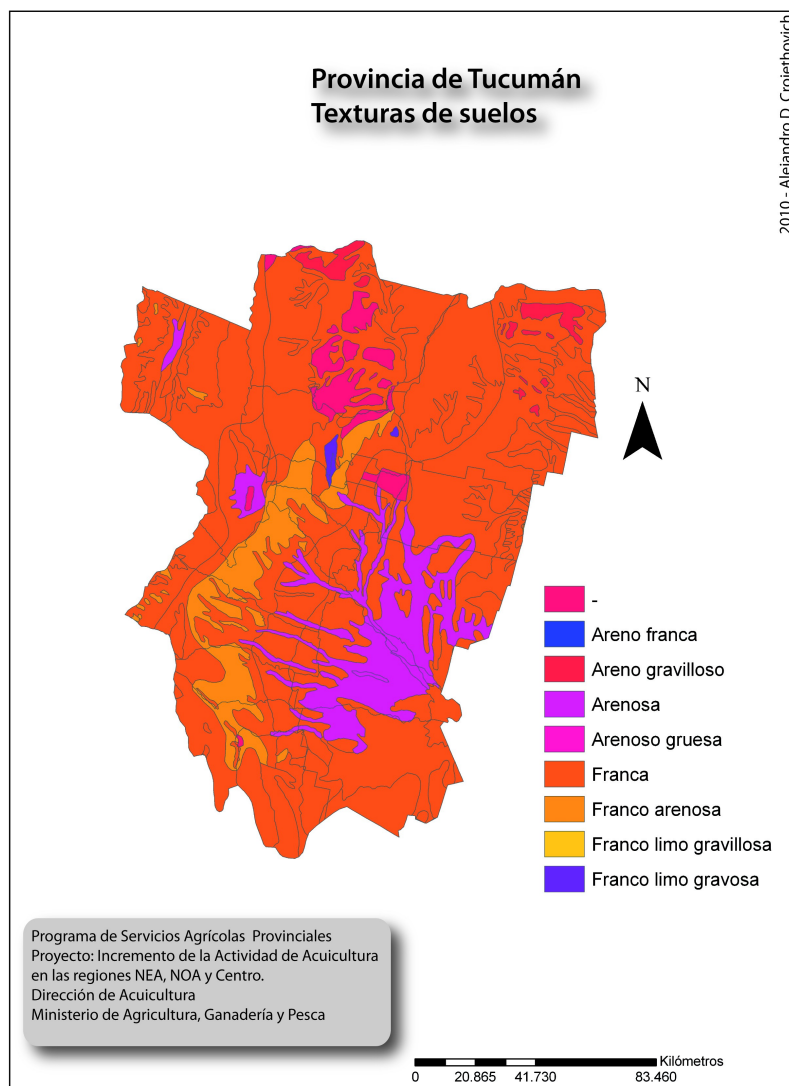
MNud-11, Mnud-18, Mnud-23 como suelos dominantes y de las unidades Mkud-6 y MN: ag-1 como componente subordinado.

- Entisoles

Ustifluventes típicos: Los Ustifluventes típicos tienen una sucesión de capas aluviales variables en textura, espesor y composición mineralógica. Su distribución es muy generalizada. Se trata de suelos comunes en las bajadas en cauce, cauces incipientes, derrames, terrazas y llanuras aluviales, en Tierras de altura intermedia y Tierras bajas. Son suelos de aptitud de uso variado según el ambiente en que se encuentren. Forman parte de las unidades EKtc-11, EKtc-13, EKtc-19 como componente dominante y de las unidades AEtc-34, MNtc-16, MNud-1 1 y MNud-18 y MNud-23 como componente subordinado.

Ustortentes líticos: Estos suelos presentan una secuencia de horizontes A, C, R. No tienen horizontes diagnósticos, son suelos pedregosos someros, formados en las acumulaciones de regolito o en aglomerados de granulometría variable; el contacto con la roca subyacente es neto. Se ubican en el relieve de sierras y colinas de la región natural de Selva y Pastizales de Altura. Pertenecen a los faldeos cuyo rasgo distintivo es el relieve pronunciado y la abundancia de piedras y fragmentos gruesos. Las condiciones climáticas son favorables para la formación de una capa de mantillo en superficie. La distribución geográfica es amplia abarcando las sierras ubicadas al centro-oeste de la provincia. La aptitud natural de estos suelos es forestal extractiva y ganadera. Los Ustortentes líticos son dominantes en la unidad EPLi-25.

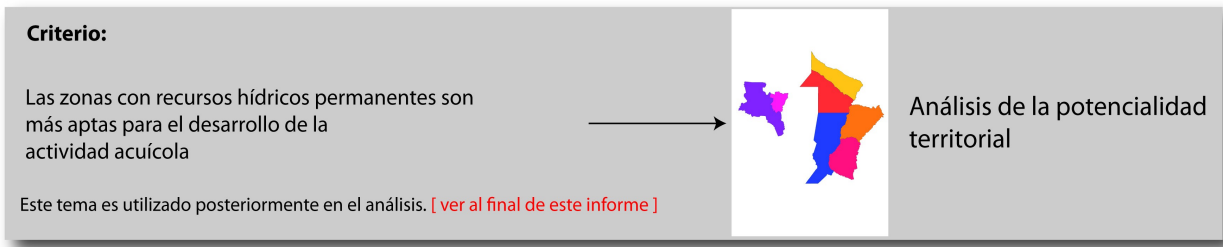
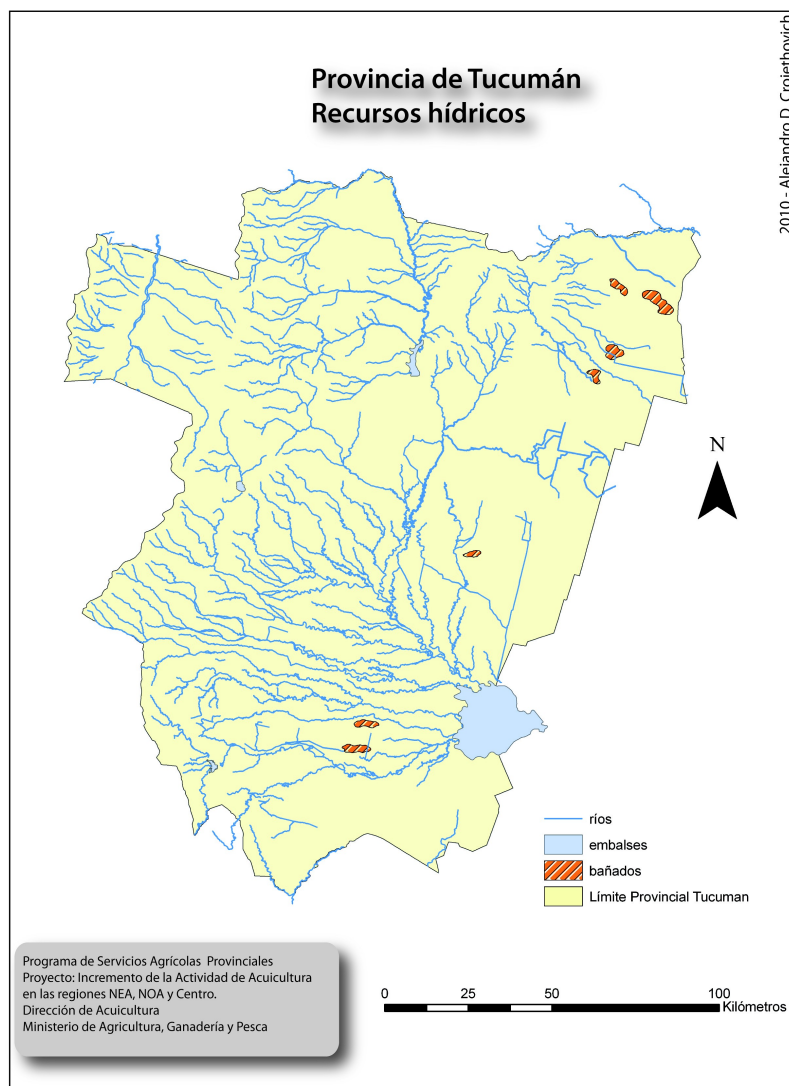




8. Hidrología

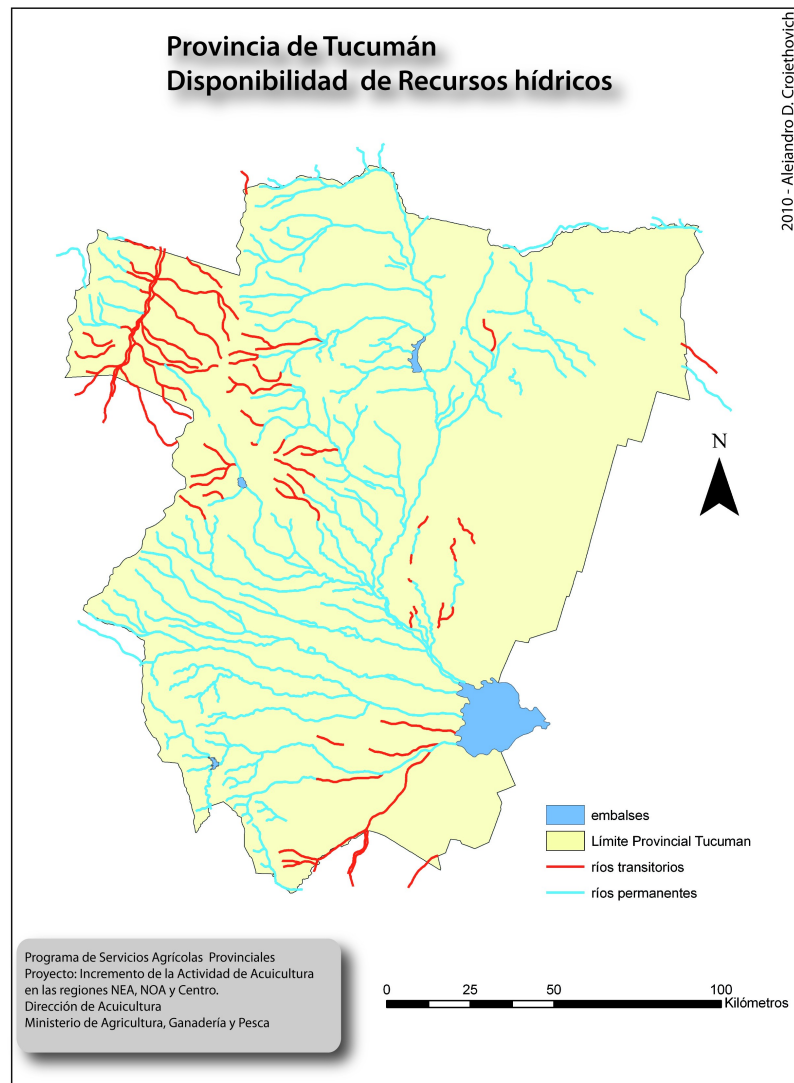
8.1. Introducción. Recursos hídricos superficiales

A continuación se presenta el mapa de los recursos hídricos de la provincia:



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.



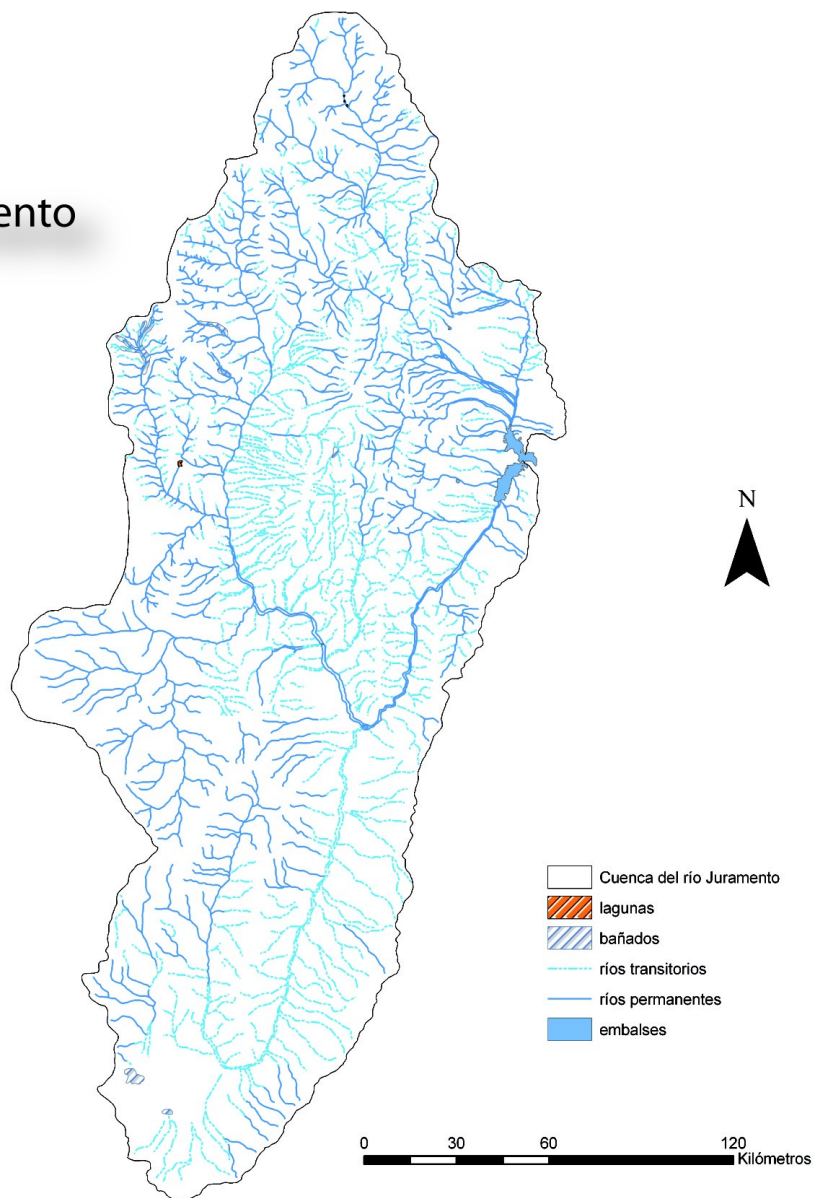
8.2. Cuenca del Río Juramento

El área de la Alta Cuenca del Juramento, abarca una superficie de 40.821 km² 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 Tafí 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,

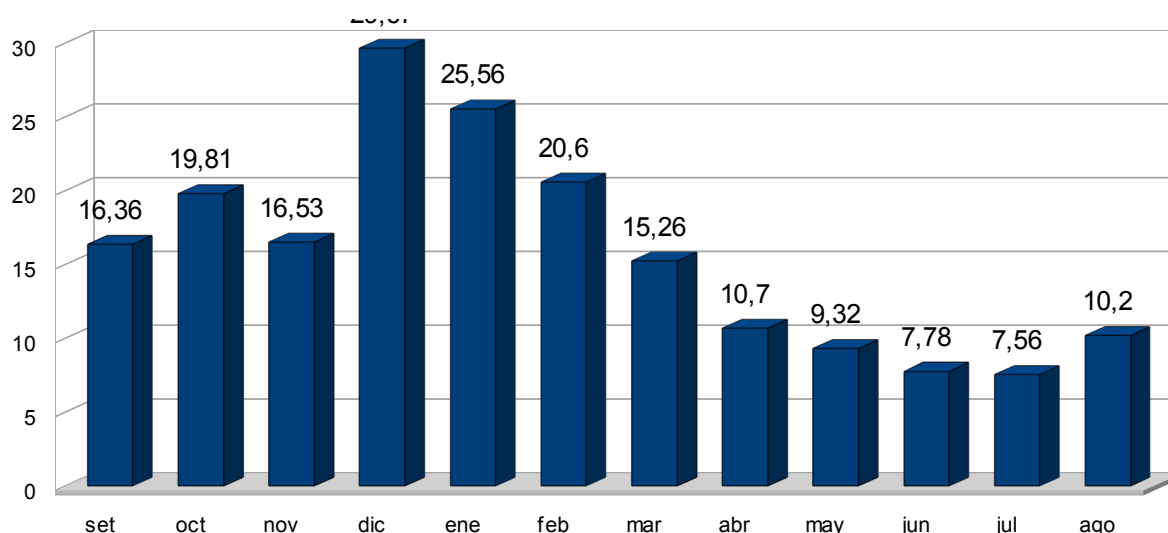
Toro, Santa María y Calchaquí, que se alimentan del agua de deshielo.

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 B/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 físicoquímicos (pH, T°C, 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 (Ca²⁺, HCO₃⁻), que se correspondieron al predominio en este tramo de suelos clasificados como argiustoles údicos, que presentan acumulación de carbonatos, sales libres y dominio del Ca²⁺ en el complejo de intercambio.

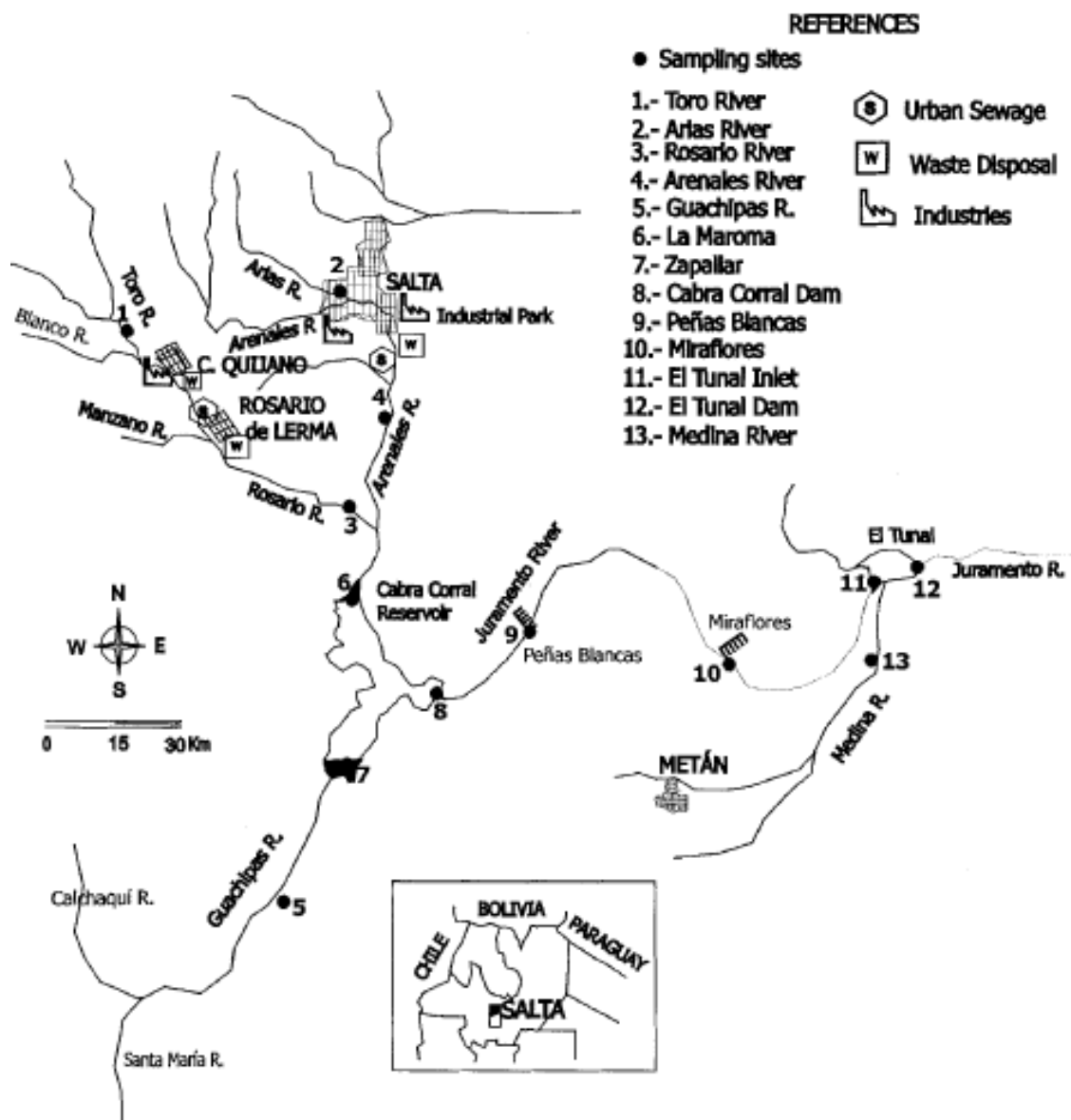
La proporción de oxígeno disuelto en el agua no varió significativamente entre sitios a lo largo del ciclo anual, con una oscilación promedio del 64% en el estiaje y del 74% durante el período de crecidas. Si se excluye la salida del C. Corral (sitio I°) y de la presa compensadora de Miraflores (IV°) 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-1. 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 HCO3 - (<100 mg.l-1) y SO4 2- (<130 mg.l-1).

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 µg/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).

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 (Subsecretaría de Recursos Hídricos, Cuenca N° 86):

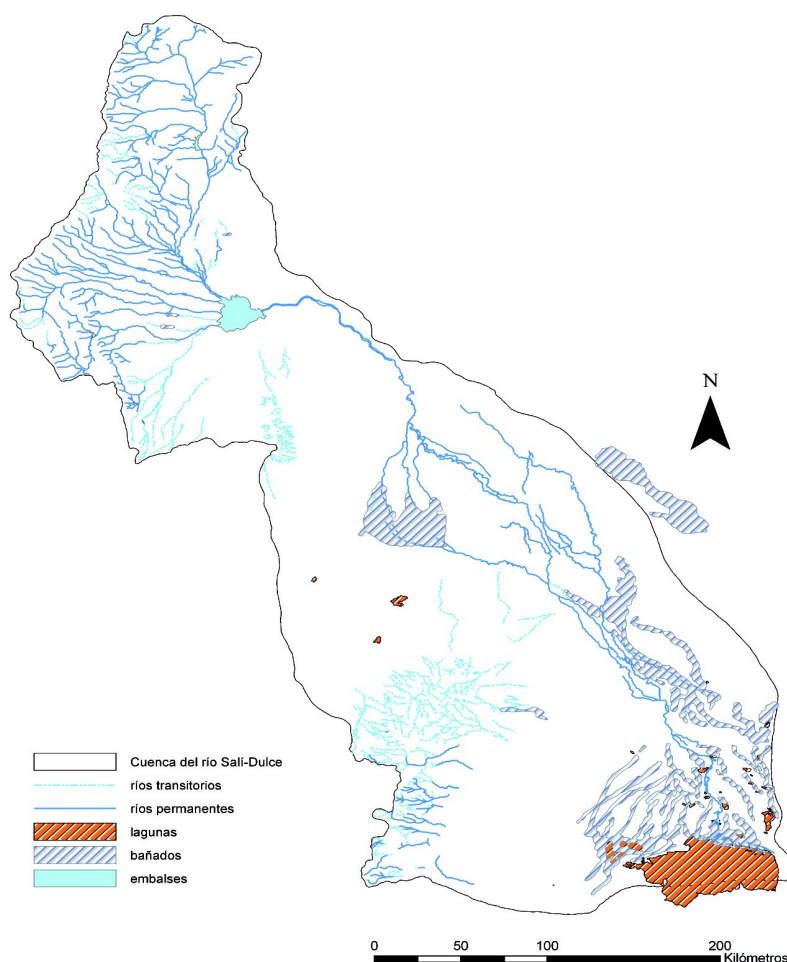
1. El río Salí. La subcuenca imbrífera, superior o de alimentación. Es la zona activa de aportes hídricos, que en este sector riega el área rural con mayor densidad de población del país (superior a 50hab/Km²). Comprende prácticamente toda la provincia de Tucumán y parte de las de Salta y Catamarca.

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, corre con sentido dominante noroeste-sudeste por una planicie extremadamente nivelada, atravesando diagonalmente la provincia de Santiago del Estero, sin recibir afluentes y salinizándose paulativamente 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 m³/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 m³/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 m³/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 (6,08m³/s), Famaillá, Pueblo Viejo (5,22 m³/s), Seco, Gastona, Chico, Marapa (5,97m³/s), etc., entre otros cursos menores.

Todos estos tributarios al llegar al valle configuran una red compleja, porque al alcanzar el 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.

En noviembre de 1967 se cierra el embalse de Río Hondo, cuyo lago cubre una superficie de 33.000 has. A partir del embalse, ya en la árida llanura santiagueña y hasta aproximadamente a 40 km al sur de la capital provincial (hasta su bifurcación situada pasando el dique derivador de Los Quiroga) corre entre barrancas, que

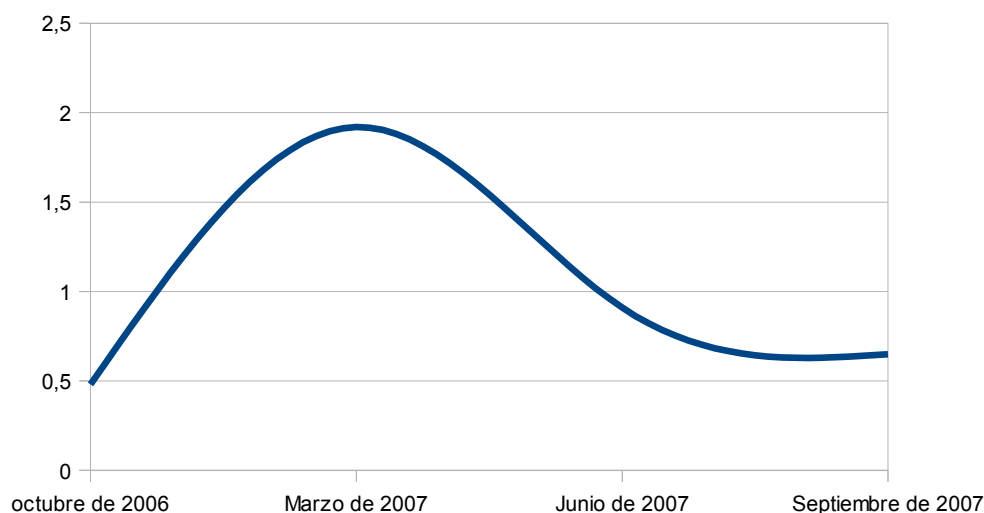
comenzando con 20 o 30 metros disminuyen su altura hasta desaparecer, al tiempo que ensancha su valle.

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:

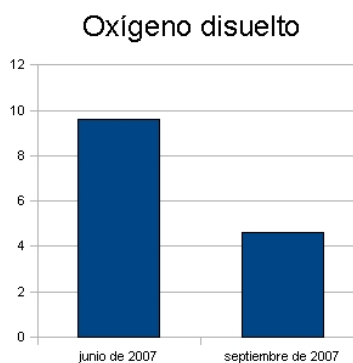
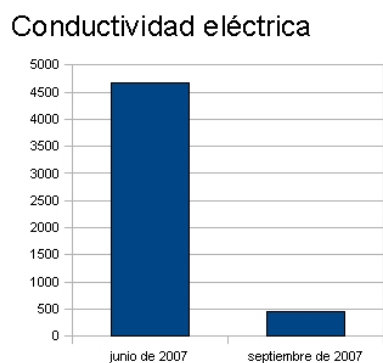
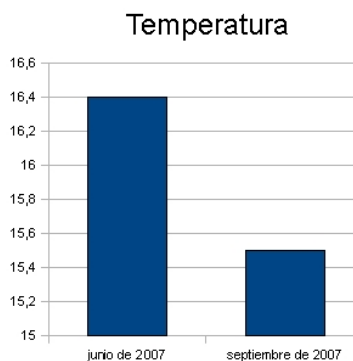
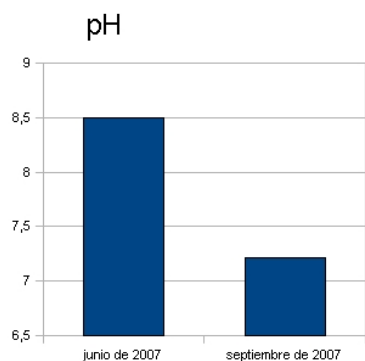


Variación del caudal (en m³/s). Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007. Subsecretaría de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

Calidad de las aguas

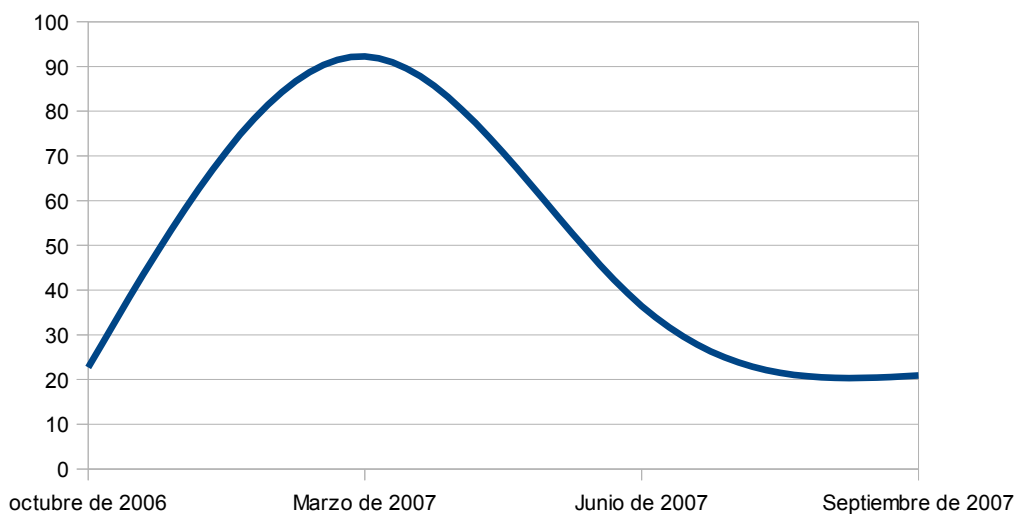
A continuación se presenta la información de los parámetros físico-químicos del arroyo Mista.

Arroyo Mista



8.3.2. Río Salí

Caudales:

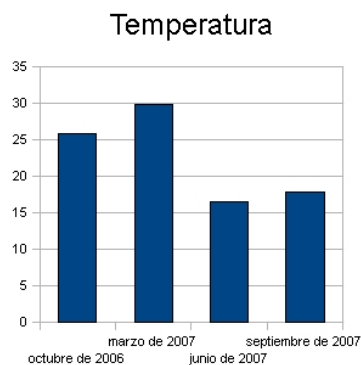
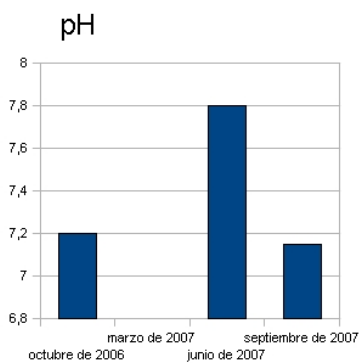


Variación del caudal (en m³/s). Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007.

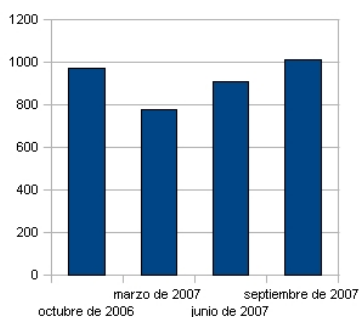
Calidad de las aguas

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

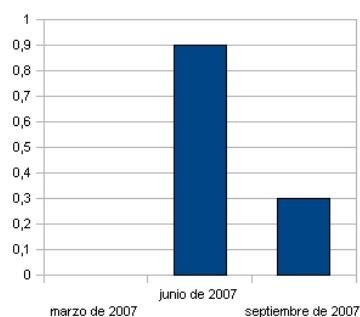
Río Salí



Conductividad eléctrica

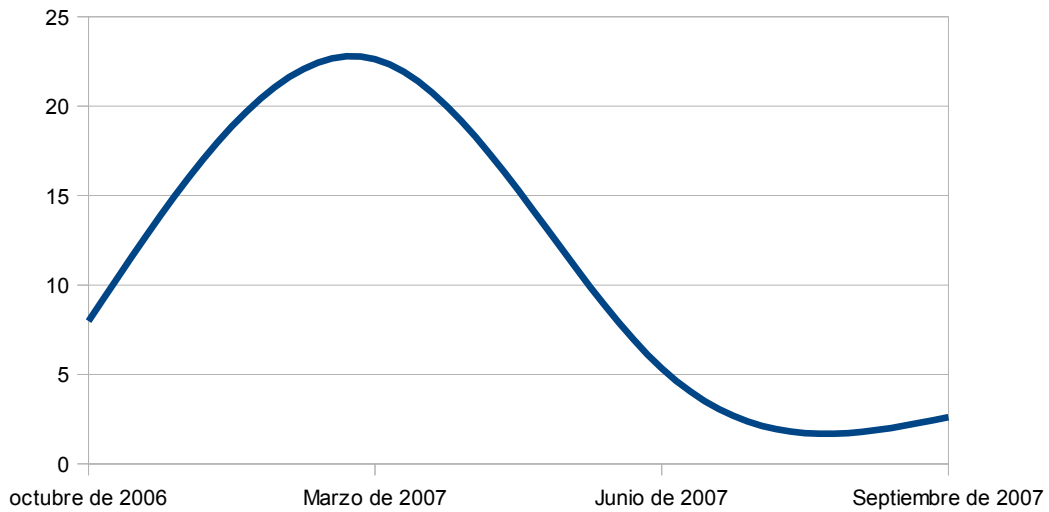


Oxígeno disuelto



8.3.3. Río Gastona

Caudales

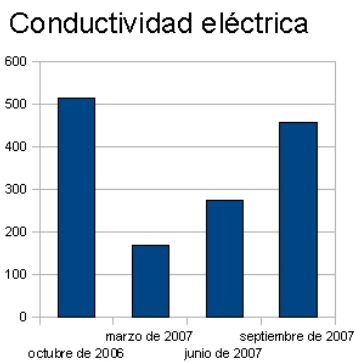
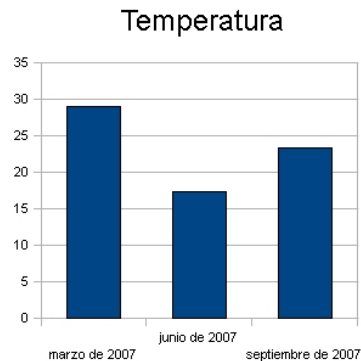
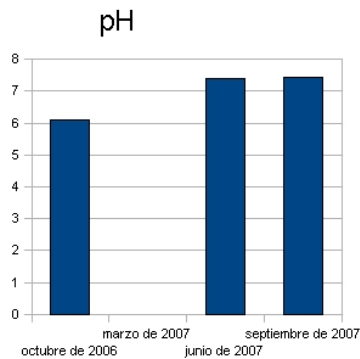


Variación del caudal (en m³/s). Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007. Subsecretaría de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

Calidad de las aguas

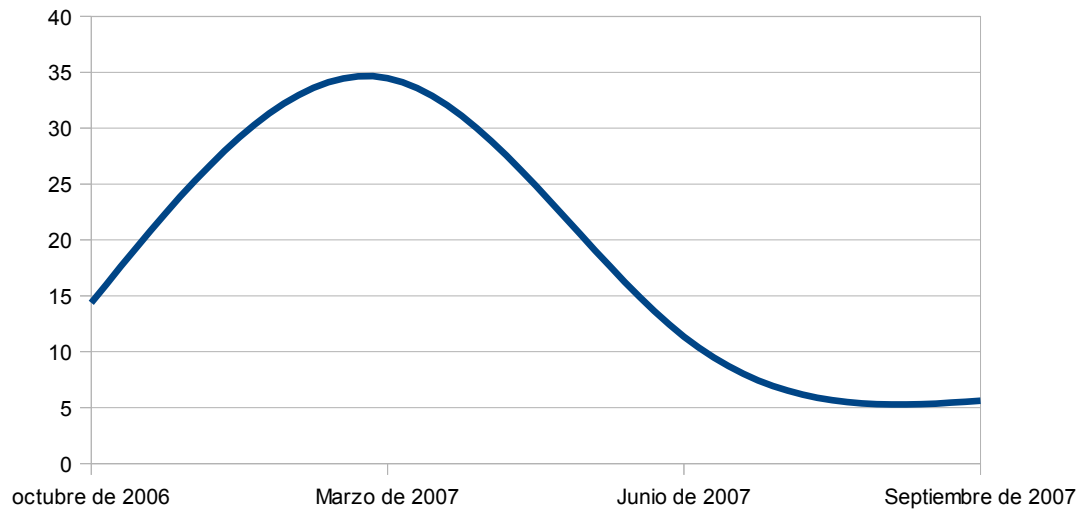
A continuación se presentan los datos de los parámetros físico-químicos del río.

Río Gastona



8.3.4. Río Medina o Chico

Caudales

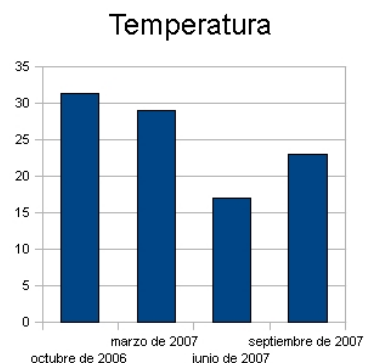
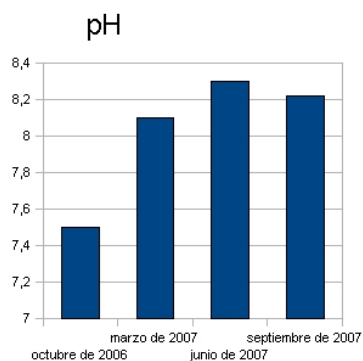


Variación del caudal (en m³/s). Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007. Subsecretaría de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

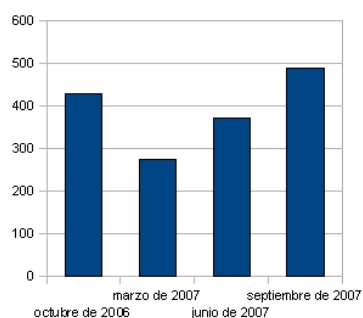
Calidad de las aguas

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

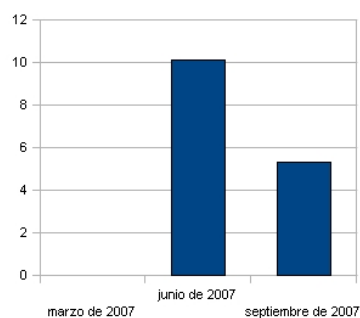
Río Chico



Conductividad eléctrica

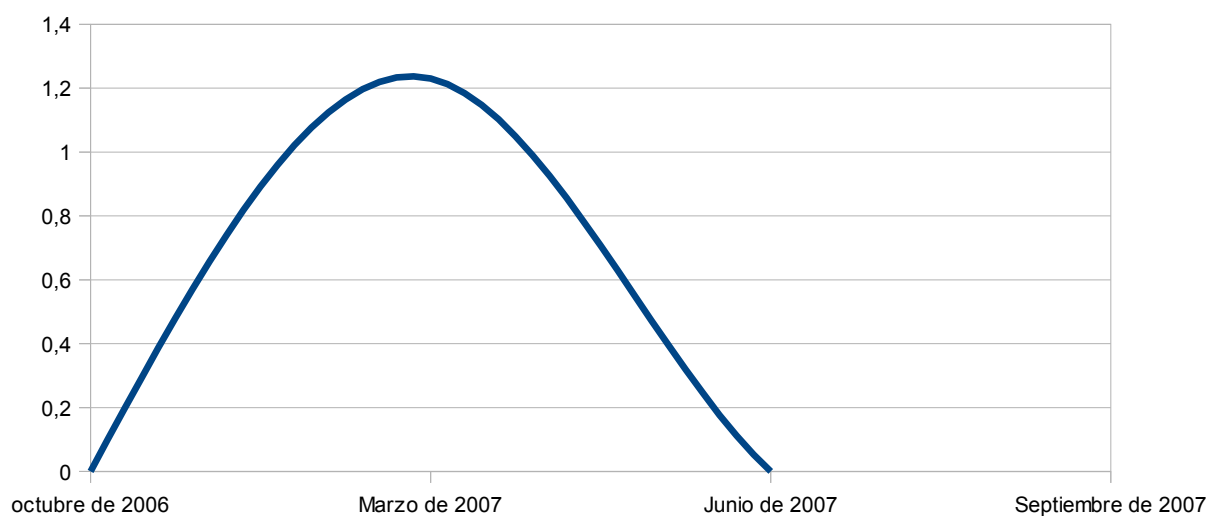


Oxígeno disuelto



8.3.5. Arroyo Chileno

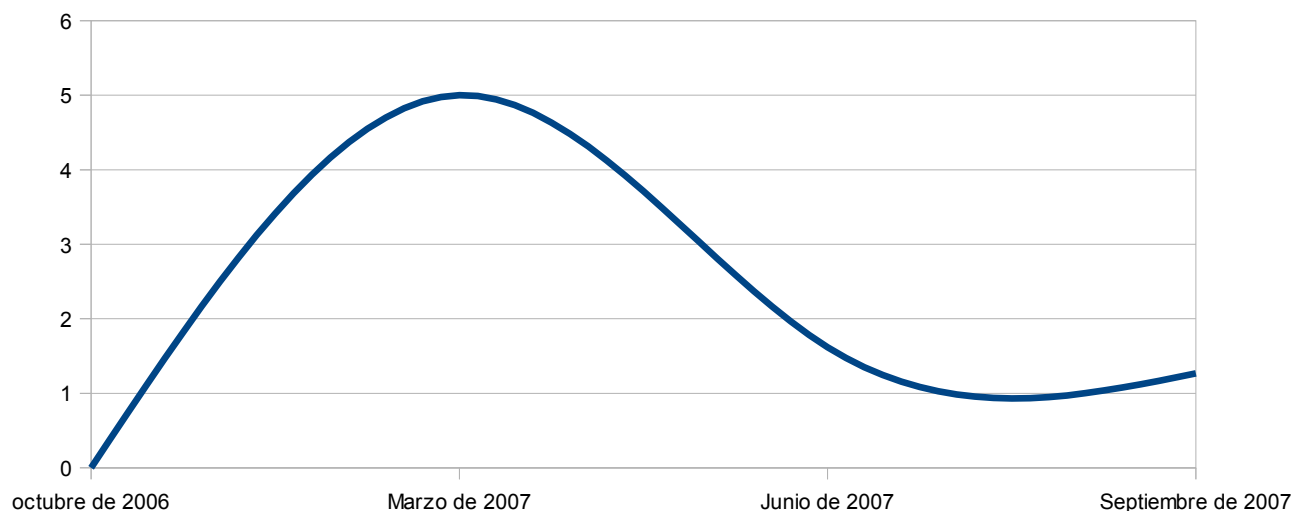
Caudales



Variación del caudal (en m³/s). Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007.

8.3.6. Arroyo Matazambi

Caudales



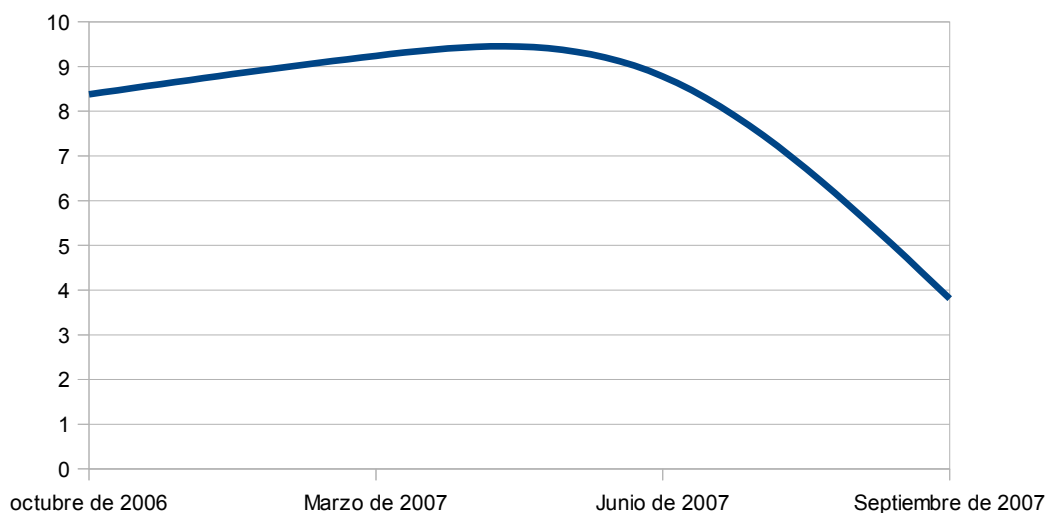
Variación del caudal (en m³/s). Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007. Subsecretaria de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Cordoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

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

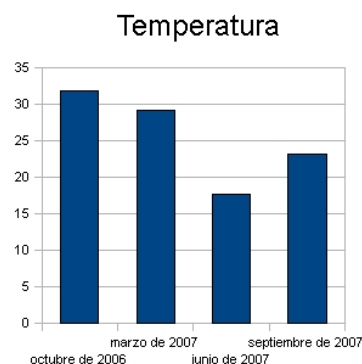
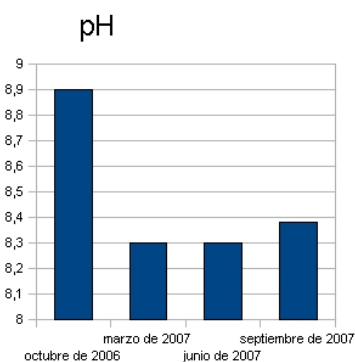


Variación del caudal (en m³/s). Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007. Subsecretaría de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

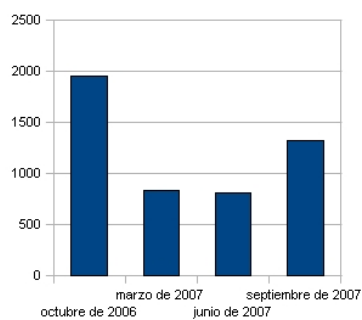
Calidad de las aguas

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

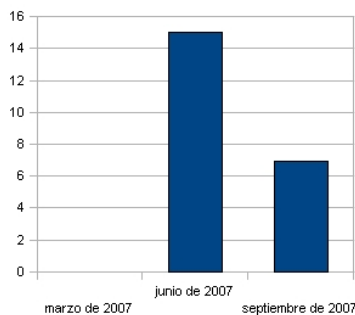
Río Granero



Conductividad eléctrica



Oxígeno disuelto



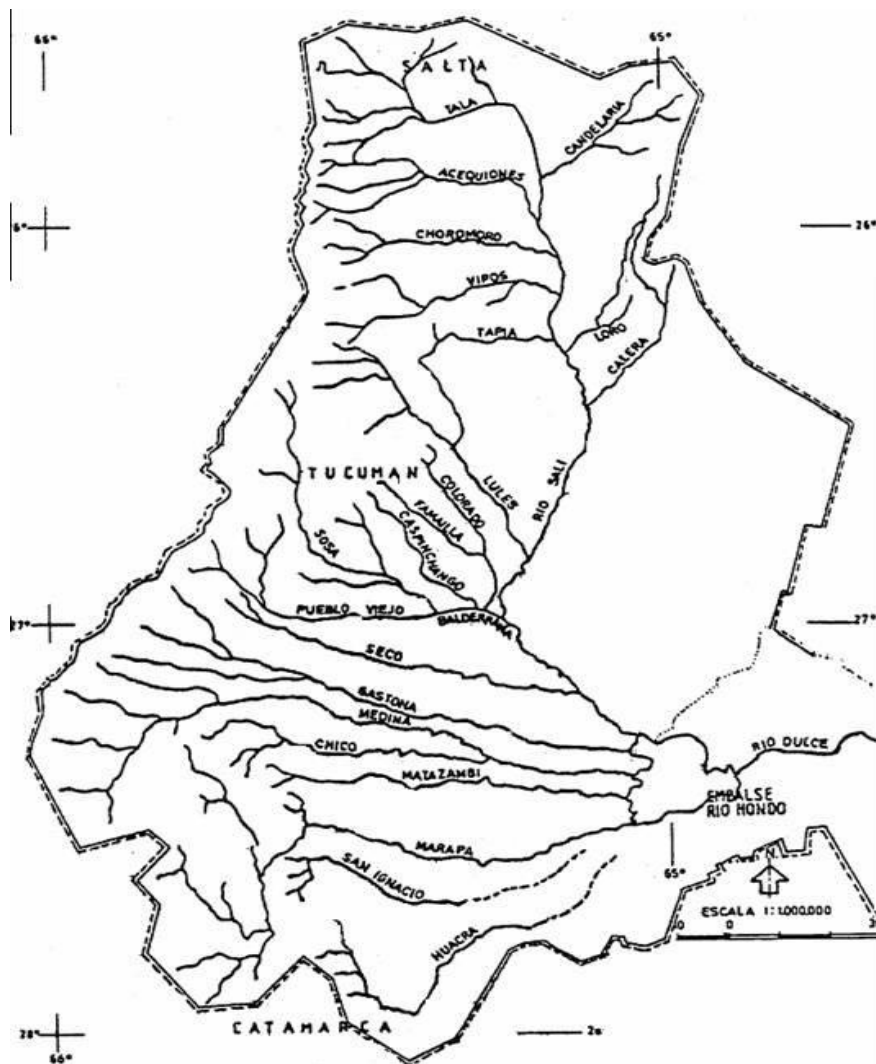
8.3.8. El embalse de Río Hondo

La cuenca del embalse de Río Hondo (Programa de monitoreo del embalse río Hondo. Informe Final, 2007) está expuesta a la degradación como consecuencia de diversos factores, entre los cuales se pueden mencionar los derrames de efluentes industriales, el vertido de residuos urbanos sin tratamiento previo y la erosión de los suelos. La expansión de la frontera agropecuaria en la cuenca ha sido una constante desde la construcción del dique, provocando la deforestación de grandes superficies y el uso de agroquímicos en áreas bajo riego, sin un plan de manejo integral definido. Por otro, lado la escasez en el tratamiento y control de los vertidos cloacales e industriales que finalmente llegan al embalse, contribuyen significativamente a la degradación del mismo.

Particularmente se crea una situación crítica en el colector principal de la cuenca, el río Salí, durante el semestre seco cuando las industrias incrementan su actividad. La falta de tratamiento adecuado de los efluentes industriales y urbanos en el período de menor caudal con el consecuente aumento de carga de materia orgánica durante el periodo de sequía hace nula la posibilidad de auto-depuración del curso de agua. Al tener los efluentes cloacales e industriales su destino final en el embalse, este cuerpo receptor termina actuando como una extensa laguna de oxidación de la materia orgánica, disminuyendo así su potencial turístico y pesquero.

El embalse de Río Hondo se encuentra en el límite interprovincial de Tucumán y Santiago del Estero. Al sureste de la provincia de Tucumán y sobre el límite noroeste de Santiago del Estero, a la vera de la Ruta Nacional 9. Está emplazado en el corazón de la cuenca del río Salí-Dulce, formando parte del sistema endorreico de aporte a la Laguna de Mar Chiquita; el cuerpo de agua salado más grande de Sudamérica y el quinto del mundo. En su diseño original el embalse ocupaba una extensión estimada de 29.670 ha a cota 274 m s.n.m.

La extensión de la cuenca de aporte al embalse de Río Hondo alcanza aproximadamente los 22.000 km² con un módulo total de 90 m³/s y una descarga total media anual de 1.080 m³/s. Entre los principales tributarios el 70 % es aportado por los ríos Salí, y Medina o Chico, el resto es entregado por los ríos Gastona, Granero o Marapa, y tributarios menores.



Cuenca de aporte al Embalse de Río Hondo (Fuentes: CFI, 1983 y ubicación relativa modificada de Mariot, 2000).

Los principales centros urbanos incluidos en la cuenca superior son: Rosario de la Frontera y Candelaria en el territorio de la provincia de Salta. En Tucumán Burreyacu, Tañi Viejo, San Miguel de Tucumán, Yerba Buena, Banda del Río Salí, Lules, Bella Vista, Famaillá, Monteros y Simoca. Las localidades tucumanas Concepción, Aguilares, Juan Bautista Alberdi y Granero, están asociadas a las cuencas menores de los otros tributarios al embalse.

En la región inferior: Termas de Río Hondo, Santiago del Estero, La Banda, Árraga, Loreto, y Villa Ojo de Agua, todas en la provincia de Santiago del Estero. En la Tabla 1 se observa que la mayor parte de la provincia de Tucumán está comprendida en la

cuenca, y que a su vez esta ocupa sólo el 28 % de la extensión total de la misma. Mientras que Santiago del Estero tiene un 23 % de su extensión dentro de los límites de la cuenca, representando el 54% de la misma. En términos de población, se observa que la provincia de Tucumán es la más poblada en la región de la cuenca alta.

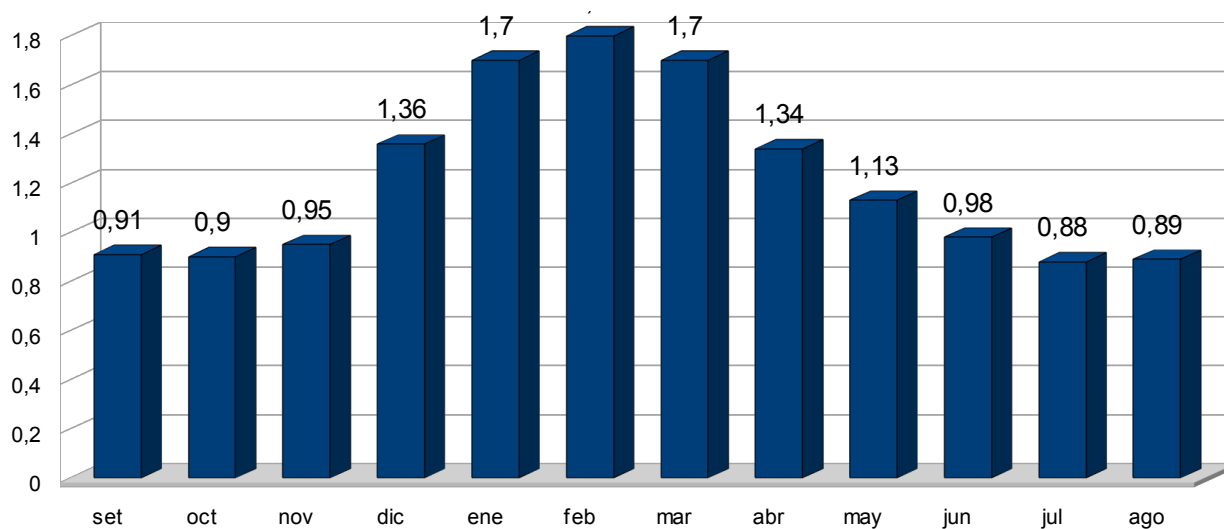
Relación entre la extensión que ocupa la cuenca en cada provincia y la superficie total de las mismas. Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. Informe Final, 2007

Provincia	Área Parcial Cuenca(ha)/Superficie Provincia (ha)	Territorio Provincial Ocupado por la Cuenca (%)	Peso Relativo provincial	Población (INDEC 2001)
Salta	375.000/ 10.260.200	4	7	334.568
Tucumán	1.625.000/ 2.252.400	72	28	1.338.523
Santiago del Estero	3.082.000/ 13.635.100	23	54	804.457
Córdoba	650.000/16.532.100	4	11	3.066.801

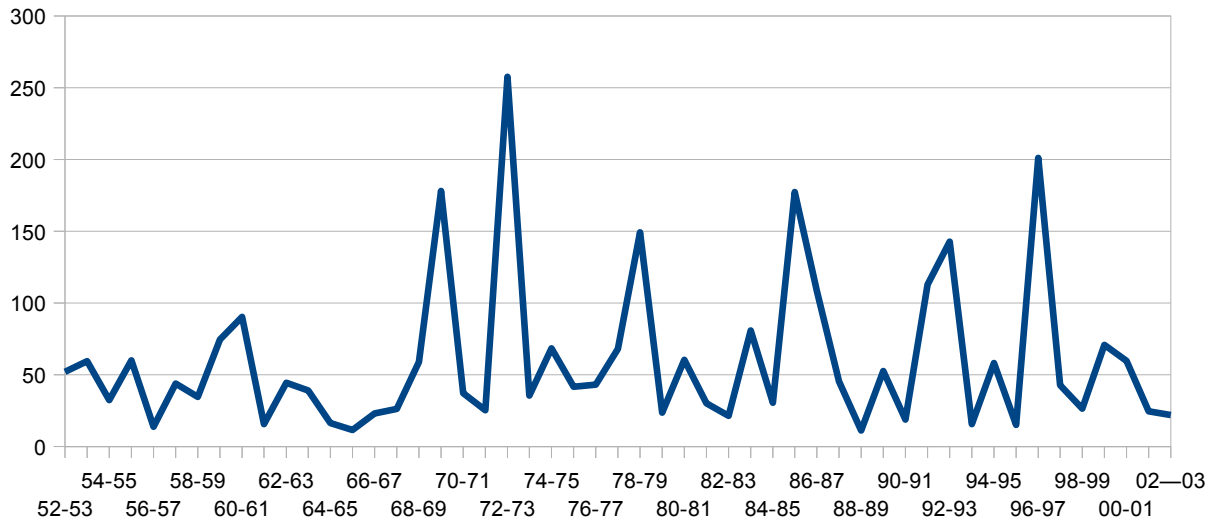
8.3.9. Análisis de Caudales

Estación Potrero del Clavillo, Río Las Cañas:

Caudales Mínimos mensuales (promedio entre los años 1943-2003). Fuente: Subsecretaría de Recursos Hídricos

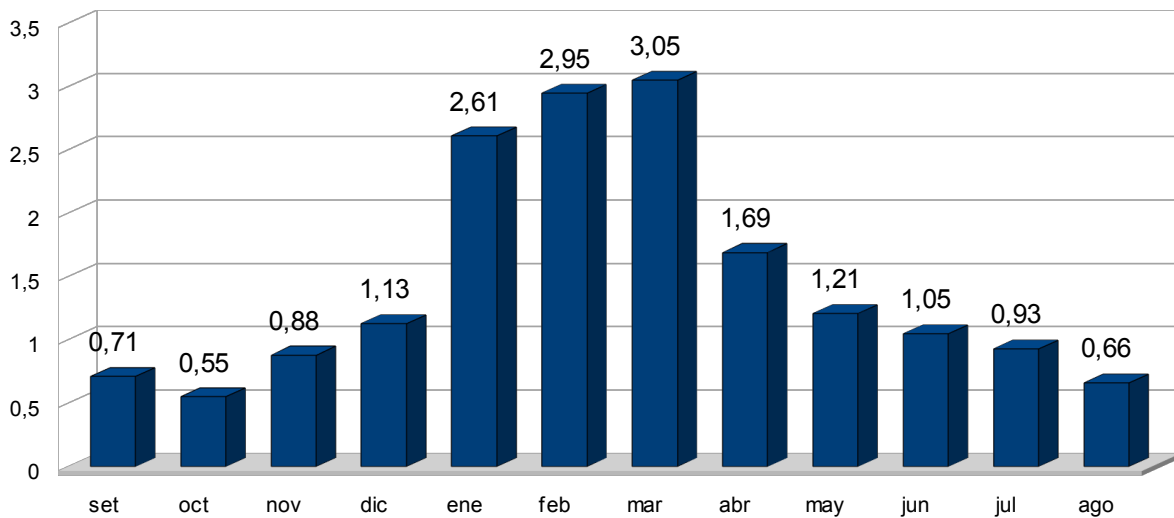


Variación del caudal mínimo diario entre los años 1952-2003. Fuente: Subsecretaría de Recursos Hídricos

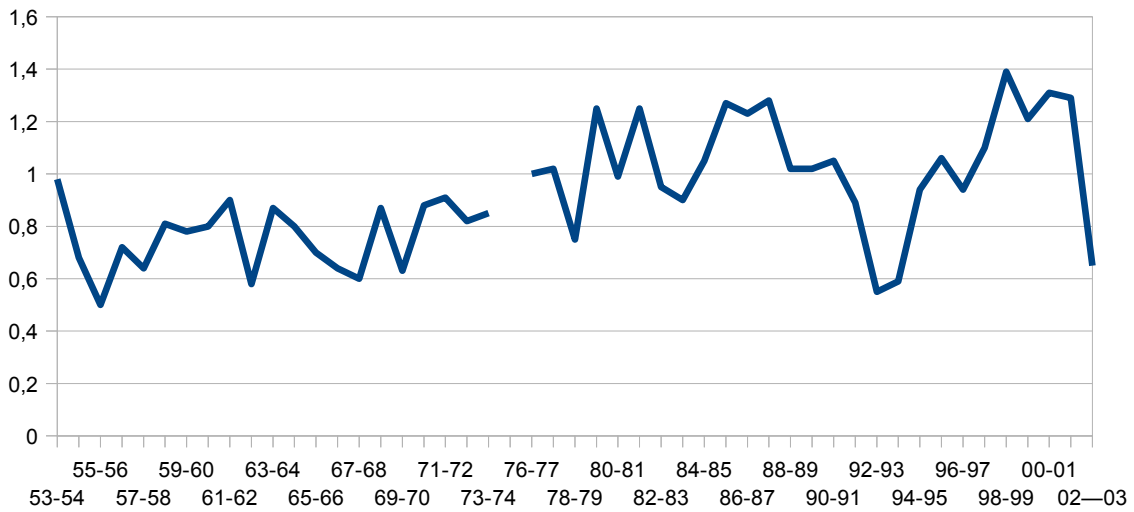


Estación Ruta Prov. N°307 Km 19, Río Los Sosa :

Caudales Mínimos mensuales (promedio entre los años 1953-2003). Fuente: Subsecretaria de Recursos Hídricos

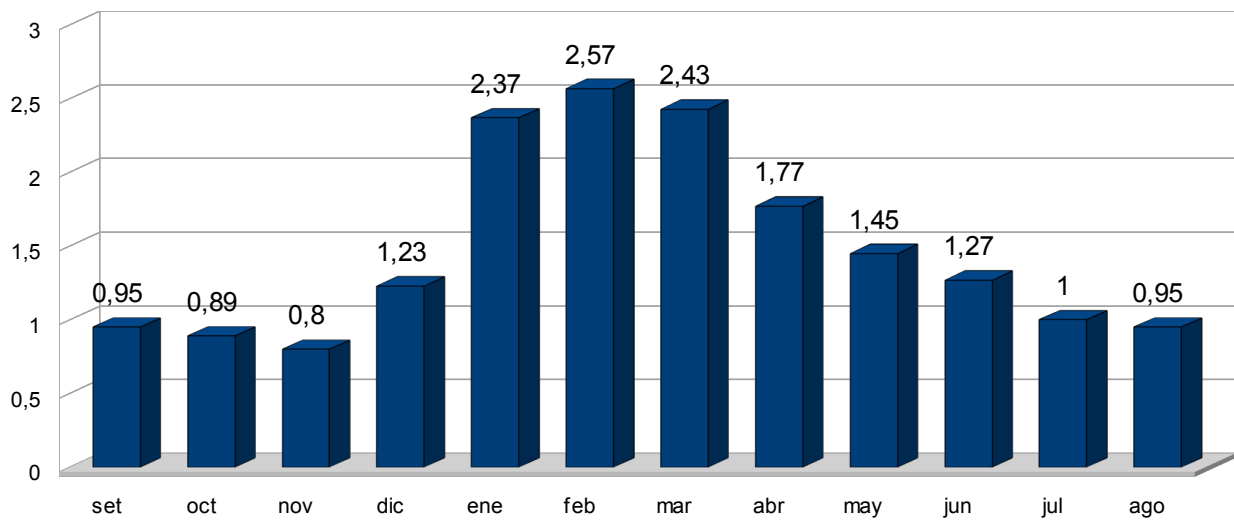


Variación del caudal mínimo diario entre los años 1953-2003. Fuente: Subsecretaria de Recursos Hídricos

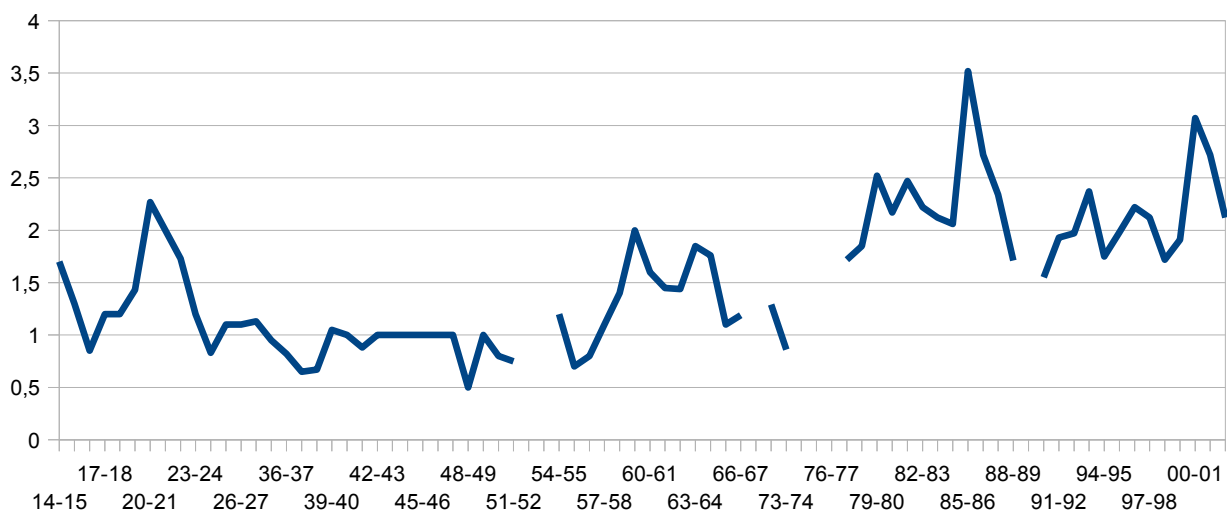


Estación Potrero de las Tablas, Río Lules:

Caudales Mínimos mensuales (promedio entre los años 1914-2003). Fuente: Subsecretaría de Recursos Hídricos



Variación del caudal mínimo diario entre los años 1914-2003. Fuente: Subsecretaría de Recursos Hídricos



8.3.10. Calidad de las aguas

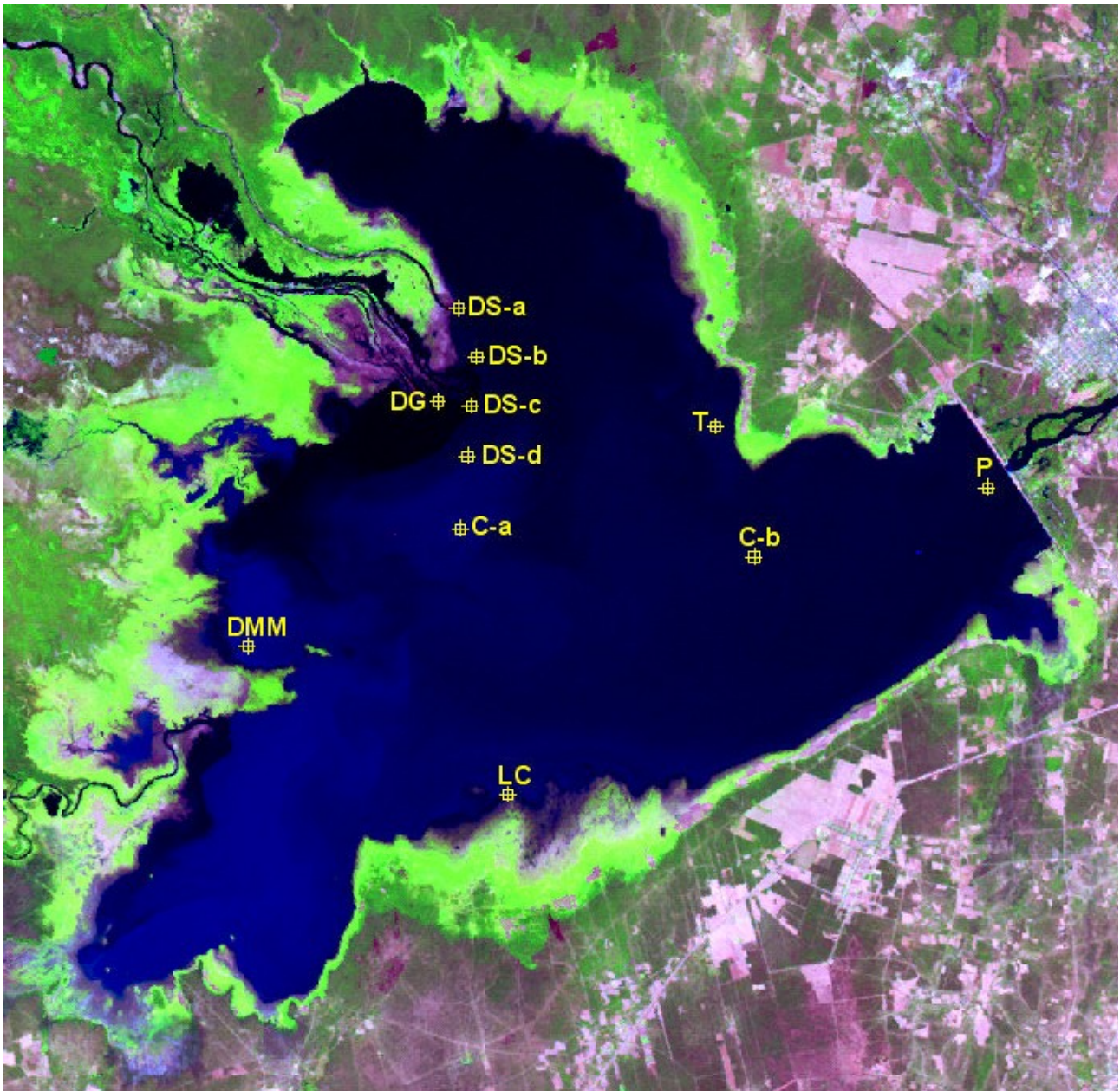
En el Programa de monitoreo del embalse río Hondo del año 2007 (realizado por la Subsecretaría de Recursos Hídricos, la Universidad Nacional de Córdoba y la Universidad Nacional de Santiago del Estero) se realizaron una serie de campañas para monitorear el estado físico-químico de las aguas y algunos parámetros biológicos. Las campañas que se llevaron a cabo son las siguientes:

1. 11 y 12 de octubre de 2006 (primavera).
2. 6 y 7 de marzo de 2007 (verano).
3. 11 y 12 de junio de 2007 (otoño).
4. 17 y 18 de septiembre de 2007 (invierno).

Se seleccionaron 8 sitios de muestreo: las desembocaduras de los ríos Salí, Gastona, confluencia de los ríos Medina o Chico y Marapa o Granero, en el centro y presa del embalse. Además, se considera en otros sitios de interés tales como la bahía de Toro Mocho (donde estaba prevista una toma de agua) y en Los Cercos (por su cercanía a un asentamiento poblacional). En cada una de las estaciones de monitoreo se realizan mediciones in situ: coordenadas de ubicación geográfica tomadas con GPS, temperatura atmosférica empleando termómetro manual y transparencia del agua medida mediante la profundidad con disco de Secchi. Las mediciones de temperatura, pH, oxígeno disuelto (OD), conductividad y turbiedad del agua en el perfil vertical se realizan mediante la utilización de sondas Horiba U-10, U-23 y W-22XD.

Para los sedimentos los 5 puntos muestreados corresponden a las desembocaduras de los ríos Salí, Gastona, confluencia de los ríos Medina o Chico y Marapa o Granero, en el centro y presa del embalse. Las determinaciones realizadas en sedimentos

incluyen metales pesados tóxicos como (mercurio, plomo y cadmio), semimetales o metaloides (arsénico y boro) y metales (cromo total, zinc y cobre), materia orgánica, fósforo total (P total), fósforo orgánico (P orgánico) e inorgánico (P inorgánico).



Ubicación de los puntos de muestreo, sus coordenadas y parámetros de calidad asociados. Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007. Subsecretaría de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

Referencia	Coordenada S	Coordenada W	Parámetros
T	27°30' 50,7''	64°56' 51,8''	Peces - agua
DS-a	27°29' 33,1''	65°00' 06,5''	Sedimentos – Peces -Agua
DS-b	27°30' 04,7''	64°59' 53,0''	Agua
DS-c	27°30' 38,0''	64°59' 57,2''	Agua
DS-d	27°31' 12''	64°59' 59,3''	Agua
DG	27°30' 35,1''	65°00' 21,9''	Sedimentos – Peces -Agua
DMM	27°33' 21,5''	65°02' 44,3''	Sedimentos – Peces -Agua
P	27°31' 30,6''	64°53' 25,6''	Sedimentos - Agua
C-a	27°32' 01,2''	65°00' 03,9''	Sedimentos - Agua
C-b	27°32' 18,8''	64°56' 21,6''	Agua
LC	27°35' 00,8''	64°59' 26,3''	Agua

Temperatura:

La temperatura del agua del embalse varió entre 13 y 27 °C. Las menores temperaturas se registraron en la campaña de invierno y las mayores en la de verano. Se observaron gradientes verticales de temperatura en las campañas de primavera, verano y finales de invierno con una diferencia de 4 °C aproximadamente entre el agua subsuperficial y la de fondo.

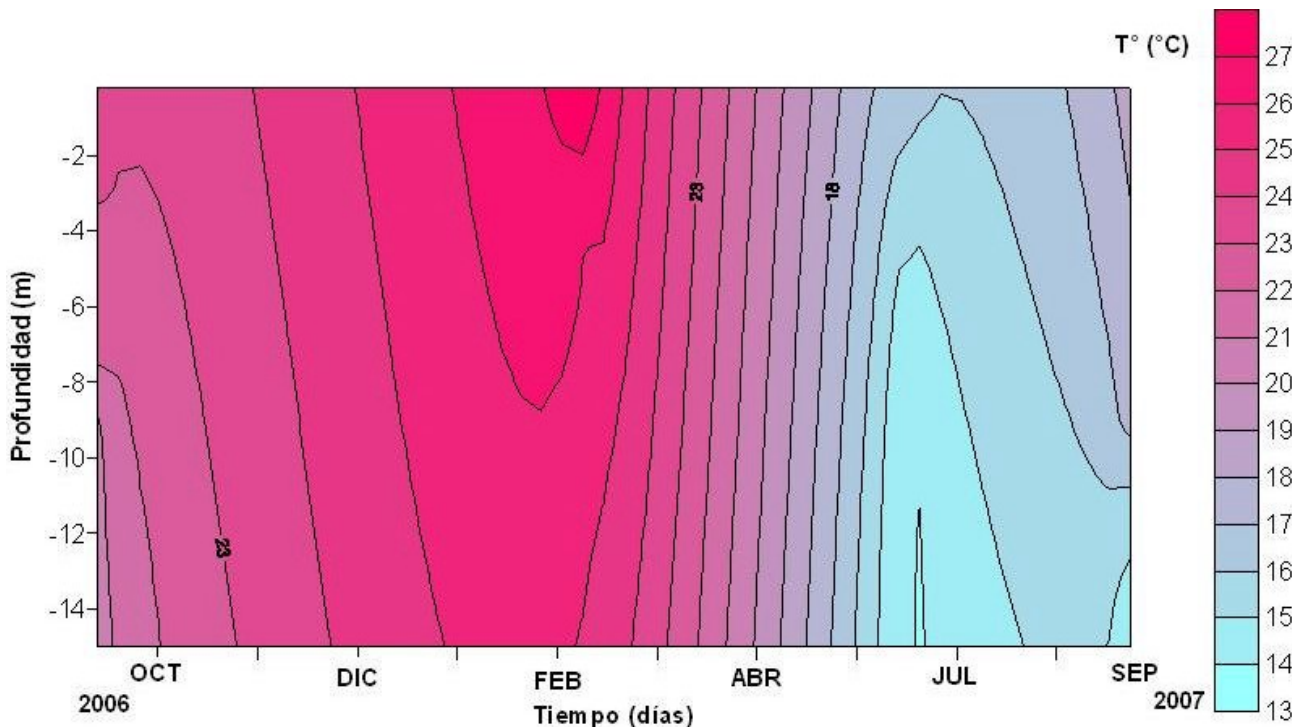


Diagrama profundidad-tiempo de las isotermas en el centro del embalse en el periodo en estudio. Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007. Subsecretaría de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

Oxígeno disuelto

En el periodo analizado la concentración de oxígeno disuelto en el centro del embalse varió de 0 a 11 mg/L. El primer valor se registró en el hipolimnion del embalse durante la campaña de septiembre de 2007 y el segundo a nivel subsuperficial en junio del mismo año.

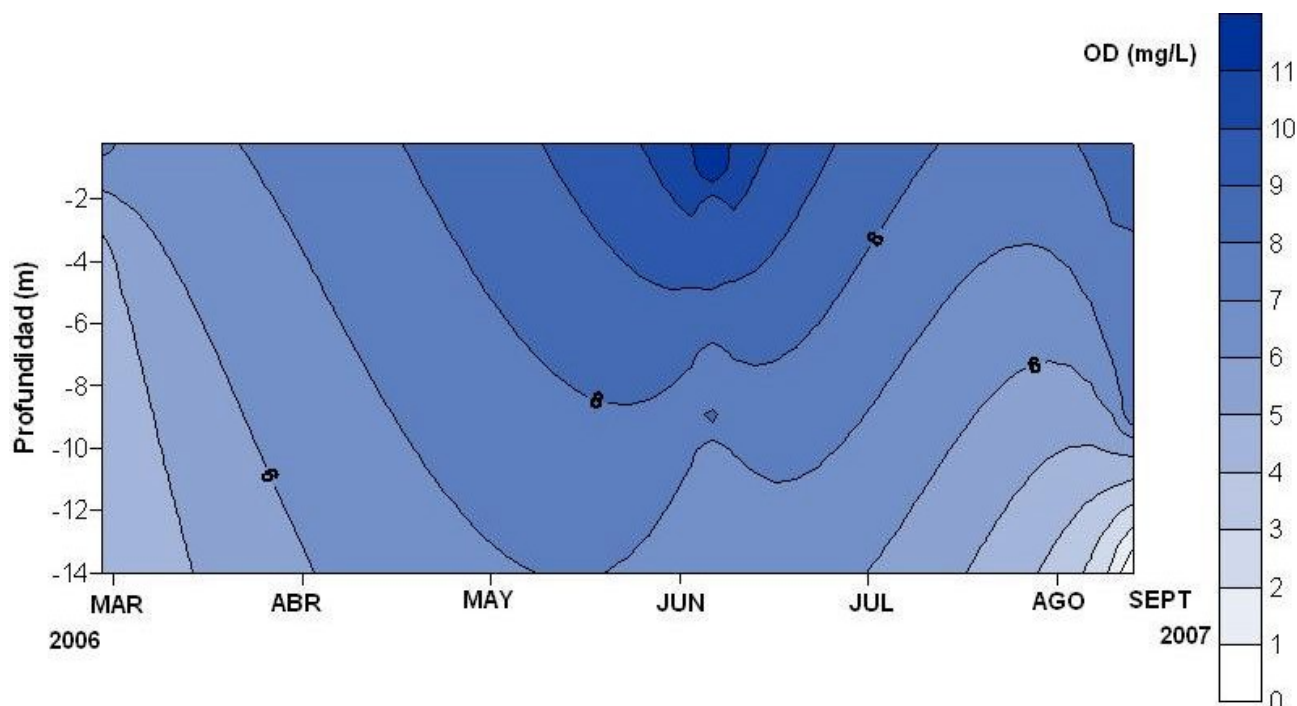


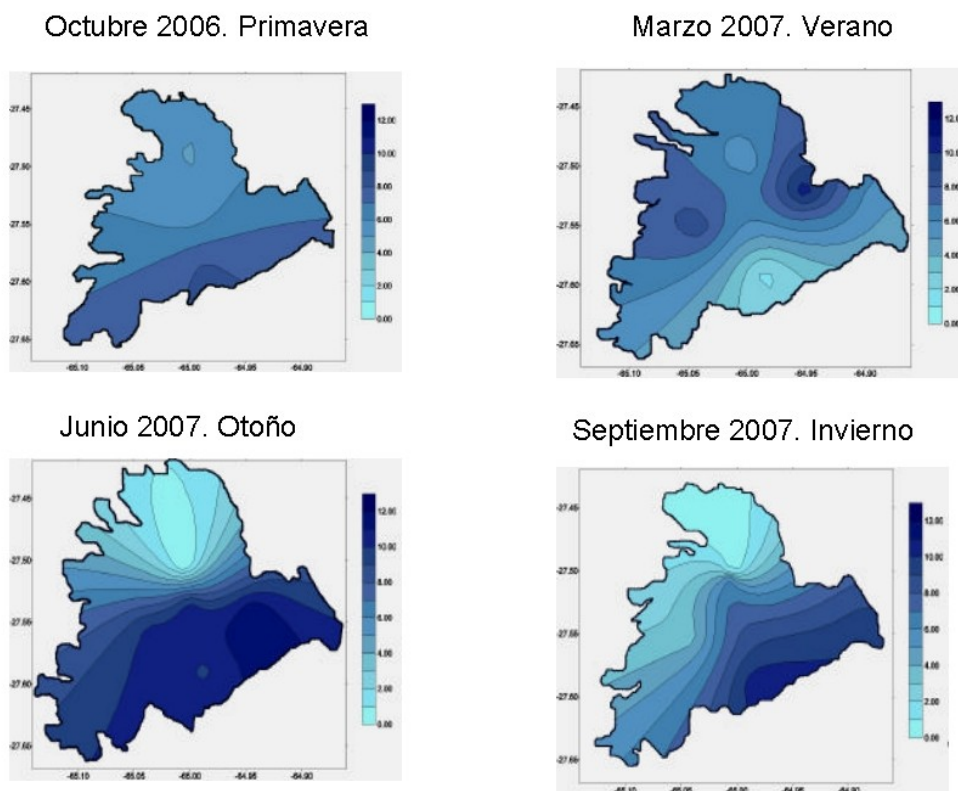
Diagrama profundidad-tiempo de las isopletas de oxígeno disuelto en el centro del embalse, periodo marzo-junio 2007. Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo, 2007. Subsecretaría de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

En las campañas 1 (octubre de 2006) y 4 (septiembre de 2007) se registró anoxia en toda la columna de agua en la desembocadura del Salí y valores menores a 4 mg/L en la confluencia de los ríos Medina o Chico y Marapa o Granero. Al analizar la distribución superficial del oxígeno disuelto (OD) en las distintas campañas de muestreo (Figura 13), se observó que en todos los casos, las menores concentraciones de OD se registraron en las desembocaduras de los ríos Salí y Gastona, con valores cercanos a la anoxia en las campañas de junio y septiembre. En estas fechas además se generó un gradiente desde las desembocaduras de los ríos hacia el centro del embalse.

Durante el periodo en estudio se observó que las zonas más comprometidas en relación al contenido de OD fueron los puntos de muestreo correspondientes a las desembocaduras de los ríos Salí, Medina (o Chico) y Marapa (o Granero) y el hipolimnion del centro y presa del embalse. El primero de ellos mantuvo anoxia en toda la columna de agua, el segundo una concentración menor a los 4 mg/L y los dos

últimos alcanzaron esa concentración a partir de los 10 m de profundidad.

Diversos autores consideran que la concentración límite de OD para la protección de la vida acuática es de 4 a 5 mg/L, aunque algunas especies como carpas pueden soportar concentraciones menores a 2 mg/L por lapsos de tiempo no prolongados. La detección de valores de OD por debajo de 4 mg/L somete a la ictiofauna del embalse de Río Hondo a condiciones que comprometen su desarrollo normal. Lo anterior se comprobó durante las observaciones de campo donde se encontró una gran cantidad de alevines y peces mayores “boqueando” cerca de la superficie en la zona de la desembocadura del Salí.

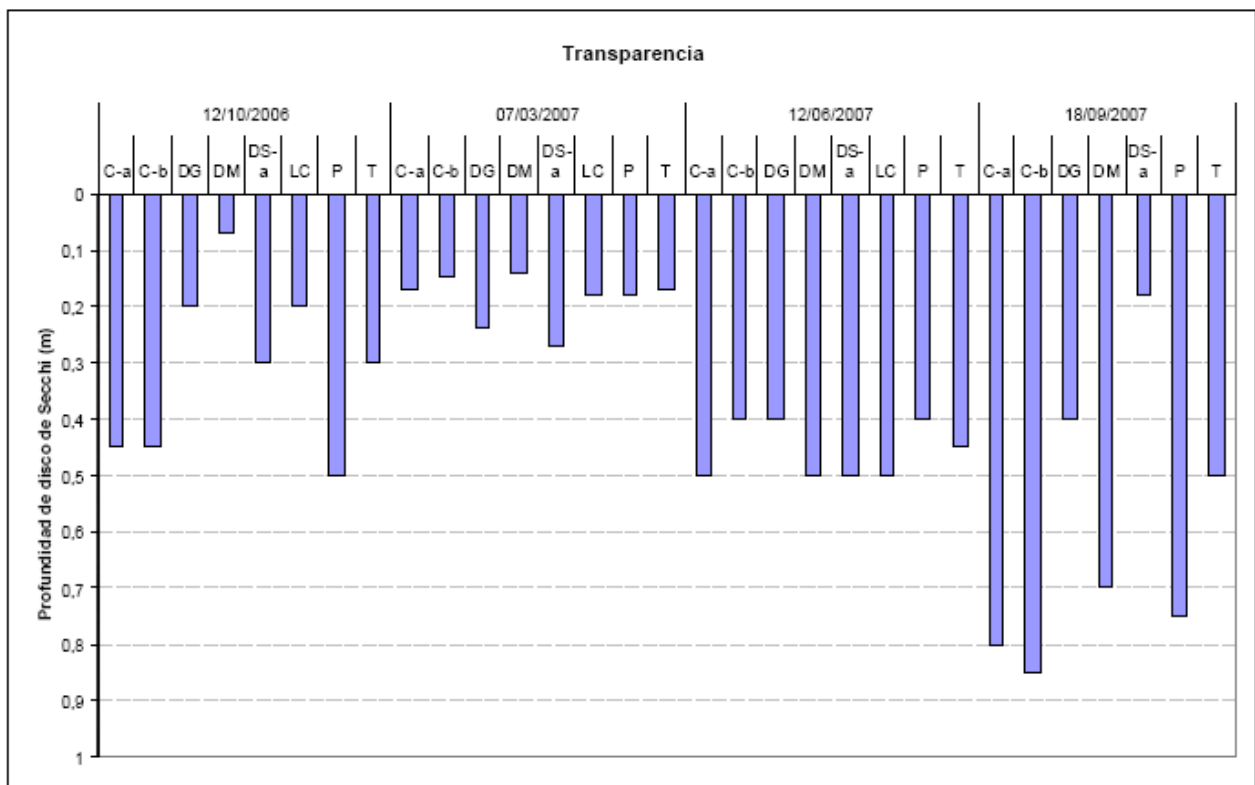


Distribución de la concentración de oxígeno disuelto a nivel superficial del embalse, periodo octubre 2006-septiembre 2007. Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007. Subsecretaría de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

Transparencia

Durante el periodo en estudio la transparencia del embalse de Río Hondo osciló entre 0,05 y 0,85 m. Los menores valores se registraron en las zonas cercanas a las desembocaduras de los ríos y los mayores en las zonas del centro y presa. Debido a la escasa transparencia gran parte del embalse presentó una capa fótica limitada a los

primeros 0,50 m de profundidad con elevada productividad primaria y la luz como posible factor limitante del crecimiento de algas.



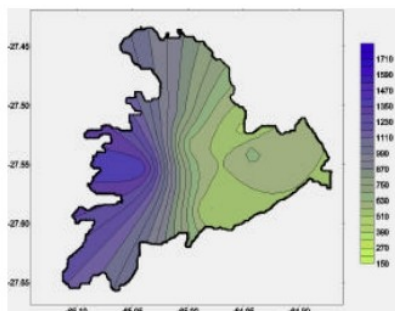
Distribución temporal de la transparencia del embalse de Río Hondo. Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007. Subsecretaría de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

Nutrientes

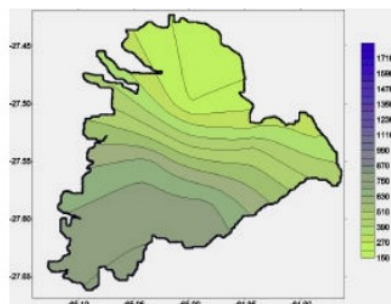
En el embalse de Río Hondo se observaron valores elevados de fósforo total, los cuales oscilaron entre 200 y 1800 $\mu\text{g/L}$. Las concentraciones mayores se registraron en los sitios DS-a correspondiente a la desembocadura del río Salí en el límite de la zona fótica con 1.189 $\mu\text{g/L}$ y DMM confluencia de Medina y Marapa a nivel subsuperficial con 1.396 $\mu\text{g/L}$ durante la campaña 1. El contenido máximo de PT se registró en el centro del embalse. A excepción de la campaña 1 (octubre de 2006), el resto de las concentraciones registradas en el perfil vertical no mostraron una diferencia notable; los valores de PT oscilaron entre los 200 y 400 $\mu\text{g/L}$.

En marzo de 2007, al igual que en la primera campaña, la concentración más elevada se encontró en la desembocadura de los ríos Marapa y Medina, no así en la desembocadura de los ríos Salí y Gastona, donde la concentración de PT fue más baja.

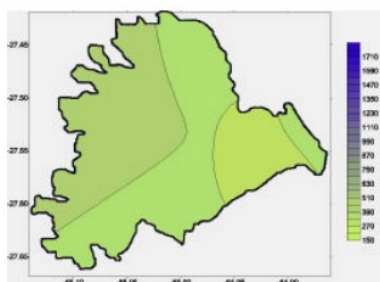
Octubre 2006. Primavera



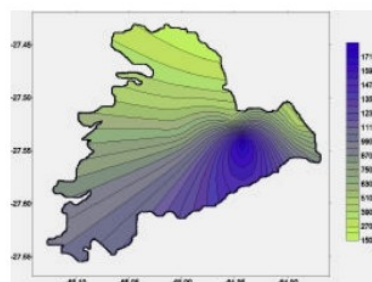
Marzo 2007. Verano



Junio 2007. Otoño



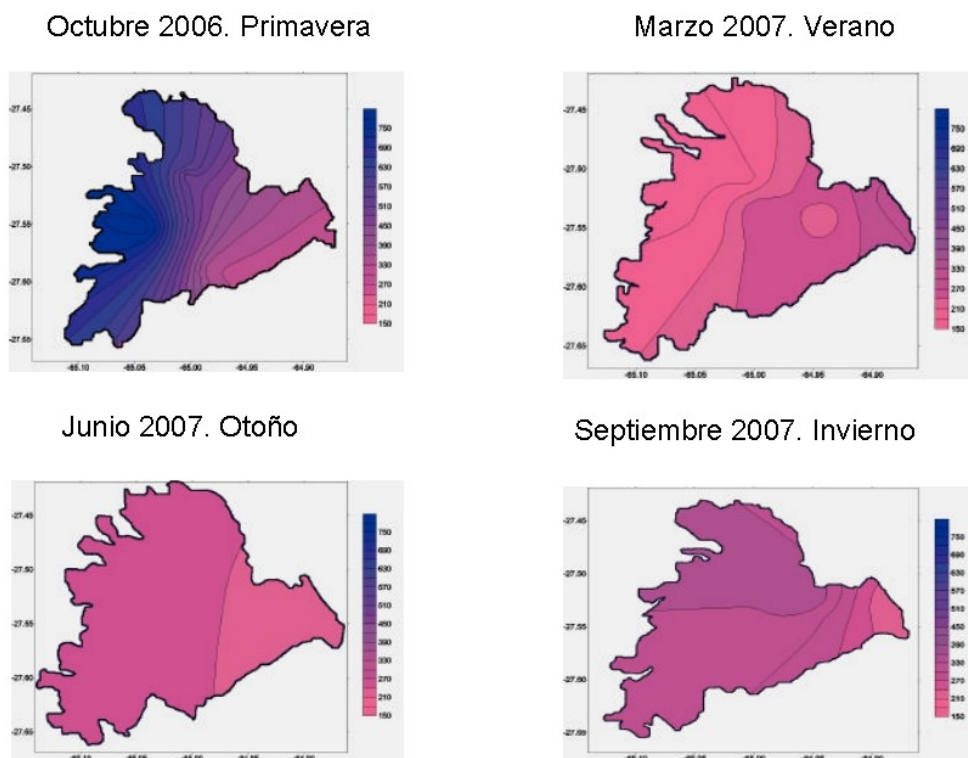
Septiembre 2007. Invierno



Distribución de la concentración de fósforo total (PT) en la superficie del embalse, periodo octubre 2006-septiembre 2007. Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007. Subsecretaría de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

La concentración media de PT del embalse de Río Hondo es 16 veces más alta que aquella encontrada en embalses mesotróficos y eutróficos con concentraciones de PT de 30 µg/L; como es el caso de los embalses Piedras Moras y Los Molinos de la provincia de Córdoba.

En relación al fósforo reactivo soluble (PRS) se observó que en el tiempo en estudio en todos los sitios muestreados la concentración osciló entre 157 y 798 µg/L. El primer valor se registró a nivel subsuperficial en la desembocadura del río Gastona durante la campaña 2. El segundo se registró en la confluencia del Medina y Marapa durante la campaña 1 al mismo nivel de profundidad. Una concentración similar se registró en la desembocadura del Salí con un valor de 580 µg/L. Las otras estaciones de monitoreo en todas las profundidades presentaron valores de PRS entre 250 y 400 µg/L.

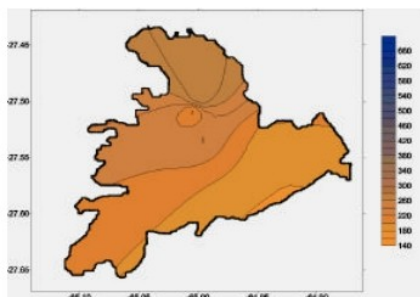


Distribución de la concentración de fósforo reactivo soluble (PRS) en la superficie del embalse, periodo octubre 2006-septiembre 2007. Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007. Subsecretaria de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

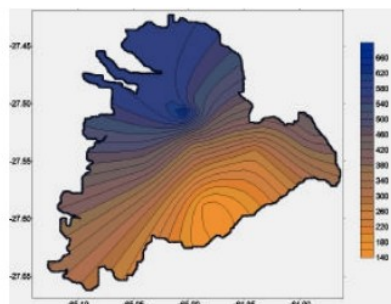
El nitrógeno inorgánico total (NIT) definido como la suma de N-amonio, N-nitrito y N-nitrato en todas las campañas de muestreo se compuso mayoritariamente por N-nitrato. Durante la campaña 2 la concentración de nitrato representó el 89% del NIT con un gradiente longitudinal desde las desembocaduras de los ríos Gastona y Salí hasta Los Cercos (Figura 18). Esta misma distribución espacial, aunque con concentraciones menos elevadas, se observó en las campañas 1 y 4. En este caso el NIT estuvo compuesto por un 54% y un 63% de nitrato, respectivamente. Por último, en la campaña 3 las mayores concentraciones de NIT se presentaron en la presa, disminuyendo hacia la entrada de los ríos. En esta oportunidad el nitrato representó el 84% del nitrógeno inorgánico total.

El nitrógeno de amonio se mantuvo bajo en casi todas las campañas y los sitios muestreados a excepción de la desembocadura del río Salí (219 µg/L) y en el hipolimnion del centro y presa del embalse con 390 y 120 µg/L, respectivamente.

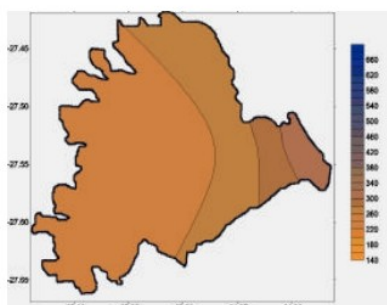
Octubre 2006. Primavera



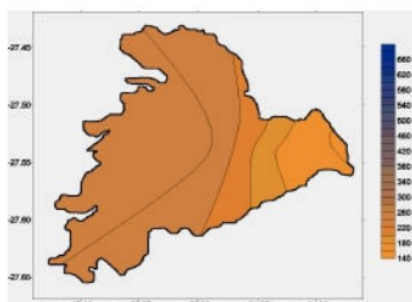
Marzo 2007. Verano



Junio 2007. Otoño



Septiembre 2007. Invierno



Distribución de la concentración de nitrógeno inorgánico total (NIT) en la superficie del embalse, periodo octubre 2006-septiembre 2007. Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007. Subsecretaria de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

Estado Trófico

El Programa Internacional Cooperativo de la OECD para la supervisión de Aguas Interiores (1982), proporciona valores límites específicos de fósforo total, clorofila-a (Clo-a) y profundidad de disco de Secchi, para las distintas condiciones tróficas, en el ámbito de lagos de zonas templadas.

Valores límites de la OECD para un sistema concreto de clasificación trófica					
Categoría Trófica	PT g/L	Clo-a media g/L	Clo-a máxima g/L	Secchi medio m	Secchi mínimo m
Ultraoligotrófico	<4	<1	<25	<12	>6
Oligotrófico	<10	<25	<8	<6	>3
Mesotrófico	10--35	2,5--8	8--25	6--3	3—1,5
Eutrófico	35--100	8	25	25--75	15—0,7

Hipereutrófico	>100	>25	>75	>1,5	<0,7
----------------	------	-----	-----	------	------

Donde : PT: media anual de la concentración de fósforo total en el lago ($\mu\text{g/L}$), Clo-a media: media anual de la concentración de clorofila-a en aguas superficiales ($\mu\text{g/L}$), Clo-a máxima: pico anual de la concentración de clorofila-a en aguas superficiales ($\mu\text{g/L}$), Media de Secchi: media anual de transparencia de la profundidad de Secchi (m), Mínimo de Secchi: mínimo anual de transparencia de la profundidad de Secchi (m).

De acuerdo a los resultados promedios obtenidos en los dos sitios considerados como representativos, centro-b y presa, el embalse de Río Hondo se clasifica como un cuerpo de agua hipereutrófico en relación a todos los parámetros indicadores de eutroficación.

Valores medios de los parámetros de eutrofización del embalse de Río Hondo					
	PT g/L	Clo-a media g/L	Clo-a máxima g/L	Secchi medio m	Secchi mínimo m
Embalse de Río Hondo	500	28	77	0,4	0,15

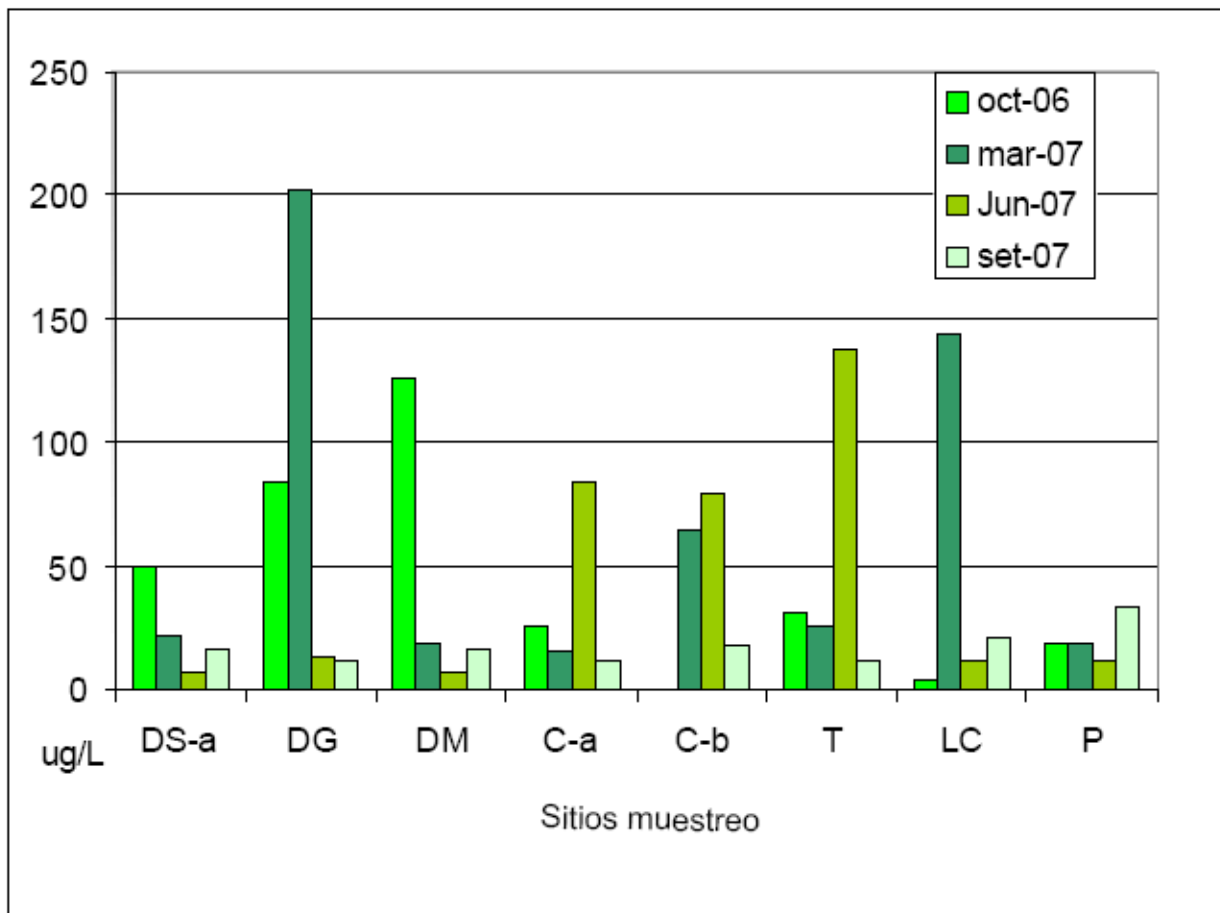
Este resultado ya fue señalado por Acosta et al. (1995) que clasificó al embalse de Río Hondo según los límites abiertos de la OECD como 90 % hipereutrófico y 10 % eutrófico para el fósforo total. Comparando los resultados del presente informe con el antecedente mencionado, surge una diferencia importante en relación al parámetro indicador de clorofila-a, ya que en este último los bajos valores registrados del pigmento fotosintético clasificaron al embalse de Río Hondo como oligotrófico. Lo cual señala que el constante ingreso de PT al embalse favoreció el desarrollo de fitoplancton y consecuentemente aumentó notablemente los valores de clorofila.

Fitoplancton

Del análisis de las muestras se obtuvo que la diversidad genérica fue escasa, habiéndose detectado un total de 37 géneros. Algunos de estos géneros se manifestaron en mayor abundancia y con mayor frecuencia en aguas naturales que poseen un alto contenido de materia orgánica y nutrientes de N y P, es decir que pueden ser tomados como indicadores de contaminación. Tal es el caso de las cianófitas *Microcystis sp.* y *Anabaena sp.*, flagelados como *Chlamydomonas sp.*, *Cryptomonas sp.*, *Carteria sp.*, *Euglena sp.* y *Ceratium sp.* Por otra parte dentro de los géneros de cianófitas presentes, se reconocieron algunos que son potencialmente generadores de toxinas como *Anabaena sp.*, *Microcystis sp.* y *Oscillatoria sp.* En resumen, los puntos que registraron una mayor abundancia de algas, en particular de cianófitas fueron Los Cercos y los puntos centrales subsuperficiales del embalse.

Clorofila-a

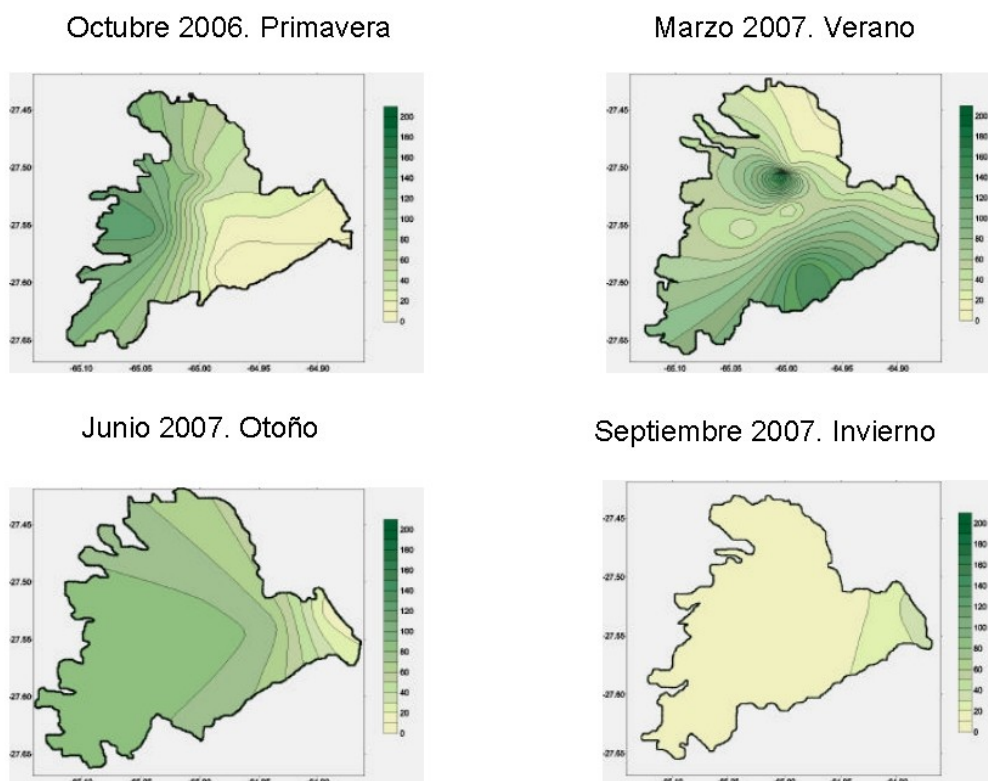
En la siguiente figura se presenta la concentración de clorofila-a a nivel subsuperficial en los sitios muestreados del embalse de Río Hondo para el periodo octubre 2006–marzo 2007. El rango de clorofila-a fue de 3,5 a 203,03 $\mu\text{g/L}$. El valor mínimo se registró en Los Cercos durante la campaña de octubre de 2006 y el máximo de 203,03 $\mu\text{g/L}$ en marzo de 2007 en la desembocadura del río Gastona.



Distribución espacial de clorofila-a en el embalse durante el periodo en estudio. Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007. Subsecretaría de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

La distribución espacial de la concentración de clorofila-a puede observarse en la siguiente figura. En la misma se observa que en la campaña 1 (octubre de 2006), los mayores valores de clorofila-a se encontraron en la desembocadura de los ríos, disminuyendo hacia el centro y presa del embalse. En la campaña 2 se encontró la máxima concentración, durante todo el período estudiado, en la desembocadura del río Gastona con un valor de 203 $\mu\text{g/L}$. En esta campaña, también se presentó una elevada concentración en la región sur del embalse (sitio de muestreo Los Cercos). Durante la campaña 3 (junio 2007), al igual que en la 1 se observó un gradiente de concentración desde la desembocadura de los ríos hacia la presa. Mientras que en la campaña 4 (septiembre de 2007), se observaron las más bajas concentraciones de

clorofila-a y la mayor homogeneidad entre los datos, coincidente con un florecimiento de crisófitas. En las otras tres campañas se observó predominio de cianófitas.



Distribución de la concentración de clorofila-a en la superficie del embalse, periodo octubre 2006-septiembre 2007. Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007. Subsecretaria de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

Microcistinas

La comunidad fitoplanctónica del embalse de Río Hondo estuvo representada por 3 géneros potencialmente tóxicos: Anabaena, Mycrocistis y Oscillatoria.

Durante el periodo en estudio se detectó que la concentración de microcistina total varió entre 0,1 y 26,4 $\mu\text{g/L}$ en las muestras extraídas a nivel subsuperficial en los sitios de muestreos seleccionados (Figura 30). La concentración mínima se registró en el centro del embalse durante la campaña 1 y en todos los sitios de muestreo durante la campaña 4. La máxima concentración se observó en Los Cercos en la campaña 2. Se destaca que el contenido de MC-LR y MC-RR total fueron similares con valores de 28,8 $\mu\text{g/L}$ y 30,1 $\mu\text{g/L}$, respectivamente. La variedad de MC-YR fue la

que presentó menor concentración total (0,21 µg/L). Esta variedad sólo se investigó en la campaña 1, en las posteriores no fue posible por la falta del patrón respectivo.

Las Guías Internacionales de agua recreacionales de agua dulce y costeras de la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2003) en su volumen 1, establece un valor guía de 20.000 cél/mL (equivalente a 10 µg de clorofila/L bajo condiciones de predominio de cianófitas) para la protección de la salud debido a efectos irritantes o alergénicos. Un nivel de 100.000 cél/mL (equivalente a 50µg de clorofila/L bajo condiciones de predominio de cianófitas), representa un valor guía de alarma moderada. En el periodo en estudio se superaron los valores guías mencionados en la campaña 3 en los sitios de muestreo correspondientes a Los Cercos, centro y presa del embalse.

Ictiofauna

Se registraron en el embalse de Río Hondo 18 especies de peces, agrupadas en cuatro órdenes y once familias. De ellas sólo dos fueron introducidas, el orillero *Gambusia affinis* quien fue capturado en muy baja abundancia y el pejerrey *Odontesthes bonariensis* oriundo del Río de La Plata.

ORDEN CHARACIFORMES

FAMILIA PROCHILODONTIDAE

Prochilodus lineatus (Valenciennes, 1836)

FAMILIA ANOSTOMIDAE

Leporinus obtusidens (Valenciennes, 1836)

FAMILIA CHARACIDAE

Salminus brasiliensis Cuvier, 1816

Astyanax bimaculatus (Linné, 1758)

Astyanax sp.

Astyanax fasciatus (Cuvier, 1819)

Bryconamericus iheringi (Boulenger, 1887)

Oligosarcus jenynsi (Günther, 1864)

Cheirodon interruptus (Jenyns, 1842)

Serrasalmus spilopleura Kner, 1858

FAMILIA ERYTHRINIDAE

Hoplias malabaricus (Bloch, 1794)

ORDEN SILURIFORMES

FAMILIA CALLICHTHYIDAE

Hoplosternum littorale (Hancock, 1828)

FAMILIA PIMELODIDAE

Pimelodus albicans (Valenciennes, 1840)

FAMILIA LORICARIIDAE

Hypostomus sp. (Lacepede, 1803))

FAMILIA DORADIDAE

Trachelyopterus striatulus (Steindachner, 1877)

FAMILIA PIMELODIDAE

Pimelodus albicans (Valenciennes, 1840)

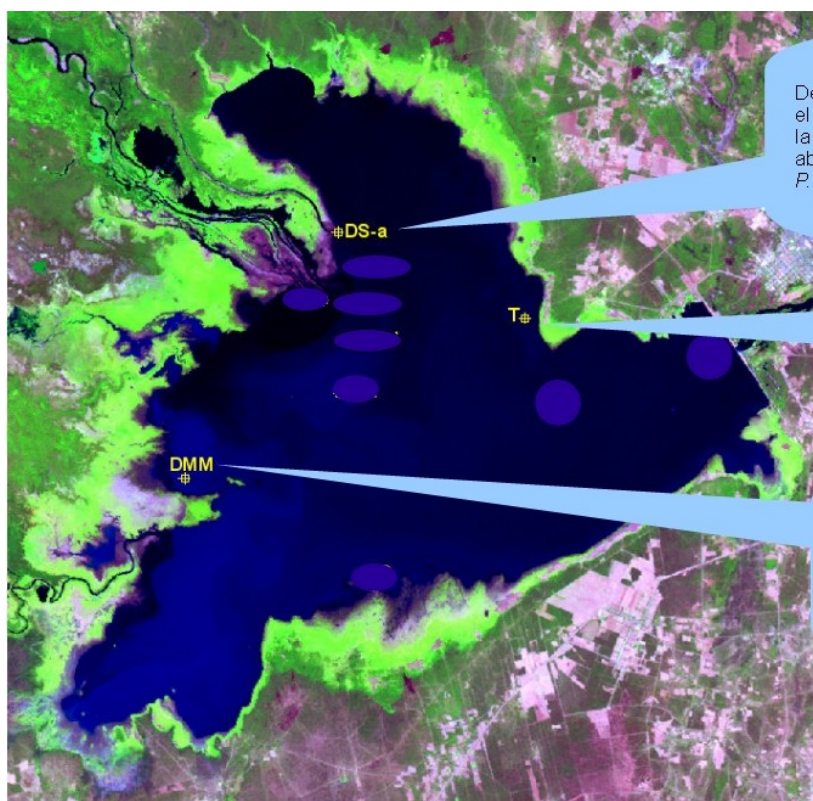
ORDEN CYPRINODONTIFORMES

FAMILIA POECILIDAE

Gambusia affinis (Baird and Girard, 1854)

ORDEN ATHERINIFORMES

FAMILIA ATHERINOPSIDAE



Del total de especies capturadas en el embalse, el 78 % fue registrado en este sitio de muestreo. La mojarra *A. bimaculatus*, alcanzó un 37 % de la abundancia total, seguida por el bagre blanco, *P. albicans* con un valor menor (23 %).

La riqueza de este sitio de muestreo representó el 55 % de las especies registradas en todo el embalse. Se observó una alta abundancia de las mojarras del género *Astyanax* (67 % de la abundancia total).

La riqueza de especies representó el 61 % de la riqueza total registrada para el embalse. El dientado, *O. jenynsi*, alcanzó el mayor porcentaje de abundancia (34 % en relación a la abundancia total de este sitio), seguido por la mojarra *A. fasciatus* (19%) y el sábalo *P. lineatus* (16%).

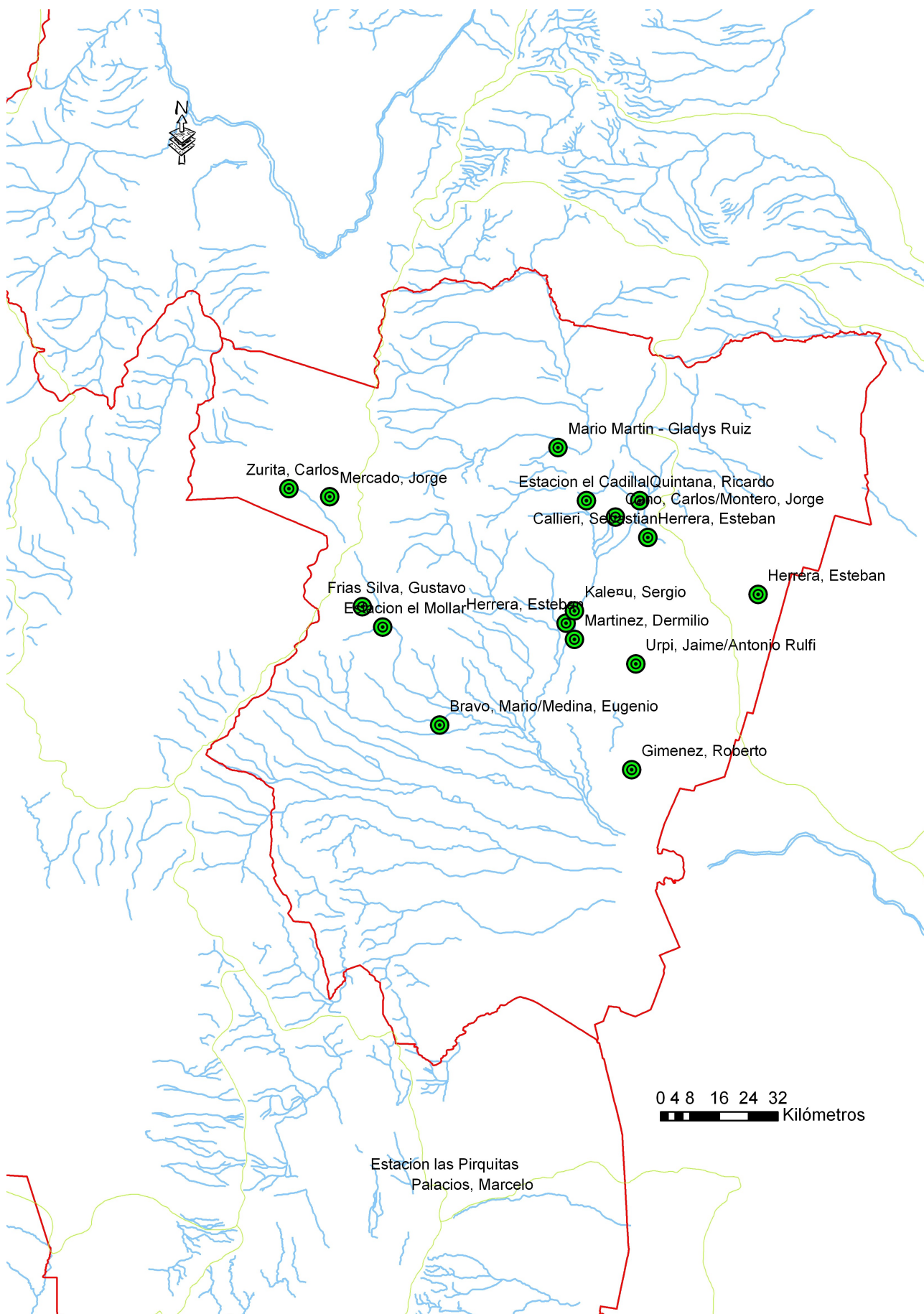
DS-a: Desembocadura Salí
DG: Desembocadura Gastona
DMM: Confluencia Marapa-Medina
T: Toma

Sitios de muestreo de la ictiofauna y resumen de resultados. Fuente: Programa de monitoreo del embalse río Hondo. 2007. Subsecretaría de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

9. Acuicultura

9.1. Productores identificados en la Provincia:

En el mapa siguiente se muestra la ubicación de los productores que fueron inventariados por el proyecto. La información completa ambiental y socioeconómica se encuentra en el informe socioeconómico correspondiente.



	Quintana, Ricardo	Estanque 1 Superficie 1,2 superficial	Pacú Pejerrey	Ruta 305 km 26 Tranquita - Buruyacu – Tucumán 26°38,058' S 65°04,457' W 0381-4306589/606 ricardoq@arnet.com.ar
	Mario Martín/Gladys Ruiz	Laguna y estanques 8,5 ha superficial		Ticucho-Trancas Tucumán 26°30,026' S 65°16,014' W
	Callieri, Sebastián	Estanque 2 Superficie 0,4 pozo	Pacú Pejerrey Carpa	Los Gutierrez-Cruz Alta Tucumán 26°43,243' S 65°02,839' W 0381-154491784 chavocallieri@hotmail.com
	Herrera, Esteban	Estanque 3 Superficie 1,5 Cantera / pozo		La Virginia-Burruyacú Tucumán 26°43,372' S 65°02,854' W
	Kaleñu, Sergio	Estanque 6 Superficie 0,3 pozo		Los Aguirres-Lules Tucumán 26°54,102' S 65°13,680' W
	Martinez, Dermilio	Cantera 0,6 ha pozo		Los Bulaceos-Leales Tucumán 26°58,320' S 65°14,070' S
	Gimenez, Roberto	Estanque 2 Superficie 0,3 pozo		Puesto Chico-Leales Tucumán 27°17,453' S 65°05,403' W
	Urpi, Jaime/ Antonio Rulfi	Estanque 9 Superficie 1,2 pozo		El Chilcal Tucumán 27°01,924' S 65°04,981' W
	Cano, Carlos/ Montero, Jorge	Estanque 9 Superficie 0,4 pozo		El Timbo Viejo-Burruyacú Tucumán 26°40,311' S 65°08,045' W
	Bravo, Mario/ Medina, Eugenio	Estanque 6 Superficie 0,2 pozo	Pacú trucha	El Cercado-Monteros Tucumán 27°10,959' S 65°33,804' W
	Estación el Mollar Carlos Riviere	Estanque 11 Superficie 1 pozo	Trucha	El Mollar Tucumán 26°56,362' S 65°42,123' W 0381-4218150
	Frias Silva, Gustavo	Estanque 7 Superficie 0,1 superficial		La Banda-Tafí del Valle Tucumán 26°53,483' S 65°45,100' W
	Zurita, Carlos	Estanque 3 Superficie 0,6 superficial	trucha	Amaicha del Valle-Tafí del Valle – Tucumán 26°36,286' S 65°55,840' W
	Mercado, Jorge	Estanque 2 Superficie 0,005 superficial		Amaicha del Valle-Tafí del Valle- Tucumán 26°37,400' S 65°49,688' W
	Estación el Cadillal	Estanque 5 Superficie 0.05 pozo		El Cadillal – Tucumán 26°37,844' S 65°12,059' W

9.2. Potencialidad acuícola instalada en la provincia

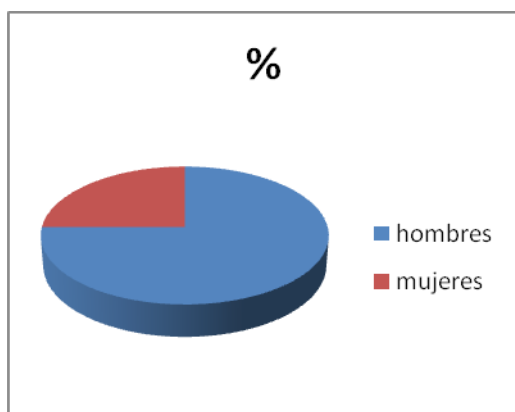
Distancia al lugar de producción

En el total de las provincias objeto de este proyecto, 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, mientras que en la provincia de Tucumán sobre un total de 14 productores, el 28,6% vive en el predio donde realiza el cultivo y el 71,4 % vive en otro predio.

En promedio, los productores que no viven en el mismo predio, lo hacen a una distancia de 62 km de promedio. El promedio general de este proyecto fue de 59,2 km.

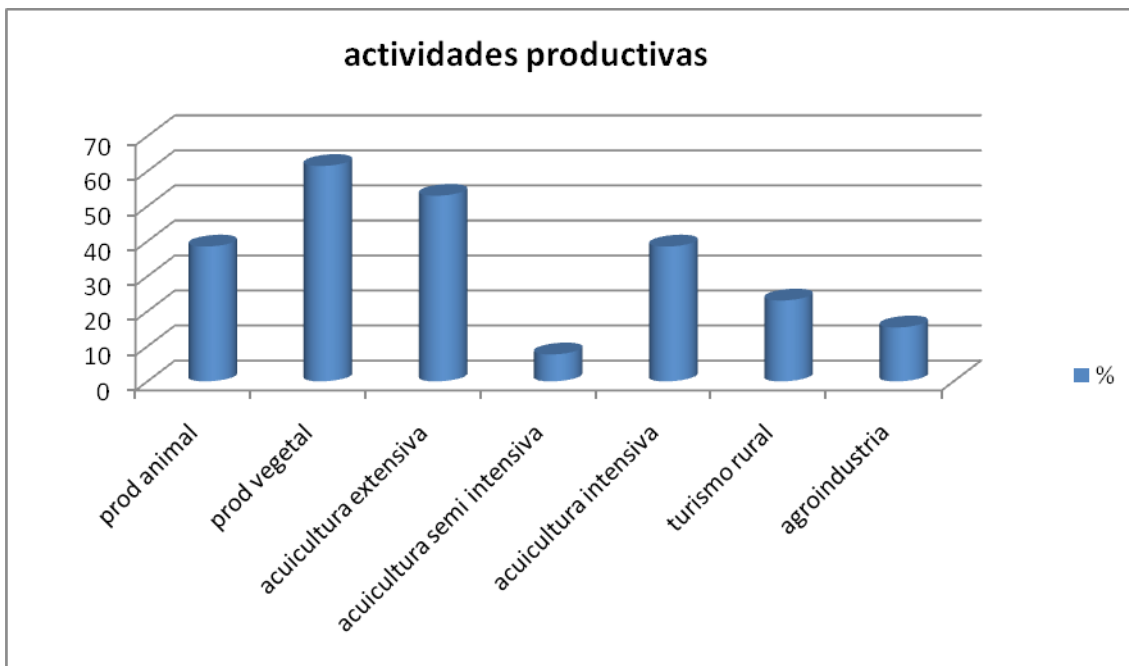
Género y producción

En la provincia de Tucumán el 75% de los productores identificados son hombres, siendo el promedio en las provincias de este proyecto el 74,2% masculino y el 25,8 femenino.



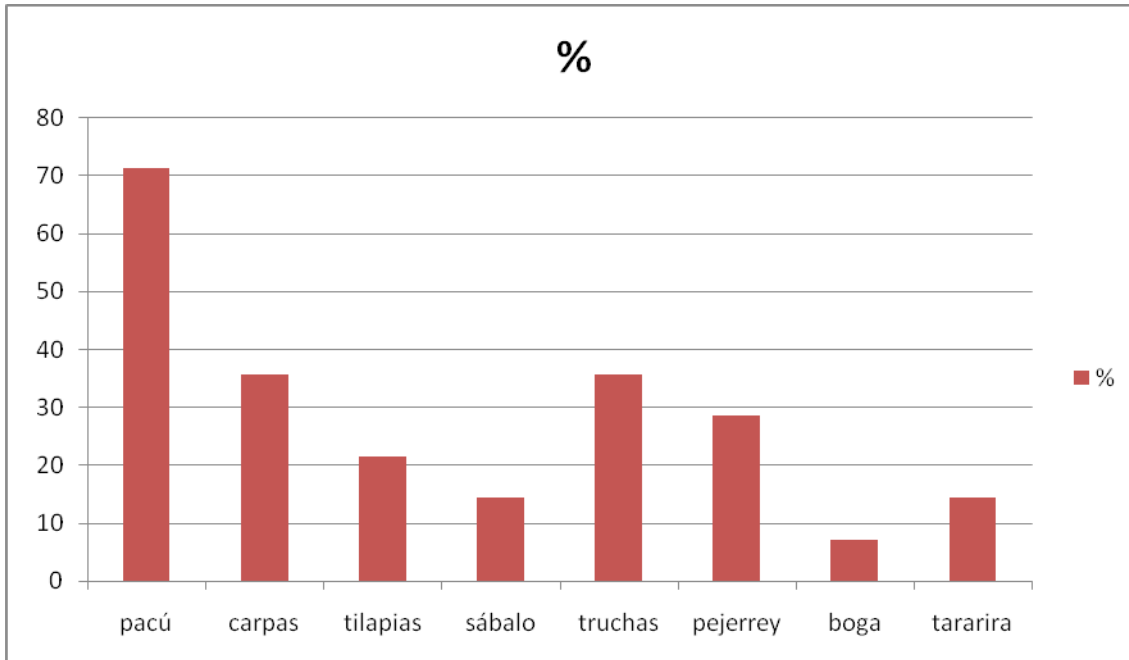
Actividades productivas

Predominan las producciones vegetales y la acuicultura extensiva sobre el resto de las actividades productivas, como se muestra en la siguiente figura. En cuanto al año de comienzo de las actividades, para la acuicultura extensiva fue el 2007, mientras que para la intensiva fue el 2001.

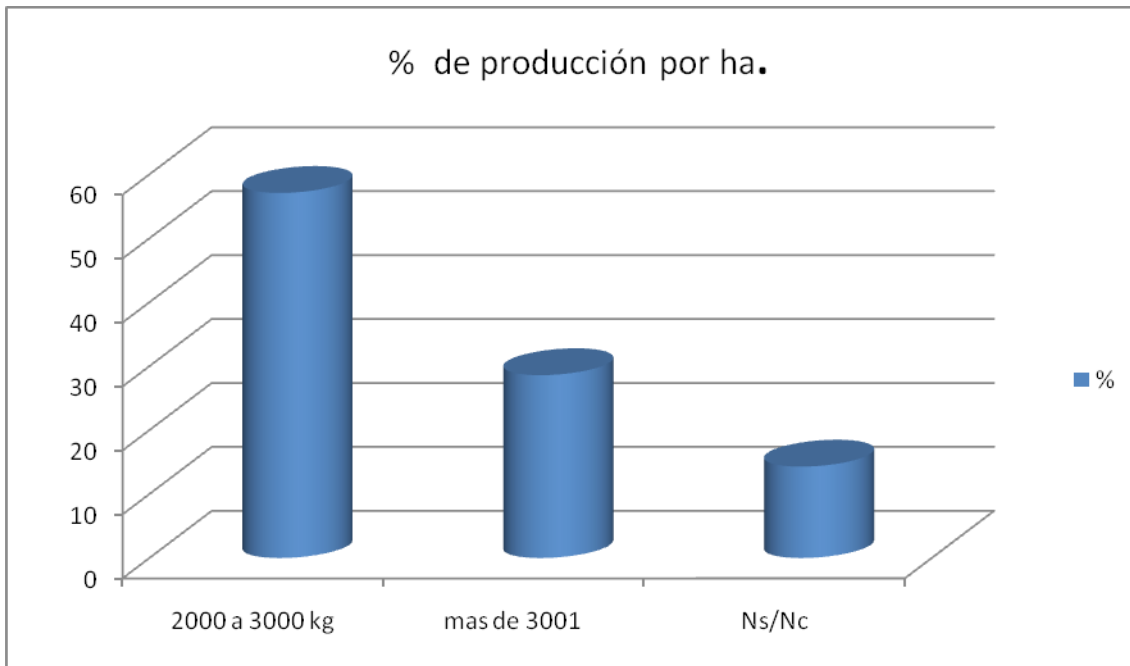


Acuicultura

El pacú, la carpa y el pejerrey son las especies que más se producen, como se puede ver en la siguiente figura.



Predominan las producciones en el rango de 2000 a 3000 kg. El 35,7% de los productores comercializa su producción.

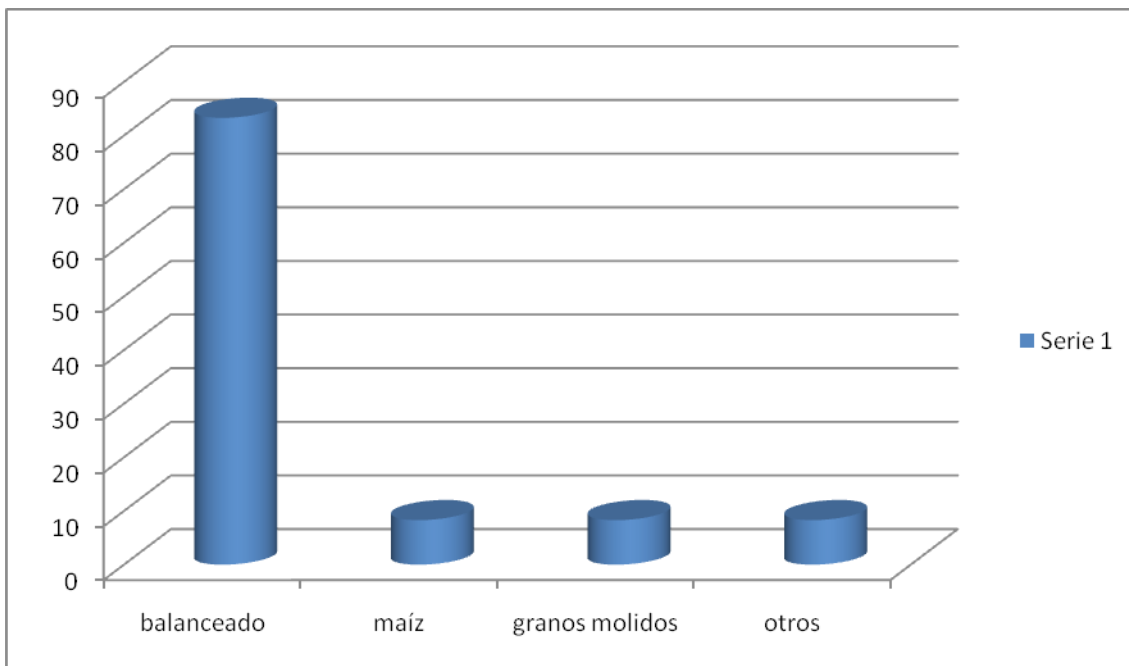


Producción de Alevinos

Hay una producción anual de 51.000 alevinos, distribuidos entre pacú y truchas, y una compra de 25.000 alevinos.

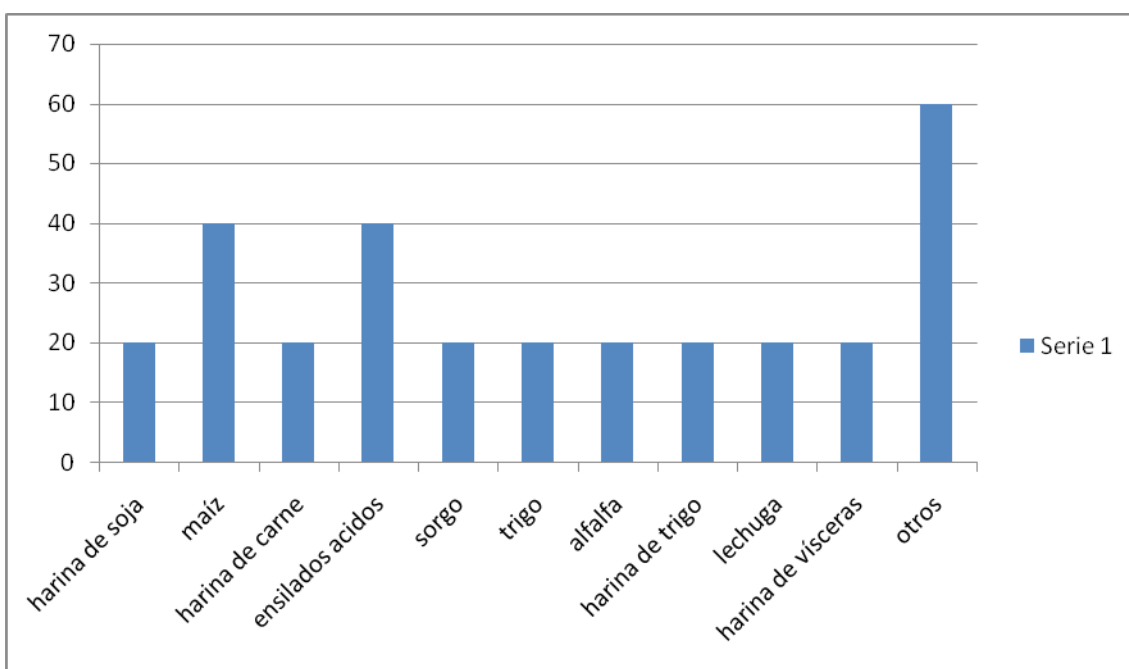
Alimento para acuicultura

Del total de productores el 85,7% produce su alimento y un 14,31% compra, siendo el balanceado el tipo de alimento más comprado en la provincia, como se muestra en la siguiente figura.



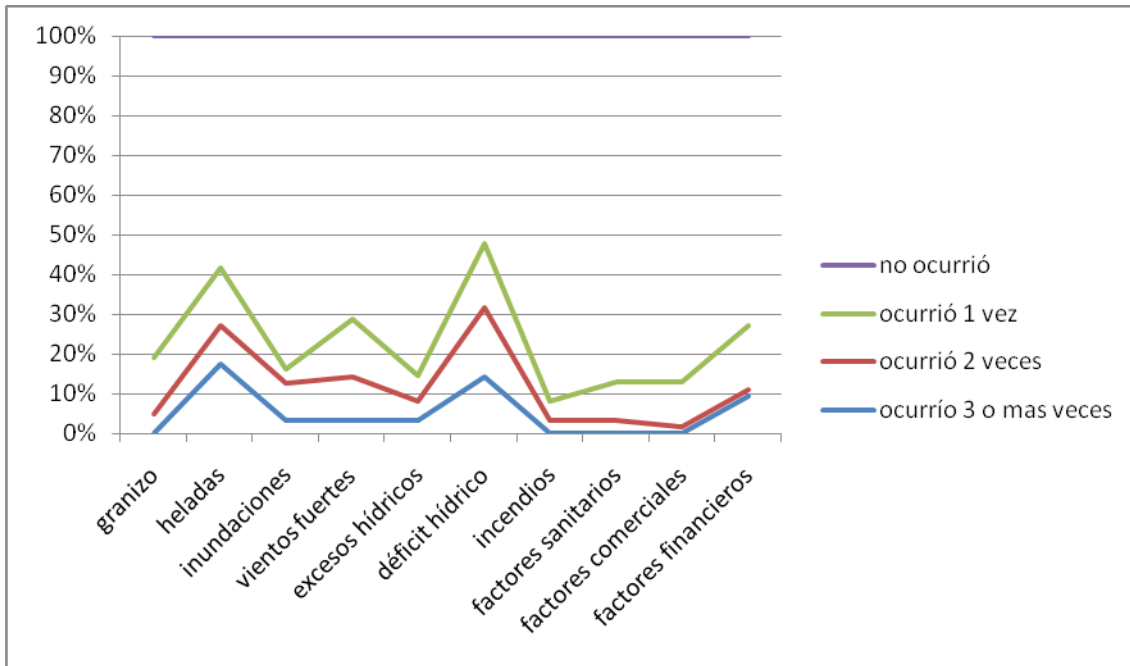
De las máquinas que cuentan los productores para su fabricación se destaca la máquina de picar y la peletizadora.

El maíz y los enlatados ácidos son las materias primas más utilizadas para la fabricación de alimentos, como se muestra en la siguiente figura.

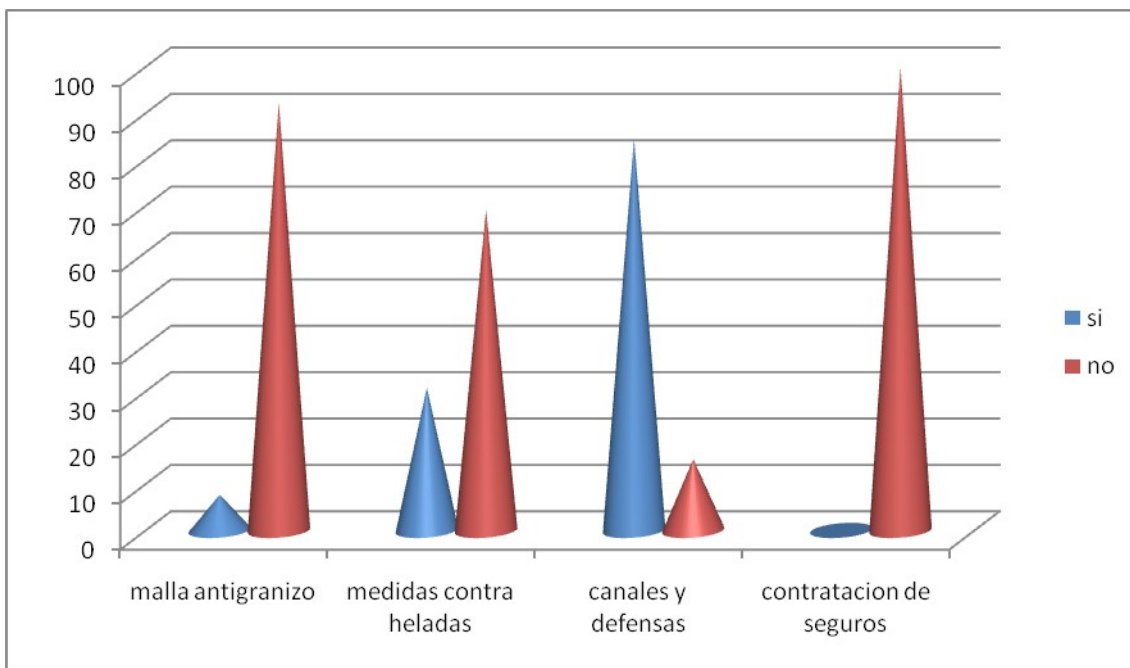


Medidas de prevención

Los factores que afectan la producción con mayor frecuencia son, según los datos recabados en este trabajo, las heladas, el déficit hídrico, los factores financieros, y los fuertes vientos, como se muestra en la siguiente figura.

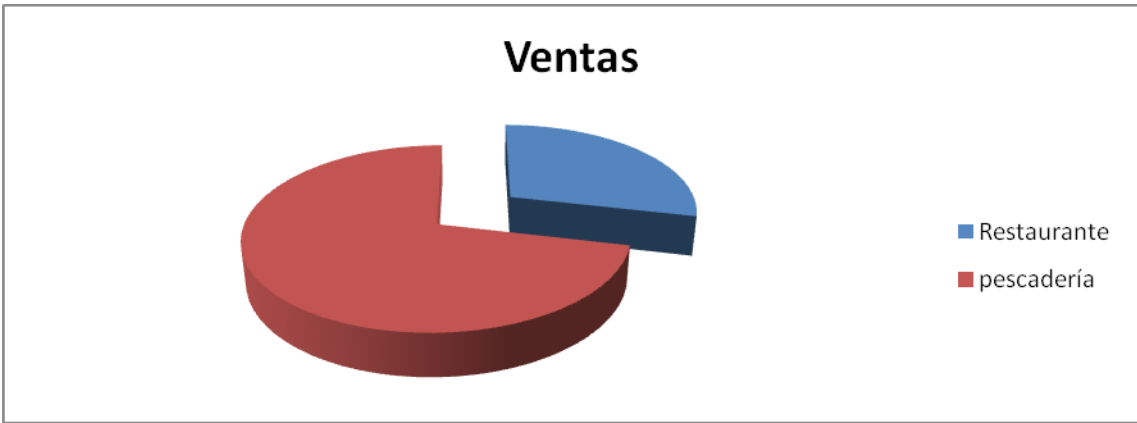


Los canales y defensas y en menor escala las medidas contra las heladas son las medidas de prevención más utilizadas.

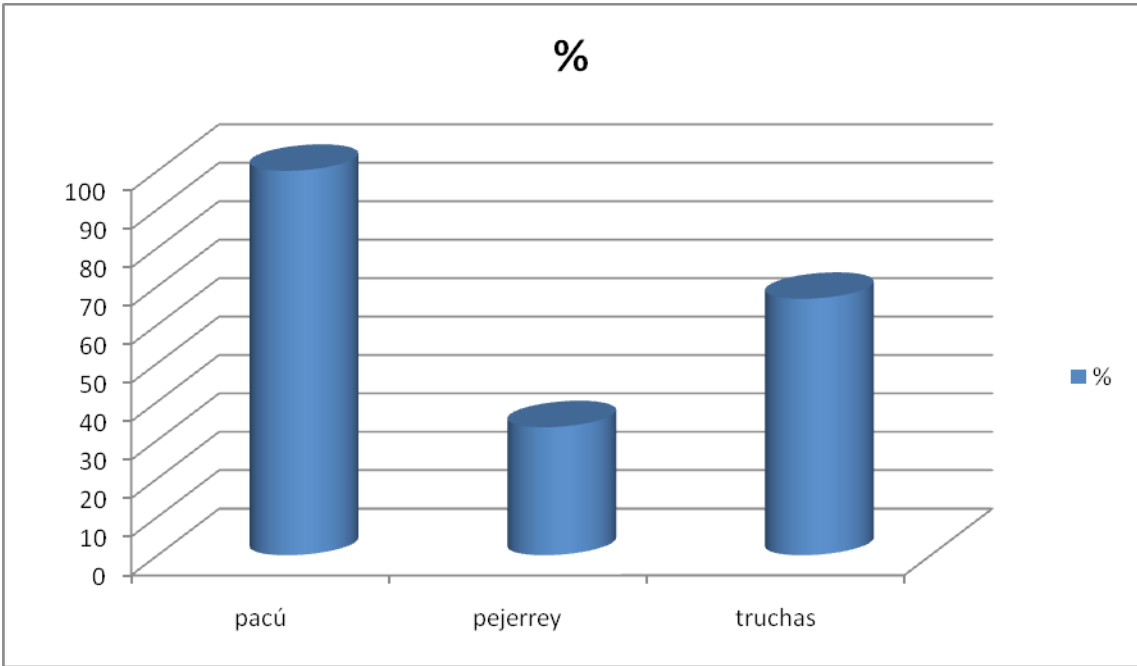


Comercialización

La mayor proporción de los establecimientos identificados son pescaderías.



Entre las especies de pescado de cultivo comercializado se destaca el pacú, como se muestra en la siguiente figura.



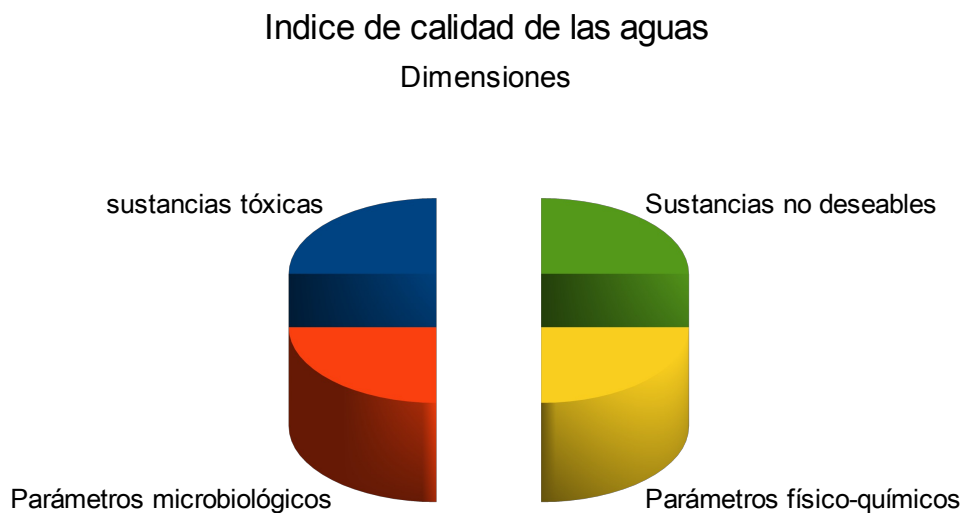
10. Potencial acuícola para la provincia.

10.1. Introducción

Índice de calidad de aguas:

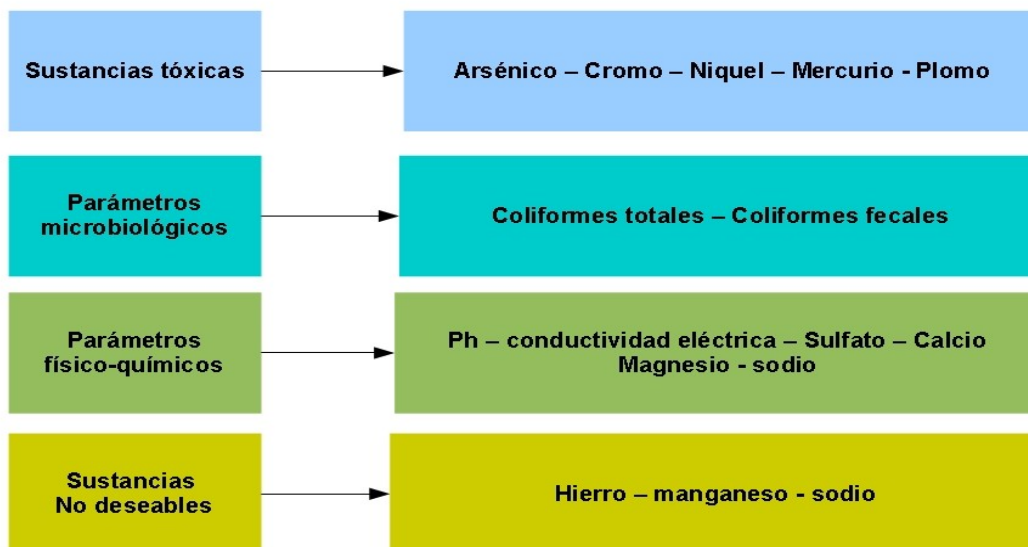
Para evaluar de forma holística la calidad de las aguas resulta necesario contar con una metodología que permita reconocer la mayor parte de las dimensiones de la contaminación (tanto en lo que hace a las sustancias contaminantes como a sus fuentes), que además sea una metodología que permita la comparación 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:



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

Se ha desarrollado un índice numérico que combina las dimensiones anteriormente descriptas, asignado pesos relativos de acuerdo a la importancia y persistencia de los

efectos contaminantes.

$$\text{Indice de calidad de las aguas} = (\text{Sustancias tóxicas})^3 + (\text{parámetros microbiológicos})^2 + \text{parámetros físico-químicos} * 2 + \text{sustancias no deseables}.$$

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

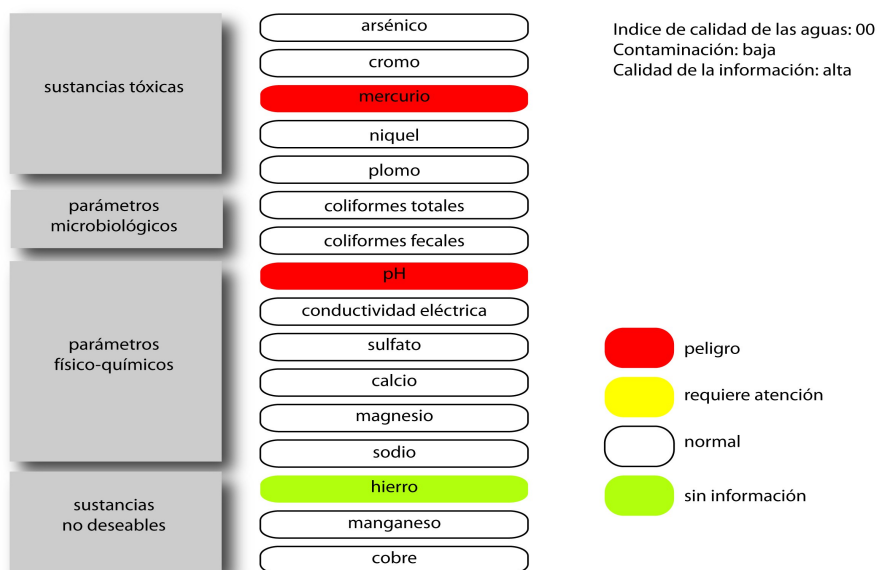
$$(\text{sustancias tóxicas})^3 = 7^3 = 343$$

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 de 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:

$$E = \frac{N}{P} \text{ donde N es la concentración de Nitrógeno y P es la concentración de Fósforo.}$$

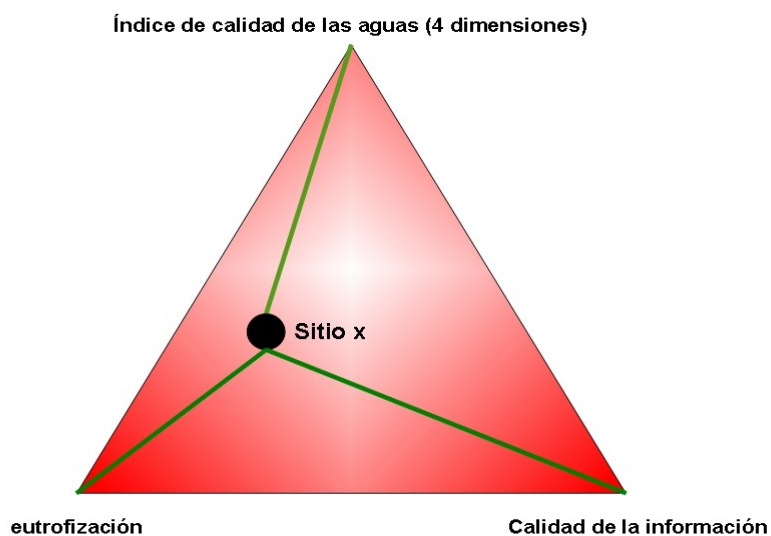
Calidad de la Información:

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.

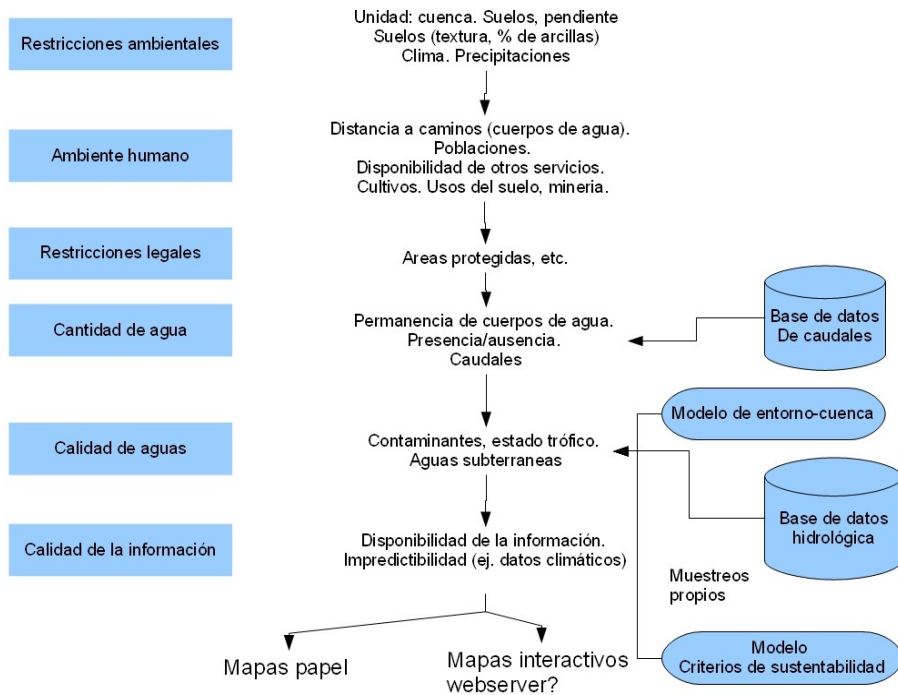
De forma tal que cada sitio x puede ser ubicado en un espacio tridimensional:



Esta información por sitio se ha georreferenciada y se encuentra en una base de datos.

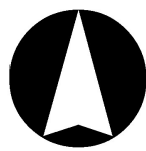
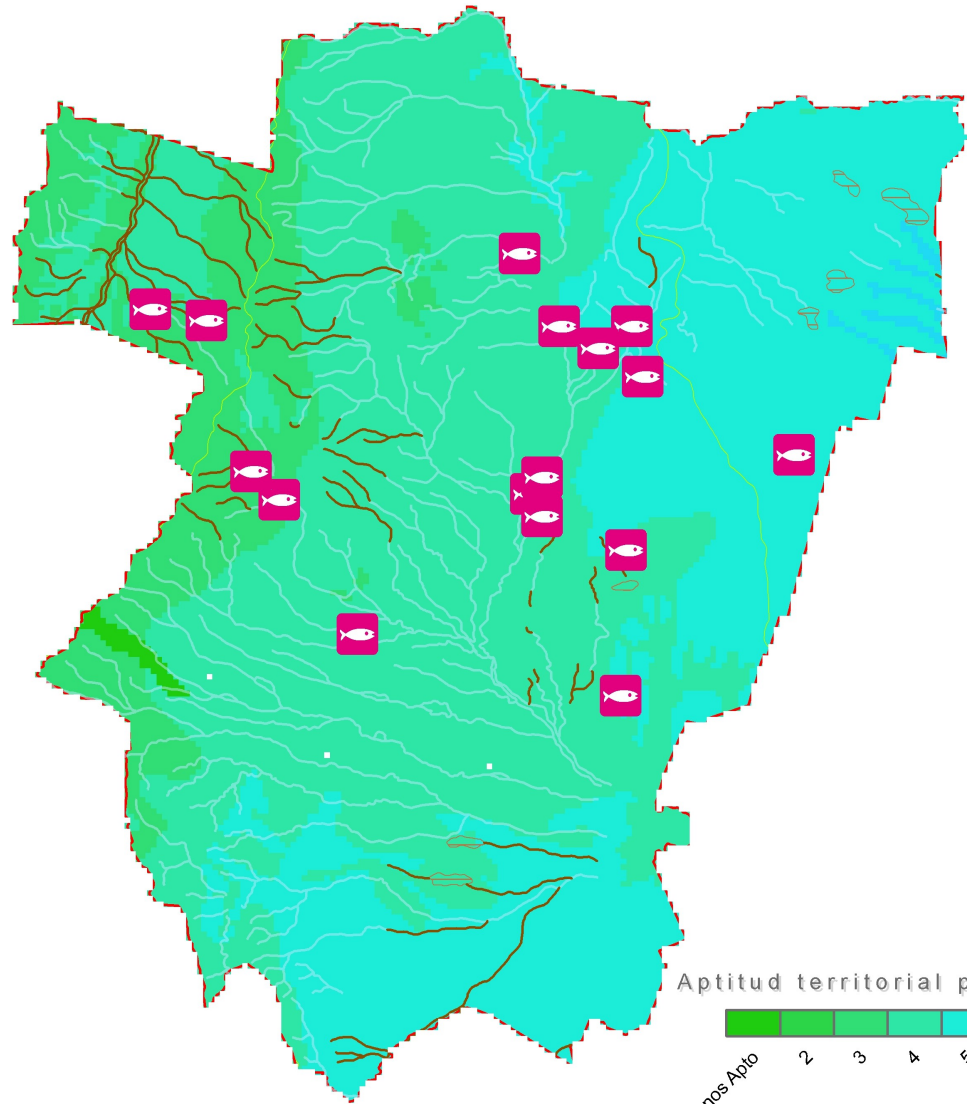
10.2. Potencialidad acuícola de la provincia

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.



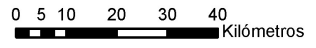
El siguiente mapa muestra el potencial acuicola de la provincia. Los valores más altos indican un mayor potencial acuicola.

Provincia de Tucumán



Referencias

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



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 /m². 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 óptimo 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 m². Se trabaja con densidades de 70 a 200 /m³. 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/m³.

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/m³ para la re-cría o pre engorde (5 a 50 gr).

Para el engorde se almacenan de 50 a 100 ej/m³ en jaulas de más de 5 m³ y más de 200 a 600 /m³ en pequeño volumen de menos de 5 m³ y alimento balanceado de excelente calidad y flotabilidad. Se logran producciones de entre 50 a 300 kg/m³/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 Kubitzka, (1999).

La sobrevivencia 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/m³.

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/m³de agua, y normalmente se completa con un pellet de altísima calidad. La producción de peces es de 20 a 50 kg/m³/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 las variedades 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

DOLARES AÑO	FILETE		ENTERO	TOTAL DOLARES
	FRESCO	CONGELADO		
1992	\$1,088,174	\$461,597	\$4,476,194	\$6,025,965
1993	\$3,249,752	\$2,183,328	\$12,596,206	\$18,029,286
1994	\$4,816,226	\$6,493,556	\$14,275,119	\$25,584,901
1995	\$7,908,592	\$8,975,805	\$17,163,129	\$34,047,526
1996	\$11,653,849	\$7,468,362	\$23,895,286	\$43,017,497
1997	\$13,997,652	\$11,283,805	\$24,183,503	\$49,464,960
1998	\$17,051,142	\$11,959,812	\$21,721,459	\$50,732,413
1999	\$25,841,254	\$22,188,860	\$33,866,855	\$81,896,969
2000	\$44,454,843	\$23,222,306	\$33,700,704	\$101,377,853
2001	\$60,839,057	\$28,971,179	\$38,052,489	\$127,862,725
2002	\$81,693,889	\$48,489,991	\$44,031,285	\$174,215,165
2003	\$101,990,477	\$84,051,053	\$55,144,455	\$241,185,985
2004	\$116,057,060	\$118,856,048	\$62,500,153	\$297,413,261
2005	\$139,914,140	\$182,716,630	\$69,998,313	\$392,629,083
2006	\$147.892.769	\$243.951.120	\$90.798.022	\$482.641.911
2007	\$168.025.386	\$331.209.556	\$60.348.240	\$559.583.182

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

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

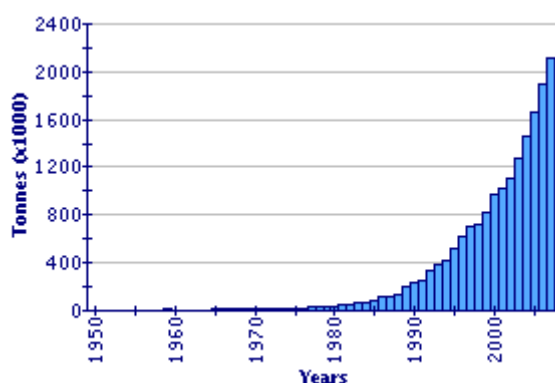
PERIODO 1992 – 2010

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

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

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 (*Piaractus 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/10m². 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/m²); 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 m². La densidad utilizada en esta fase es de 5 a 25 ind/m², 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 m² con densidades de 0,2 a 0,3 ind/m². 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/m². 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/m², 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 m². la densidad es de entre 5 y 6 peces/m².

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 m³ 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/m³, 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 m³. 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/m², 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 m² (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/m², 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/m², en práctica de monocultivo, y en policultivo con pacú y randiá, a una densidad de amur de 0,3 ind/m² 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.

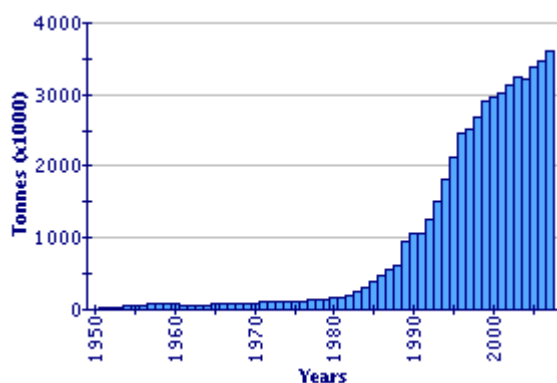
La carne de este pez originado en cultivo muestra un alto contenido proteico entre 16 y 19,9%, con bajo contenido en grasa, (entre 5,2 y 6,7%). Su procesamiento en filete, rinde un 55%. Posee espinas, pero es altamente consumida y considerada como un pez de alta calidad en determinadas regiones. Los 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 fitoplanctófaga 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 branquias 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/m³. 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

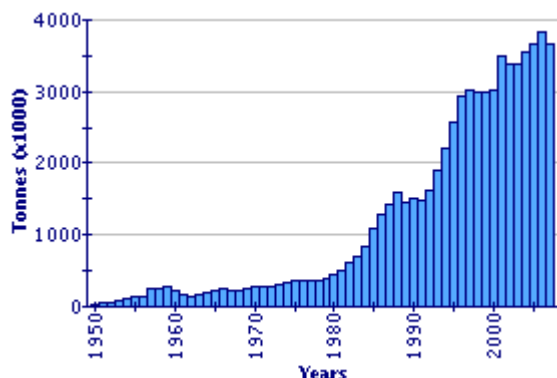
Las carpas plateadas son normalmente compradas en vivo, basado en los patrones de consumo tradicionales en China y por lo tanto, es esencial mantenerlas vivas desde la cosecha hasta su comercialización. Camiones y botes conteniendo agua son básicamente usados como herramientas de transportación en la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

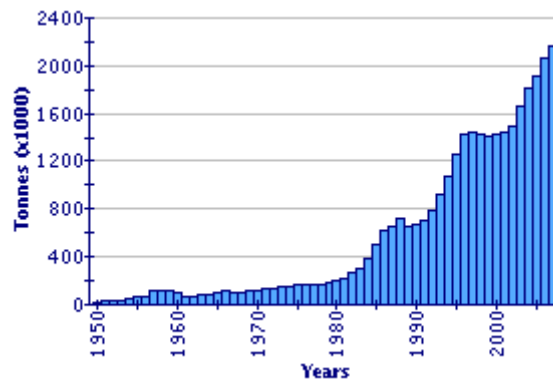
En estos sistemas, las carpas cabezonas son generalmente sembradas como la especie principal, con densidades de siembra de 150-750/ha, dependiendo del tamaño y fertilidad del cuerpo de agua. Este nivel representa alrededor del 40-50 por ciento del total del número de peces sembrados. El tamaño de siembra 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 m², 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/m². 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 m². 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/m². 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 un 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.

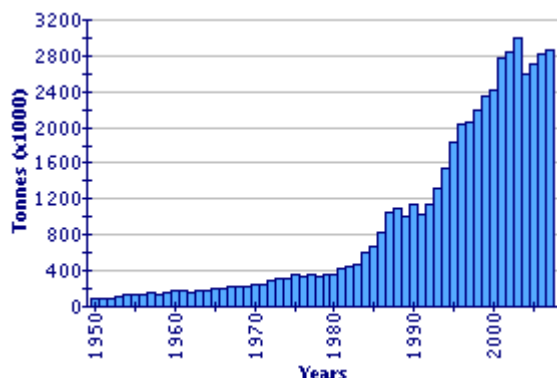
Su cultivo puede ser integrado con la ganadería y/o la producción vegetal. La integración puede ser directa (animales sobre los estanques de peces), indirecta (desechos de animales son usados en los estanques como abono), paralela (arroz-con-peces) o secuencial (producción de peces entre cosechas). El 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. Tolera temperaturas entre 7 y 33°C, si bien su óptimo crecimiento es entre 15 y 23°C (Lermen *et al.*, 2004). Según Colpatti *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 m²). 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 m², colocándose una densidad de siembra de 10 a 40 larvas/m² (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, construidos 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/m² 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/m². 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 m³, suspendidas en superficie. La densidad de siembra es de 250 a 300 peces/m³, 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/m³ (Varela, 1982b; Luchini, 1990). En un segundo período de engorde se pueden obtener cosechas de 200 a 250 kg/m³.

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/m³, debido a fuertes peleas producidas entre los peces; mientras que las mismas son infrecuentes a densidades por encima de 125 peces/m³.

En el caso del *R. quelem*, deben realizarse mayores estudios a densidades mayores que las ya analizadas con éxito, de 250-300 peces/m³.

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 Missisipi 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 m² a una densidad de 4 peces/m². 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 m², a una densidad de 3.000 a 10.000 larvas/m² 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 m² con abundante zooplancton.

Engorde: Reartes (1995), en Argentina, cita experiencias de engorde intensivo en tanques de 50 m², 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 m² sembrando 25 peces/m², 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 m², 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/m³ y llegando a manejar densidades de 2,5 a 7 kg/m³. 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. Turcha 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/m² para producir hasta 30 kg/m² 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.

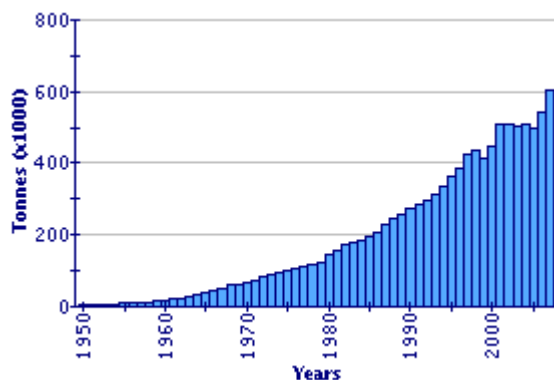
El muestreo de la cantidad y tamaño de los peces (mensual) permite obtener estimaciones y cálculos de las tasas de crecimiento, conversiones de alimento, costos de producción y capacidad de carga, además de servir para regulación del alimento a medida que los peces aumentan en crecimiento; consideraciones 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/m²) 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, alevitos 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. argenteus* 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 mesopotamicus*, (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. mesopotamicus* 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 protráctil 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 del 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 si, 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 predadoras 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/m³, 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/m². 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/m³. 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 m³) 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 18m³): 50 a 100 kg/m³

Gran volumen (más de 18 m³): 40 a 70 kg/m³.

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 Sali 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 habitat 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/m². en la fase de engorde se emplean 30 individuos/m².

Fase de juveniles: los estanques utilizados tienen una superficie de: 500 a 2.000 m².

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.

Etapas 2 (hasta 200 g)

Superficie estanques: 2 000 a 5 000 m².

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 m². 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 abarca 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* (Escalar): 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, aún 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 trámites (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. 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 de la Secretaría de Agricultura Ganadería, Pesca y

Alimentos 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 sala 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

Esta jurisdicción carece de normativa específica en materia de acuicultura.

La Autoridad de Aplicación competente en la materia -en función de la Ley N° 6292- sería la Subsecretaría de Asuntos Agrarios y Alimentos, a través de la Dirección de

Flora, Fauna Silvestre y Suelos. Según el artículo 87°, inciso l) de la Ley N° 6292, es competencia de este órgano de la Administración Provincial el otorgamiento de concesiones para la explotación de servicios en las áreas naturales protegidas y de los recursos naturales renovables en la Provincia.

Normas provinciales con incidencia en la acuicultura

- Para la presentación de Proyectos de acuicultura, debe seguirse la Resolución N° 016/1992 de la ex- Dirección de Recursos Renovables de la Provincia de Tucumán.
- En materia de protección ambiental, rige la Ley N° 6253, vinculada con normas generales sobre medioambiente. Según la Resolución DCTyMA N° 116/03, los emprendimientos de acuicultura requerirían de una resolución de impacto ambiental que se realiza a través de la Dirección de Medio Ambiente. No obstante, esto no sería exigible en todas las oportunidades y según la envergadura del proyecto; por ello, resulta recomendable consultar los criterios de la práctica administrativa previo a la presentación de los proyectos.
- Ley 7139 - Ley de Aguas: respecto de la regulación de uso de aguas, la Autoridad de Aplicación es la Subsecretaría de Recursos Hídricos. No se han identificado hasta el momento tributo alguno para la utilización de aguas del dominio público para los emprendimientos de acuicultura.
- Con relación a los lineamientos para la utilización de los suelos, la Provincia dispone de la Ley N° 6290; resulta conveniente consultar ante la Autoridad de Aplicación la interpretación y alcance otorgada a esta ley en materia de acuicultura.

13. Bibliografía

Brown A.D. 1995. Las selvas de montaña del Noroeste de Argentina: problemas ambientales e importancia de su conservación. En A.D. Brown y H.R. Grau (eds.) Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas subtropicales de montaña. LIEYTucumán, Argentina.

Brown, A.D.; Grau, H.R.; Malizia, L.R. & A. Grau. 2001. Argentina. En M. Kappelle & A.D. Brown (eds). Bosques nublados del Neotrópico. INBio. San José. Costa Rica, 623-643.

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.

Lomniczi, I.; Boemo, A.; Musso, H. 2004. Mercury pollution of the Juramento river water system (Salta province, Argentina). J. Argent. Chem. Soc. 92 (4-6), 65 - 75

Parodi, L. 1964. Las regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de

Agricultura y Jardinería, 2 (1). Editorial Acme S.A.C.I.. Buenos Aires. Argentina.

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

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

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

Salusso, M., Moraña, L. y Godoy, J. 2001. Diagnóstico y evaluación de la contaminación de los recursos hídricos de la alta cuenca del Juramento -Provincia de Salta-. Informe Final. Tomo 1: "Resumen general". CFI. Provincia de Salta

Subsecretaria de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero. 2007. Programa de monitoreo del embalse río Hondo. Informe Final.

UMSEF. 2004. Mapa Forestal. Provincia de Tucumán. Dirección de Bosques. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Ministerio de Salud y Ambiente. República Argentina.

14. Anexo Analisis economico para produccion de peces