

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

PROVINCIA DE SANTA FE

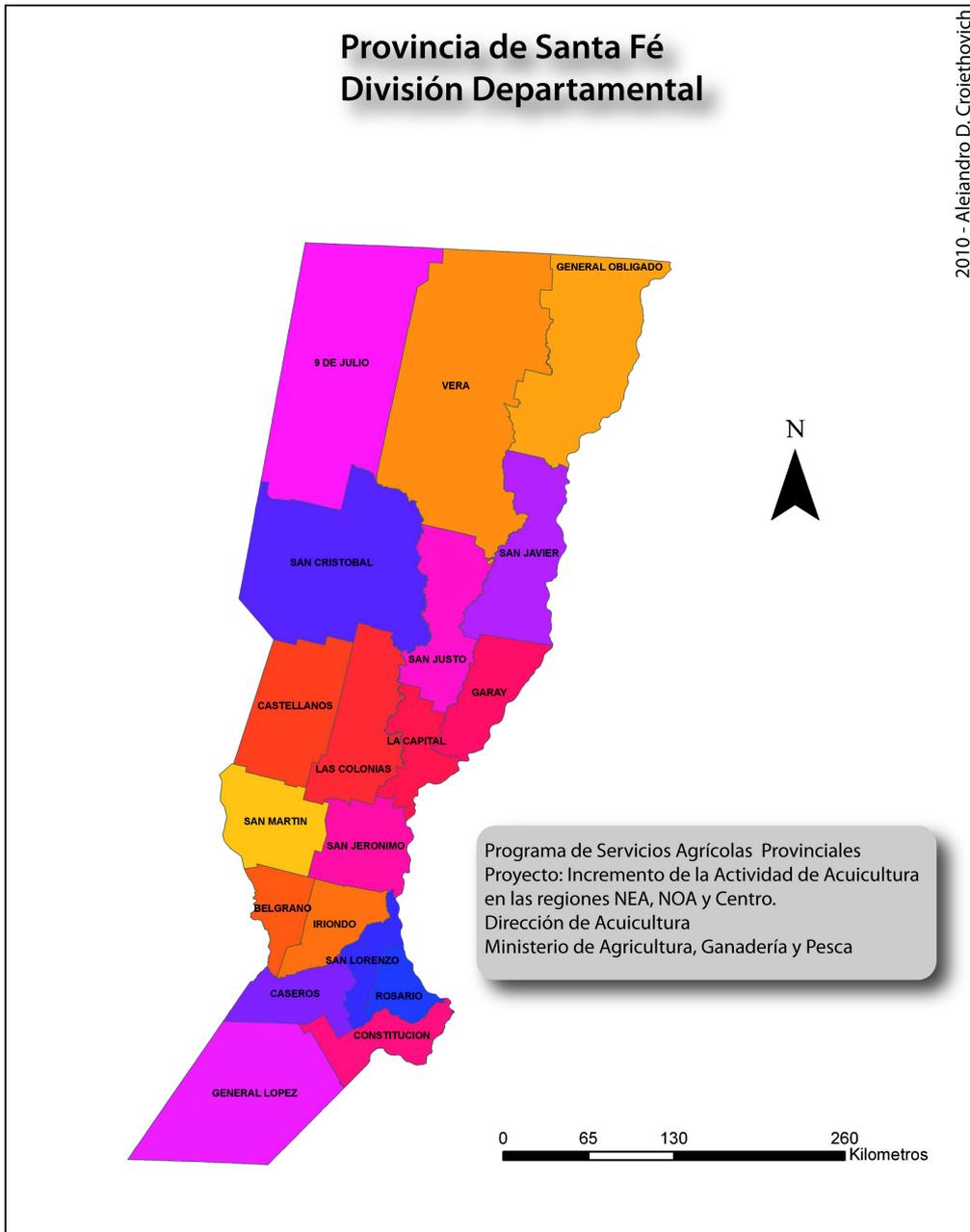
Índice de contenido

1. Introducción.....	5
2. Unidades de análisis.....	6
3. El modelo de acuicultura sustentable.....	8
4. Aspectos económicos y sociales	11
4.1. Población.....	11
4.2. Aspectos sociales y sanitarios.....	15
4.2.1. Servicios Sanitarios.....	18
4.2.2. Comunidades aborígenes.....	20
4.3. Aspectos económicos.....	20
4.3.1. Ganadería.....	20
4.3.2. Agricultura.....	21
4.4. Infraestructuras.....	23
5. Vegetación y Fauna.....	25
5.1. Unidades de vegetación.....	25
5.2. Áreas Naturales protegidas.....	27
6. Climatología.....	32
.....	34
7. Geología y suelos.....	40
7.1. Suelos.....	42
8. Hidrología.....	45
8.1. Introducción. Recursos hídricos superficiales.....	45
8.2. Unidad del los bajos submeridionales.....	49
8.2.1. Calidad de las aguas.....	51
8.3. Cuenca del Paraná Medio.....	58
8.3.1. Calidad de las aguas.....	71
8.3.2. Análisis de caudales.....	78
9. Acuicultura.....	83
9.1. Productores identificados en la Provincia:	83
9.2. Potencialidad acuícola Instalada en la provincia.....	86
.....	87
Actividades productivas:.....	87
10. Potencial acuícola para la provincia.....	97
10.1. Introducción.....	97
10.2. Potencialidad acuícola de la provincia.....	101
11. Especies de peces aptas para cultivo.....	104
11.1. Introducción.....	104
11.2. Tilapia nilótica (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	104
11.3. Pacú (<i>Piaracatus mesopotamicus</i>)	113
11.4. Amur (<i>Ctenopharyngodon idella</i>)	117
11.5. Carpa plateada (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>)	122
11.6. Carpa cabezona (<i>Aristichthys nobilis</i>):	128
11.7. Carpa común (<i>Cyprinus carpio</i> L.)	132
11.8. Randiá (<i>Rhamdia quelen</i> .)	137
11.9. Pejerrey (<i>Odonthestes bonariensis</i>).....	142
11.10. Turcha arco iris. (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).....	144
11.11. Otras Especies de interés.....	152
11.11.1. Sábalo (<i>Prochilodus lineatus</i> .).....	152
11.11.2. Surubí (<i>Pseudoplatystoma</i> spp).....	155

11.11.3. Boga (Leporinus spp).....	158
11.12. Peces Ornamentales	162
11.12.1. Familia Cyprinidae.....	162
11.12.2. Familia Characidae.....	163
11.12.3. Familia Callichthidae.....	163
11.12.4. Familia Loricariidae.....	164
11.12.5. Familia Poeciliidae.....	164
11.12.6. Familia Cichlidae.....	166
11.12.7. Familia Anabantidae.....	167
12. Marco legal regulatorio de la acuicultura marítima y continental.....	167
12.1. Normas Nacionales.....	167
12.2. Normas Provinciales.....	173
13. Bibliografía	176
14. Anexo Analisis economico para produccion de peces.....	180

1. Introducción

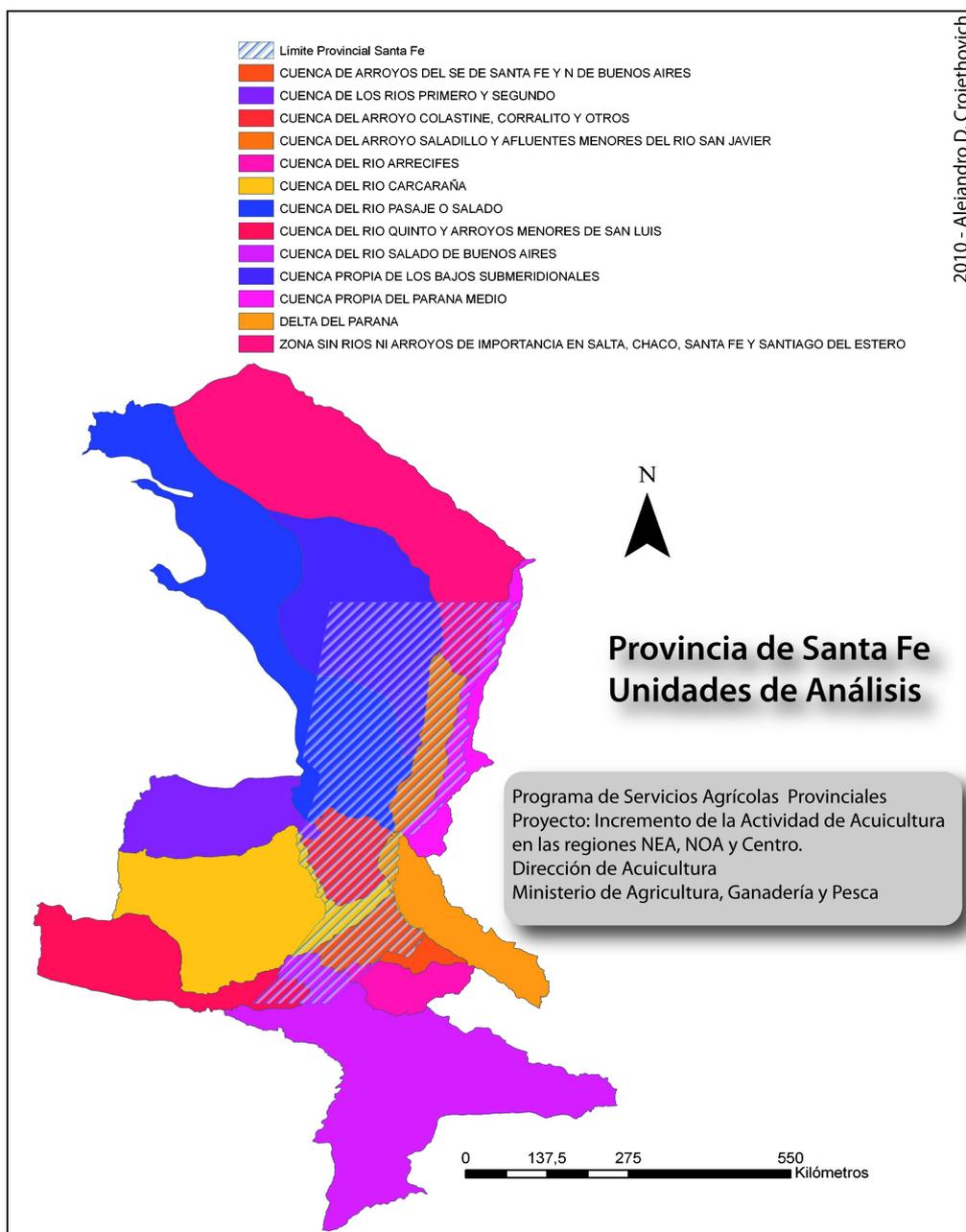
La provincia de Santa Fe limita al norte con la provincia del Chaco; al este, con Corrientes y Entre Ríos; al sur, con Buenos Aires; y al oeste, con Santiago del Estero y Córdoba. Es una provincia mediterránea, que tiene salida al mar por la vía río Paraná-de la Plata. La capital provincial es Santa Fe y sus principales ciudades son Rosario, Rafaela, Venado Tuerto, Cañada de Gómez y Villa Constitución. Cuenta con 19 departamentos, posee una superficie de 133.007 km² y una población de 3.000.701 habitantes, concentrada en los departamentos Rosario (un tercio de la población provincial); y Capital, con 442.000 habitantes (INDEC, 2001).



2. Unidades de análisis

El territorio de la Provincia de Santa Fe 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. La principal fuente alóctona de agua superficial en la región estudiada es el río Paraná.

- 1 Unidad del los bajos submeridionales**
- 2 Unidad del Río Pasaje**
- 3 Unidad del Río Paraná**
- 4 Unidad del Arroyo Saladillo**
- 5 Unidad de los ríos Primero y Segundo**
- 6 Unidad del Arroyo Colastine**
- 7 Unidad del Delta del Paraná**
- 8 Unidad del Río Carcaraña**
- 9 Unidad de Arroyos de Santa Fe**
- 10 Unidad del Río Quinto**
- 11 Unidad del Río Salado**
- 12 Unidad del Río Arrecifes**
- 13 Unidad de Bañados Chaco-fomoseña**



3. El modelo de acuicultura sustentable

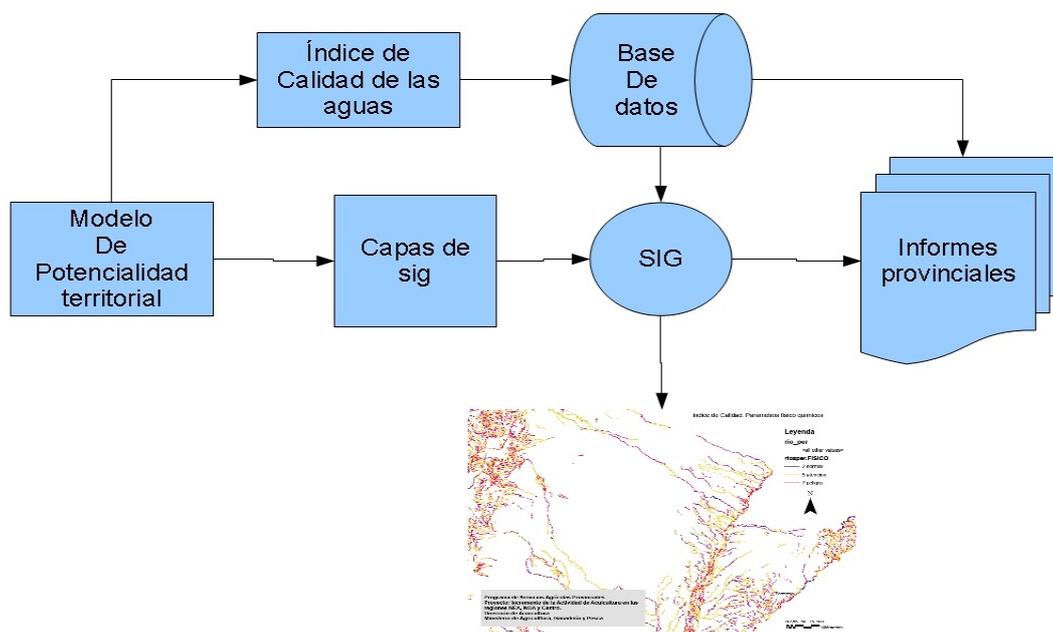
El presente trabajo está basado en el modelo de acuicultura sustentable, donde la gestión de los recursos hídricos afectan a la actividad productiva acuícola y viceversa formando un sistema complejo que se retroalimenta. Los informes introducen al lector brindándole la información sobre la cual se construye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

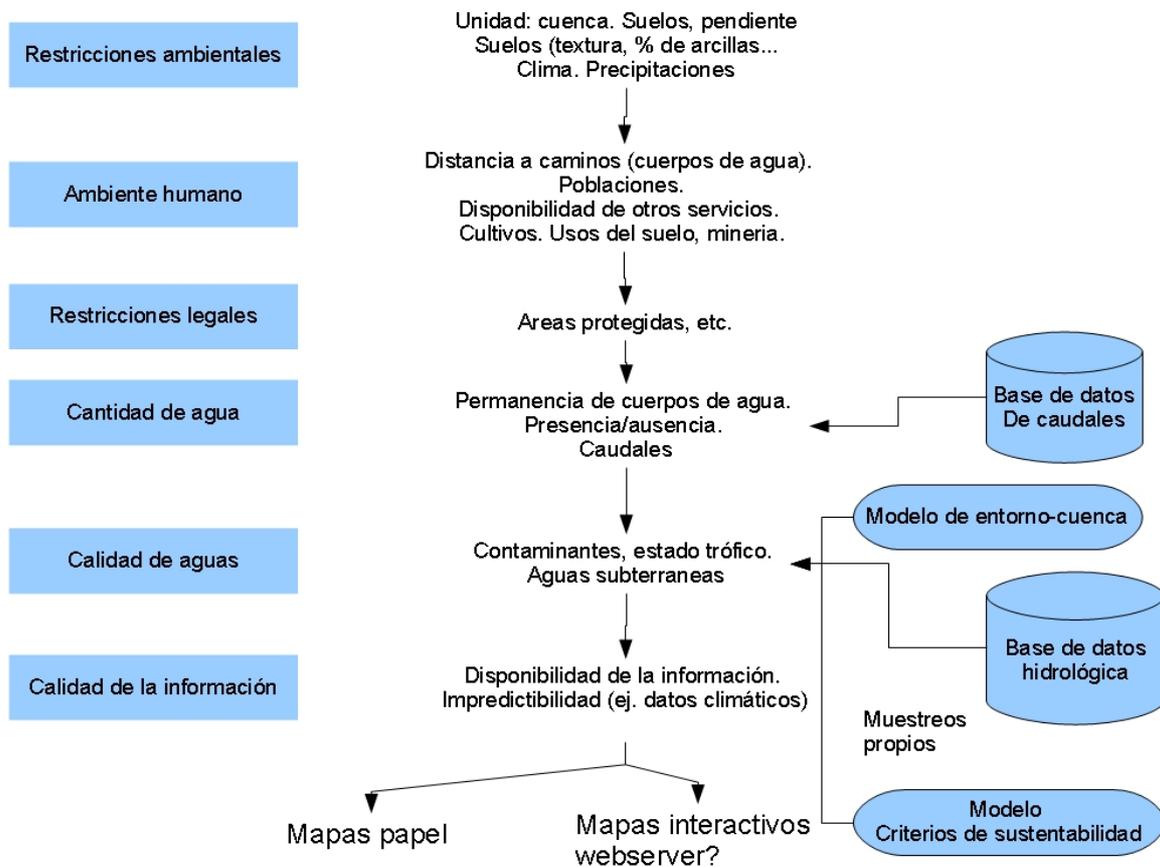


El Modelo de Potencialidad Territorial en el SIG ha sido traducido a través de un conjunto de variables:

- 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 evaluará 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:



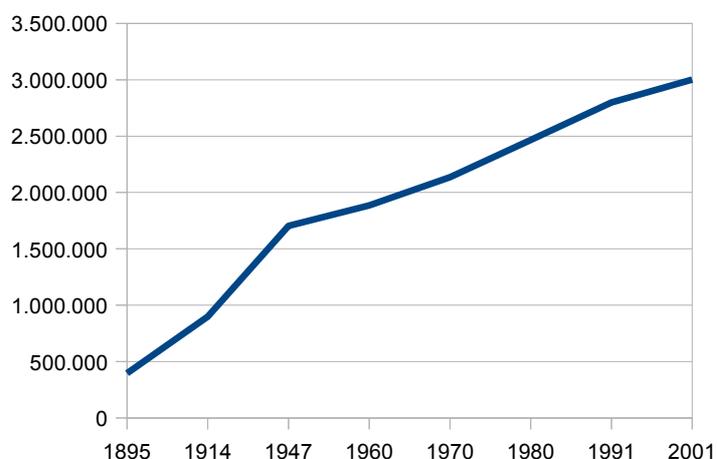
A lo largo de este informe al principio de cada capítulo se irán explicitando la forma en que cada variable contribuye al análisis final. Por ejemplo en el caso de la variable “suelo” el criterio elegido es: *los suelos con mayor contenido de arcillas y/o limos son más aptos para la actividad acuícola.*

4. Aspectos económicos y sociales

4.1. Población

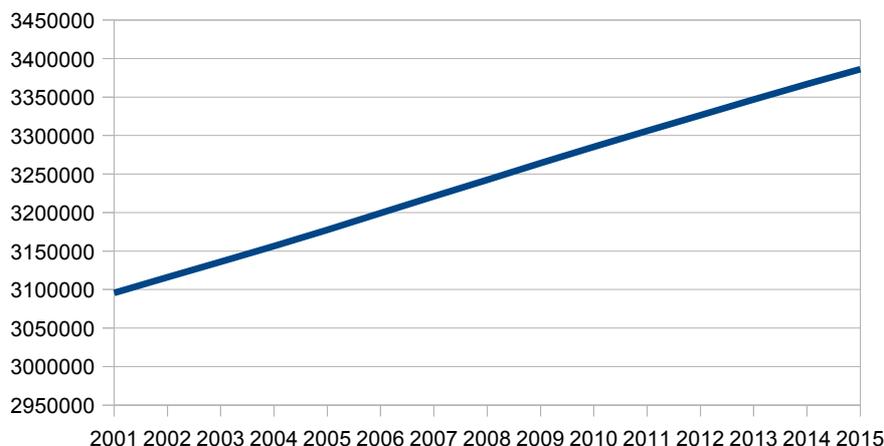
De acuerdo al Censo Nacional de Población y Vivienda de 2001, la Provincia tenía a ese año 3.000.701 habitantes.

Con relación al censo anterior (1991) tuvo un aumento del 7,23%, 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.

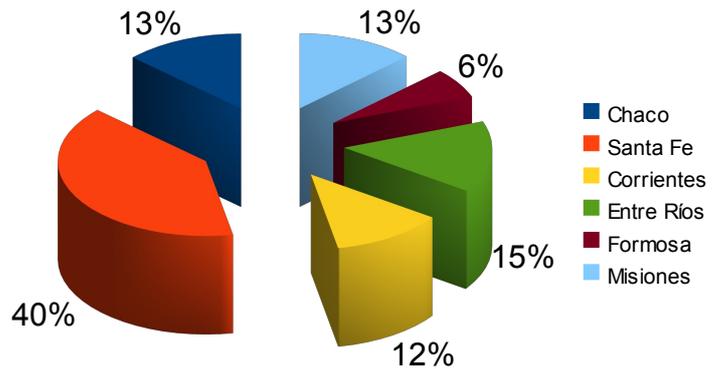


Número de habitantes de la Provincia de Santa Fé entre los años 1895 y 2001. Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población y Vivienda 2001.

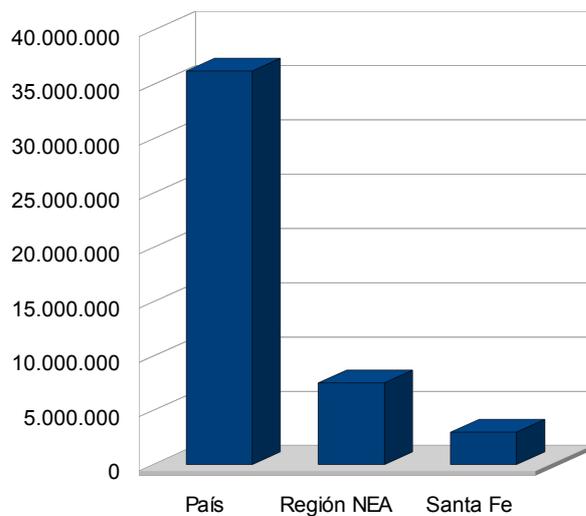
La estimación para el año 2015 es que la Provincia tenga 3.386.133 habitantes distribuidos en 1.652.390 varones y 1.733.743 mujeres. Proyección de la población (en número de habitantes) entre los años 2001 (fecha del último censo nacional) y el 2015. Fuente: INDEC 2005.



La Provincia concentra el 39,87 % de la población de la región NEA (Santa Fe, Chaco, Corrientes, Entre Ríos, Formosa

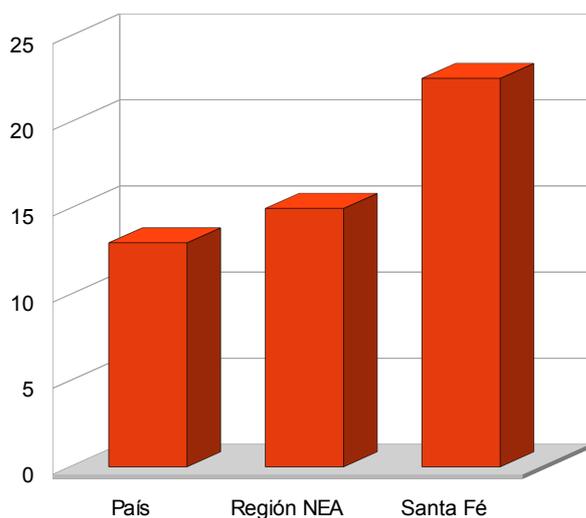


y Misiones) y el 8,28% del total del país.



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

La densidad de la población es de 22,56 habitantes por km². Es la provincia con mayor densidad luego de Misiones en la región NEA que tiene una densidad de 15,01 hab/km².



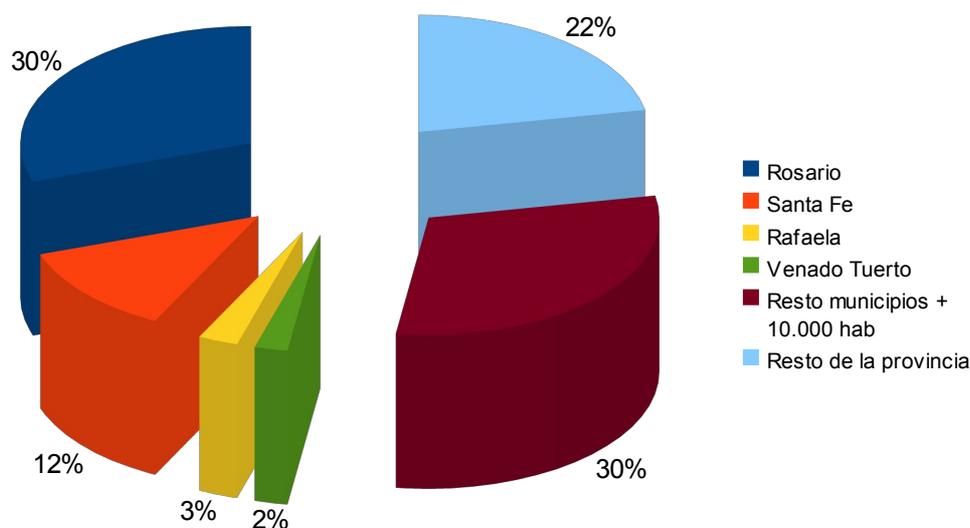
Densidad de población (en hab/km2) del total del País, NEA y la provincia de Santa Fé, al año 2001. Fuente: INDEC Censo Nacional de Población y Vivienda 2001

Los municipios con más de 10.000 habitantes son (Fuente: INDEC Censo Nacional de Población y Vivienda 2001):

Ciudad	Número de habitantes
Rosario	909397
Santa Fe	369589
Armstrong	10388
Arroyo Seco	20008
Avellaneda	23077
Calchaquí	10221
Cañada de Gómez	29833
Capitán Bermúdez	27060
Carcarañá	15619
Casilda	32002
Ceres	13779
Coronda	16975
El Trébol	10506
Esperanza	35885
Firmat	18294
Fray Luis Beltrán	14390
Funes	14750
Gálvez	18542
Granadero Baigorria	32427

Laguna Paiva	12250
Las Parejas	11317
Las Rosas	12793
Las Toscas	11811
Pérez	24436
Puerto General San Martín	10871
Rafaela	83563
Reconquista	66143
Recreo	12798
Roldán	12468
Rufino	18361
San Carlos Centro	10465
San Cristóbal	14286
San Javier	15606
San Jorge	16873
San Justo	21809
San Lorenzo	43520
Santo Tomé	59072
Sunchales	18757
Tostado	14273
Venado Tuerto	69563
Vera	19797
Villa Constitución	44369
Villa Gobernador Gálvez	74568
Villa Ocampo	19101

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



4.2. Aspectos sociales y sanitarios

Analfabetismo:

Los valores absolutos más elevados corresponden a Departamentos tales como: Rosario (19.630), La Capital (7.507), General Obligado (6.748) y General López (3.375). Los menores valores corresponden a : Belgrano (681), Garay (767) y San Martín (992). Sin embargo, para un real dimensionamiento de la incidencia del analfabetismo en la población total, el modo de análisis más certero lo constituye el valor relativo o porcentaje, que compara el total de la población con los analfabetos declarados en el Censo Nacional de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Censo (Año 2001).

La media del territorio provincial en cuanto a analfabetismo es: 2.46 %. En orden creciente, los menores valores corresponden a: Las Colonias (1.42 %), Caseros (1.79 %), La Capital (1.87 %). Los mayores valores, en orden decreciente, corresponden a: 9 de julio (7.93 %), Vera (7.22 %) y San Javier (6.23 %). Los restantes Departamentos se distribuyen entre esos extremos.

Departamento	Total de analfabetos	% de analfabetismo
Belgrano	5866	14,15
Caseros	9530	12,05
Castellanos	25094	15,47
Constitución	11868	14,29
Garay	4367	21,93
General López	26428	14,51
General Obligado	34268	20,59
Iriondo	8666	13,23
La Capital	77307	15,79
Las Colonias	13077	13,74
9 de Julio	6880	24,33
Rosario	157644	14,06
San Cristobal	11239	17,31
San Javier	6725	22,48
San Jerónimo	12050	15,6
San Justo	7134	17,67
San Lorenzo	21217	14,93
San Martín	8268	13,62
Vera	12006	23,4

En cuanto a la distribución de analfabetos por sexo, no existe una tendencia homogénea en cuanto al predominio de varones o mujeres. Por ejemplo, los Departamentos donde se registra mayor número de analfabetos varones son Garay (59 %), San Javier y San Jerónimo (56 %), San Martín y Las Colonias (54 %). Esos porcentajes registran el número de varones analfabetos con respecto al total de analfabetismo.

En el caso de las mujeres, los valores mayores corresponden a Caseros (54 %), La Capital y Rosario (52 %), Castellanos, Constitución y San Lorenzo (51 %), evidenciando estos valores que es mayor la incidencia del analfabetismo en varones que en mujeres. No obstante, pese a que las tendencias de predominio de género en estos casos se mantienen desde, por ejemplo, el Censo Nacional de Población y Vivienda 1980, se evidencia una tendencia a la equiparación de los sexos en los indicadores de analfabetismo.

Tasa bruta de mortalidad:

Según el “Informe sobre situación de salud 2003” producido por el Ministerio de Salud y la Organización Panamericana de la Salud, en Argentina los indicadores de salud han mejorado en los últimos veinte años. Esto se expresa en la disminución de la incidencia de muertes por enfermedades infectocontagiosas y en un aumento de la esperanza de vida de 65,4 a 68,4 años para los hombres, y de 72,1 a 75,6 para las mujeres. En particular, la tasa de mortalidad infantil descendió de manera sostenida de 33,2 0/00 a 16,8 0/00 entre los años 1980-2002.

La provincia de Santa Fe acompañó ese descenso de manera similar, aunque a partir de la década del ‘90 el comportamiento de su disminución fue más importante y favorable respecto al promedio del país. En el año 2002 la tasa de mortalidad infantil nacional se sitúa en un valor de 16,8 0/00 mientras que la provincia de Santa Fe consigue una tasa de 14,0 0/00.

Empleo:

Según los datos publicados en el último boletín estadístico sobre “Evolución del empleo registrado en la provincia de Santa Fe”, que elabora el ministerio de Trabajo de la provincia, el segundo semestre del año 2010 muestra creación de empleo a nivel provincial del orden del 0,41%, quebrando de ese modo las tasas trimestrales negativas de empleo verificadas desde el último trimestre de 2008, cuando se visualizaron los efectos de la crisis financiera internacional.

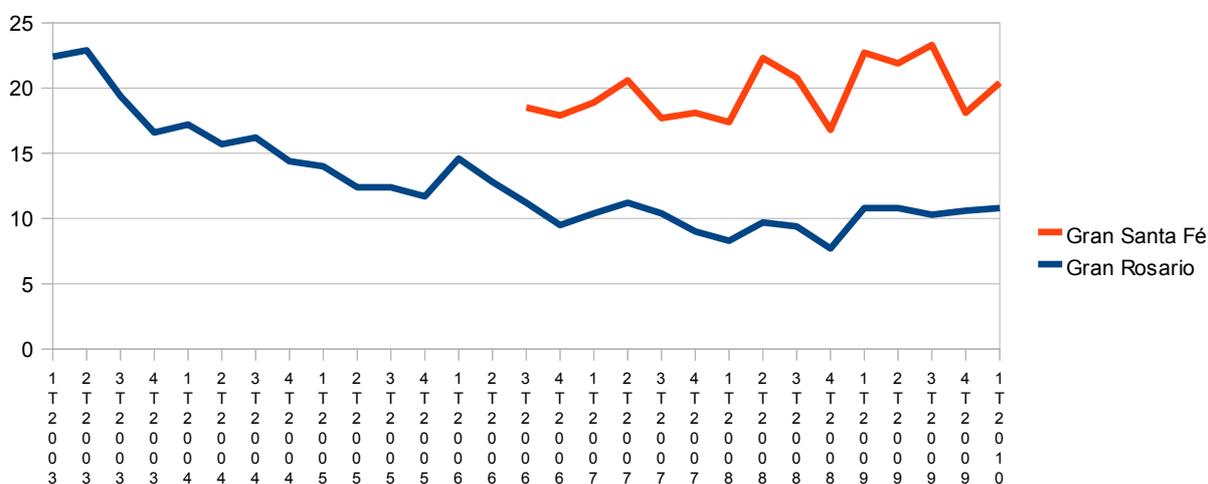
La tendencia también acontece en los grandes aglomerados urbanos de Santa Fe y de Rosario, pero con una dinámica diferente. En el aglomerado Gran Rosario se recupera empleo a partir del primer trimestre del 2010 (variación 0,47% respecto del mismo trimestre del año anterior), consolidándose en el segundo alcanzando el 1,03%, tasa más alta que la observada a nivel provincial. El aglomerado Santa Fe muestra variación positiva del orden del 0,36% en el segundo trimestre, mostrando en la serie trimestral desde la crisis que tanto la caída como la recuperación del empleo registrado es de menor impacto que en el aglomerado Gran Rosario.

El sector comercial es el único de todos los sectores de actividad económica que a nivel provincial no ha sufrido el impacto de la crisis internacional en términos de pérdida de puestos de trabajo, ya que muestra tasas positivas trimestrales de crecimiento durante todo el 2009 y los dos trimestres de 2010. En cambio el sector de la construcción resultó el más castigado, ya que la pérdida de empleo registrado llegó casi al 20% en el segundo trimestre de 2009, comenzando su recuperación en el primer trimestre del 2010, llegando al segundo con la tasa más baja de pérdida de puestos de trabajo (-1,2%). La industria fue otro sector donde el efecto de la crisis impactó de manera considerable, si bien con variaciones negativas mucho menores al

de la construcción, su recuperación se evidencia desde el primer trimestre del 2010, alcanzando en el segundo un crecimiento del 0,6%.

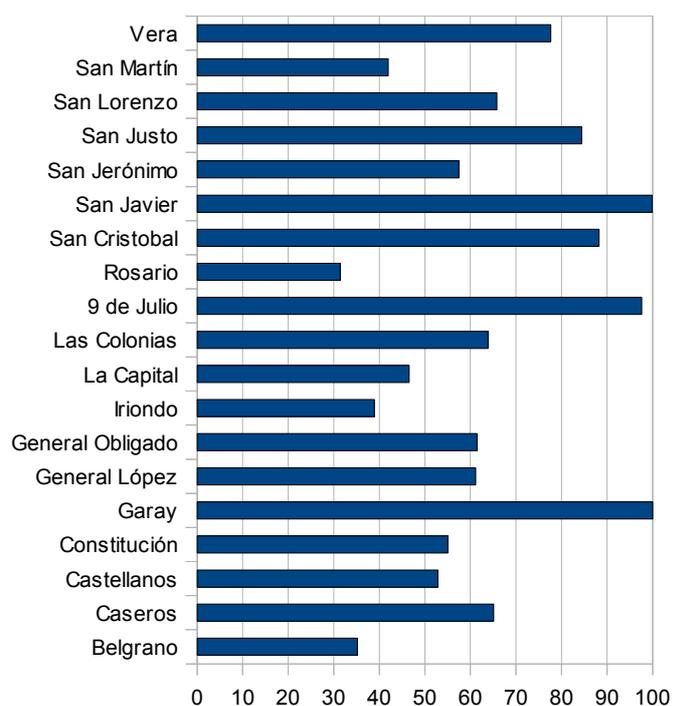
El análisis regional permite concluir que la región II (nodo Rafaela) ha sido la más afectada por la crisis internacional, resultando la única que en el segundo trimestre del 2010 muestra aún tasas negativas de empleo registrado (-4,32), mientras que el resto de las regiones verifican variaciones positivas cuyos extremos son: Región I (nodo Reconquista) con una recuperación mayor que la media provincial (1,62%) y Región V (Venado Tuerto) con solo el 0,11% de nuevos puestos de trabajo respecto del mismo período del año anterior.

Evolución de la tasa de población desocupada (en %) de los Aglomerados Gran Santa Fe (años 2006/2010) y Gran Rosario (años 2003/2010)



4.2.1. Servicios Sanitarios

Un alto porcentaje de viviendas de la provincia carece de servicios básicos de saneamiento. En total el porcentaje de cobertura de agua potable es del 85 % y de saneamiento de 47% sobre el total de la población, para los habitantes gestionados por ASSA (1.921.000 h) esos porcentajes son del 97% en agua y 65% en cloacas y para el resto (1.310.000 h) de 66% en agua y 19% en cloacas, solamente reciben algún tipo de tratamiento los efluentes del 6% de ASSA y del 15% del resto.



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

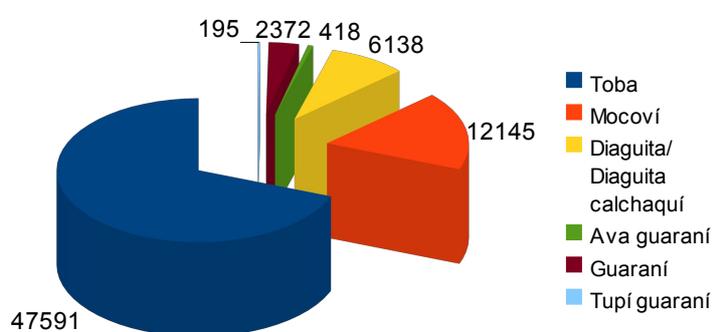
Provisión y procedencia del agua en la vivienda por departamento (en % sobre el total de viviendas). Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001.

	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
Belgrano	66,56	25,64	1,92	4,33	0,12	0,9	0,03	0,49
Caseros	79,59	15,86	1,18	2,81	0,02	0,19	0	0,33
Castellanos	73,22	18,75	1,76	3,37	1,14	1,04	0	0,71
Constitución	90,88	6,25	1,22	1,34	0,02	0,06	0,01	0,21
Garay	44,08	31,88	16,21	6,14	0,32	0,21	0,59	0,57
General López	40,64	49,96	3,56	3,59	1,03	0,76	0,01	0,43
General Obligado	72,26	12,77	7,15	6,43	0,3	0,16	0,17	0,77
Iriondo	84,54	9,93	1,17	3,21	0,03	0,47	0,01	0,65
La Capital	83,9	11,84	1,54	2,14	0,02	0,32	0,05	0,19
Las Colonias	73,57	20,16	2,27	2,93	0,05	0,38		0,64
9 de Julio	24,92	3,2	2,15	4,21	54,92	4,14	0,28	6,19
Rosario	96,96	2,1	0,19	0,56	0,01	0,09	0,01	0,08
San Cristobal	9,83	27,15	7,11	5,81	24,19	22,31	0,01	3,61
San Javier	59,41	17,41	14,66	6,67	0,14	0,05	0,8	0,87
San Jerónimo	80,58	11,81	2,82	3,22	0,09	0,53	0,08	0,87

San Justo	85,55	7,97	3,17	2,3	0,11	0,28	0,04	0,6
San Lorenzo	93,34	3,97	0,4	1,67	0,03	0,21	0,03	0,36
San Martín	21,17	50,8	2,05	5,81	3,09	15,83	0,03	1,23
Vera	73,29	7,79	3,89	4,07	6,41	0,76	0,06	3,74

4.2.2. Comunidades aborígenes

Cantidad de población aborígen de la provincia de Santa Fe:



Número de habitantes para las siguientes provincias. Ava guaraní: Corrientes, Entre Ríos, Misiones y Santa Fe. Guaraní: Corrientes, Entre Ríos, Misiones y Santa Fe. Tupí guaraní: Corrientes, Entre Ríos, Misiones y Santa Fe. Toba: Chaco, Formosa y Santa Fe. Mocoví: Chaco y Santa Fe. Diaguíta/ Diaguíta calchaquí: Catamarca, Córdoba, La Rioja, Santa Fe y Santiago del Estero. Fuente: INDEC. Encuesta Complementaria de Pueblos Indígenas (ECPI) 2004-2005 - Complementaria del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001.

4.3. Aspectos económicos

4.3.1. Ganadería

De acuerdo con el INTA (Centro Regional Santa Fe), el 86,5% de los suelos que poseen aptitud agrícola se encuentran en la mitad sur de la provincia y el 91% de las tierras de uso exclusivamente ganadero se encuentra en la mitad norte. De las 13.300.000 hectáreas que conforman al territorio, un 26% son de neta capacidad de uso agrícola, el 32,4% posee aptitud ganadero-agrícola, el 31,5% exclusivamente ganadera y un 10% se puede considerar a la superficie no utilizable o subutilizable.

En todo el territorio, según el Instituto Provincial de Estadísticas y Censos de Santa Fe en su informe de enero de 2000, hay 10.215.000 ha en explotación. Sobre ese total, 8.235.000 ha se trabajan en propiedad y el resto bajo arrendamiento y otras formas contractuales. Por otra parte, y teniendo en cuenta la última información disponible (Censo Nacional Agropecuario 1988), sobre esa superficie desarrollan su

actividad 36.769 empresas agropecuarias; en este sentido es improbable que aún persistan esa cantidad de empresas considerando la apreciable disminución de productores agropecuarios acaecida en los últimos doce años.

Con respecto a la lechería, se pasó de una producción anual de 1.690 millones de litros a casi 3.000 millones (alrededor de un tercio del total nacional), mientras que la industria tuvo uno de los mayores incrementos en instalaciones de procesamiento, principalmente entre los años 1996-1999.

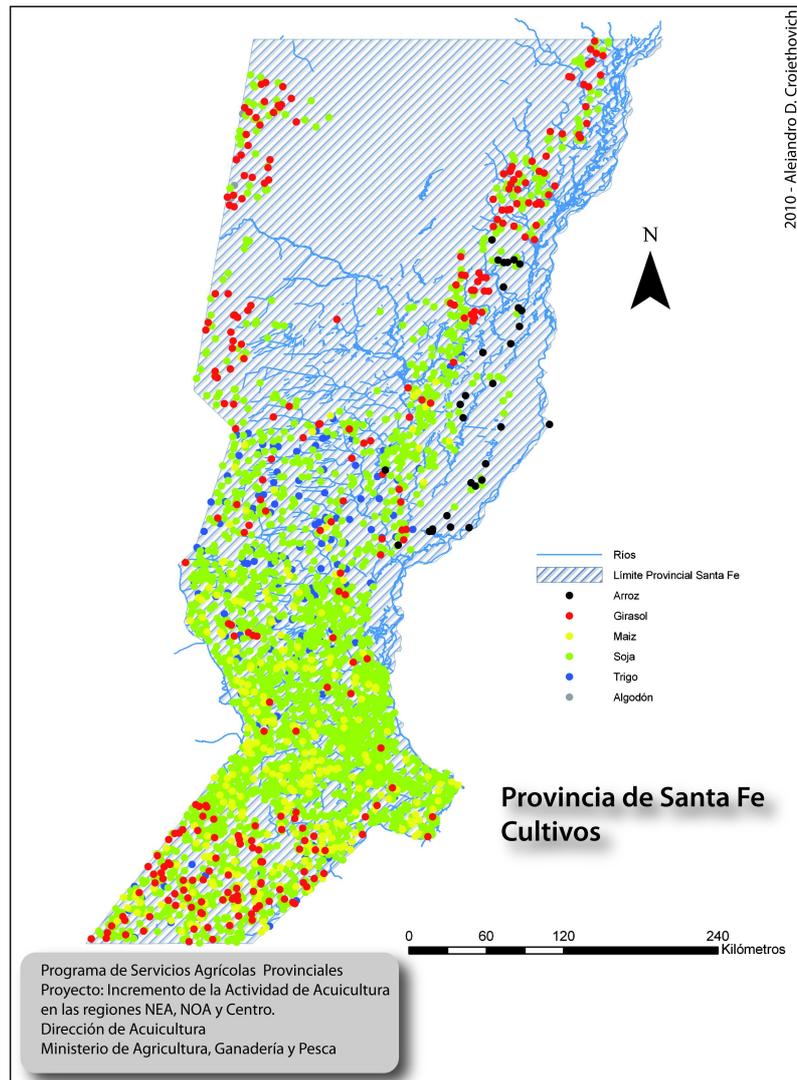
En relación con la ganadería de carne, datos del año 1998 indican que la Provincia de Santa Fe cuenta con el 13,4% de las existencias del país. La faena en la Provincia (1998) alcanza el 17,8% del total de cabezas que para el país es de 11.390.784.

4.3.2. Agricultura

Santa Fe representa el 21% del área sembrada del país. La superficie cultivada con oleaginosas es de alrededor de 2.700.000 ha de las cuales el 97% corresponde al cultivo de soja y el resto a girasol. Es la primera productora de oleaginosas y segunda en relación a la producción de cereales.

Los promedios de producción agrícola del período 1993/2000 reflejan la importancia de Santa Fe en la producción total del país: en soja es del 40% (5.937.000 t), en trigo del 16% (1.874.000 t), en maíz del 20% (2.400.000 t), en sorgo granífero del 21% (540.000 t), en girasol del 9% (400.000 t) y en algodón del 13% (46.000 t).

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.

Criterio:

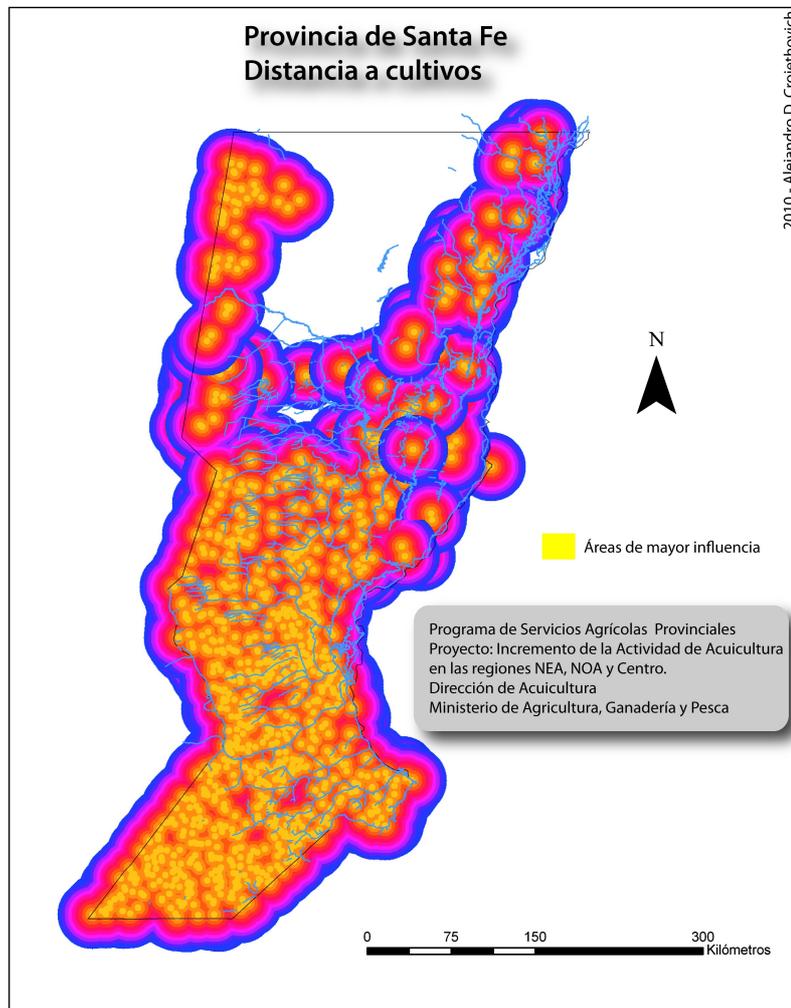
Las zonas más cercanas a áreas con cultivos están sujetas a un mayor aporte de nutrientes y en consecuencia son menos aptas para el desarrollo de la actividad acuícola

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



Análisis de la potencialidad territorial

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



4.4. Infraestructuras

Red vial:

Criterio:

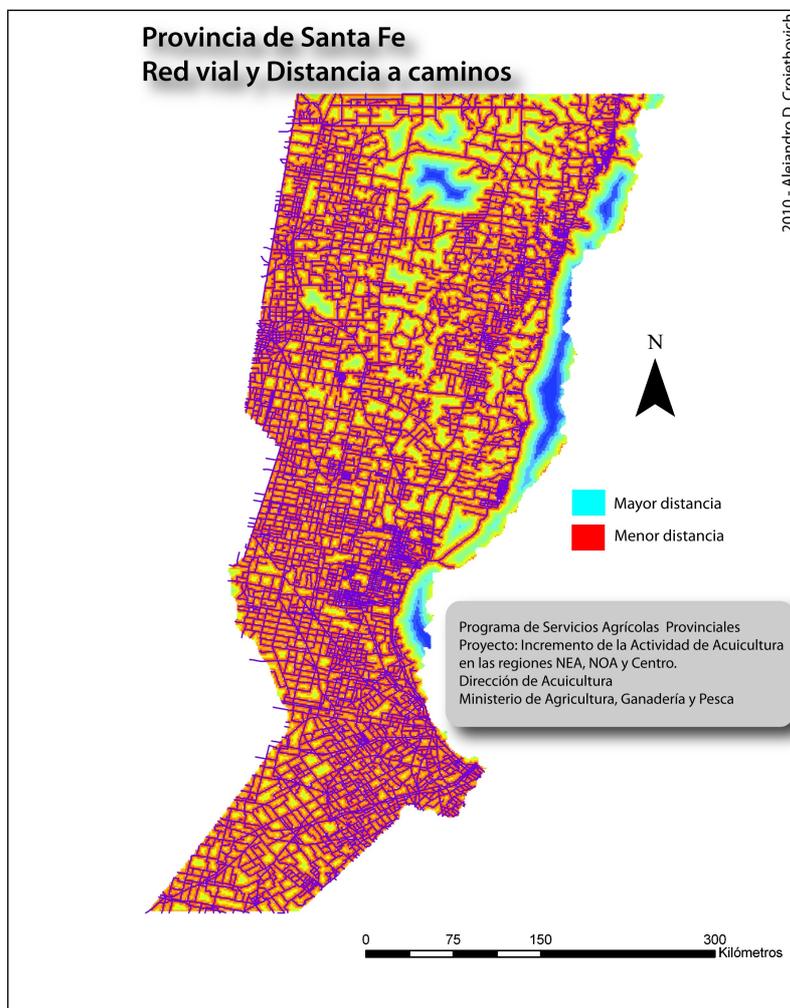
Las zonas más cercanas a caminos y rutas poseen una mejor comunicación para el ingreso y egreso de productos e insumos y en consecuencia son más aptas para el desarrollo de la actividad acuícola

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



Análisis de la potencialidad territorial

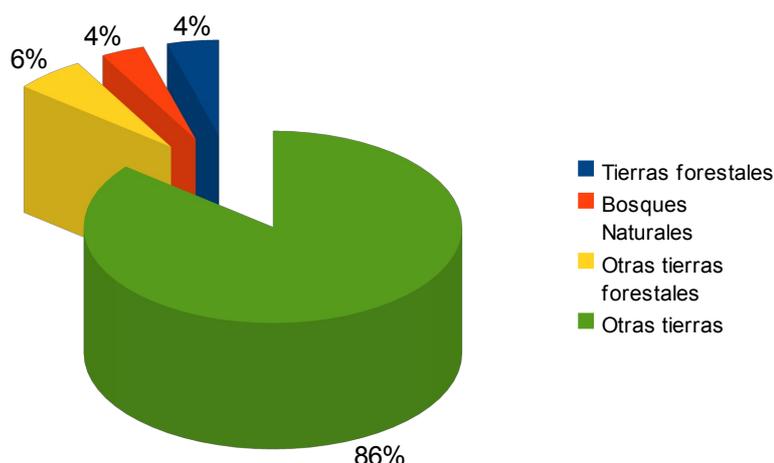
Un factor importante a la hora de evaluar la potencialidad del territorio para actividades productivas es analizar la distancia de los posibles emplazamientos a caminos, es decir la disponibilidad de comunicaciones para la salida de mercaderías y entrada de insumos y personal. En el siguiente mapa se 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 (Montenegro et al. 2005), la provincia presenta en el norte formaciones boscosas representativas de la región del Parque Chaqueño (subregión Chaco Húmedo) (Red Agroforestal Chaco Argentina, 1999) y en el centro aquellas correspondientes a la región del Espinal (Parodi, 1964; Ragonese, 1967; Cabrera, 1976).



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

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

En esta provincia, la región del Parque Chaqueño está caracterizada por la presencia de bosques de quebracho que alternan principalmente con palmares, algarrobales,

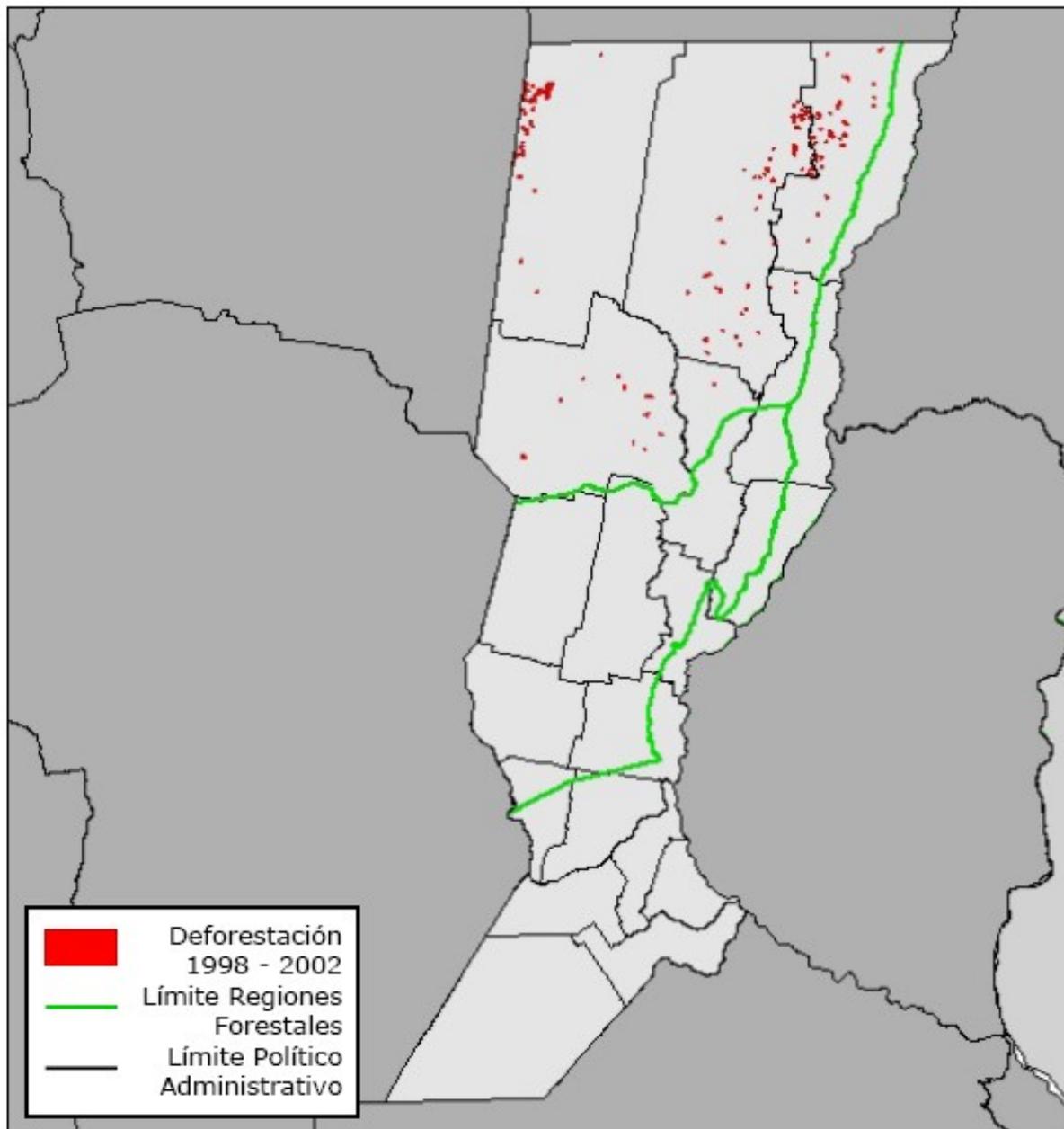
sabanas de gramíneas y espartillares. La parte oriental del departamento Vera y la mayor parte del departamento General Obligado, el norte de San Justo y San Javier están cubiertos por bosques dominados principalmente por quebracho colorado chaqueño (*Schinopsis balansae*) acompañado por quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), algarrobo negro (*Prosopis nigra*), guaraniná (*Bumelia obtusifolia*), guayacán (*Caesalpinia melanocarpa*), tala (*Celtis spinosa*), chañar (*Geoffroea decorticans*), palo cruz (*Tabebuia nodosa*), entre otras, que alternan con cañadas y esteros (Ragonese, 1941). Estos bosques pertenecen a la denominada cuña boscosa (Red Agroforestal Chaco Argentina, 1999) y han sufrido una intensa explotación principalmente para la industria del tanino, la producción de postes y la generación de durmientes para la extensión de líneas férreas desde fines del siglo XIX y principios del XX particularmente a partir del establecimiento de la compañía de capitales ingleses y franceses La Forestal (Forestal Land, Tímer & Raílway Company) (Bitlloch & Sormani, 1997).

A su vez, existe una pequeña área ubicada en el noroeste del departamento 9 de Julio que presenta bosques de quebracho mixto o de tres quebrachos debido a que se encuentra en una zona de transición entre la subregión húmeda y la semiárida. Al ser una zona más seca que la parte oriental de la provincia estos bosques son menos densos y presentan menor diversidad de especies. Por otra parte, en los departamentos General Obligado, Vera y norte de 9 de Julio se encuentran en zonas bajas y generalmente salobres densos palmares de *Copernicia alba* que a veces cubren grandes extensiones (Ragonese, 1941) y además, entre las formaciones boscosas descriptas existe una extensa zona deprimida donde alternan condiciones de sequía y anegamiento denominada bajos submeridionales donde predominan espartillares (Red Agroforestal Chaco Argentina, 1999).

Por otra parte, las formaciones vegetales características de la región del Espinal aparecen en el centro de la provincia y corresponden a bosques bajos de especies leguminosas leñosas xerófilas, generalmente abiertos y de un solo estrato arbóreo, que alternan con praderas. Estos bosques están constituidos generalmente por espinillo (*Acacia caven*), algarrobo (*Prosopis nigra* o *Prosopis alba*), ñandubay (*Prosopis affinis*) acompañados por chañar, quebracho blanco, tala, entre otras (Ragonese, 1941). Esta zona se encuentra muy antropizada y la mayor parte de las tierras están destinadas a la actividad agrícola (UMSEF, 2002).

La deforestación en la región del Parque Chaqueño en la provincia de Santa Fe entre los años 1998 y 2002 es de 20.737 hectáreas, correspondiendo 8.061 hectáreas a tierras forestales y 12.676 a tierras rurales. Siendo la tasa de deforestación de - 0.95 %. El valor calculado para la provincia es cuatro veces superior al calculado para todo el mundo en el período 1990-2000 que es de -0.23 (Puyravaud, 2003). La mayoría de las áreas deforestadas pertenecen a la cuña boscosa ubicada en el noroeste de la provincia a los departamentos de Vera y Grl. Obligado y a una estrecha franja

ubicada en el noreste del departamento de 9 de Julio correspondiente a la subregión del Chaco Semiárido



Deforestación durante el período 1998 – 2002 en la región Parque Chaqueño en la provincia de Santa Fe. Fuente: Montenegro et al. 2005

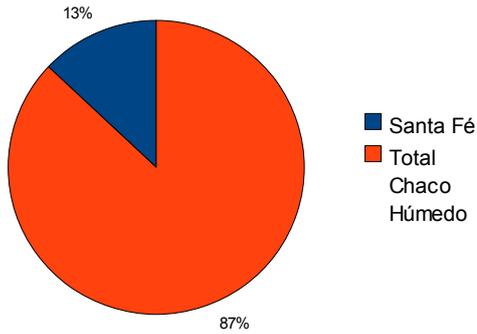
5.2. Áreas Naturales protegidas

Las áreas protegidas de la provincia se detallan en la siguiente tabla:

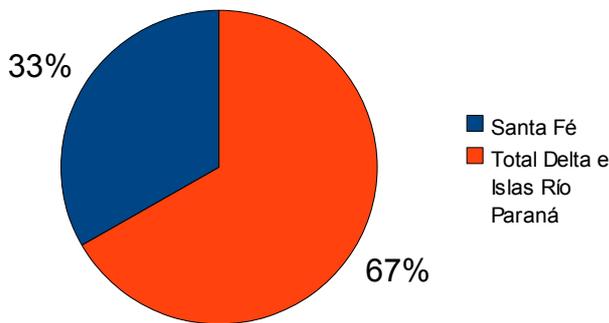
Nombre	Categoría Institucional	Superficie total (Ha)	Ecoregión
LA VICTORIA	Reserva Privada	2500	Chaco Húmedo
CAMPO SALAS	Res. Privada de Uso Múltiple	9897	Delta e Islas Río Paraná
FUNDAC. FEDERICO WILDERMUTH	Res. Privada de Uso Múltiple	1283	Pampa
LA ZETA	Res. Privada de Uso Múltiple	915	Espinal
JAAUKANIGÁS	Sitio RAMSAR	489000	Delta e Islas Río Paraná
DEL MEDIO- LOS CABALLOS	Parque Provincial	2050	Delta e Islas Río Paraná
MARÍA SELVA	Reserva Privada	2396	Chaco Húmedo
ITATÍ	Reserva Privada	1850	Chaco Húmedo
LA POMPEYA	Reserva Privada	2028	Chaco Húmedo
PAN-RIT	Reserva Privada	600	Chaco Húmedo
SANTA SAVINA	Reserva Privada	1200	Chaco Húmedo
VIRA PITA	Reserva Natural Estricta	615	Delta e Islas Río Paraná
EL TOBA	Reserva Privada	600	Chaco Húmedo
OJO DE ÁGUILA	Reserva Privada	1900	Chaco Húmedo
EL POZO	Reserva Ecológica	12	Delta e Islas Río Paraná
EL ESTERO	Res. Privada de Uso Múltiple	4000	Espinal
LA NORMA	Res. Privada de Uso Múltiple	6170	Espinal
LAS TUNAS	Res. Privada de Uso Múltiple	954	Espinal
LA AGUSTINA	Res. Privada de Uso Múltiple	1002	Espinal
LAGUNA LA SALADA	Reserva Ecológica	200	Pampa
EL RODEO	Reserva Privada	1070	Chaco Húmedo
LA LOMA DEL CRISTAL	Res. Privada de Uso Múltiple	114	Espinal
LA CINA	Reserva Privada	5000	Chaco Húmedo

EL RICO	Reserva Natural Estricta	2575	Delta e Islas Río Paraná
LA HERMIÑA	Reserva Privada	2500	Chaco Húmedo
LA LOCA	Reserva Natural Estricta	2169	Chaco Húmedo
DON GUILLERMO	Res. Privada de Uso Múltiple	1431	Espinal
EL PENSAMIENTO	Reserva Privada	1250	Chaco Húmedo
LA CIGÜEÑA	Reserva Privada	2500	Chaco Húmedo
EL TORO SALVAJE	Reserva Privada	2716	Chaco Húmedo
LA MARCELITA	Reserva Privada	3335	Chaco Húmedo
LOS MEDANOS	Reserva Municipal	7	Pampa
LAGUNAS Y PALMARES	Res. Privada de Uso Múltiple	4052	Chaco Húmedo
ESCUELA GRANJA DE ESPERANZA	Reserva Natural	33	Espinal
CAYASTA	Parque Provincial	300	Delta e Islas Río Paraná
LA NORIA	Res. Privada de Uso Múltiple	35	Espinal
EL DISCO	Reserva Privada	1500	Chaco Húmedo
DON TOTO	Reserva Privada	300	Chaco Húmedo
POTRERO 7-B (LOS QUEBRACHALES)	Reserva Natural Manejada	2000	Chaco Húmedo
SOMBRA DE TORO	Reserva Privada	1300	Chaco Húmedo
PLAYA GRANADERO BAIGORRIA	Reserva Natural	6	Delta e Islas Río Paraná
ISLA DEL SOL	Reserva Municipal	120	Delta e Islas Río Paraná
SAN JUSTO	Reserva Municipal	20	Espinal
BALNEARIO EL CRISTAL	Reserva de Vida Silvestre	15	Espinal
HUMEDAL MELINCUE	Reserva Natural Estricta	12000	Pampa

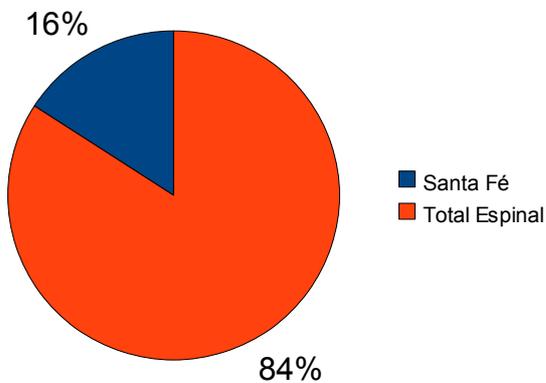
Fuente: Datos del Sistema Federal de Áreas Protegidas. Sistema de Información de Biodiversidad (SIB), APN. 2005



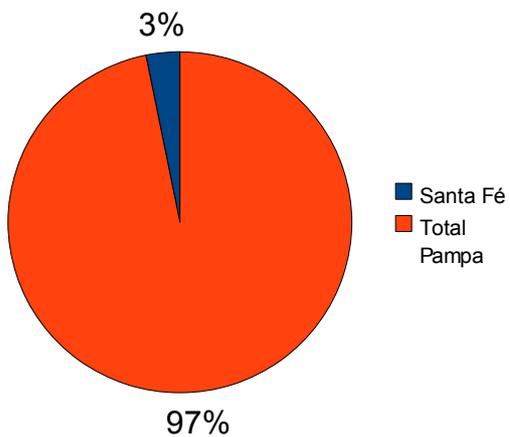
Porcentaje de la ecorregión Chaco Húmedo representada en el sistema provincial de áreas protegidas en relación con el total de la ecorregión protegido a nivel nacional. Fuente: Datos del Sistema Federal de Áreas Protegidas. Sistema de Información de Biodiversidad (SIB), APN. 2005



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



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



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

6. Climatología

La temperatura media anual oscila entre los 15° y los 21° en los extremos sur y norte. La amplitud anual de los valores medios mensuales está entre los 12° en el extremo norte y los 16° en el extremo sur-oeste.

Los vientos regulares que penetran por el nordeste, cálidos y húmedos se hacen sentir en todo el territorio de la provincia, en especial durante el verano. Además se observa la existencia de otros vientos locales, como el pampero, el norte y la sudestada. El pampero corre en dirección sudoeste-noroeste y alcanza a veces grandes magnitudes. Sopla hasta los 30° de latitud sur, y contribuye al cambio de tiempo. Se lo divide en "sucio y limpio". Cuando el papero sucio sopla, lo hace acompañándose de lluvias violentas de corta duración, truenos y relámpagos, mientras un pronunciado descenso de temperatura rubrica la energía puesta en movimiento. Le sigue luego el pampero limpio, cuyo viento fresco estabiliza el tiempo.

Nuestra provincia en general tiene clima medianamente húmedo en verano y muy húmedo en invierno, ya que la humedad media relativa oscila alrededor de 65 % en enero y de 75 % en julio.

Santa Fe se encuentra comprendida en la zona de lluvias de régimen Atlántico, parte de ella en la región tropical, y parte en subtropical. En la primera influyen los vientos alisios y las precipitaciones pluviales son abundantes, con un máximo en verano y un mínimo en invierno, entre el este y el oeste, la diferencia entre la estación lluviosa y la seca se amplía. En la segunda las precipitaciones son menos abundantes, y la diferencia existente entre las estaciones lluviosa y seca no es tan pronunciada como en la región tropical. En general las precipitaciones oscilan entre los 800 y 1000 mm, excepto en los extremos nordeste y noroeste, más húmedos, que se hallan entre los 1000 y 1200 mm, y las de 600 y 800mm respectivamente.

La temperatura y las precipitaciones pluviales, permiten determinar distintos tipos de clima, clima subtropical sin estación seca, clima tropical con estación seca y clima templado pampeano.

Criterio:

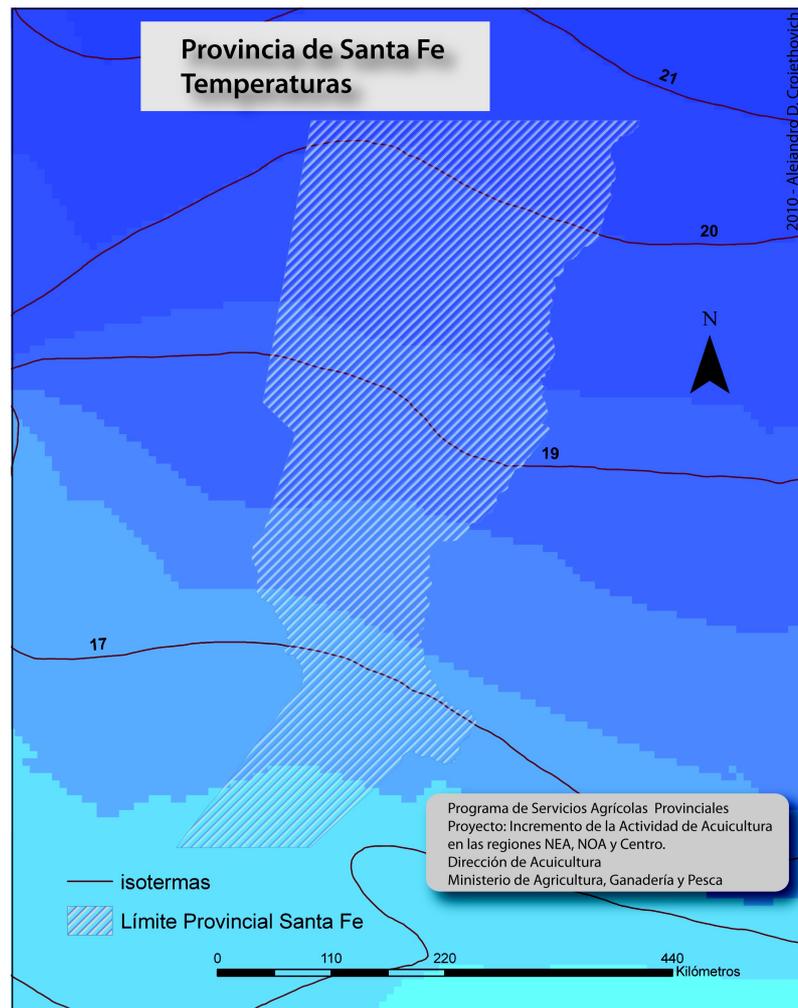
Las zonas con temperaturas extremas y/o escasas precipitaciones son menos aptas para el desarrollo de la actividad acuícola



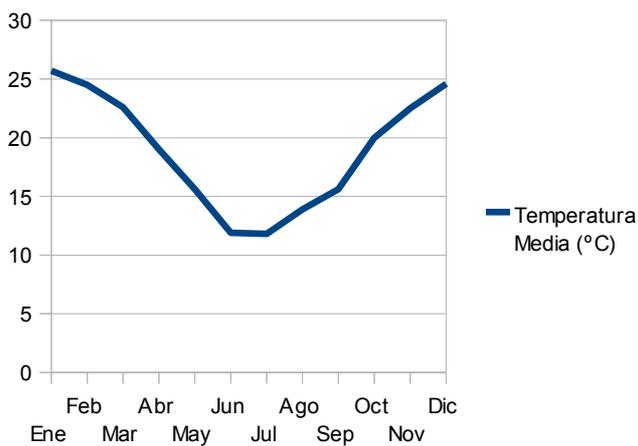
Análisis de la potencialidad territorial

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

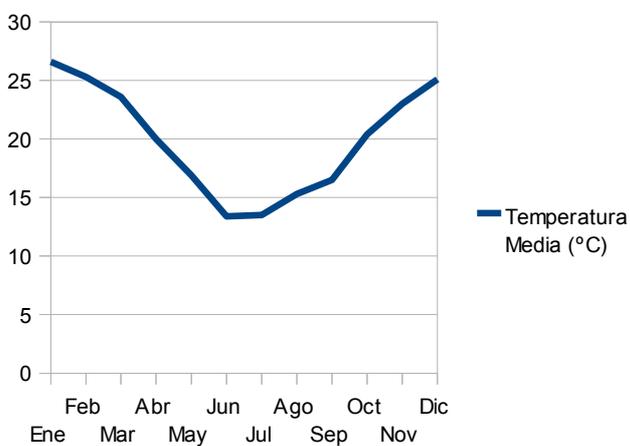
En el siguiente mapa se muestran las temperaturas promedio de la provincia, con las isotermas correspondientes. Se ha realizado un interpolación de las temperatura a los efectos de utilizarlas posteriormente en el análisis final.



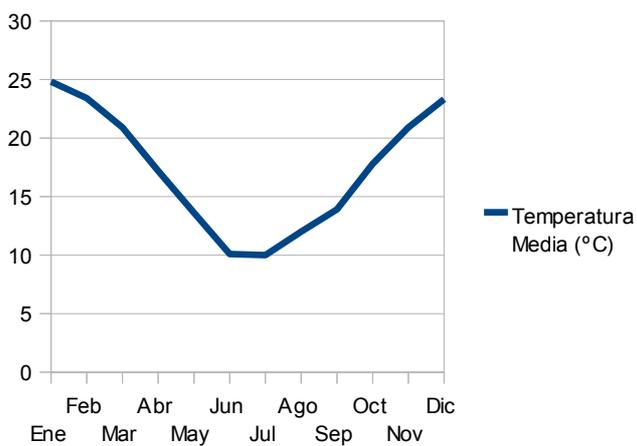
Los siguientes son los patrones de temperaturas anuales en las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional:



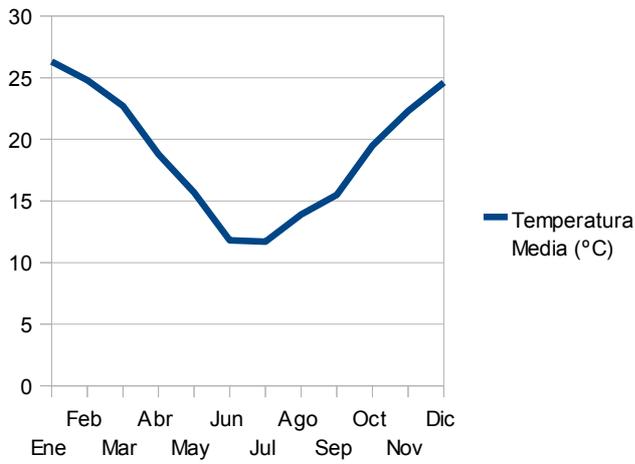
Temperaturas medias mensuales,
Estación Ceres: Datos Estadísticos
(Período 1981-1990). Fuente:
Servicio Meteorológico Nacional.



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

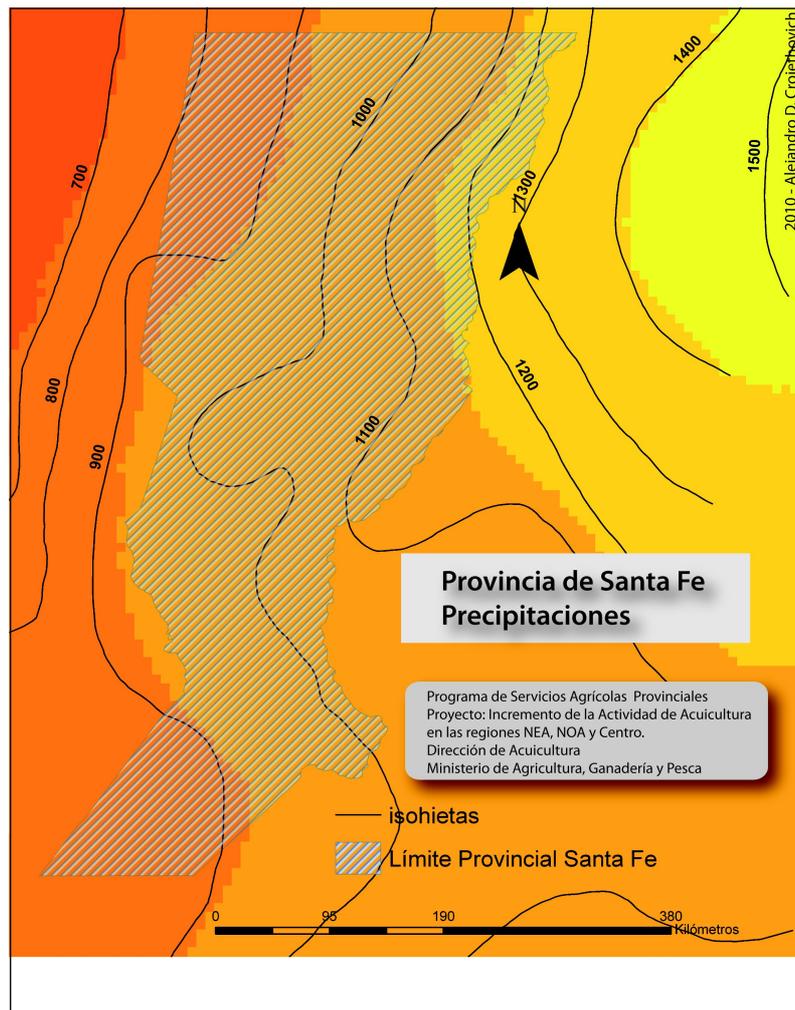


Temperaturas medias mensuales,
Estación Rosario: Datos Estadísticos
(Período 1981-1990). Fuente:
Servicio Meteorológico Nacional.

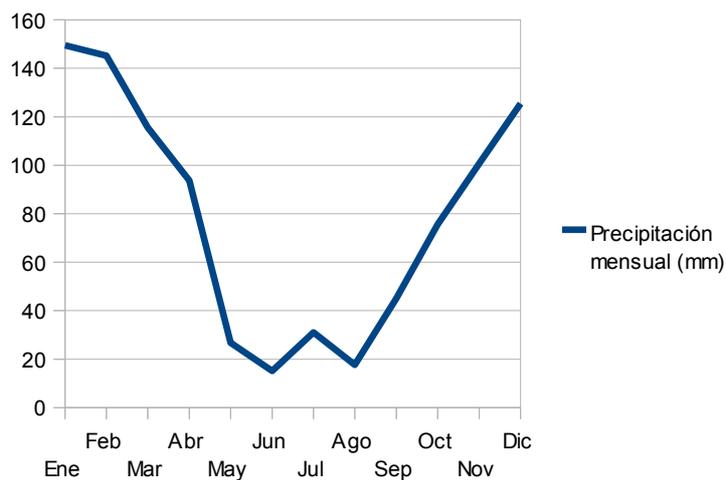


Temperaturas medias mensuales, Estación Santa Fe: Datos Estadísticos (Período 1981-1990). Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

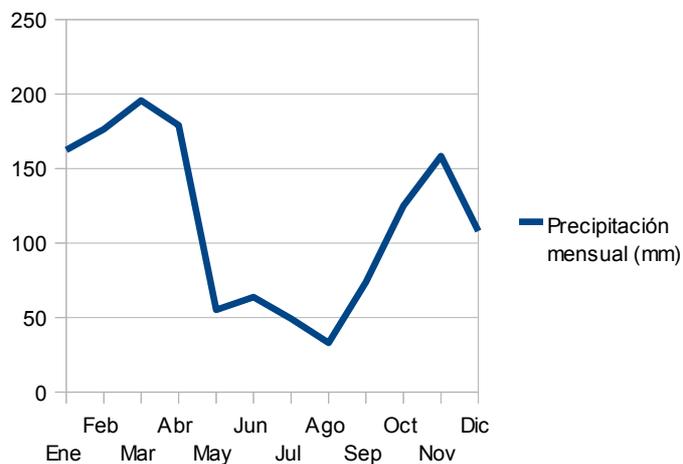
En el siguiente mapa se muestra el patrón de precipitaciones de la provincia, con la interpolación correspondiente:



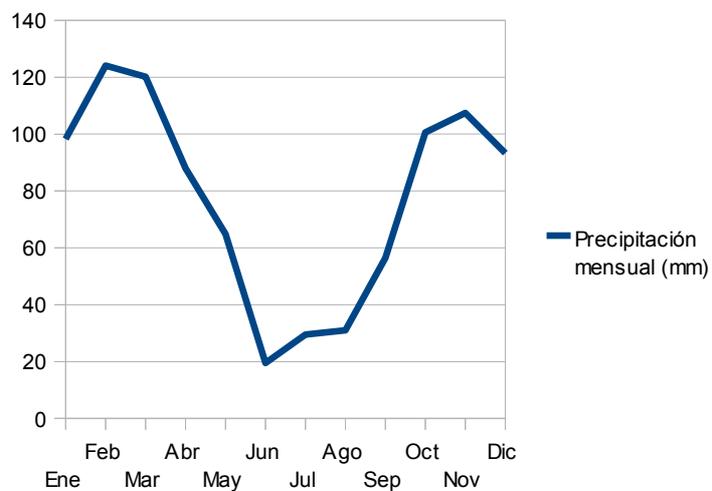
Los siguientes son los patrones de precipitaciones anuales en las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional:



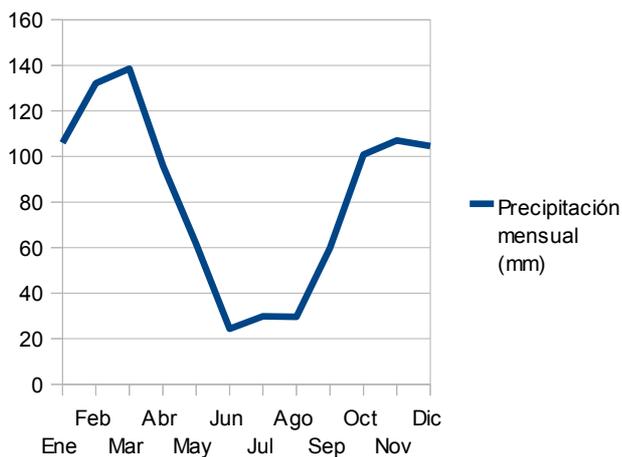
Precipitaciones medias mensuales, Estación Ceres: Datos Estadísticos (Período 1981-1990). Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.



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



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



Datos climatológicos, estación Ceres:

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

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	32,3	25,7	19,6	70	11,2	11	6	11	149,5
Feb	31	24,5	19,1	75	10,6	10	6	9	145,2
Mar	29,2	22,6	17,4	76	11,6	13	7	9	115,6
Abr	25,2	19	14,4	80	10,3	9	10	10	93,7
May	22	15,6	10,7	79	11	9	9	6	26,8
Jun	18,5	11,9	7	80	11,2	10	10	4	15,1
Jul	18,4	11,8	6,7	79	13,2	13	10	5	31
Ago	21,4	13,9	8,2	75	14,5	11	10	5	17,7
Sep	22,9	15,6	9,4	70	15,6	13	7	5	45,1
Oct	27,2	20	13,4	67	15,4	11	7	6	75,6
Nov	29	22,5	16,3	70	14,3	12	6	10	100,7
Dic	31,2	24,6	18,2	69	11,8	12	4	9	125,5

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Datos climatológicos, estación Reconquista:

Mes	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Viento medio (km/h)	Número de días con			Precipitación mensual (mm)
	Máxima	Media	Mínima			Cielo	Cielo	Precipitación	

	media		media			claro	cubierto		
Ene	32,4	26,6	21	73	11,2	11	6	8	162,4
Feb	30,8	25,3	20,4	79	9,5	11	7	8	176,3
Mar	29,1	23,6	18,7	81	9,1	14	6	9	195,7
Abr	24,9	20	16	85	9	9	9	9	179,1
May	22,4	16,9	12,3	84	9,2	11	7	6	55,2
Jun	18,5	13,4	9,1	86	8,5	9	10	7	63,7
Jul	19,4	13,5	9	84	11,4	12	8	6	49,4
Ago	21,5	15,3	10,2	80	12,9	12	8	5	33,1
Sep	22,3	16,5	11,2	78	14,7	12	8	6	73,8
Oct	26,4	20,4	14,8	74	14,1	12	6	7	124,9
Nov	28,6	23	17,6	76	12,8	12	6	10	158,4
Dic	31,1	25,1	19,3	72	10,2	14	5	8	108,1

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Datos climatológicos, estación Rosario:

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	31,2	24,8	18,4	68	16,4	13	5	9	98,3
Feb	29,2	23,4	17,7	75	14,6	12	5	8	124,1
Mar	26,7	20,9	15,5	79	13,7	13	6	9	120,2
Abr	23,2	17,2	12	82	11,9	11	6	8	88
May	19,7	13,6	8,2	81	14,1	10	8	6	64,9
Jun	16,2	10,1	5,1	83	13,8	10	9	5	19,5
Jul	15,9	10	4,9	82	15,9	12	9	4	29,5
Ago	18,4	12	6,5	77	17,2	11	8	5	31
Sep	20,4	13,9	7,8	74	19,9	12	7	5	56,4
Oct	23,6	17,8	11,6	72	19,8	11	7	10	100,6
Nov	26,7	20,9	14,7	71	19,5	12	5	9	107,4
Dic	29,7	23,3	17,1	68	16,8	10	4	9	93,3

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Datos climatológicos, estación Santa Fe:

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	32,7	26,3	20,7	74	12,4	12	4	7	106
Feb	30,7	24,8	20	79	12,1	11	6	7	132,1
Mar	28,4	22,7	18,3	82	11,5	13	6	9	138,6
Abr	24,4	18,8	14,8	85	10,1	10	7	7	96,1
May	21,3	15,7	11,4	85	13,4	10	7	5	61,6
Jun	17,3	11,8	7,7	86	11,6	11	9	3	24,3
Jul	17,1	11,7	7,6	85	15,4	13	9	3	29,8
Ago	19,5	13,9	9,4	82	16,3	12	8	3	29,6
Sep	21,3	15,5	10,5	79	17,6	13	6	5	59,9
Oct	25,5	19,5	14,3	77	16,7	12	5	7	100,8
Nov	28,1	22,3	17,2	77	15,9	13	6	7	107
Dic	30,8	24,6	19,2	75	12,9	13	4	8	104,6

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

7. Geología y suelos

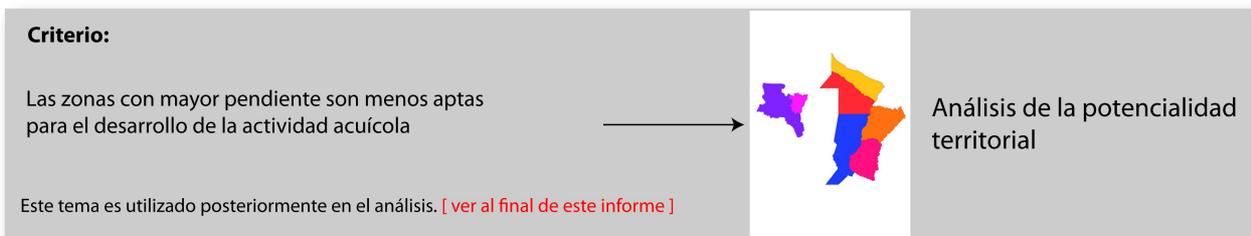
De acuerdo con Giraut et al. el territorio provincial se sitúa íntegramente dentro de la llanura Chacopampeana. La parte chaqueña se extiende hacia el norte sobre depósitos aluvionales; y la llanura pampeana, hacia el sur, sobre limos y loess pampeanos.

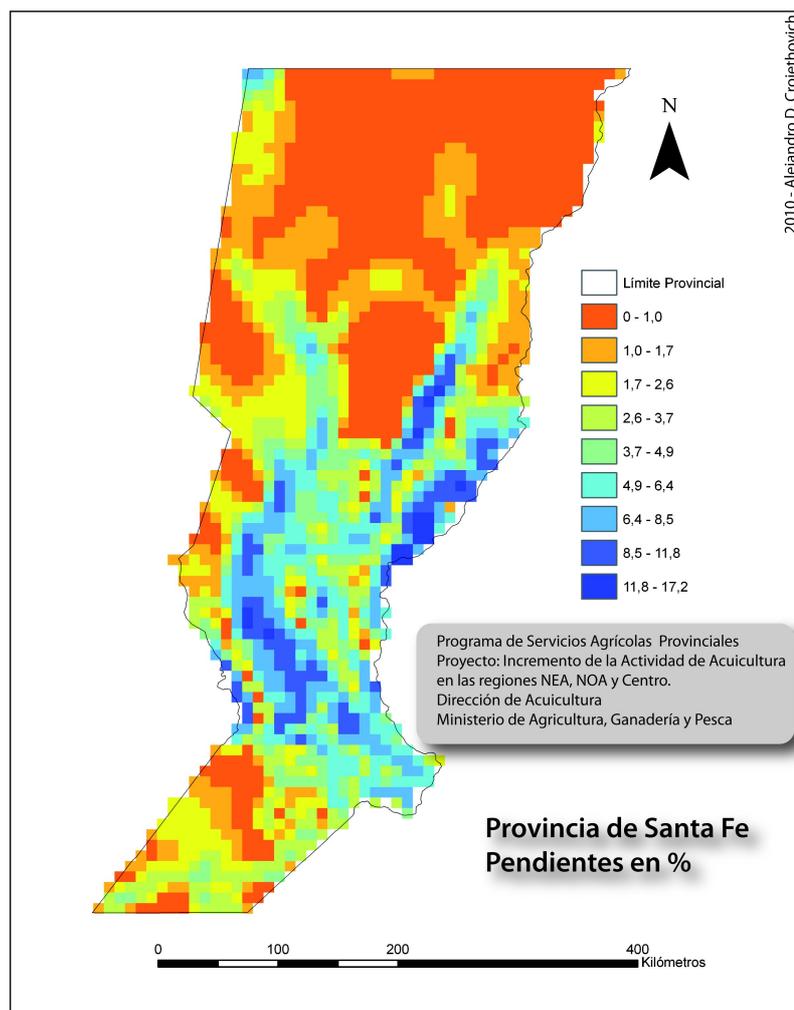
La pendiente general del terreno disminuye de oeste a este. Desde el punto de vista geomorfológico, la provincia se halla dividida por el valle del río Salado en dos grandes llanuras bien diferenciadas: la baja llanura chaqueña al norte y la relativamente elevada llanura pampeana al sur, sin alcanzar la cota 150 m.

El chaco santafesino es parte de la gran fosa de hundimiento de dimensión continental que yace entre el bloque levantado de Brasilia al este y los relieves serranos al oeste, en la que el basamento cristalino se halla a profundidad considerable y sobre el que se ha depositado un espeso manto de sedimentos continentales y marinos. Los movimientos tectónicos asociados al levantamiento de los Andes, produjo una serie de fallas de orientación meridiana que afectaron a los bloques del subsuelo, cuyo comportamiento diferencial influyó en la orientación norte-sur del drenaje, pobremente encauzado hacia el río Salado a través de de los

llamados Bajos Submeridionales, colectores de las aguas que escurren desde las zonas colindantes de las provincias del Chaco y Santiago del Estero. Al sur del río Salado los bloques de la pampa también sufrieron movimiento diferencial, levantándose los que integran la Pampa Ondulada, la que presenta una abrupta barranca de 10 a 20 m de altura frente al Paraná y una marcada escarpa hacia la depresión suroccidental generada por los bloques hundidos, en la que tiene sus nacientes el río Salado de la provincia de Buenos Aires. Una serie de fallas de rumbo paralelo a la falla del Paraná y otras cortándolas transversalmente en forma radial, ejercen sobre el curso de los ríos un marcado control, caracterizado por bruscos cambios de rumbo.

El comportamiento de la red de drenaje permite distinguir tres sectores: uno nivelado entre el río Salado y el Carcarañá; otro ligeramente ondulado, surcado por abundantes ríos de orientación suroeste-noreste que desaguan en el Paraná, extendido desde el Carcarañá hasta el arroyo del Medio, limitado al oeste por la traza del arroyo de las Tortugas.



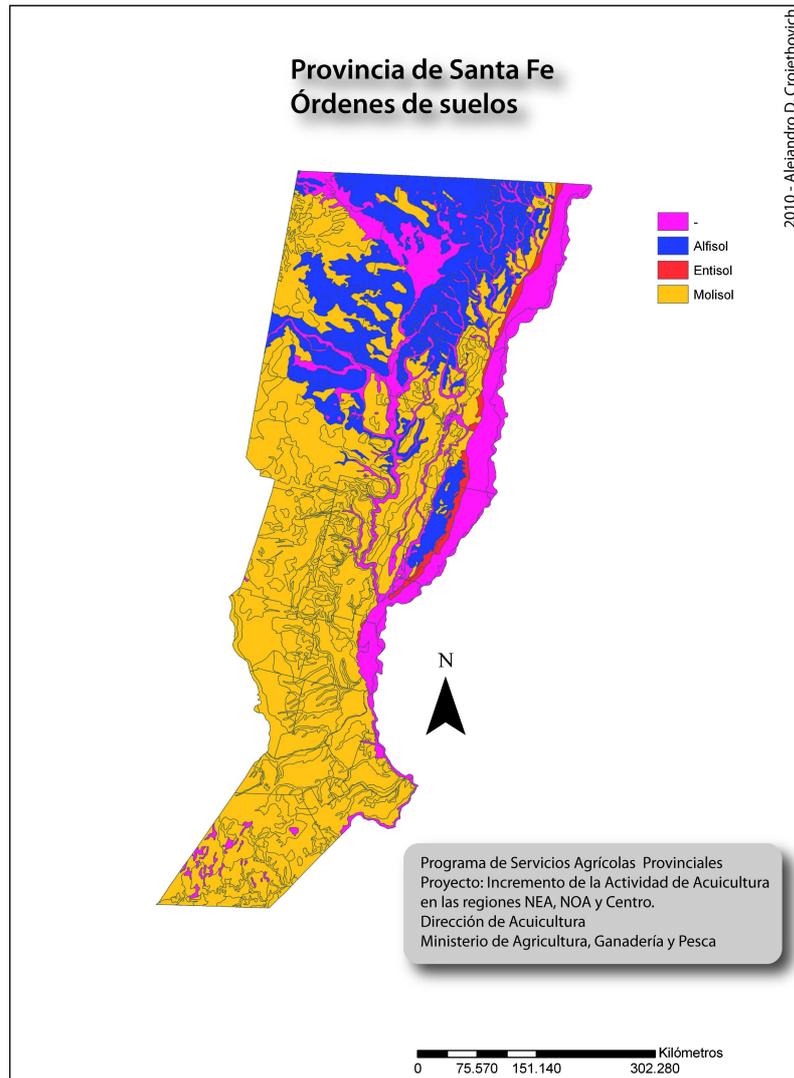


7.1. Suelos

La génesis de los suelos de la provincia tiene que ver con distintas épocas geológicas, en especial con un período seco y cálido: en ese tiempo, el material meteorizado proveniente de los Andes y las sierras de Córdoba fue arrastrado por el viento en dirección a la región pampeana, donde se sedimentó en sucesivos mantos de varias decenas de metros de profundidad. Esas partículas arrastradas por el viento se denominan loess y constituyen el sustrato básico del territorio provincial. Por lo tanto, en Santa Fe existen rocas sedimentarias, pero no existen piedras derivadas del material madre; por ejemplo, en Tostado, en oportunidad de realizarse perforaciones en busca de petróleo, no se detectaron piedras a más de mil metros de profundidad.

Con excepción de algunos lugares cercanos al valle de inundación del río Paraná, los suelos presentan, en general, los tres horizontes, teniendo el A un espesor de entre 10

y 20 cm.; el B, presente entre los 20 y los 90 cm. de profundidad, posee arcilla (por lo que son plásticos, pegajosos y moldeables); por último, el C está compuesto de loess natural, de color pardo-rosado, es el que tiene menos transformaciones. Por otro lado, el 67% de los suelos de Santa Fe son ácidos o neutros, mientras que el resto son alcalinos.



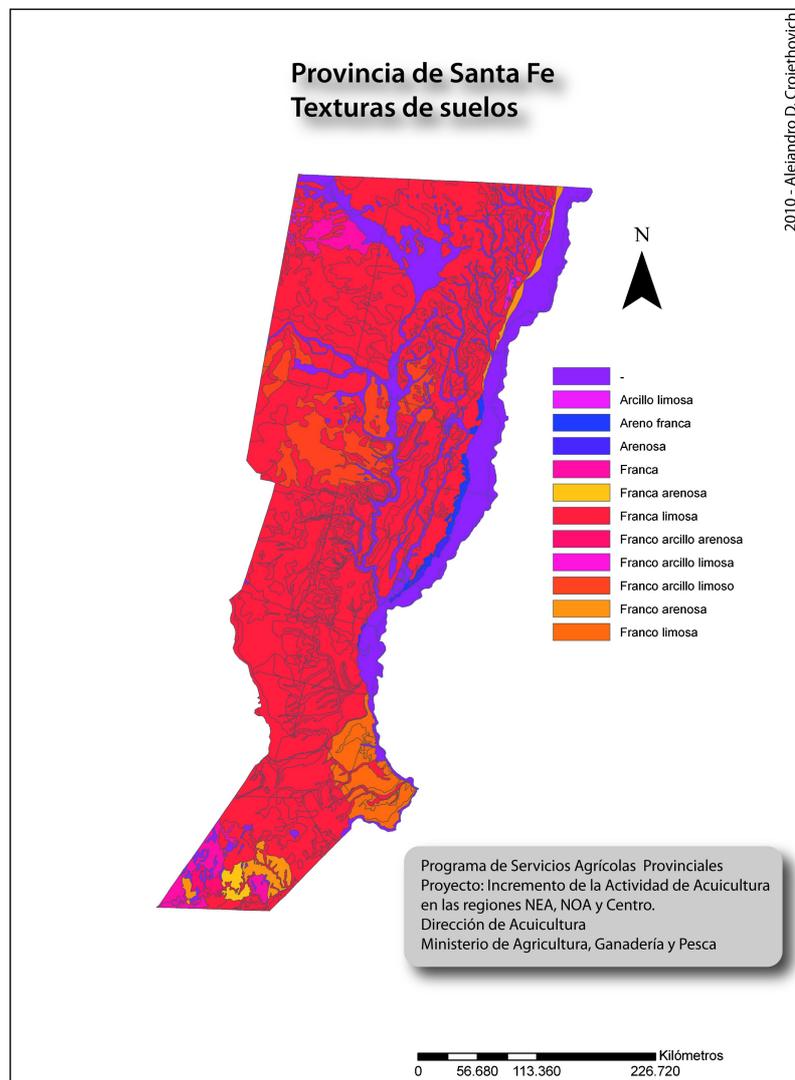
Criterio:

Los suelos con una textura principalmente arcillosa y/o limosa son más aptos para el desarrollo de la actividad acuícola

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



Análisis de la potencialidad territorial



8. Hidrología.

8.1. Introducción. Recursos hídricos superficiales

Desde el punto de vista hidrográfico, en la Provincia se destacan el río Paraná, Salado, Carcarañá, el sistema de bajos Submeridionales cuya cañada más importante es la que encadena la de las Golondrinas y el río Calchaquí con la serie de lagunas que integran el sistema: del Toro, del Palmar, Calchaquí o Las Aves.

El río Paraná es la vía navegable de mayor jerarquía, cuyo caudal responde a su condición de gran colector de precipitaciones. Escurre a lo largo de un relieve tectónico de gran amplitud, cuya margen santafesina presenta un perfil desigual. Desde Coronda hacia el sur se levanta paulatinamente formando una abrupta barranca que acompaña a la Pampa Ondulada; hacia el norte se deprime en correspondencia con la llanura chaqueña. Esto determina dos tramos del río de comportamiento diferenciado: el septentrional, con su cauce principal recostado sobre la ribera mesopotámica, se abre al oeste con gran número de brazos y construye multitud de islas. Se destaca por su navegabilidad el brazo Paraná Mini-San Javier y el Colastiné.

En el tramo austral, el curso principal corre al pie de la barranca y permite la instalación de importantes puertos desde San Lorenzo hasta Villa Constitución, incluyéndose el de Rosario. El río Salado, principal afluente del anterior, es un río alóctono que nace en el borde de la Puna. En parte intermitente, retoma en Santa Fe un flujo constante y amplía su cauce después de recibir las aguas del río Calchaquí y las del arroyo las Conchas. Asimismo, recibe gran cantidad de cañadas y derrames provenientes de sectores inundables de la chata llanura pampeana, conectados entre sí por medio de canales de desagüe de aguas pluviales, como ocurre con las canalizaciones de los arroyos San Antonio, Saladillo o Arizmendi o Cululú. La corriente del río se vuelve lenta en su desembocadura generándose meandros en un valle muy amplio que durante las crecientes vuelca sus aguas en el río Coronda.

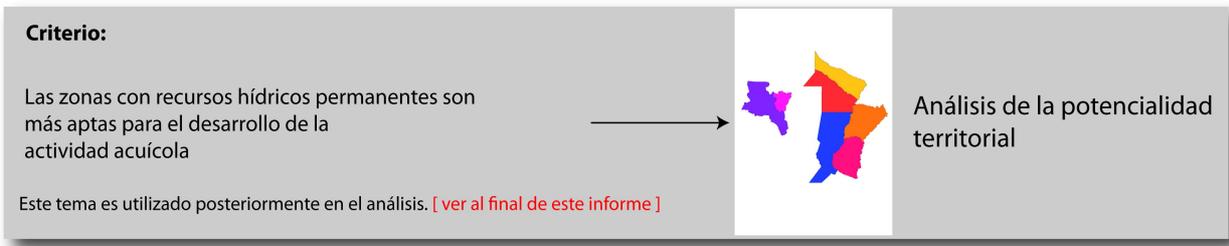
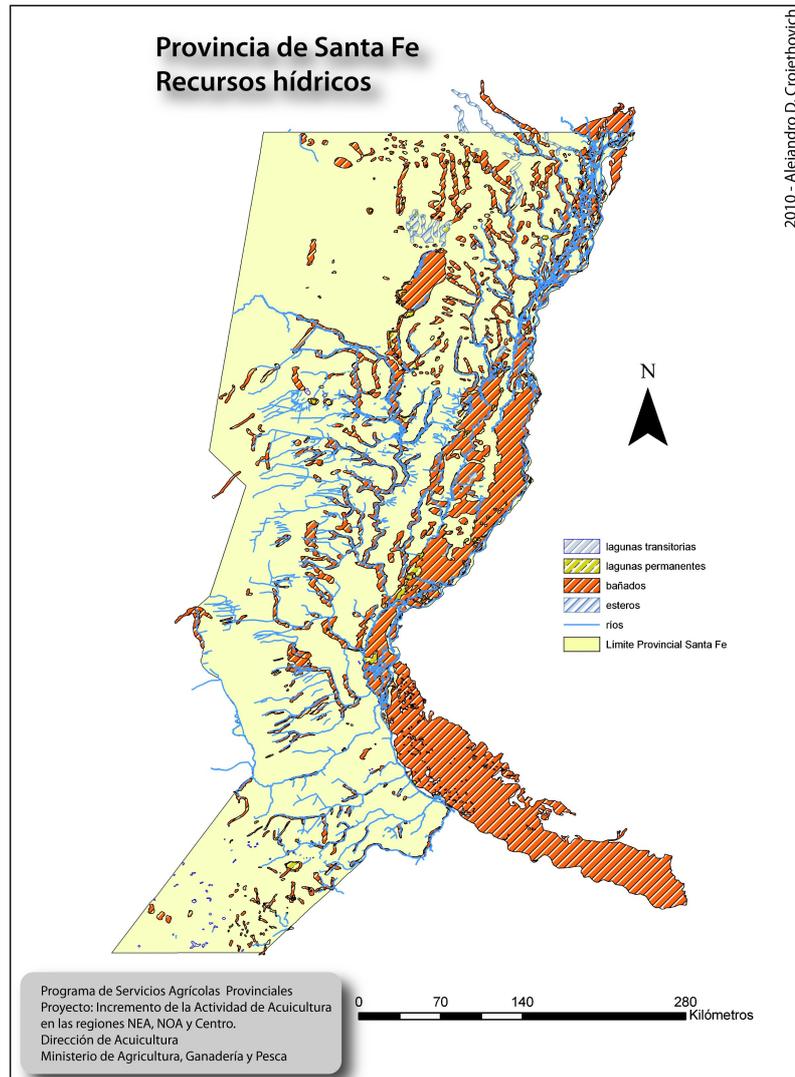
El río Coronda constituye el desagüe natural de las lagunas encadenadas El Capón o Pedro al norte, la que afluye el río Saladillo Dulce; arroyo De Leyes en el centro, que recibe las aguas de crecida del río San Javier por el arroyo De Leyes; y la laguna Setúbal, que enmarca la ciudad de Santa Fe.

El río Coronda desagua en el Carcarañá, río alóctono proveniente de las sierras de Córdoba, formado por la confluencia de los ríos Tercero y Cuarto. La presencia de embalses en la cuenca del Tercero, determina una merma en sus caudales al llegar a Santa Fe, recibiendo en el límite provincial al arroyo de las Tortugas.

Los arroyos de la Pampa Ondulada desaguan todos directamente en el Paraná,

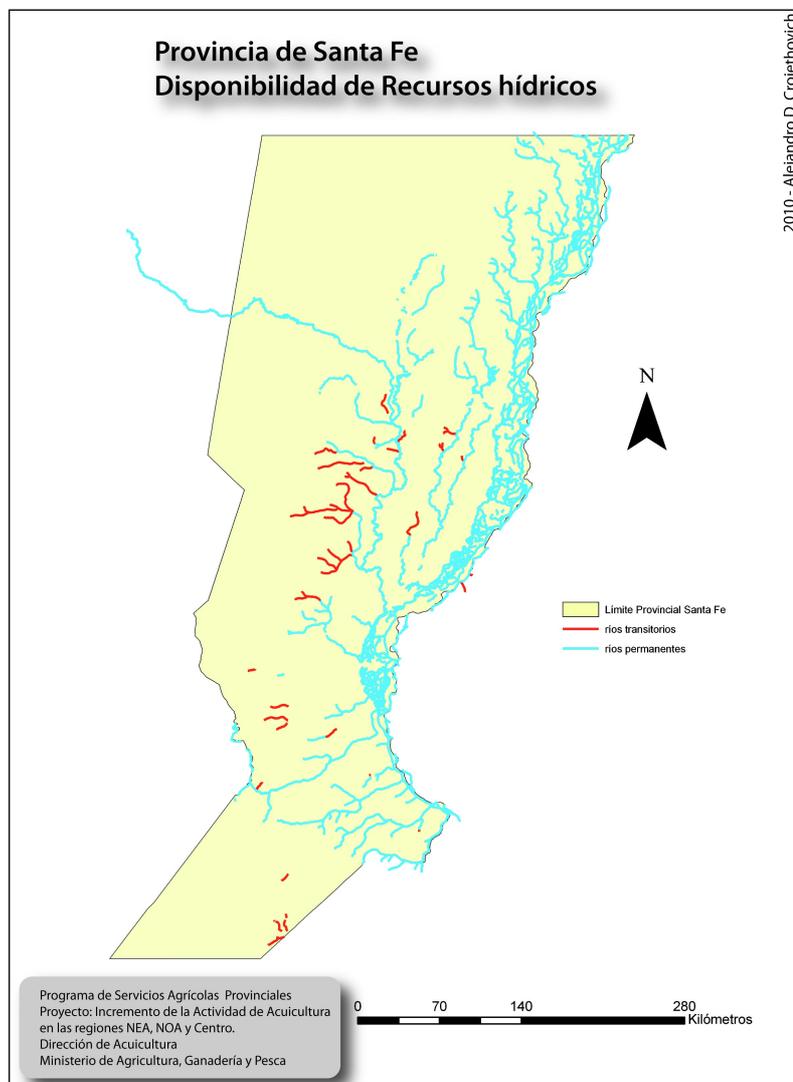
alimentados por las lluvias locales, constituyendo ejemplos el río Saladillo y el arroyo Ludueña, cuyas aguas presentan un alto grado de contaminación por la localización de la industria frigorífica en el Gran Rosario.

La pampa baja correspondiente a las nacientes del Salado de la provincia de Buenos Aires, es un área de drenaje deficiente en la que las lluvias abundantes generan lagunas y bañados. Una de las cabeceras del Salado es la laguna El Chañar, de lento escurrimiento hacia la Bahía de Samborombón. La otra zona de drenaje deficiente es la de los Bajos Submeridionales, con cañadas orientadas de norte a sur sometidas a los pulsos de sequía e inundación provocados por el régimen pluvial de la zona. La más importante es la que encadena la cañada de las Golondrinas y el río Calchaquí con la serie de lagunas que integran el sistema: del Toro, del Palmar, Calchaquí o Las Aves.



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. Unidad del los bajos submeridionales

De acuerdo con Neiff (1980) en un trabajo realizado sobre la productividad de pasturas y calidad de las aguas en el área de los bajos submeridionales, la variabilidad biótica es resultante de diferencias apreciables en un complejo de factores abióticos (básicamente, la posición en los gradientes topográficos, la naturaleza y funcionamiento de los suelos íntimamente relacionados) y la distribución y abundancia de las lluvias actúan como factores determinantes de la distribución y abundancia de las poblaciones vegetales y de su dinámica anual.

Actualmente el sistema se encuentra en un equilibrio dinámico, en el que las fluctuaciones en el medio abiótico determinan una respuesta del medio biótico que modifica la distribución, abundancia y permanencia de las poblaciones, acusando cambios en los valores de productividad primaria neta que se acumula en el sistema en distintos períodos. De tal manera se aprecia que la acumulación de materia orgánica en los esteros se extiende entre fines de julio y fines de marzo a abril. La biomasa producida en ese lapso alcanza valores importantes que superan ampliamente al consumo por parte de los fitófagos naturales y -generalmente-del ganado. Esta circunstancia permite, en las condiciones actuales, que el saldo de fitomasa no utilizado quede en los campos secándose paulatinamente. La fitomasa seca en pie representa una reserva de forraje que, mediante un adecuado manejo ganadero, permite mantener una carga discreta de ganado durante el invierno. El excedente de fitomasa seca no utilizada, se incorpora al suelo degradándose con rapidez. Ello determina que el horizonte superior del suelo de los esteros acumule sólo una pequeña parte de los excedentes de materia orgánica, en forma de tejidos vegetales muertos, configurando una buena circulación de la energía en el sistema.

Podría decirse que las pasturas hidrófilas de los esteros representan sistemas productivos relativamente estables. Esta estabilidad, obviamente, no resulta equivalente a la de los sistemas productivos con bajo nivel de fluctuación ambiental (ej. la selva tropical lluviosa, en que la estabilidad se sustenta en una alta diversidad específica, con bioformas de nichos estrechos y donde los cambios poblacionales no se apartan significativamente de los valores medios). En estos esteros la estabilidad del sistema productivo radica en la capacidad del medio biótico para elaborar respuestas a un medio abiótico con alto nivel de fluctuación. De tal manera, se ha operado por selección natural la supervivencia de las poblaciones de mayor amplitud ecológica y con alta capacidad de absorber las fluctuaciones ambientales. Otra condición importante vinculada a la estabilidad en estos ambientes es la predictibilidad de los cambios en lo que hace a su recurrencia, modalidad e intensidad. Ello determina tendencias cíclicas o estacionales en la dinámica poblacional de las unidades ambientales comentadas (canutillales, verdolagales, pirizales, camalotales, etc.) y tendencias direccionales que se manifiestan en

microsucesiones y series sucesionales de honda más larga. Los cambios direccionales son los que definen la autorganización de los esteros y el reordenamiento del paisaje en el tiempo, según las tendencias de las macrounidades de ambiente en que se hallan comprendidos.

Las acotaciones anteriormente formuladas permiten interpretar la marcha actual de la productividad primaria neta a lo largo del año y señalar algunas consideraciones respecto de lo que significarían las condiciones óptimas. Los valores más elevados de productividad primaria neta se registraron en una franja, de contornos difusos, que se encuentra entre el monte periestero (algarrobales, chañarales, palmares) y el área próxima al eje del caño del estero, donde el agua se mantiene en forma casi permanente o durante un lapso superior a las dos terceras partes del ciclo anual (ocupada por canutillales de *Hymenachne* y, aun, por canutillales de *Paspalum repens* y *Panicum elephantipes*). En esta franja, cuyo ancho puede llegar en algunos lugares a 300 m, se apreciaron diferencias de nivel de hasta 40 cm como máximo, aunque generalmente las diferencias entre los extremos del gradiente topográfico son menores.

Por su ubicación, en esta área el agua permanece fluctuante durante el año, con aumento del nivel entre setiembre y marzo (variando según se trate de años secos o lluviosos) y paulatino descenso hasta julio-agosto, en que el suelo llega con tenores de humedad total del orden del 10 al 15 % en los puntos más elevados de esta franja de mayor productividad. Hacia esta fecha, el déficit hídrico fue generalizado en este sector del gradiente, condicionando la velocidad de rebrote de las pasturas hidrófilas. De lo expresado se advierte que las condiciones de mayor productividad actual se encuentran en un área intermedia respecto de los extremos del gradiente topográfico. En las partes más elevadas del gradiente, la productividad se halla seriamente condicionada por el déficit hídrico que se presenta durante un período más prolongado en el año. En el extremo inferior del gradiente topográfico el agua permanece la mayor parte del año (o todo el año), determinando el asentamiento de poblaciones mejor adaptadas a las condiciones de inmersión permanente de sus sistemas radiculares, como *Cyperus giganteus*, *Thalia multiflora* y otras que, por su baja transferencia y otras razones comentadas pueden ser consideradas "malezas". En razón de tratarse de plantas de interfase muy especializadas que pueden vivir en períodos de estiaje con suelo húmedo, su presencia en la parte baja del estero, impide que se extiendan hacia estos sectores de mayor disponibilidad de humedad, los canutillales de *Hymenachne amplexicaulis*, *Panicum elephantipes* o *Paspalum repens*.

En las condiciones actuales la bioproductividad y procesos relacionados, dependen de la distribución de las lluvias. Las condiciones más favorables se alcanzan cuando la distribución de las precipitaciones es más regular durante el año. La concentración de las lluvias en primavera y principios de verano puede significar, al menos

potencialmente, un crecimiento más exponencial que el registrado actualmente, derivando en una mayor acumulación de biomasa en el sistema. La capacidad de sustentar ganado sería superior en este período, pero decaería a fines del verano o principios del otoño en forma más pronunciada que lo que ocurre actualmente, por el déficit de agua que generarían las altas temperaturas en esa época.

Si las lluvias se concentraran desde comienzos del otoño a fines de invierno, el resultado sería probablemente una caída de la productividad primaria neta de pasturas hidrófilas y un aumento del posible desarrollo de plantas acuáticas flotantes, decayendo la probabilidad de transferencia de la Productividad Primaria Neta.

Resumiendo, en la actualidad la distribución de las lluvias, determina un sistema de productividad elevada. Si se lograra regularizar el régimen actual, acotando el período de déficit hídrico, podría esperarse un incremento de la PPN actual y de su transferencia. No resulta fácil presumir la reacción del sistema ante períodos excesivamente lluviosos o durante estiajes muy prolongados. Sería menester comprobar si en ambas situaciones se operaría una reducción en los valores que se registran actualmente de PPN. Es factible que, de las dos situaciones comentadas, el período con excesiva pluviosidad, presente mayor productividad primaria neta respecto de los años muy secos. También habría que conocer si la PPN en éstos períodos lluviosos puede resultar semejante o superior a las condiciones presentes. A juzgar por algunos elementos indicadores analizados, en estas situaciones, sería más probable el desarrollo de plantas flotantes; de ser así, convendría comparar las condiciones de transferencia de PPN de tales períodos con las actuales ya que, posiblemente, resulten menores.

8.2.1. Calidad de las aguas

De acuerdo con Lancelle y Graciela Urtiaga (1980) en el caso particular de estos esteros la variabilidad de las condiciones biológicas y físicas (períodos de relativo equilibrio hídrico, sequías, inundaciones, pisoteo del ganado, etc.) trajeron aparejada particulares dificultades analíticas, que, por lo común, no ocurren en otros cuerpos de agua de mayor estabilidad. Por todo ello, los resultados obtenidos en los distintos análisis, pueden constituir solamente la expresión transitoria de los componentes presentes en el momento del muestreo.

Con la finalidad propuesta fueron seleccionadas dos estaciones de muestreo en el estero Cocherek, para observar mensualmente las fluctuaciones en los tenores de los iones de mayor importancia a los efectos ya enunciados. Simultáneamente y en la medida en que las condiciones operativas no lo impidieran, se recogieron muestras en estaciones ubicadas sobre el estero Sábalo y la cañada Rica, y complementariamente se hizo lo propio con los ríos Tapenagá y Palometa. Algunas determinaciones, tales

como pH, conductividad, transparencia, temperatura, y ocasionalmente oxígeno disuelto, fueron realizadas en campo, en tanto que las restantes se efectuaron en laboratorio sobre muestras tomadas en bidones plásticos de 2 litros.

Cabe acotar que las dificultades emergentes de las características propias de la zona -como ya se puntualizara en otra parte de este informe- con extensas áreas anegables, elevadas temperaturas en verano y marcadas fluctuaciones en el nivel hídrico de los distintos cuerpos de agua, introdujeron serias limitaciones en la ejecución de las tareas de campo, impidiendo en algunas oportunidades contar con muestras para su análisis.

Numerosas veces el elevado contenido de sólidos en suspensión con preponderancia de la fracción fina, y el marcado color de estas aguas, obligó a la realización de lentos procesos de filtración, no obstante lo cuál la persistencia del color ambarino, probablemente relacionado con la presencia de sustancias húmicas, hizo necesario la adopción de cuidados especiales en la ejecución de los diversos análisis. Todo esto, someramente enunciado, sumado al corto tiempo que comprende el período de estudios, habla de las serias limitaciones impuestas a los resultados obtenidos y el carácter de las conclusiones que surgen de ellos.

La metodología aplicada en la realización de los análisis responde, en general, a la preconizada por el Standard Methods (APHA-AWWAWPCF), en su 13a. edición con los ajustes que se aconsejan en la 14a. edición (1975) y, en algunos casos, a la dada por Golterman en "Methods for Chemical Analysis of Fresh Waters" (IBP).

El contenido de bicarbonatos se valoró por titulación con HCL 0,05 N con detección potenciométrica del punto final. Los cloruros fueron dosados por titulación con nitrato mercúrico e indicador de la difenilcarbazona-azul de bromofenol. Los sulfatos se determinaron por el método turbidimétrico con lecturas a 420 nm y un paso óptico de 5 cm. El calcio y la dureza se valoraron por titulación con EDTA, empleando murexida como indicador en un caso, y negro de ericromo en el otro, en tanto que el contenido en magnesio se obtuvo por diferencia entre estos dos valores. El sodio y potasio fueron analizados por espectrofotometría de llama empleando un equipo Zeiss FMD 3. Los nitratos se determinaron por el método del ácido fenoldisulfónico con lecturas a 410 nm y los fosfatos por el método del cloruro estañoso y lecturas a 690 nm. La oxidabilidad fue estimada empleando permanganato de potasio en medio ácido en caliente, en tanto que los valores de oxígeno disuelto se registraron por medio de un equipo portátil marca YSI, provisto de detector con membrana. Los sólidos en solución han sido expresados como la suma de aniones y cationes por no considerarse adecuada la clásica determinación de residuo seco a 180 °C e debido al alto contenido en materia orgánica de las muestras.

Principales características físicas y químicas de las aguas de los ambientes

estudiados

Estero Cocherek

Los resultados obtenidos en los análisis efectuados sobre muestras provenientes de dos lugares sobre este estero (estancia San Juan y Establecimiento Fortín Cocherek), considerados representativos de distintas condiciones bióticas y de manejo de pastoreo, muestran rasgos de variación y promedios bastante similares, aun cuando pueden anotarse ciertas diferencias no muy marcadas y de relativa significación, sujetas a un posterior y más detallado estudio, dado que al presente la información disponible no es suficiente como para medir sus alcances y estimar sus posibles orígenes. Así el rango de pH quedó circunscripta, en el caso de la estancia San Juan, al campo ácido, con valores dentro del intervalo 6,3-6,9, y el promedio de 6,7 unidades; en tanto que se extendió desde 6,5 hasta 7,6 unidades, con promedio de 7,0 para la otra estación considerada .

La conductividad presentó valores comprendidos en intervalos ligeramente diferentes, que en general se extendieron desde poco menos de 200 uS/cm hasta aproximadamente 500 uS/cm, promediando 328 uS/cm y 285,6 uS/cm, respectivamente.

Concordante con esto, los sólidos disueltos estimados como suma de aniones y cationes y la dureza, expresada como mg/l de CO_3Ca , mostraron un comportamiento similar dando lugar a promedios que reflejan las diferencias ya anotadas. El alto contenido de materia orgánica fue una característica común a todas las muestras a lo largo del período de estudio. Esto quedó reflejado en los valores obtenidos para la oxidabilidad, en término del oxígeno consumido, como también en el marcado color que ofrecían estas aguas aun después de filtradas.

Para ambos lugares de muestreo la oxidabilidad arrojó promedios muy similares, aproximadamente 62 mg O_2/l , siendo también los rangos de variación análogos, na obstante lo cual los valores mensuales fueron en algunas oportunidades marcadamente diferentes. El color fue siempre elevado y se mantuvo por encima de las 300 unidades de Pt-Co, con intervalos de variación comprendidos entre 300y 600 unidades en un caso, y entre 300 y 800 unidades en el otro. La determinación de las proporciones iónicas relativas para las muestras provenientes del Establ. Fortín Cocherek, puso de manifiesto una marcada variabilidad dentro de la fracción aniónica, con concentraciones de bicarbonatos, cloruros y sulfatos de niveles en algunos casos muy similares, lo cual impone a estas aguas en general un tipo mixto .

Entre los cationes, sin embargo, el sodio se presentó en todos los casos como dominante, en tanto el calcio, magnesio y potasio, fluctuaron en cuanto a su ubicación relativa, alternándose en orden de importancia detrás de aquél. De tal

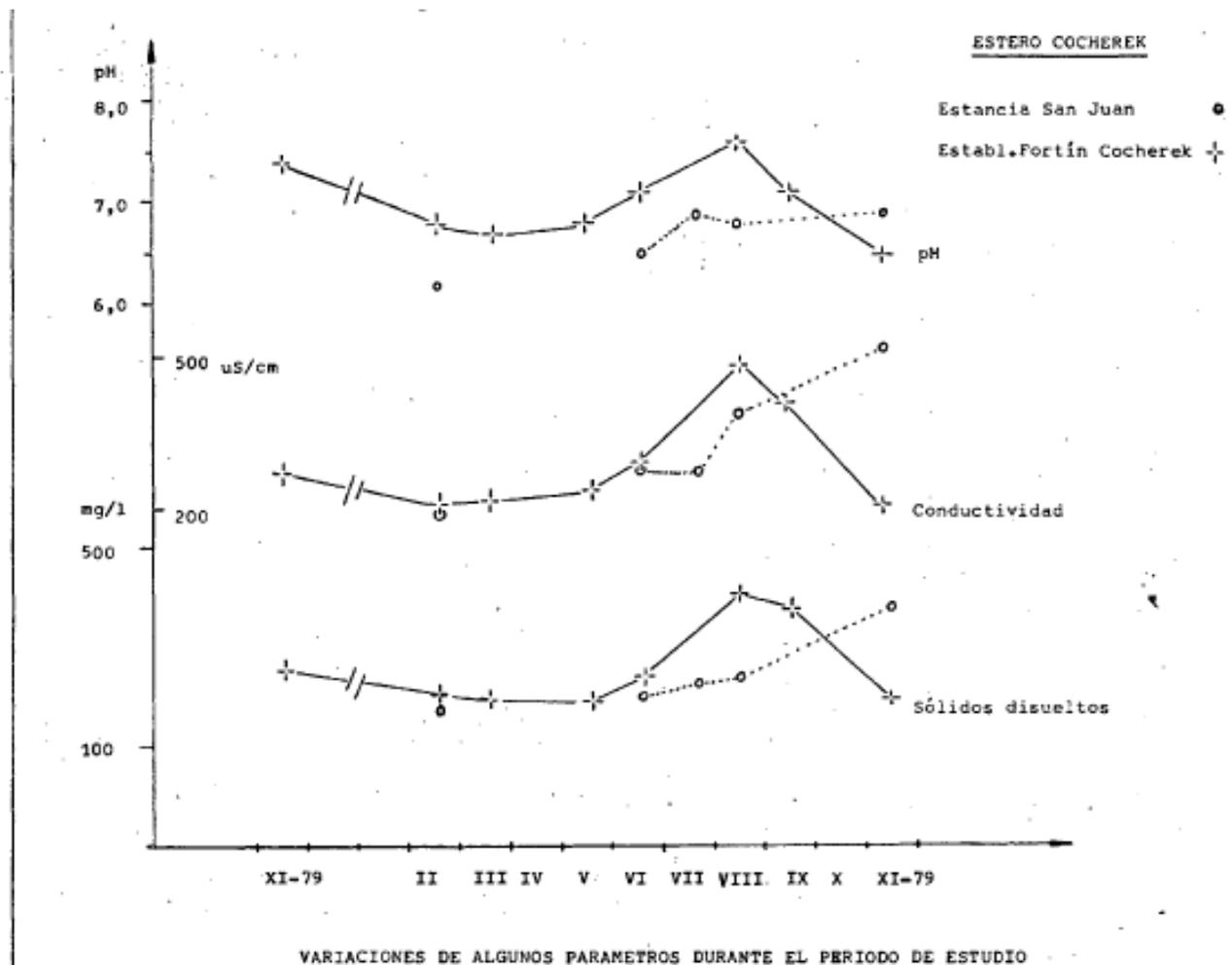
manera la tipología iónica parece sujeta a variaciones cuyo origen al presente no resulta claro, no obstante lo cual parecería ser de tipo mixto bicarbonatado-sulfatado-sódico en algunos casos, y bicarbonatado-clorurado-sódico en otros, presentándose situaciones en las que cambia a sulfatado-bicarbonatado-sódico o clorurado-bicarbonatado-sódico.

En lo que se refiere a las aguas de la estación estancia San Juan los tipos dominantes serían sulfatado-clorurado-sódico y sulfatado-bicarbonatado-sódico. Los nutrientes, nitratos y fosfatos se presentaron con concentraciones comprendidas entre 1,11 y 2,90 mgN03/1, los primeros; y entre 0,13 y 0,82 mgP04/1 los últimos, considerándose el conjunto de valores del total de determinaciones efectuadas. Los valores que adoptaron todos estos parámetros, a lo largo del ciclo anual sufrieron una marcada fluctuación que en general guardaría una estrecha relación con las variaciones en el nivel hídrico de los cuerpos de agua, sujetos a los aportes de las lluvias en el área, las que muestran un comportamiento estacional en su distribución. De tal forma los registros máximos en conductividad y sólidos disueltos correspondieron al mes de agosto para la estación Establecimiento Fortín Cocherek y al mes de noviembre para la estación estancia San Juan, como puede observarse en la gráfica correspondiente.

Estero Sábalo

Como en el caso de las aguas del estero Cocherek, las provenientes del estero Sábalo mostraron durante todo el año un pronunciado color ambarino característico, enmascarado la mayoría de las veces por el alto contenido de sólidos en suspensión. Los valores para esta característica, en la escala de Pt-Co, comúnmente superaron las 500 unidades, alcanzando un máximo de 800 y en ningún caso fueron inferiores a las 200 unidades.

El contenido medio de materia orgánica concordantemente fue también elevado, traduciéndose ello en valores de hasta 89,4 mg O₂/1, con un promedio de 67,8 mg O₂/1 para el intervalo comprendido entre 52,9 y 89,4 mg O₂/1. El pH fluctuó entre 6,6 y 7,1 unidades, manteniéndose en este estrecho rango a lo largo del ciclo anual, para el cual promedió 6,8 unidades. La conductividad y el contenido de sólidos en solución alcanzaron sus máximos en el mes de agosto, con 520 uS/cm y 364,2 mg/l, respectivamente, en tanto que en febrero se registraron los valores más bajos para ambos.



Las aguas de este estero mostraron desde el punto de vista de la composición iónica, características en general similares a las observadas en el estero Cocherek, con cantidades variables de los principales aniones y con un predominio del sodio entre los cationes, lo que dio lugar a tipos de aguas bicarbonatado-sulfatado-sódico, cloruradosulfatado-sódico y clorurado-sulfatado-bicarbonatado-sódico. La dureza varió entre 19,5 y 58,0 mgCO₃Ca/l, con un promedio de 38,7 mgCO₃Ca/l, lo cual le confiere a estas aguas un carácter que fluctúa entre muy blandas a blandas. El contenido en nutrientes resultó bastante similar al observado en el estero Cocherek, con valores límites para los nitratos de 1,18 y 2,72 mgNO₃/l y para los fosfatos (ortofosfatos) de 0,32 y 1,2 mgPO₄/l, no estimándose posibles rangos y promedios debido al escaso número de determinaciones que fueron factibles realizar.

Cañada Rica

Como sucediera en los esteros Cocherek y Sábalo, las muestras provenientes de la cañada Rica presentaron características similares en cuanto al elevado contenido de

sólidos en suspensión, marcado color de las aguas y abundancia de materia orgánica. El color varió entre 300 y 500 unidades de Pt-Co, mientras que la oxidabilidad alcanzó un máximo de 75,9 mg/l de oxígeno consumido, en tanto que el mínimo fue de 55,9 mgO₂/l.

La variación del pH fue escasa, observándose todos los valores dentro del rango ácido (6,4 a 6,8), siendo de señalar que ocasionalmente en situaciones próximas a la desecación del cuerpo de agua y con gran abundancia de materia orgánica, puede llegar a valores de una mayor y variable acidez.

La conductividad abarcó valores que oscilaron entre 170 y 380 uS/cm, que no difiere mayormente de los encontrados para los ambientes considerados con anterioridad. La dureza total resultó semejante a las encontradas en los esteros, variando entre un máximo de 57,4 y un mínimo de 21,9 mg/CO₃Ca/l. La concentración relativa de los aniones ofrecen la misma variabilidad observada en los casos ya tratados, con concentraciones de bicarbonatos, cloruros y sulfatos que imponen un tipo mixto a estas aguas, en tanto que dentro del campo de los cationes el sodio es el predominante. Los tenores en PO₄ no fueron estimados, en tanto que las pocas determinaciones efectuadas para cuantificar los tenores de NO₃ dieron valores comprendidos entre 0,53 y 2,39 mg/l.

La consideración de los resultados obtenidos en los análisis de las principales características físicas y químicas de muestras provenientes de las distintas estaciones de muestreo, seleccionadas sobre los esteros Sábalo y Cocherek, y la cañada Rica, ha puesto de manifiesto la predecible variabilidad de las mismas a lo largo del ciclo anual como consecuencia de su transitoriedad, derivada de la escasa profundidad de los reservorios propios del área. Al mismo tiempo el estudio comparativo de los valores individuales y promedios, que para los distintos parámetros se lograra durante el año de observaciones, pone de manifiesto una relativa homogeneidad espacial, con algunas diferencias locales, resultantes de la suma de factores termoplumiométricos, edáficos, de posibles aportes freáticos y la actividad biológica, particularmente de la macrofitia, cuya estructura y dinámica puede llegar a influir marcadamente sobre la calidad de las aguas.

Los aportes de esta vegetación palustre y flotante y la escasa profundidad de los cuerpos de agua, unida a la remoción provocada por los vientos de los sedimentos finos de la cubeta, da por resultado la elevada carga sestónica traducida en una gran turbiedad, un marcado color y un alto contenido en materia orgánica. De tal forma, la oxidabilidad expresada en términos del consumo de oxígeno, fue uniformemente elevada, con valores promedios mayores que 50 mgO₂/l, en tanto que el color en ningún caso fue inferior a 200 unidades en la escala platino-cobalto.

El pH mostró un ligero predominio de los valores comprendidos dentro del rango

ácido, aunque no inferiores a 6 unidades, particularmente en el caso de la caña Rica, donde promedió 6,6 unidades; en tanto que alcanzó un máximo de 7,6 en los esteros, cuyos promedios difieren muy poco del punto neutro. La conductividad de estas aguas varió dentro de un intervalo relativamente amplio, desde poco menos de 200 uS/cm hasta 900 uS/cm, mostrando un marcado incremento para los meses invernales coincidente con la época de escasas precipitaciones, en oportunidad que los someros cuerpos de agua sufren una pronunciada disminución en volumen (cuando no se desecan por completos), con la consiguiente concentración de sales. Los valores más bajos se detectaron durante los meses de febrero y marzo cuando el efecto diluyente de las lluvias se puso de manifiesto, reduciendo la conductividad a 190 uS/cm en el estero Sábalo y en el estero Cocherek, estancia San Juan.

Concordante con las fluctuaciones observadas para la conductividad, el contenido de sólidos en solución expresados como suma de los aniones y cationes, mostró una similar variabilidad durante el transcurso del año. La determinación de la composición iónica relativa indicó el predominio de los tipos bicarbonatado-sódico, bicarbonatado-clorurado-sódico y bicarbonatado-sulfatado-sódico, con concentraciones variables y crecientes de cloruros y sulfatos que dieron lugar, en ocasiones, a tipos clorurado-bicarbonatado-sódico, sulfatado-bicarbonatado-sódico y bicarbonatado-(clorurado-sulfatado)-sódico, pareciendo ser las aguas de la cañada Rica las menos variables en su tipología iónica, aun cuando el número de muestras analizadas de este origen impone serias limitaciones a los resultados obtenidos.

En lo que se refiere a la composición iónica, en general, se advierte una considerable variabilidad en lo referente a la fracción aniónica, con situaciones de clara supremacía de los bicarbonatos y otras en las que son relegados por cloruros o sulfatos, en tanto que entre los cationes el sodio ejerce una franca e invariable preeminencia.

La dureza de estas aguas osciló entre 20 y 90 mg/l, como CO_3Ca , lo que permite clasificarlas como muy blandas a moderadamente blandas. La presencia de nutrientes alcanzó en general niveles importantes, con tenores de nitratos que oscilaron entre 1,11 y 2,90 mgN₀₃/l, en tanto que los fosfatos lo hicieron entre 0,13 y 1,20 mgP₀₄/l, y eventualmente con tenores bastante más elevados, si bien estos valores de ben considerarse teniendo en cuenta las serias limitaciones que imponen las dificultades encontradas en cuanto a la conservación y transporte de las muestras (sometidas a temperaturas superiores a los 30°C en los meses de verano, por períodos de dos a tres días, desde su captación hasta el ingreso al laboratorio para su análisis), y las resultantes de la elevada turbiedad y color que dificultan notablemente la aplicación de las técnicas colorimétricas usuales, disminuyendo su precisión.

8.3. Cuenca del Paraná Medio

La cuenca del Paraná tiene una superficie de 2,6 millones de Km² y abarca cinco países: Brasil, Argentina, Paraguay, Uruguay y Bolivia.

El sistema presenta tres áreas hidrográficas:

1. El río Paraguay
2. El Alto Paraná
3. El Paraná medio e inferior

La diferenciación entre Bajo, Medio y Alto Paraná, está basada en las diferencias en la sección de escurrimiento e involucra sólo al eje de escurrimiento, descuidando las características de la planicie de inundación. Las demarcaciones no deben ser fijas, ya que pueden desplazarse de acuerdo al caudal disponible en distintas fases del río (Neiff, 1990).

Casco (2003) propone dos tramos distintos en relación a su estructura, funcionamiento y, especialmente, a las relaciones de materiales y de energía, que quedan definidos por la confluencia del Paraná y el Paraguay: el Alto Paraná y el Bajo Paraná. Este último se origina de la unión del Alto Paraná (que le aporta el 75% que transporta) con el Bajo Paraguay (que incorpora el 70-90% de la carga sólida y suspendida).

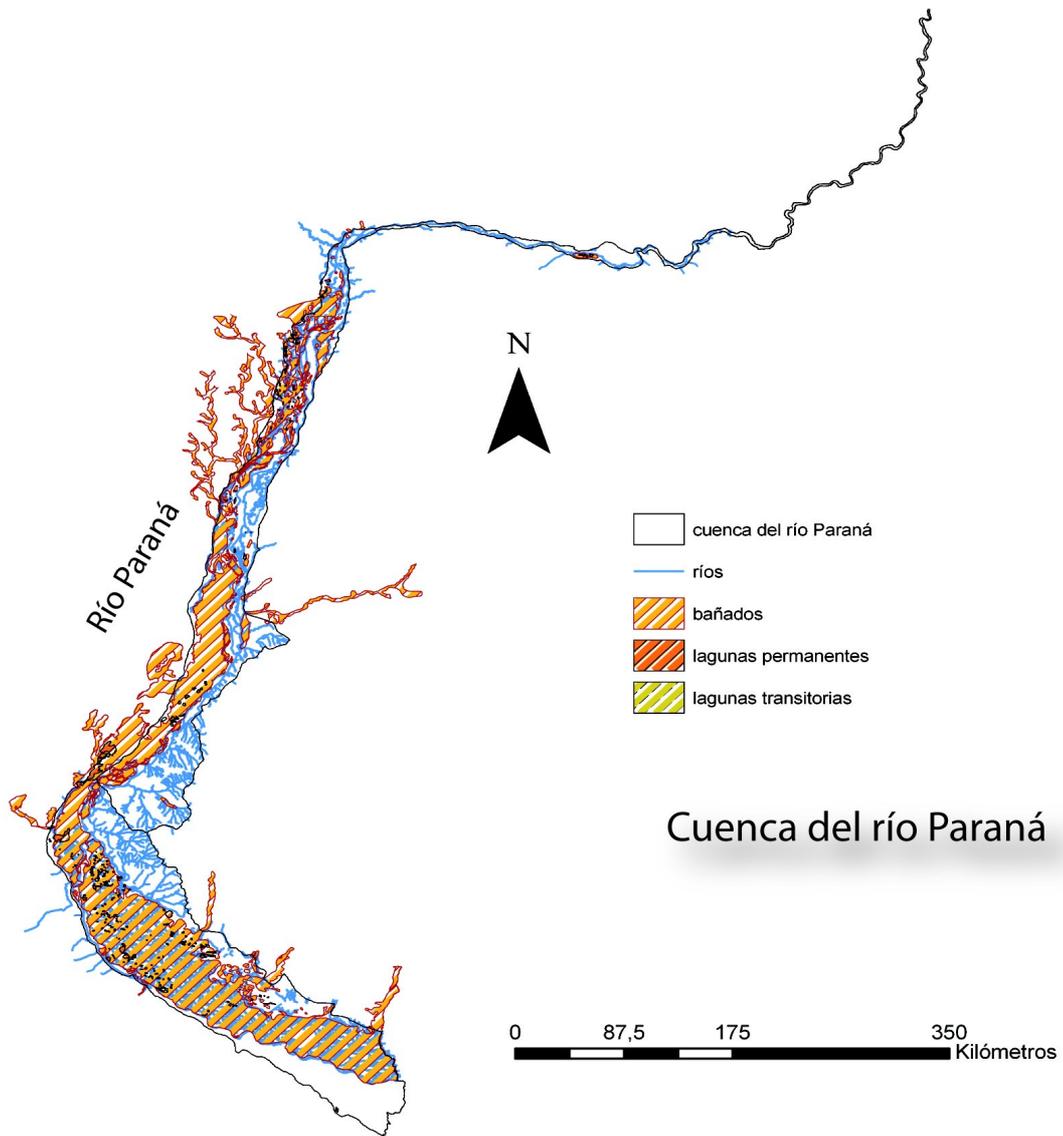
El Alto Paraná

Esta cuenca tiene una superficie de 980.000 km² y es la que recibe las mayores precipitaciones. Tiene una red de desagüe bien desarrollada y un caudal medio de aproximadamente 12.000 m³/seg. El Alto Paraná nace en Brasil y aguas abajo, constituye el límite paraguayo-brasileño y paraguayo-argentino hasta confluir con el río Paraguay.

Paraná medio e inferior

El tramo del Paraná conocido como Paraná medio nace en la confluencia del Alto Paraná y Paraguay, ríos estos que contribuyen diferencialmente en el contenido de sólidos suspendidos y disueltos, conservando después de Confluencia una relativa individualidad, gravitando las del primero sobre la margen izquierda y las del segundo sobre la derecha. Tal situación se mantiene aproximadamente hasta unos 200 km aguas abajo de Confluencia. Se destaca, como fenómeno curioso el incremento progresivo de sólidos suspendidos a partir de los primeros trechos del tramo

considerado. El Paraná Medio va aumentando su contenido sestónico y su turbiedad a partir del área Empedrado-Bella Vista, en que los altos valores resultantes de los aportes del Paraguay -influenciado por el Bermejo- decaen fuertemente.



Tiene una superficie de 470.000 Km². La pendiente es leve (4 cm/Km) y el ancho del río va disminuyendo –de 4200 m en Corrientes a 2300 m en Santa Fe y 2000 m en Rosario. El ancho del área inundable se extiende casi completamente sobre la margen oeste, que es más baja y varía entre 13 Km. (en Corrientes) y 56 Km. en Rosario – Victoria. El río presenta numerosas islas que quedan totalmente cubiertas por el agua durante las grandes crecidas. En la cuenca inferior se encuentra el delta del Paraná, que se inicia con un ancho de 18 Km. y alcanza los 60 Km. El delta, que desemboca en el Río de la Plata, cubre 14.100 km² y presenta un avance frontal de 70 a 90 m/año.

Es importante destacar que el territorio argentino se ubica en el sector terminal de la cuenca, compartida con Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay, esto significa que está influido por todos los fenómenos que ocurren en las partes altas y medias de la cuenca, fuera de la jurisdicción del país.

Unidades de paisaje

La vegetación, uno de los componentes del paisaje, no se distribuye en forma homogénea ni tampoco aleatoria en la planicie del Paraná sino que, por el contrario, evidencia pautas repetitivas en su distribución espacial.

Para clasificar las unidades de paisaje en el Bajo Paraná es de utilidad aplicar el sistema de Clasificación Ecológica de Tierras (ELC: Ecological Land Classification) que consiste en considerar las relaciones temporales y espaciales entre los cinco componentes principales del paisaje: terreno, hidrología, clima, suelo y vegetación, permitiendo identificar las superficies terrestres que posean semejanzas en su paisaje y determinar zonas geográficas con diferente nivel de detalle que conforman el patrón de paisaje. En suma, se trata de agrupar en clases o unidades, aquellos sectores del paisaje que tienen estructura y funcionamiento similar dentro del área en estudio.

A través del análisis de imágenes satelitales, fotografías aéreas y los reconocimientos en campo, en el Bajo Paraná se diferencian las unidades de paisaje que se describen más abajo.

Curso del río: el Bajo Paraná tiene un modelo entrelazado, con una clara asimetría entre ambas márgenes y parte de las islas del curso, debido a que las aguas con sedimentos del eje Paraguay-Bermejo, corren dentro del mismo curso, por la margen derecha. Las aguas del Alto Paraná, neutras a ligeramente ácidas, ricas en arcillas lateríticas y arenas, corren por la margen izquierda, sin mezclarse con las otras. Esta característica influye en la organización del paisaje.

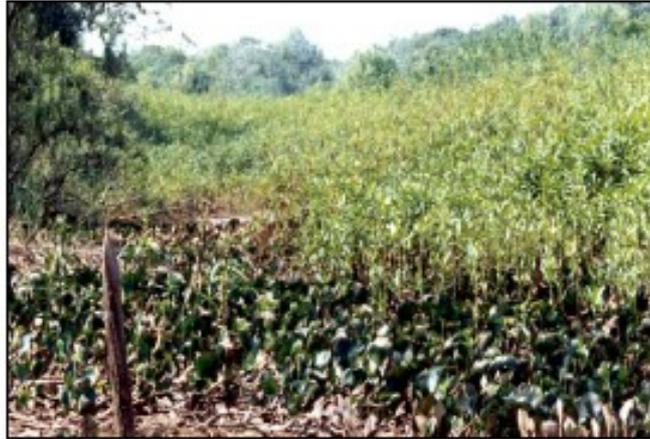


Lagunas, cursos intermitentes de agua someros: la planicie de inundación contiene numerosas lagunas de origen aluvial, formadas por unión de barras de arena. 2 Son predominantes las de forma alargada y semilunares (madrejones), de 5 a 50 ha de superficie, con sección en forma de “V” y con aguas de 80-500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de conductividad. La vegetación flotante libre (predominante en la planicie proximal) llega a ocupar el 100% de las lagunas. Especies vegetales representativas: *Eichhornia crassipes*, *Hydrocleis nymphoides*, *Polygonum acuminatum*, *P. ferrugineum*, *Solanum glaucophyllu*.



Bañados con pastos cortos, praderas acuáticas: son formaciones herbáceas que ocupan sitios planos, de muy baja pendiente, generalmente en la planicie distal, en los que el agua permanece retenida sobre el suelo durante 6-10 meses al año. El horizonte impermeable del suelo se encuentra desde la superficie hasta más de un metro de profundidad y está compuesto por materiales limo-arcillosos. Esta organización de los suelos determina que el exceso de agua se acumule, favoreciendo el desarrollo de plantas herbáceas bajas que, en su mayoría, tienen rizomas hundidos

en el suelo utilizados para reservar energía en los períodos desfavorables: anegamiento de gran magnitud (que cubren de agua las plantas, impidiéndoles tomar oxígeno desde el aire a las raíces) y sequía prolongada (que expone las plantas a la desecación). Especies vegetales representativas: *Eleocharis bonariensis*, *Oxalis* sp., *Teucrium vesicarium*, *Sesbania virgata*.



Bañados con hierbas altas y tiernas -graminoides y latifoliadas: son áreas inundables alimentadas por el desborde fluvial durante las crecientes. Ocupan las áreas cóncavas que se forman en el interior de las islas, como consecuencia del elevamiento de los albardones, o por el adosamiento de bancos de arena. Los suelos están compuestos por materiales de textura mediana a fina, de baja capacidad de retención de agua. Son dominantes las plantas de gran plasticidad ecológica, con ecofenos adaptados a limnofase y potamofase, que absorben la tensión de las fases extremas de inundaciones y sequías, utilizando mucha energía en la producción de semillas. Especies vegetales representativas: *Panicum grumosum*, *Panicum elephantipes*, *Polygonum acuminatum*, *P. ferrugineum*, *Aristolochia* sp., *Aspilia silphyoides*, *Echinochloa polystachya*, *Ipomoea carnea*, *Ludwigia peploides*, *Mikania periplocifolia*, *Miriabilis jalapa*, *Solanum glaucophyllum*.



Bañados con pastos altos y duros -pajonales y cañaverales: se encuentran en suelos limo-arcillosos, ubicados en el interior de las islas y de la planicie lateral de desborde del río. Pueden considerarse bañados de régimen mixto, porque el aporte de agua es, en parte, por las inundaciones y en parte por la lluvia. Hay dos estratos funcionalmente distintos: una matriz herbácea baja, de pastos tiernos, distribuidos homogéneamente, con raíces extendidas hasta 20 cm de profundidad y una matriz circular de macizos densos de gramíneas, con sus raíces extendidas hasta un metro de profundidad, lo que les permite superar el efecto de las sequías prolongadas. Especies vegetales representativas: *Ipomoea carnea*, *Lippia alba*, *Mikania periplocifolia*, *Panicum prionitis*, *Solanum glaucophyllum*, *Plantago myosurus*, *Polygonum acuminatum*, *P. ferrugineum*, *Salvia* sp.



Bañados con arbustos: ocupan planicies aluviales rellenas con sedimentos limo-arcillosos, cubiertas por 2-3 m de agua en la planicie distal. En limnofase, el suelo se halla un metro por encima del nivel del río, produciéndose una severa deficiencia hídrica que determina la abscisión de hojas de los arbustos y la muerte de gran parte de las plantas herbáceas. Especies vegetales representativas: *Acacia caven*, *Mimosa pigra*, *Sesbania virgata*.



Bañados con palmas: ocupan planicies con baja pendiente sobre suelos de textura fina a muy fina, que se resquebrajan durante la limnofase, partiéndose en bloques angulares. Pueden estar cubiertos por 50 cm de agua de lluvia sobre el suelo, pero en crecientes extraordinarias puede llegar a 3,5 m sobre el piso. Están dominados por *Copernicia alba*, en un único estrato de 8-12 m de alto, existiendo un estrato herbáceo bajo. Son sistemas regulados por la actividad repetida del fuego. Especies vegetales representativas: *Copernicia alba*, *Panicum prionitis*, *Sesbania virgata*.



Bañados con palmas y arbustos deciduos: El estrato herbáceo alcanza mayor cobertura y densidad por la disponibilidad de un microclima más húmedo que el de los arbustales. Especies vegetales representativas: *Copernicia alba*, *Acacia caven*, *Mimosa pigra*, *Sesbania virgata*.



Esteros y juncales: son ambientes que ocupan terrenos cóncavos que se encuentran en la parte baja del paisaje, en la planicie lateral del río o en la parte central de islas

grandes y altas. Tienen un régimen de alimentación hídrica mixta (anegamiento e inundación). Reciben las aguas de inundaciones de arroyos secundarios de la planicie. Los juncales tienen escaso desarrollo del horizonte orgánico superficial, a diferencia de los esteros que poseen una gruesa capa orgánica cubriendo el suelo mineral, limo-arcilloso. Cuando permanecen de 10 a 12 meses inundados, la materia orgánica se descompone en agua pobre en oxígeno y se produce una acumulación que termina en la formación de un suelo turboso. Especie vegetal representativa: *Cyperus giganteus*.



Barras de arena, bancos: se originan por acreción de sedimentos recientes. Las islas se caracterizan porque su vegetación sobresale de la lámina de agua, aun en crecientes extraordinarias. En conjunto constituyen un complejo de paisajes que articulan varias unidades de vegetación, en parches de distinta edad. Este complejo de paisajes tiene características comunes en su funcionamiento: alta tasa de renovación de organismos; alta capacidad de recuperación o respuesta; coexistencia de distintos estrategias de fase vegetales y animales; tiempos de vida cortos.



Playas: pueden cubrir varios kilómetros en la época de aguas bajas del río. Tienen escasa o nula vegetación y son visitadas por numerosas aves.



Bosques inundables dominados por una especie: constituyen un hábitat de muy amplia variabilidad (nivel del agua, velocidad del escurrimiento, concentración de sedimentos y nutrientes, etc.) por lo cual los organismos o poblaciones tiene una gran capacidad adaptativa y rápida respuesta a las perturbaciones. Los tiempos disponibles y favorables para la germinación de las plantas son cortos, por lo tanto la vegetación debe tener períodos de fertilidad muy amplios, una gran sincronización entre la producción y liberación de las unidades dispersantes con las fases hidrológicas y un crecimiento rápido. Especies vegetales representativas: *Salix humboldtiana*, *Tessaria integrifolia*.



Bosques inundables pluriespecíficos: ocupan barras o albardones de las islas más altas, con lo cual la duración de la fase de inundación es más corta, los sedimentos tienen mayor contenido de materiales finos y el suelo tiene una organización vertical incipiente. Es una de las unidades más ricas en especies debido a la presencia de varios estratos que forman una cobertura continua de vegetación. Constituyen una importante interferencia en el escurrimiento durante la potamofase. Especies vegetales representativas: *Albizia inundata*, *Banara arguta*, *Cecropia pachystachya*, *Celtis iguanea*, *Cissus palmata*, *Crataeva tapia*, *Croton urucurana*, *Eugenia pungens*, *Ocotea diospyrifolia*, *Nectandra angustifolia*.



Bosques pluriespecíficos en galería de cursos secundarios: son franjas de 10-30 m de ancho que acompañan a los tributarios del Paraguay y Paraná. Están en albardones altos, con lo cual son alcanzados solamente por los desbordes fluviales de las grandes inundaciones. La vegetación ocupa una franja continua, alta y cerrada, compuesta por varias poblaciones arbóreas en cada estrato. Especies vegetales representativas: *Albizia inundata*, *Celtis iguanea*, *Erythrina crista-galli*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Geoffroea striata*.



Lluvias, caudales y crecidas (Fuente: Centro estudios sociales y ambientales, 2004).

Las precipitaciones medias anuales van desde 200 mm en el oeste de la cuenca (zona andina) hasta 2000 mm en el este (en la subcuenca del río Iguazú). En ella se pueden diferenciar diversos regímenes:

1. En el oeste de la cuenca y al norte del trópico hasta el Planalto de Brasil, las precipitaciones disminuyen en invierno (junio a agosto). En los tres meses de verano

se concentra entre el 45 y el 70% de la precipitación total anual.

2. En el sur de Brasil (estados de Paraná, Santa Catarina y Río Grande do Sul), en Uruguay y en el este de la provincia de Buenos Aires las lluvias son constantes durante todo el año.

3. Zonas de transición:

a. En el sur de Buenos Aires y desde la confluencia del río Paraguay hasta la desembocadura del Paraná: presenta el máximo de precipitaciones en otoño (marzo-abril).

b. Al norte, en la ribera del río Paraguay: las lluvias estivales se prolongan hasta el otoño.

El caudal medio del río Paraná (período 1901-1983) fue de 12.135 m³/seg. en Posadas y 14.7000 m³/seg. en Rosario. El ciclo hidrológico del río registra crecidas en verano y otoño, causadas por las mayores precipitaciones aguas arriba. Durante el invierno, los caudales son menores. En la cuenca superior del río Paraná, este régimen es más marcado, con caudales altos de diciembre a abril y un máximo en febrero. Los caudales mínimos ocurren de agosto a septiembre, en coincidencia con los meses de sequía invernal.

Al sur de Guairá, los afluentes del Paraná (por ejemplo, el río Iguazú) tienen un régimen prácticamente inverso al de la cuenca superior, con crecidas en invierno y primavera, debido a las lluvias constantes, durante casi todo el año.

En la cuenca superior del río Paraguay el régimen es similar a la cuenca Superior del Paraná. En su desembocadura, el régimen se invierte. La mayor parte de las crecidas ocurren a fin del otoño, en mayo y junio, en consonancia con la onda estacional del río, aunque también se dan casos en primavera, presentando los niveles mínimos en verano (diciembre – enero). Barros encontró que la mayor contribución a las crecidas se origina en el territorio paraguayo de la cuenca, en contra de la creencia tradicional de que el Pantanal era el principal contribuyente de las mismas.

En territorio argentino, la mayor contribución a las crecidas del río Paraná proviene del Alto Paraná Medio, seguidas por el Alto Paraná inferior. El río Paraguay contribuye aunque en menor proporción, mientras que el Alto Paraná Superior no aporta a las mismas en forma significativa. Desde la década del 70', se registró un aumento de las precipitaciones en la región y de los caudales del río Paraná cuyo promedio es de 18.500 m³/seg (serie 1971-2001). Comparando las precipitaciones para el período 1951-1970 con las de 1980-1999, Barros encontró que el aumento del 16% entre estos dos períodos se tradujo en un aumento porcentual del doble en los caudales. Es decir, los caudales amplifican el efecto del incremento en las lluvias,

amplificando la amenaza y, en consecuencia el riesgo de inundación. En este marco, cobra mayor relevancia la variabilidad y el cambio climático.

Biología

En el Alto Paraná, en Brasil, se han mencionado 86 especies de plantas acuáticas (Thomaz et al., 2004) y 114 en el tramo argentino de este río (Neiff, 1986). En el Alto Paraguay, Pott y Pott (2000) mencionan 247 especies de plantas acuáticas en el Pantanal de Mato Grosso. Buena parte de las especies son comunes en ambos ríos en diferentes latitudes, debido al efecto de corredor, favoreciendo la conectividad de distintos paisajes de la cuenca. Podría postularse que la biota fluvial está integrada por numerosos mosaicos que tienen diferente conectividad y que hacen a una alta riqueza de especies del paisaje global de la cuenca, como señaló Malvárez (1999) para el Delta del río Paraná.

En el sistema Paraguay-Paraná, la mayor riqueza de algas fue encontrada en la alta cuenca del Paraguay, en el Pantanal de Mato Grosso, donde Zalocar (1999; 2005) menciona casi 600 especies. A diferencia de otros ríos, la riqueza de especies disminuye hacia la desembocadura, donde se encontró algo más de 200 especies (Zalocar, op.cit.).

El número de especies de peces también es mucho mayor en las nacientes que en el tramo bajo del sistema Paraguay-Paraná (Neiff et. al. 2005). En tanto que en el Pantanal se mencionan más de 350 especies, en el Delta del Paraná se han mencionado 230 (López et al., 2002). Sin embargo, si se consideran sólo las especies capturadas en el curso del río, hay más especies en el Bajo Paraguay que en el Alto Paraguay (Canon Verón, 2005). Esto implica que gran parte de los humedales del Pantanal tienen poca conexión o están aislados del flujo principal del curso del río. Ambas comunidades dependen mucho de la cobertura y del ensamble de humedales del sistema fluvial en cada tramo (ecodiversidad) del sistema.

No ocurre lo mismo cuando se compara el número de especies de plantas vasculares de la planicie inundable del Paraguay-Paraná. El número de especies registradas en el Pantanal no difiere demasiado del registro existente para el Delta del Paraná (TGCC, 1996; Malvárez, 1997; Neiff, 2001). La riqueza de especies está relacionada con la conectividad de los humedales respecto del curso del río. Marchese y Ezcurra de Drago (1992) demostraron que el número de especies del bentos del bajo Paraná es mayor en una transección desde el curso del río hacia el límite externo de la planicie, según el grado de conexión con los flujos laterales. Este fenómeno también fue registrado por Zalocar de Domitrovic (1999 y 2005) para la distribución del fitoplancton de los humedales de este río.

Poi de Neiff (2003) señala que no hubo diferencias significativas en la integración taxonómica de la rica fauna de invertebrados que vive en los camalotales de *Eichhornia azurea*, en los humedales fluviales desde el Pantanal hasta la confluencia del Paraguay con el Paraná. Este estudio señala que el ensamble de poblaciones que viven en las raíces está fuertemente influenciado por el flujo horizontal del agua. Los grupos funcionales de la fauna de invertebrados de las praderas de *E. azurea* y de *E. crassipes*, tiene patrones similares de organización, con escasez de herbívoros y baja proporción de invertebrados que fraccionan la materia orgánica particulada gruesa (Blanco et al., 1998; Poi de Neiff, 2003; Poi de Neiff y Carignan, 1997). Las praderas de estas dos especies se encuentran en sitios con conexión al curso del río, con frecuentes flujos horizontales de agua a través de sus raíces, lo que explica la abundancia de invertebrados recolectores que utilizan la materia orgánica particulada fina. La abundancia de una u otra bioforma de invertebrados en la vegetación acuática permite conocer la oferta trófica predominante en curso del río y su planicie (Poi de Neiff, 2003). Es decir, que la planicie inundable de estos ríos tiene sectores funcionalmente diferentes, por su complejidad de organización y, especialmente, por sus condiciones tróficas.

Una especial atención merece el ecosistema de la planicie inundable del Paraná. Está ocupada por extensos bañados (Neiff, 1981) poblados por más de 70 especies vegetales. Muy pocas ocurren en forma simultánea debido a la amplitud del régimen hidrológico (Neiff, 1986). Entre éstas, *Thalia multiflora*, *Typha latifolia* y *Paspalum repens* forman extensas praderas de cobertura continua y con dominancia absoluta de una de ellas.

La producción y descomposición de la vegetación palustre ejerce una marcada influencia en el flujo de carbono en ambientes poco profundos y densamente vegetados como los "bañados" de la planicie inundable del río Paraná (Bruquelas de Zozaya y Poi de Neiff, 1993). Los movimientos del agua son lentos en estos ambientes durante la mayor parte del ciclo hidrológico, debido a la posición lateral de la planicie inundable respecto del eje de escurrimiento del río. El agua se carga rápidamente con la materia orgánica particulada y disuelta disponible, agotando en pocas horas el oxígeno disuelto en ella. La tasa de descomposición de los macrófitos depende esencialmente de la composición del material vegetal y de varios parámetros físicos y químicos influenciados por la circulación del agua.

El uso sostenible del corredor fluvial Paraná-Paraguay (Neiff et. al. 2005)

Los humedales, en general, son fuente de importantes recursos y servicios (Roggeri, 1995). Como fuera dicho, los ríos pueden promover el desarrollo de las poblaciones del hombre por los múltiples servicios que ofrecen. Entre otros:

- Fuente de energía.

- Sitios de recreación y turismo, pesca y caza.
- Transporte de residuos domésticos e industriales.
- Vías de navegación y medio de transporte.
- Fuentes de agua para consumo humano, para riego y para consumo industrial.
- Fuentes de insumo para la industrialización de otras materias primas.
- Para enfriamiento de sistemas mecánicos.
- Para producción de alimentos.
- Como contenedor y sustento de la productividad biológica.
- Como ambientes para la cría y engorde de ganado y para algunas formas de agricultura.
- Han sido el sustento de civilizaciones primitivas y actuales.
- Como centros de vida para la biodiversidad a nivel local y regional y como asiento de organismos migratorios.
- «Desagües» naturales de sustancias contaminantes y de sedimentos suspendidos.
- Como moderadores de la amplitud del clima local.
- Como atenuadores de las ondas de creciente.

Estos ríos albergan en su cuenca una alta diversidad biológica, estimándose que unas 175 especies de peces habitan el Alto Paraná y más de 300 especies de peces pueden ser encontradas en el Paraguay. Sólo en el gran humedal del Iberá, cerca de la confluencia de los ríos Paraná y Paraguay, se han registrado 4.000 especies de plantas y de animales (Arbo y Tressens, 2002; Giraudo et al., 2003; Poi de Neiff, 2003).

Además de la alta complejidad que presumen estos números, debe tenerse en cuenta un aspecto no menos importante: la mayoría de las especies tienen metapoblaciones (Bini et al., 2001), es decir complejos integrados por numerosas poblaciones en distintos ámbitos geográficos, lo que les acuerda una gran resiliencia ante las perturbaciones y disturbios ambientales. En términos simples, capacidad de retomar el equilibrio y mantenerse en los humedales a pesar de la alta variabilidad del río.

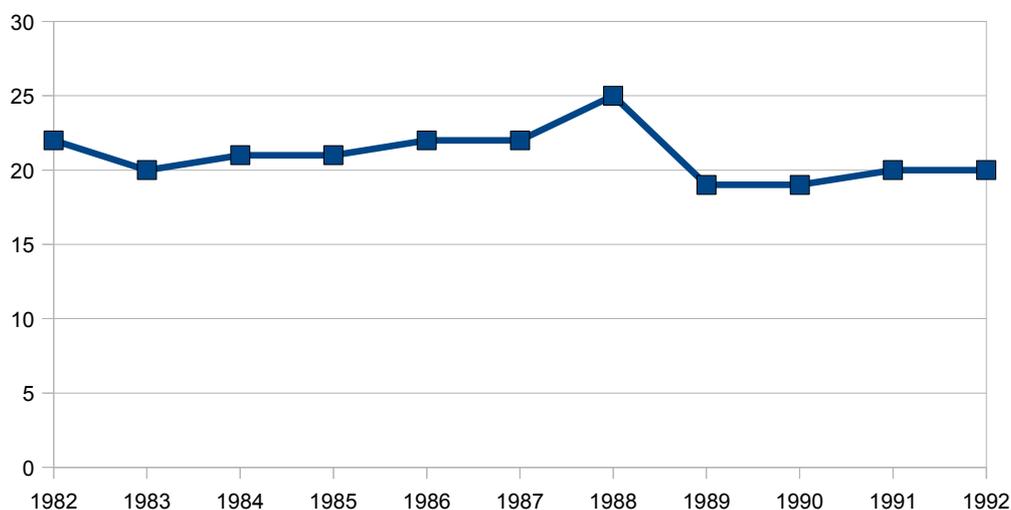
8.3.1. Calidad de las aguas

Si bien existen monitoreos históricos de las aguas del río Paraná, ha continuación se presentan una serie de resultados más recientes que incluyen la tendencia en el cambio de la calidad de las aguas del sistema hídrico. Se trata de muestreos realizados en la Ciudad de Corrientes el Laboratorio de Química Ambiental de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura - Universidad Nacional del Nordeste (Ruiz Díaz et. al. 2005)

Alcalinidad datos de la década 1982-1992:

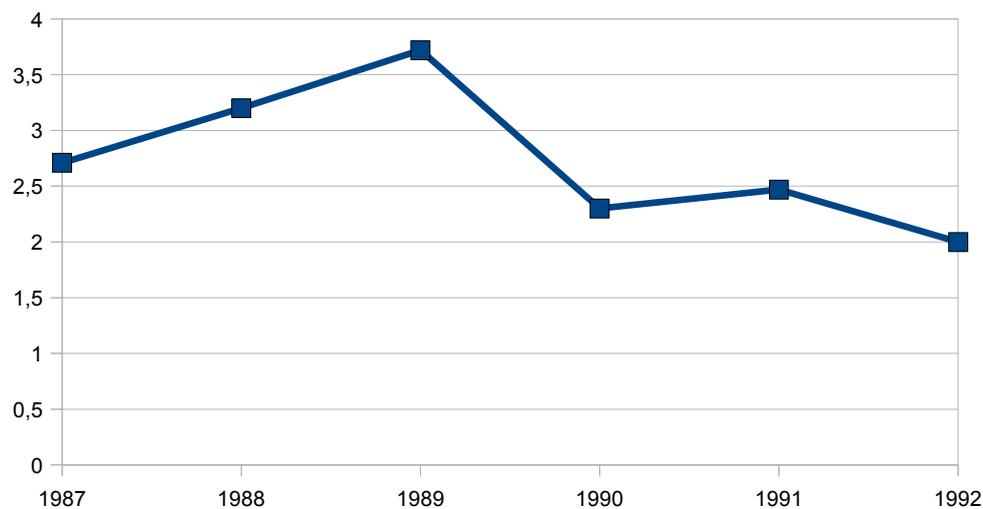
ALCALINIDAD mg/L				
Año	Máximo	Mínimo	Promedio	
1982	28	18	22	
1983	25	15	20	
1984	34	16	21	
1985	30	20	21	
1986	40	18	22	
1987	34	18	22	
1988	35	19	25	
1989	22	16	19	
1990	26	16	19	
1991	25	19	20	
1992	31	17	20	
Década	40	15	21	

Variación de la alcalinidad entre los años 1982-1992:



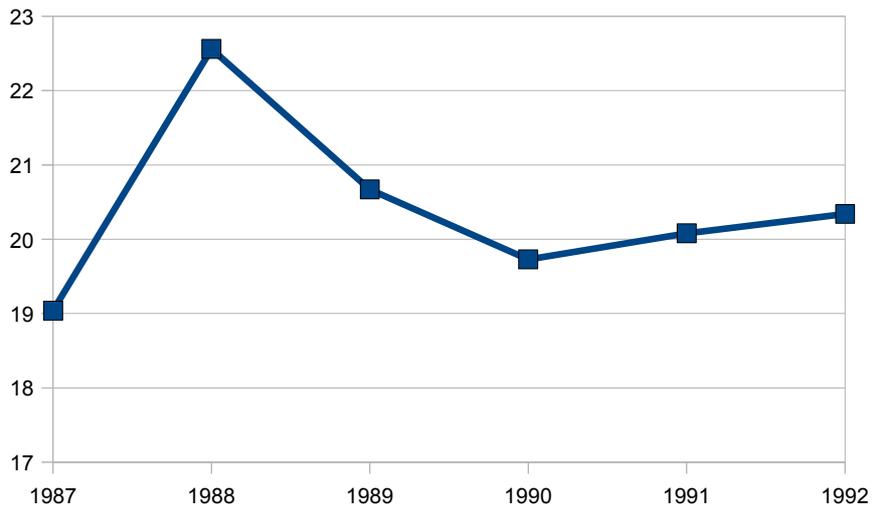
SULFATO mg/L			
Año	Máximo	Mínimo	Promedio
1982 -	-	-	-
1983 -	-	-	-
1984 -	-	-	-
1985 -	-	-	-
1986 -	-	-	-
1987	7,5	1	2,71
1988	9	1	3,2
1989	7,5	2	3,72
1990	4,5	1	2,3
1991	6	1	2,47
1992	7	1	2
Década	9	1	2,6

Variación de sulfato entre los años 1987-1992:



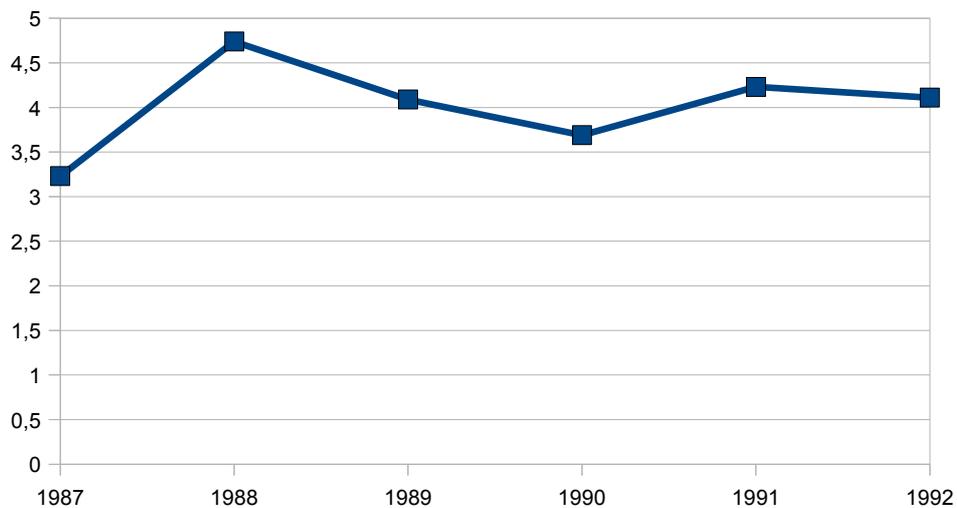
DUREZA		mg/L		
Año	Máximo	Mínimo	Promedio	
1982-	-	-	-	
1983-	-	-	-	
1984-	-	-	-	
1985-	-	-	-	
1986-	-	-	-	
1987	28	15	19,04	
1988	36	18	22,56	
1989	24	18	20,67	
1990	36	14	19,73	
1991	28	16	20,08	
1992	34	18	20,34	
Década	36	14	20,42	

Variación de la dureza entre los años 1987-1992:



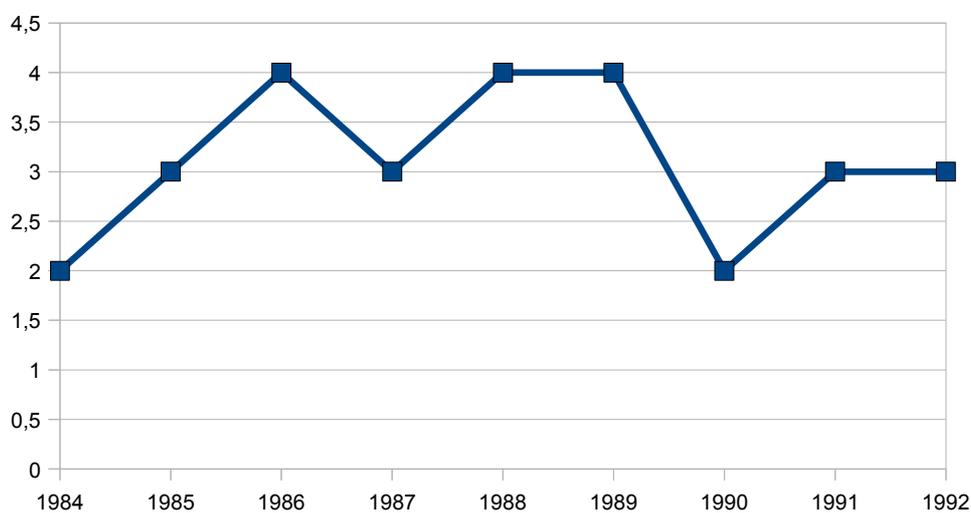
CALCIO	mg/L		
Año	Máximo	Mínimo	Promedio
1982 -	-	-	-
1983 -	-	-	-
1984 -	-	-	-
1985 -	-	-	-
1986 -	-	-	-
1987	6,4	1,6	3,23
1988	11,2	2,4	4,74
1989	6,4	3,2	4,09
1990	5,6	2,4	3,69
1991	8	2,4	4,23
1992	8	3	4,11
Década	11,2	1,6	4,03

Variación del calcio entre los años 1987 y 1992:



Año	CLOURURO mg/L		
	Máximo	Mínimo	Promedio
1982 -	-	-	-
1983 -	-	-	-
1984	4	2	2
1985	7	1	3
1986	14	2	4
1987	8	2	3
1988	7	2	4
1989	5	2	4
1990	4	1	2
1991	5	2	3
1992	6	2	3
Década	14	1	3

Variación de cloruros entre los años 1984-1992



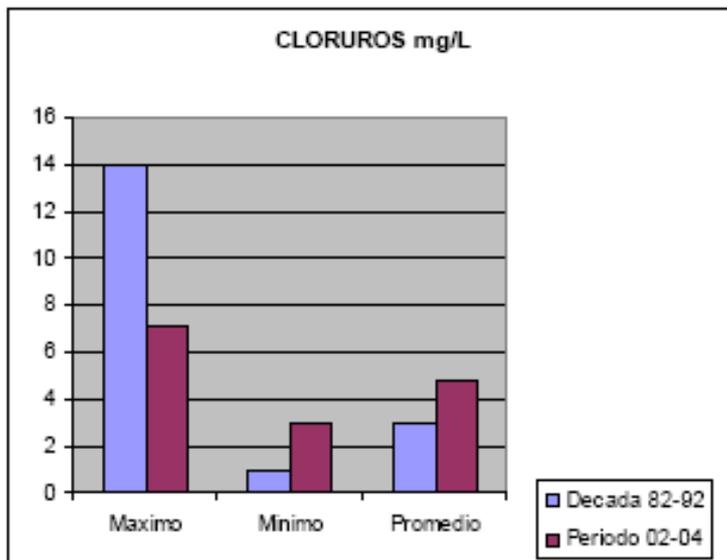
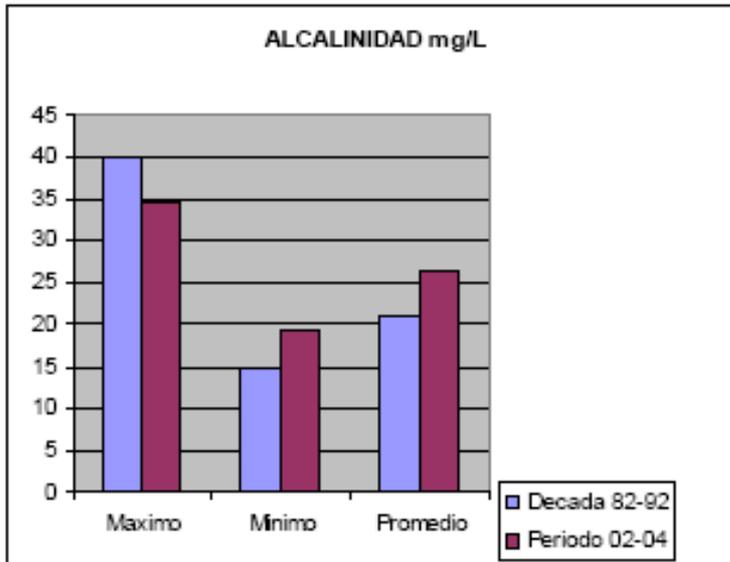
Calidad de las aguas entre los años 2002-2004:

Periodo 2002 – 2004:

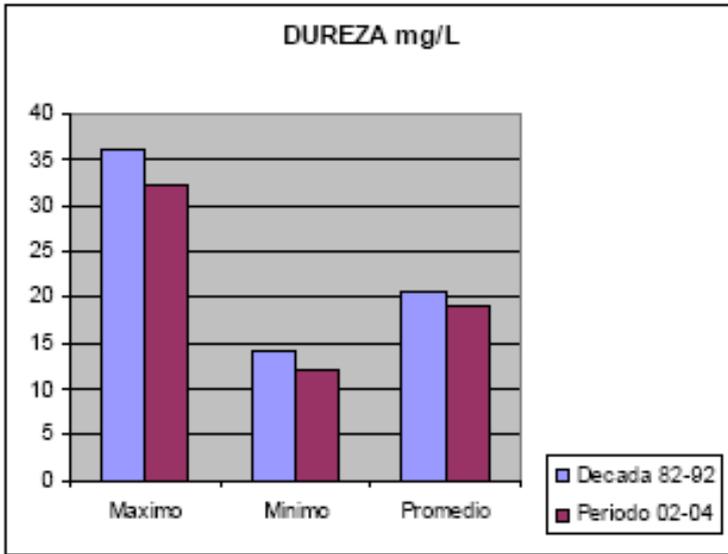
Alcalinidad	Cloruro	Dureza	Calcio	Sulfato	Turbidez	Conductividad
29	5,43	19,07		3,32	26	56

Periodo 02-04	Máximo	Mínimo	Promedio 02-04
Alcalinidad mg/L	35	19	29
Cloruro mg/L	7	3	5,43
Dureza mg/L	32,32	12,12	19,07

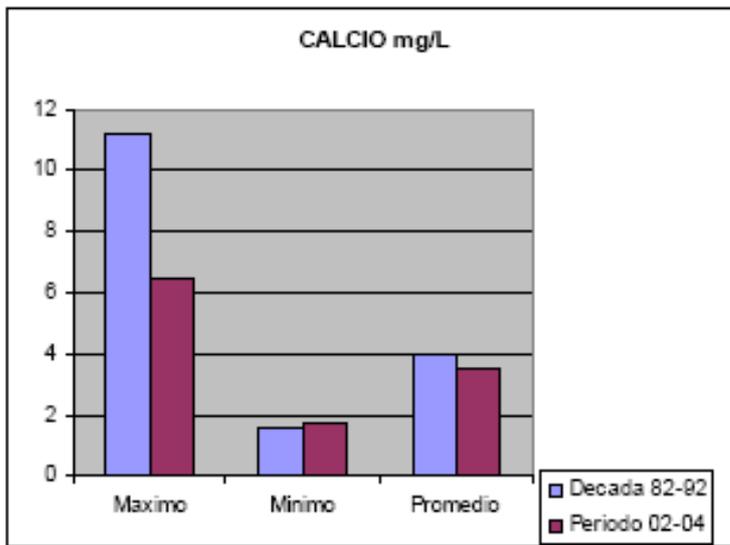
Calcio mg/L	6,46	1,75	3,32
Sulfato mg/L	16,6	0,9	5,35
Turbidez NTU	89	5,6	26
Conductividad	67	40	56



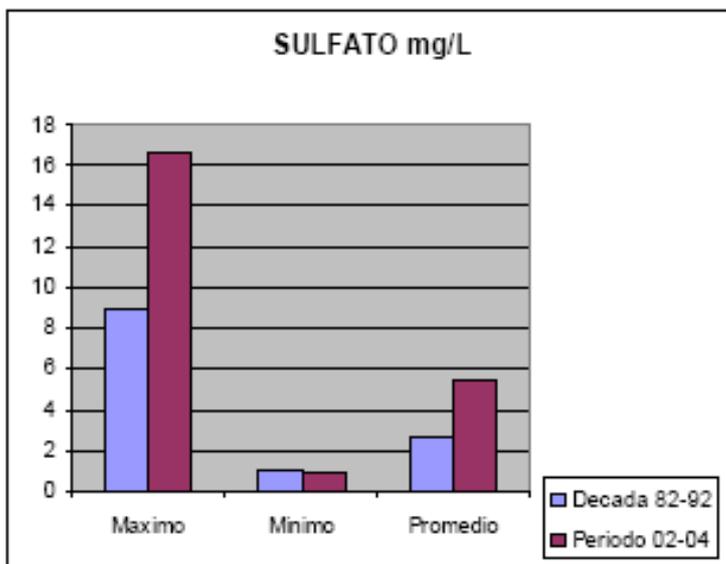
Alcalinidad.
 Comparación entre la
 Decada 82-92 y
 periodo 02-04



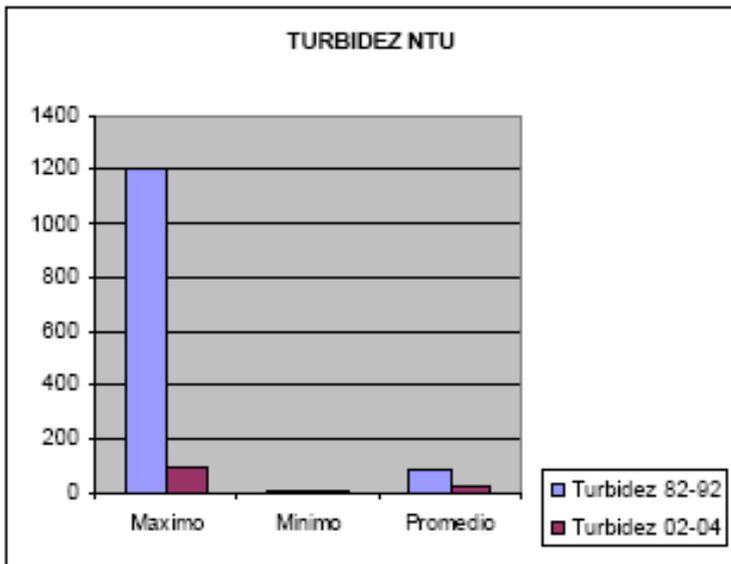
Dureza
Comparación entre la
decada 82-92 y
periodo 02-04



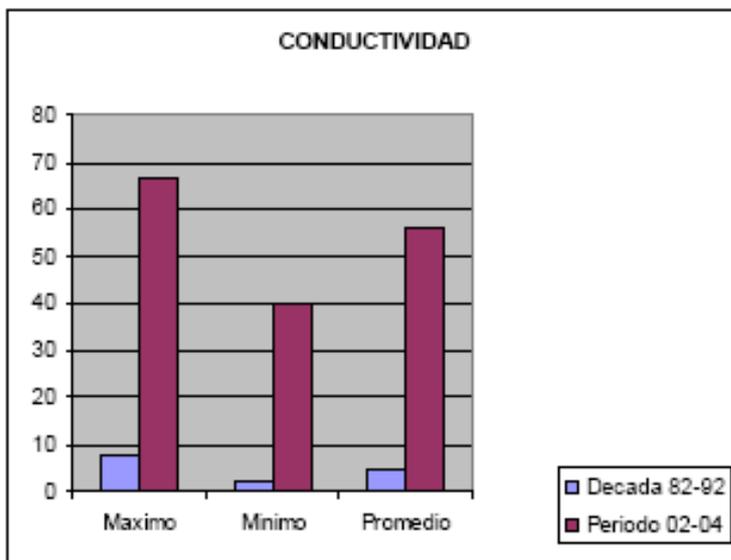
Calcio
Comparación entre la
decada 82-92 y
periodo 02-04



Sulfato
Comparación entre la
decada 82-92 y
periodo 02-04



Turbidez
 Comparación entre la
 decada 82-92 y
 periodo 02-04

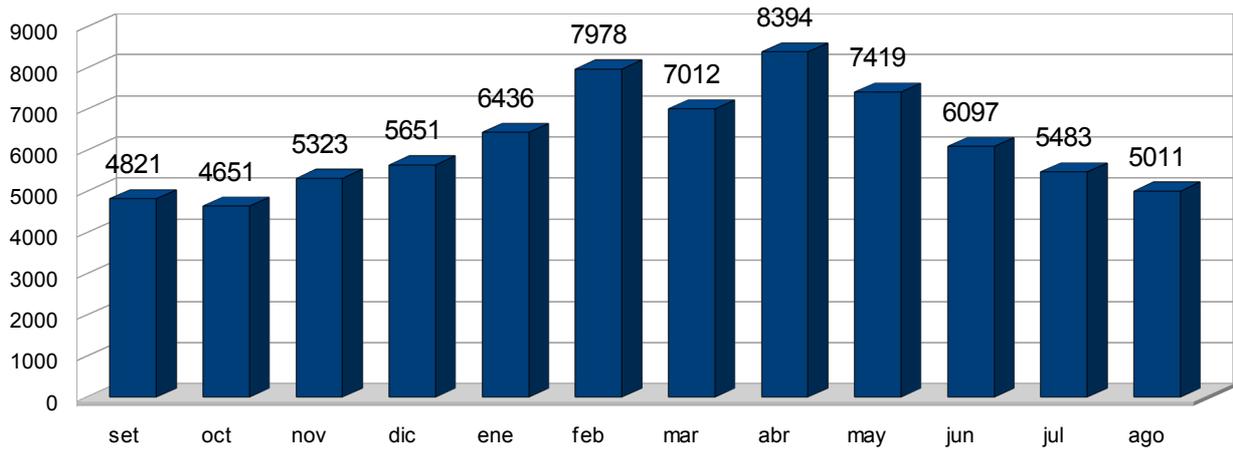


Conductividad
 Comparación entre la
 decada 82-92 y
 periodo 02-04

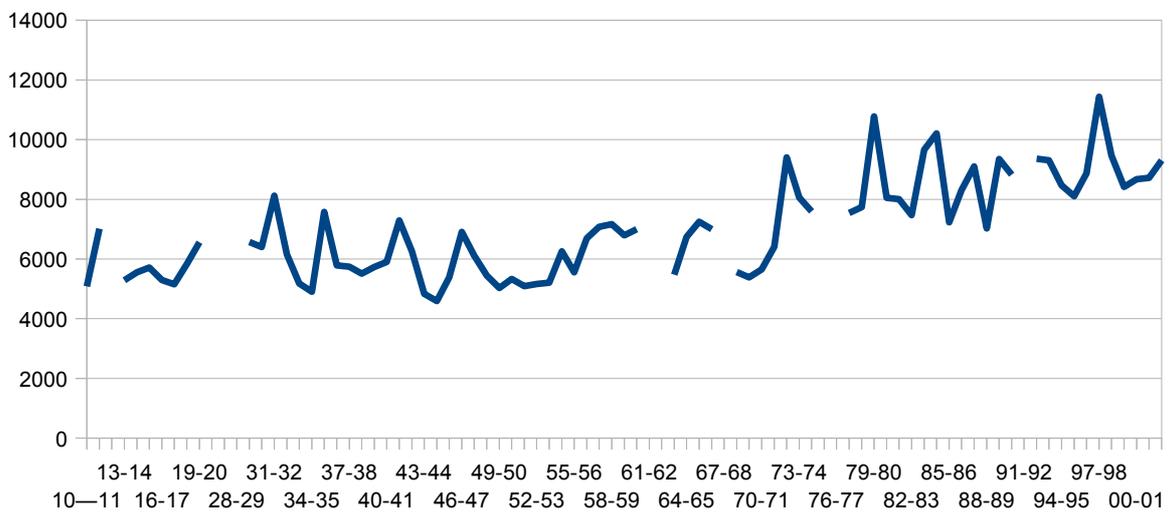
8.3.2. Análisis de caudales

Estación Itatí

Caudales Mínimos mensuales (promedio entre los años 1910-2003). Fuente: Subsecretaría de Recursos Hídricos

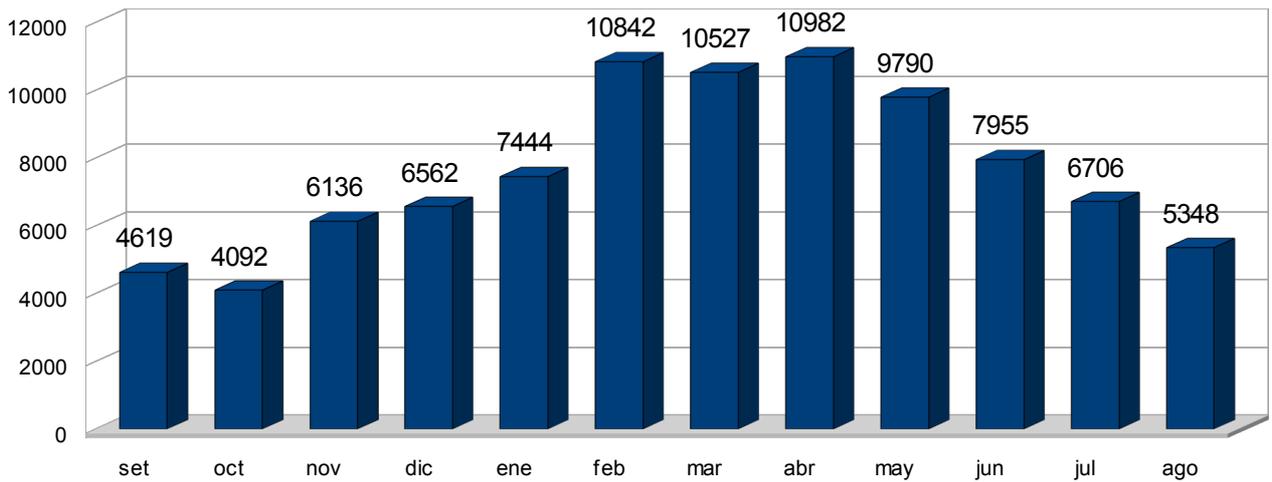


Variación del caudal mínimo diario entre los años 1910-2003. Fuente: Subsecretaría de Recursos Hídricos

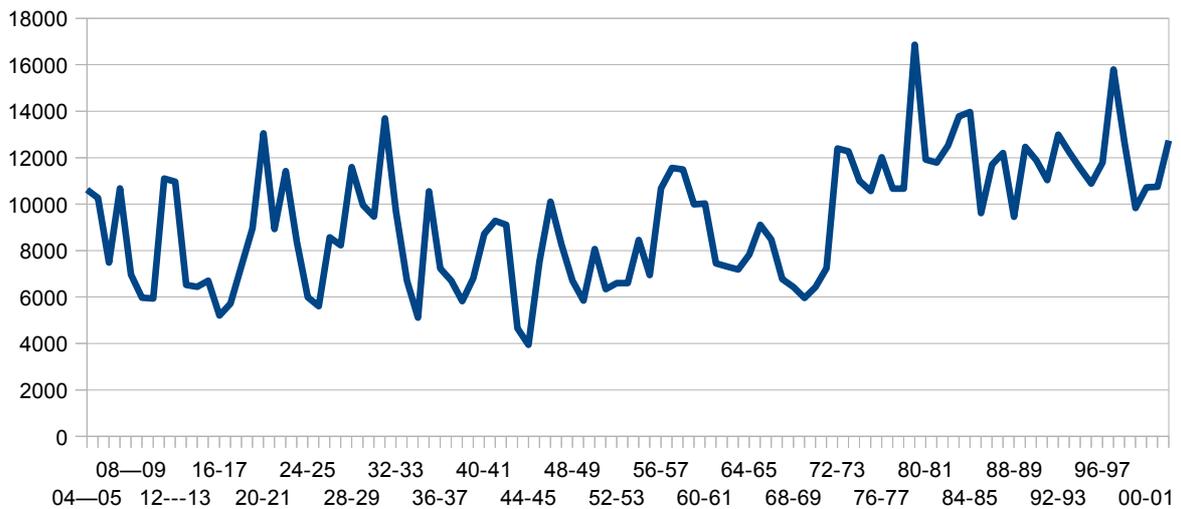


Estación Corrientes

Caudales Mínimos mensuales (promedio entre los años 1903-2003). Fuente: Subsecretaría de Recursos Hídricos

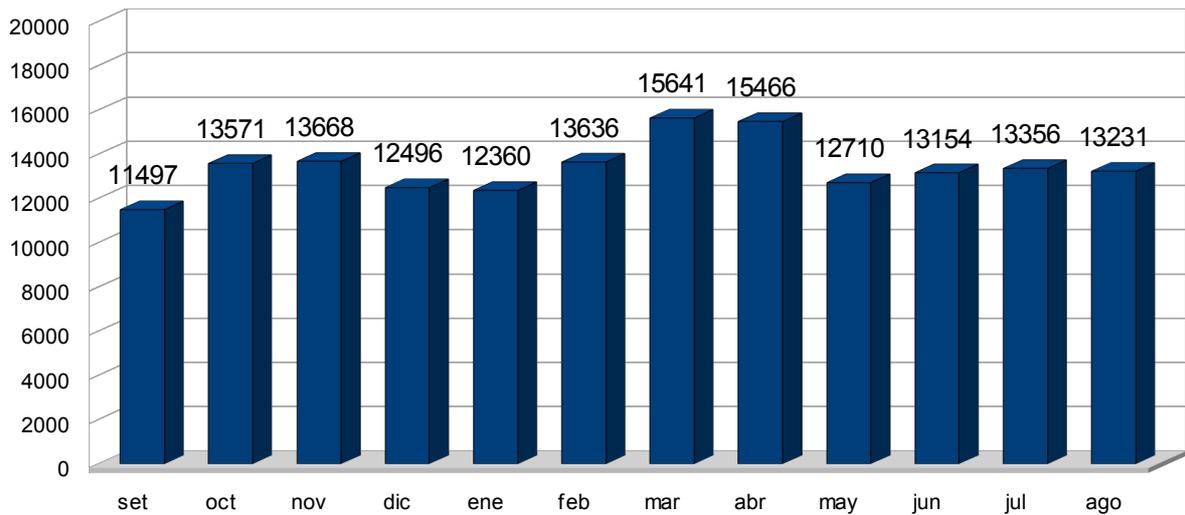


Variación del caudal mínimo diario entre los años 1904-2003. Fuente: Subsecretaría de Recursos Hídricos

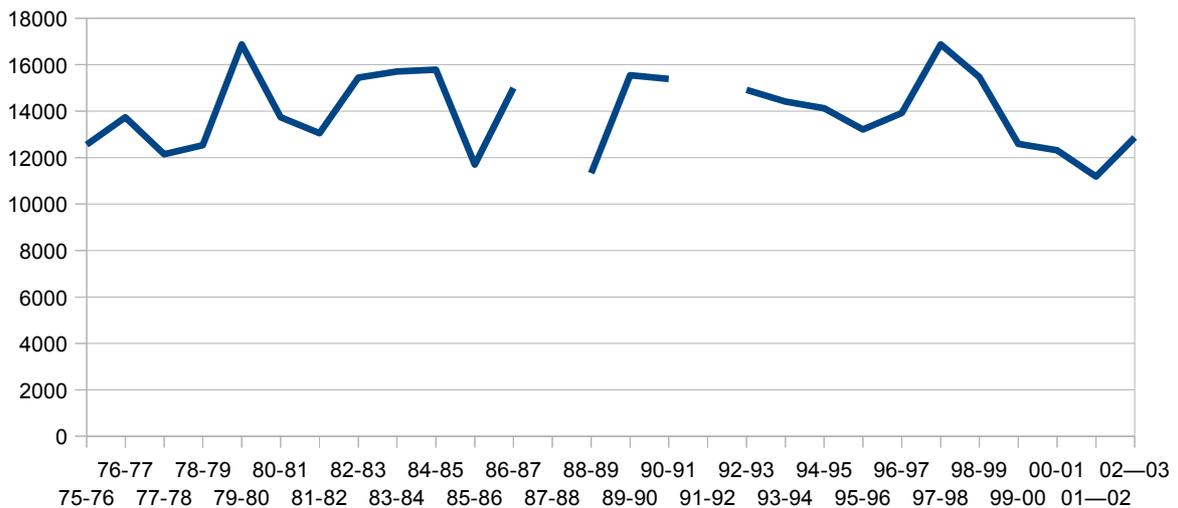


Estación Chapetón

Caudales Mínimos mensuales (promedio entre los años 1975-2003). Fuente: Subsecretaría de Recursos Hídricos

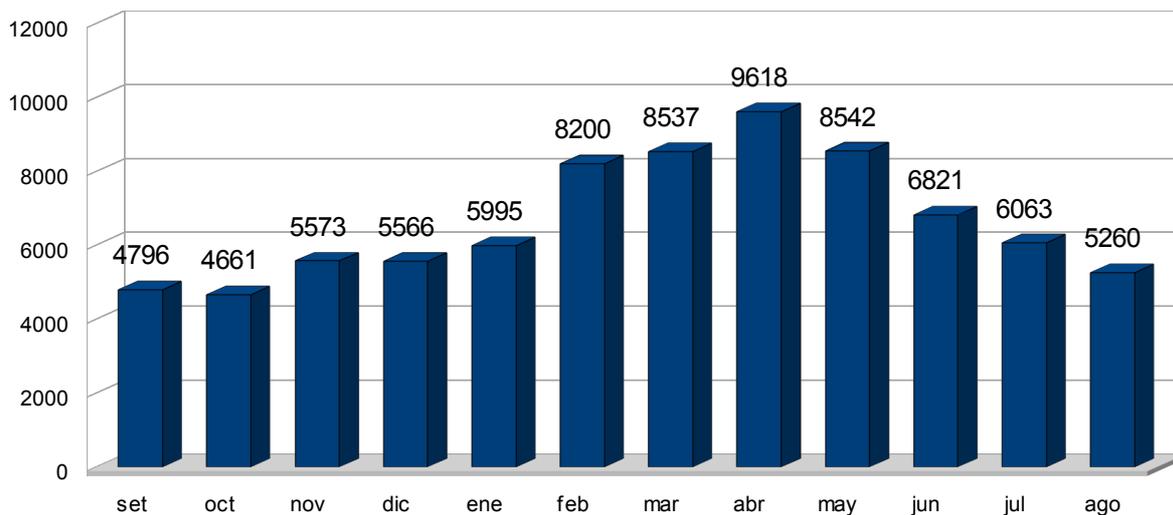


Variación del caudal mínimo diario entre los años 1975-2003. Fuente: Subsecretaría de Recursos Hídricos

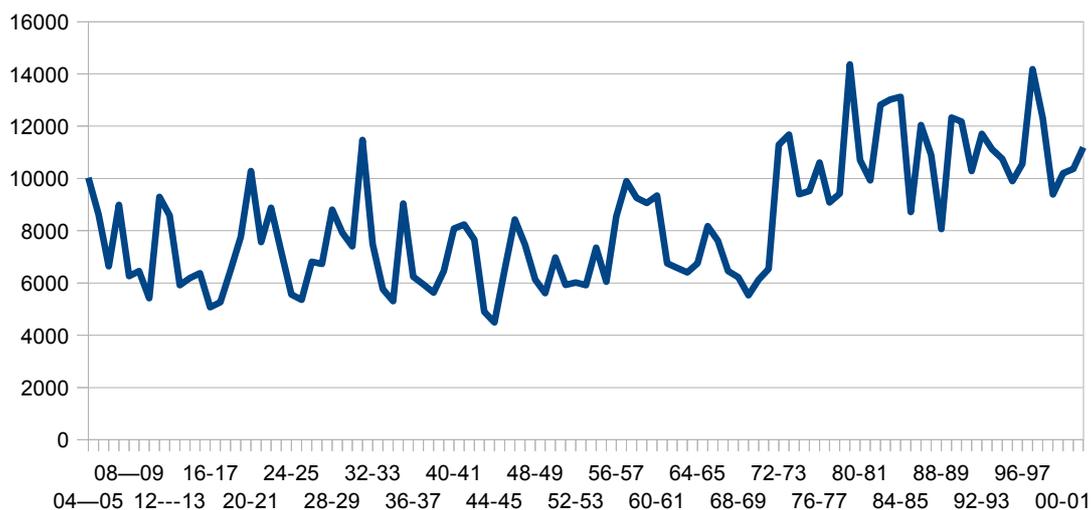


Estación Paraná (túnel)

Caudales Mínimos mensuales (promedio entre los años 1904-2003). Fuente: Subsecretaría de Recursos Hídricos

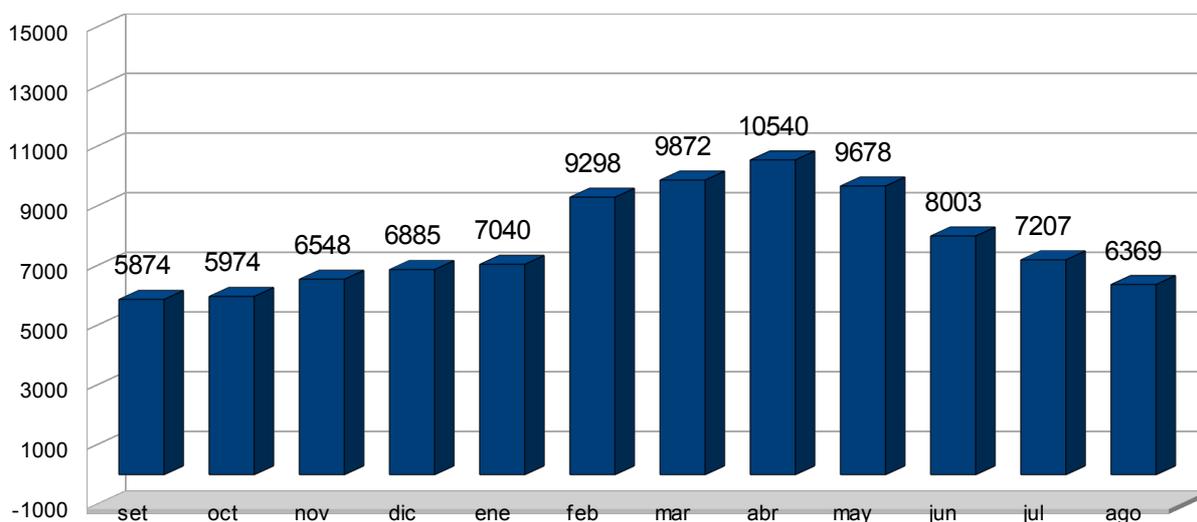


Variación del caudal mínimo diario entre los años 1904-2003. Fuente: Subsecretaria de Recursos Hídricos

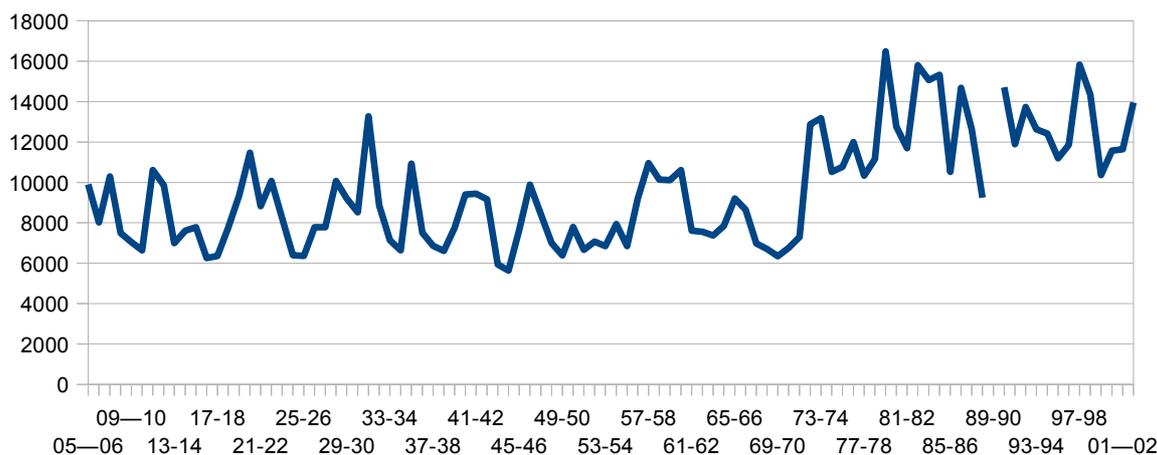


Estación Timbúes

Caudales Mínimos mensuales (promedio entre los años 1905-2003). Fuente: Subsecretaria de Recursos Hídricos



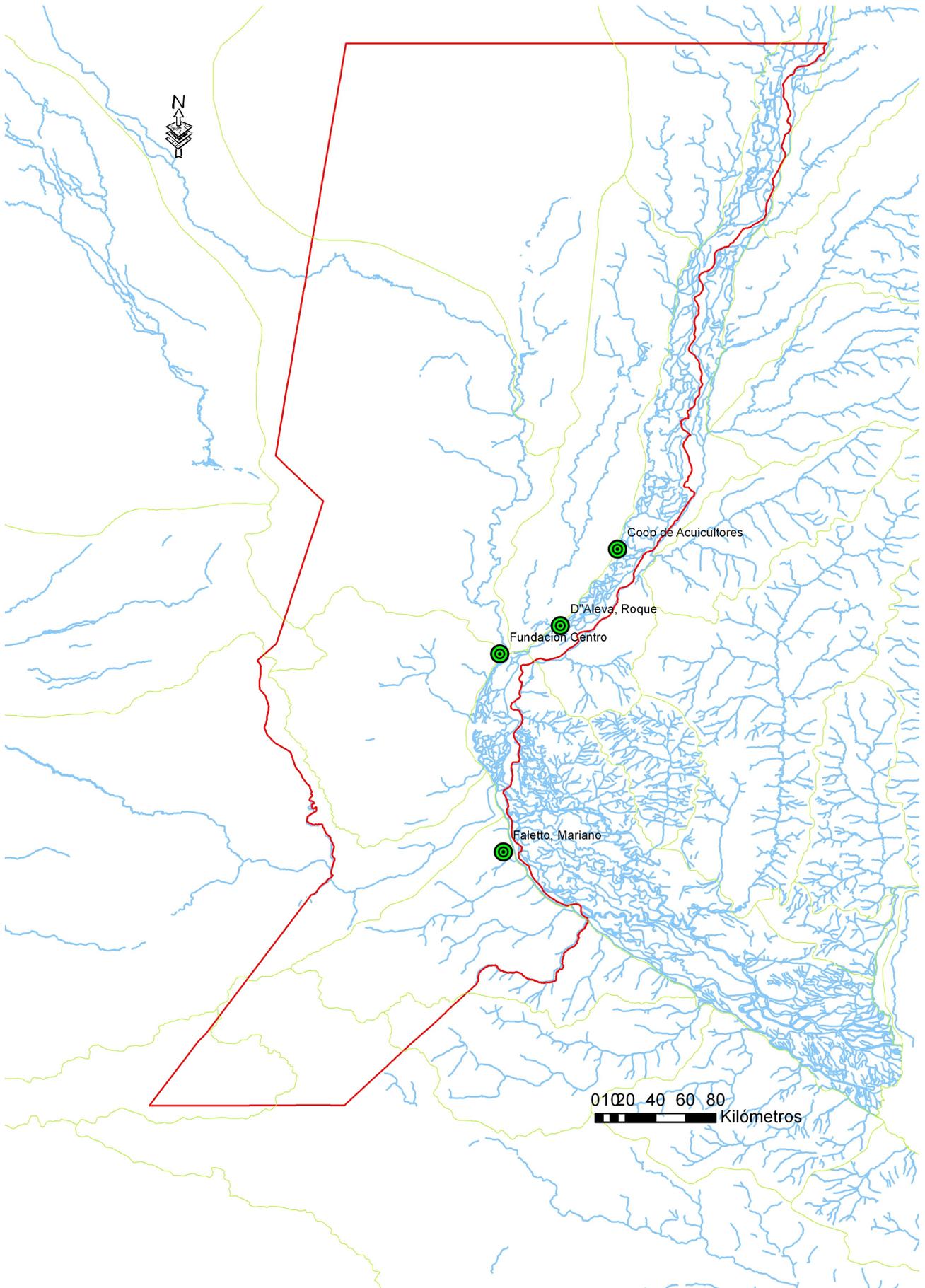
Variación del caudal mínimo diario entre los años 1905-2003. Fuente: Subsecretaría de Recursos Hídricos



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. A continuación se detalla en una tabla los datos utilizados en este informe. La información completa ambiental y socioeconómica se encuentra en el informe socioeconómico correspondiente.



Provincia	Santa Fe
Código	SF01
Denominación	Coop de Acuicultores
Ubicación	Helvecia
Punto de Medición	Estanque
Coordenadas	31°02,309" 060°05,464"
Altura SNM [m]	17
Nº Estanques	
Superficie [ha]	2,6
Fuente	Superficial
PH	7,4
OD [mg/l]	4,5
Conductividad [µs]	350
Temperatura [°C]	15

Provincia	Santa Fé
Código	SF02
Denominación	D" Aleva Roque
Ubicación	Sta Rosa de Calchines
Punto de Medición	Estanque
Coordenadas	31°29,832" 060°26,044"
Altura SNM [m]	18
Nº Estanques	
Superficie [ha]	0,1
Fuente	Superficial, río
PH	8,2
OD [mg/l]	8,5
Conductividad [µs]	118
Temperatura [°C]	16

Provincia	Santa Fé
Código	SF03
Denominación	Fundación Centro
Ubicación	Santo Tomé
Punto de Medición	Estanque
Coordenadas	31°40,068" 060°47,579"
Altura SNM [m]	18
Nº Estanques	
Superficie [ha]	1,6
Fuente	pozo
PH	8,6
OD [mg/l]	10,3
Conductividad [µs]	1070
Temperatura [°C]	16,5

Provincia	Santa Fé
Código	SF04
Denominación	Faletto Mariano
Ubicación	Iberlucea
Punto de Medición	Estanque
Coordenadas	32°51,696" 060°45,964"
Altura SNM [m]	22
Nº Estanques	
Superficie [ha]	0,02
Fuente	pozo
PH	8,2
OD [mg/l]	8,1
Conductividad [µs]	1335
Temperatura [°C]	17,5

9.2. Potencialidad acuícola Instalada en la provincia

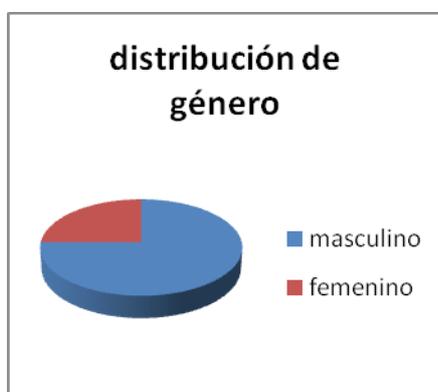
Distancia al lugar de producción:

Si se considera el universo del total de las provincias del proyecto, se constata que el 34,4 % de los productores viven en el mismo lugar de producción, mientras que el restante 64,6 % lo hacen en un predio diferente. En comparación, en la provincia de Santa Fe, sobre un total de 4 productores, el 25 % vive en el mismo lugar de producción, mientras que el 75% restante vive en otro predio.

En promedio los productores viven a una distancia de 9,7 km. Mientras que el total de las provincias del proyecto, los productores viven a una distancia de 59,2 km.

Género y producción:

La proporción de varones es mayoritaria sobre las mujeres entre los productores de la provincia, como se muestra en la siguiente figura.



Actividades productivas:

Al preguntarle sobre el año de inicio de la actividad de acuicultura, los productores no lo especifican.

Servicios que cobran los productores:

La totalidad de los productores cobran alquiler de su tierra como ingreso. En la siguiente tabla se puede ver el detalle del nivel de ingreso por categoría.

Nivel de ingreso	%
Hasta 10.000\$	0
De 10.001 a 100.000\$	0

Más de 100.0004	50
Ns/Nc	50

El promedio de ingreso por productor es de \$ 730.005 anuales. El total de los emprendimientos tiene límites definidos.

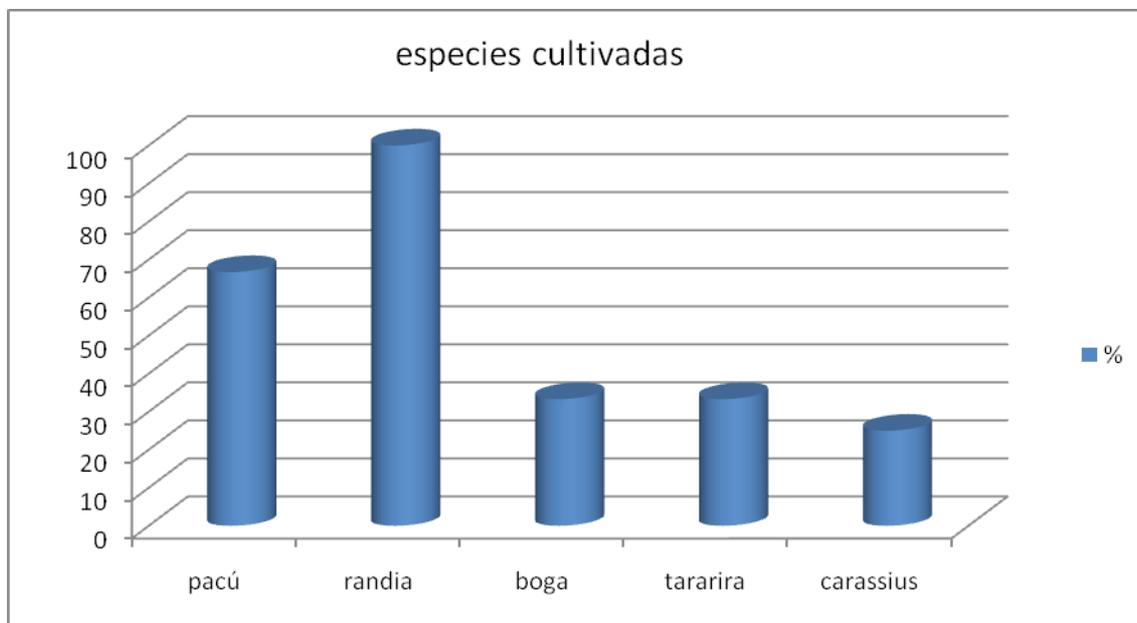
Agroindustrias

En su totalidad son del tipo de frigorífico de pescado. El tipo de explotación: es industrial- comercial.

actividad	%
Frigorífico de pescado	100

Producción Acuícola (N = 4 productores)

La mayor proporción de especies cultivadas corresponde a pacú y randia, como se aprecia en la siguiente figura.



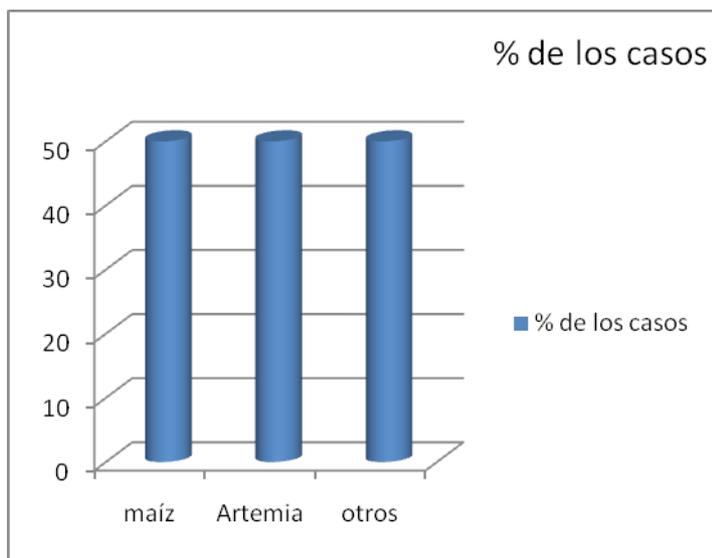
La producción
1.000 kg/ha/año
comercializa lo

mi intensivo con más de
25% de los productores

Producción de Alevinos

Existe un productor que produce 70.000 alevinos por año, de la Carassius, sin uso de hormonas. No se registran compras de alevinos.

En cuanto al alimento para producción de acuicultura, el 25% de los productores fabrica su alimento, sin la utilización de maquinaria para su elaboración. Se utilizan igual proporción de maíz y artemia, como se muestra en la siguiente figura.

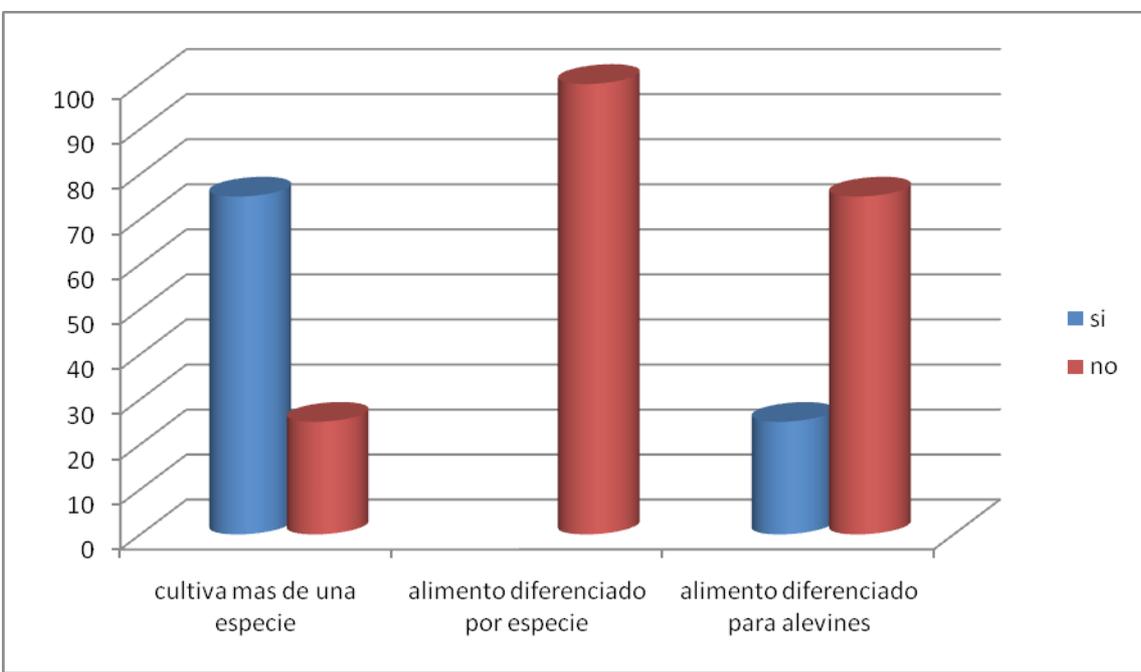


El productor no tiene contabilizado cuanto se elabora, ni el precio del alimento. En cuanto que materias primas se utilizan para fabricar el alimento, el detalle se muestra en la tabla siguiente.

ELEMENTO
Harina de soja
Harina de carne
Harina de arroz
Harina de sangre
Harina de pescado

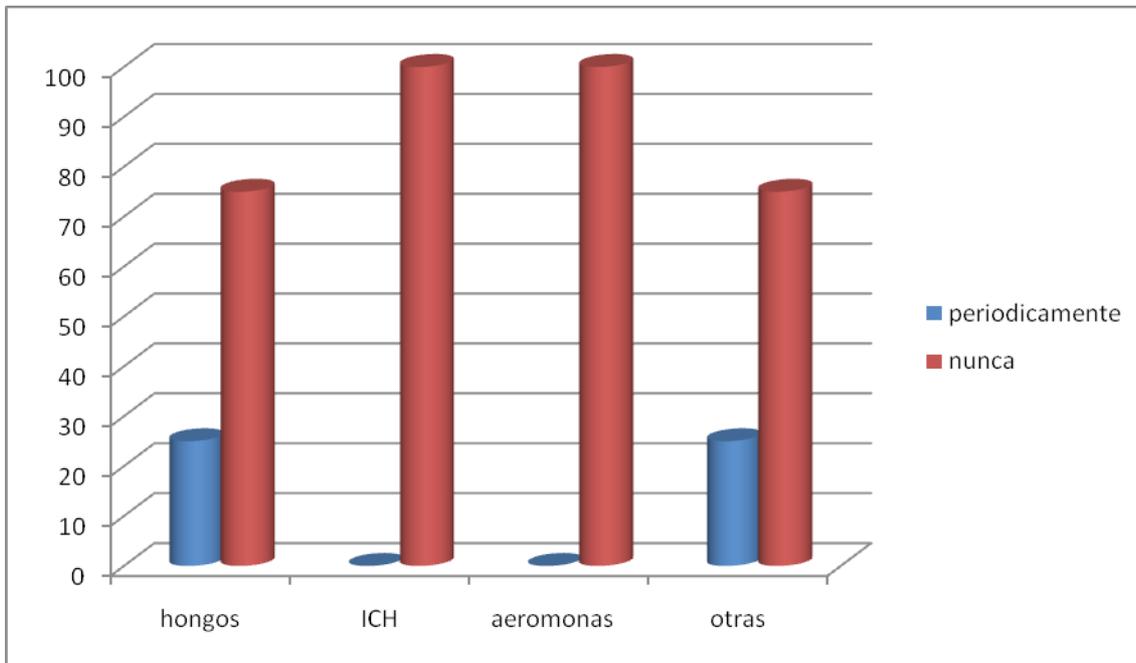
Diferenciación de alimento según especie y tamaño

La mayoría de los productores cultiva más de una especie (75%). No se da alimento diferenciado por especie y una pequeña proporción de los productores da alimento diferenciado a alevines, como se muestra en la siguiente figura.



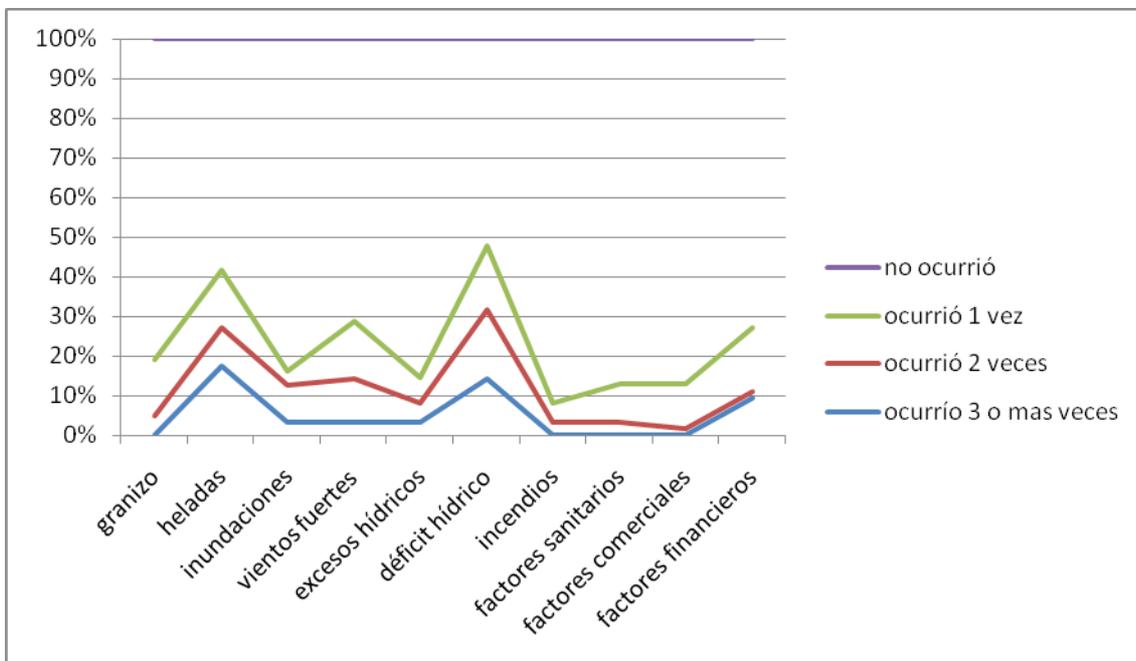
Enfermedades

En baja proporción se dan casos de hongos, como se muestra en la siguiente figura.

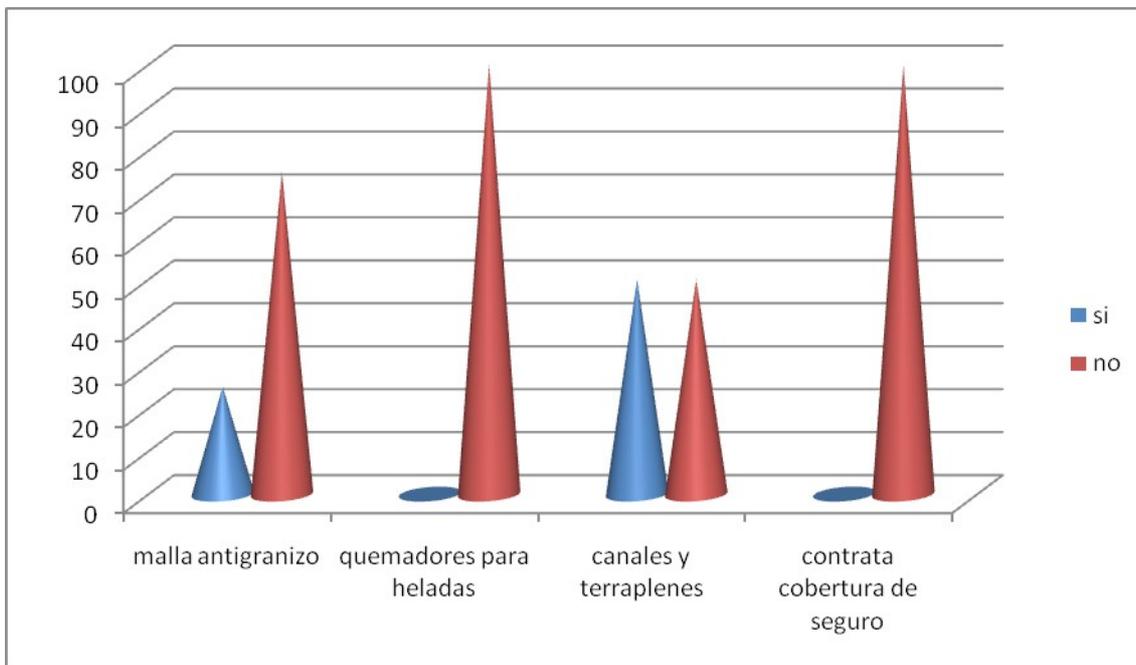


Medidas de prevención

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

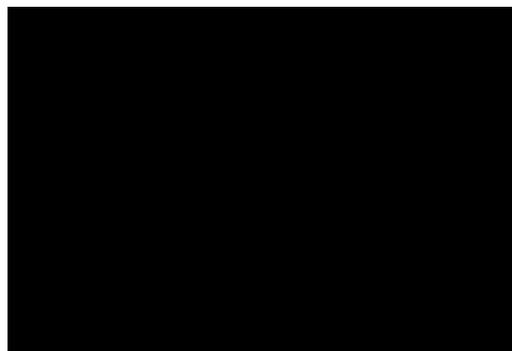


Los canales y terraplenes y en menor medida la malla antigranizo, son las medidas de prevención más utilizadas, como se muestra en la siguiente figura.

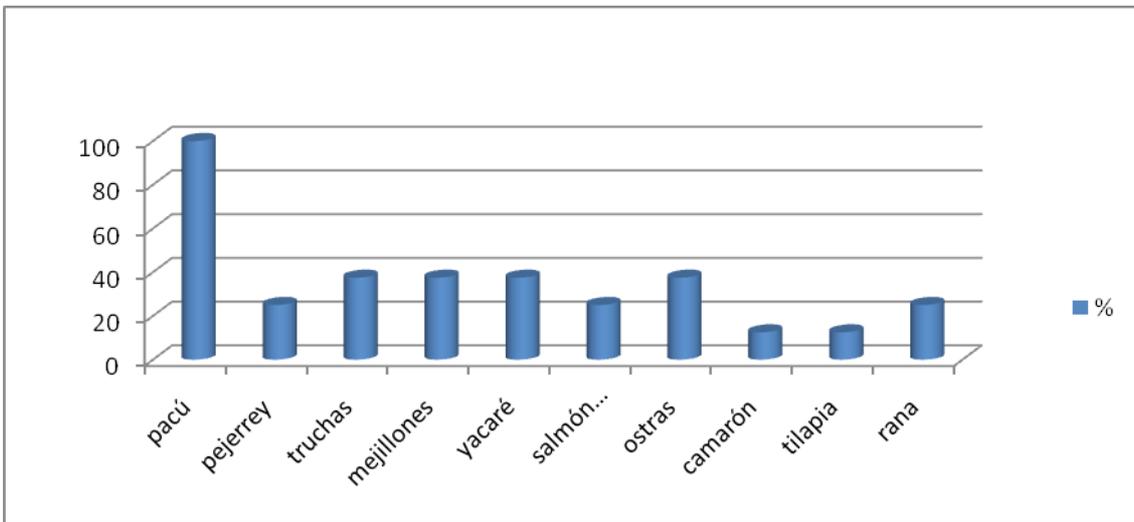


Comercialización

De los establecimientos identificados, el 72,7% son restaurantes y el 27,3% son pescaderías.



En cuanto a los peces de cultivo que comercializan, el pacú es la especie más utilizada, como se muestra en la siguiente figura.



La mayoría de los establecimientos compran el producto en forma entera y/o eviscerado.

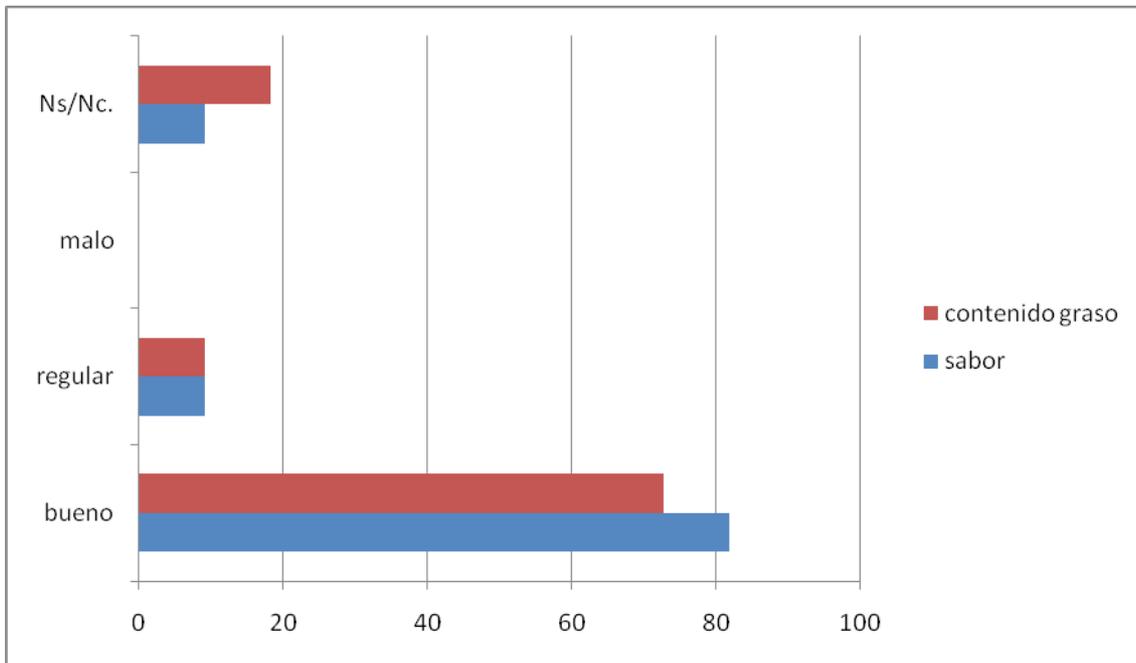


Comportamiento estacional.

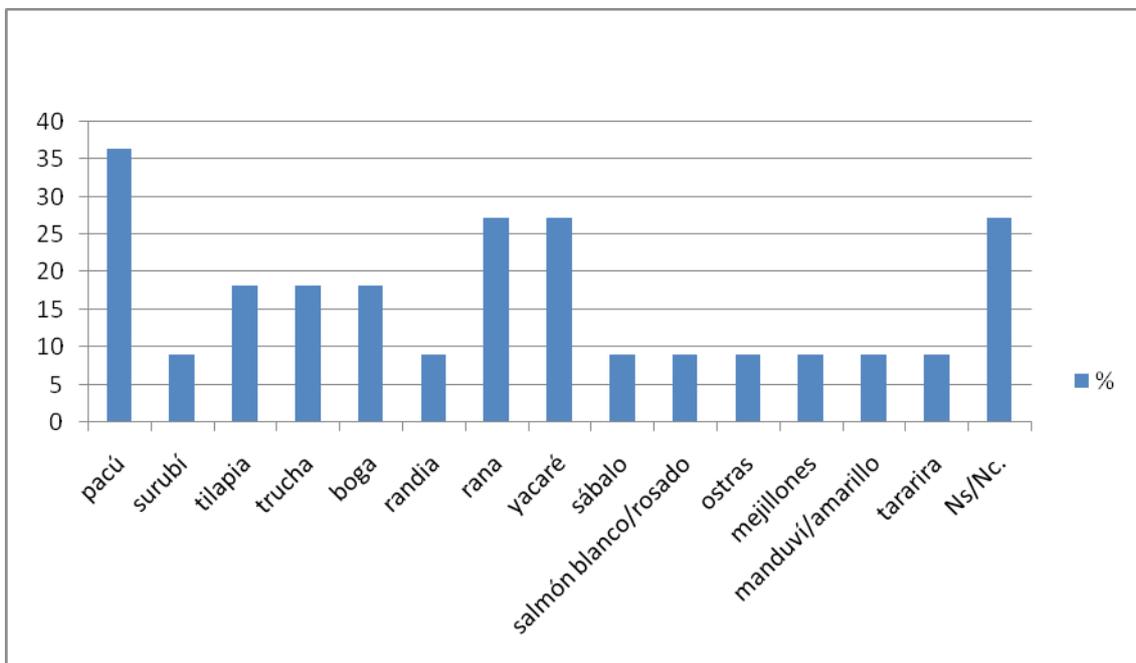
En la provincia de Santa Fe, el comportamiento del mercado es menos estacional que en el resto de las provincias sujetas a esta evaluación, no presentando una marcada diferencia entre semana santa, invierno u otra estación.

Percepciones

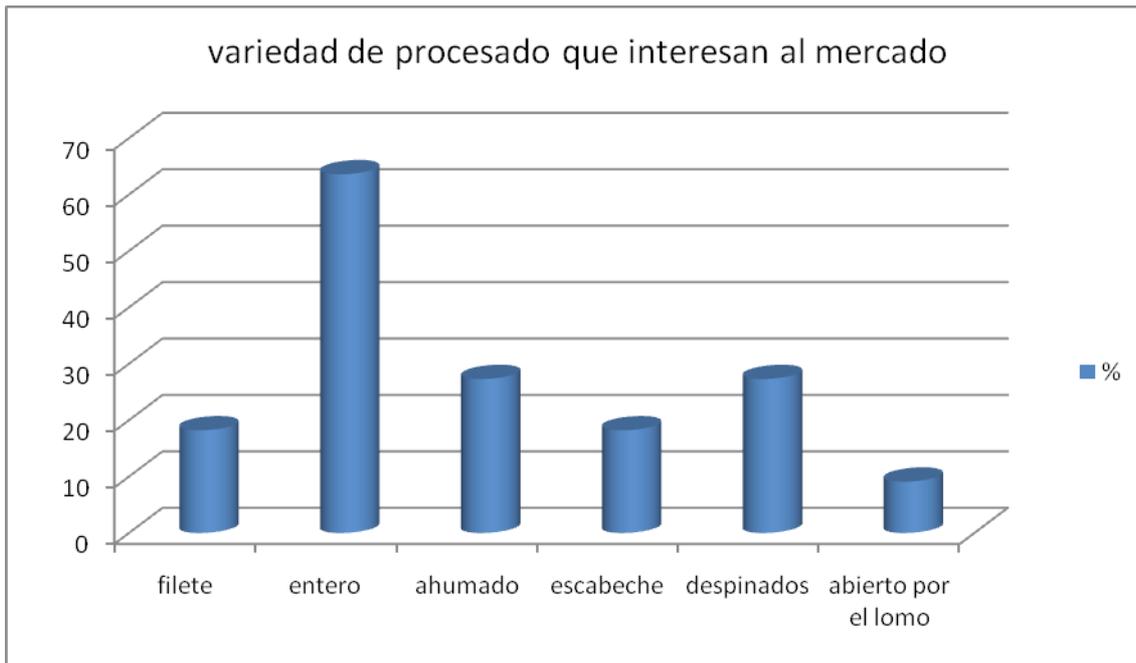
Preguntado acerca del sabor y contenido graso de los productos de cultivo frente a los tradicionales, la mayoría de los encuestados opino muy favorablemente, como se muestra en la siguiente figura.



Todos los establecimientos demostraron interés en contar con producto de cultivo, siendo el pacú, la ran ay el yacare los más solicitados, como semuestra en la siguiente figura.

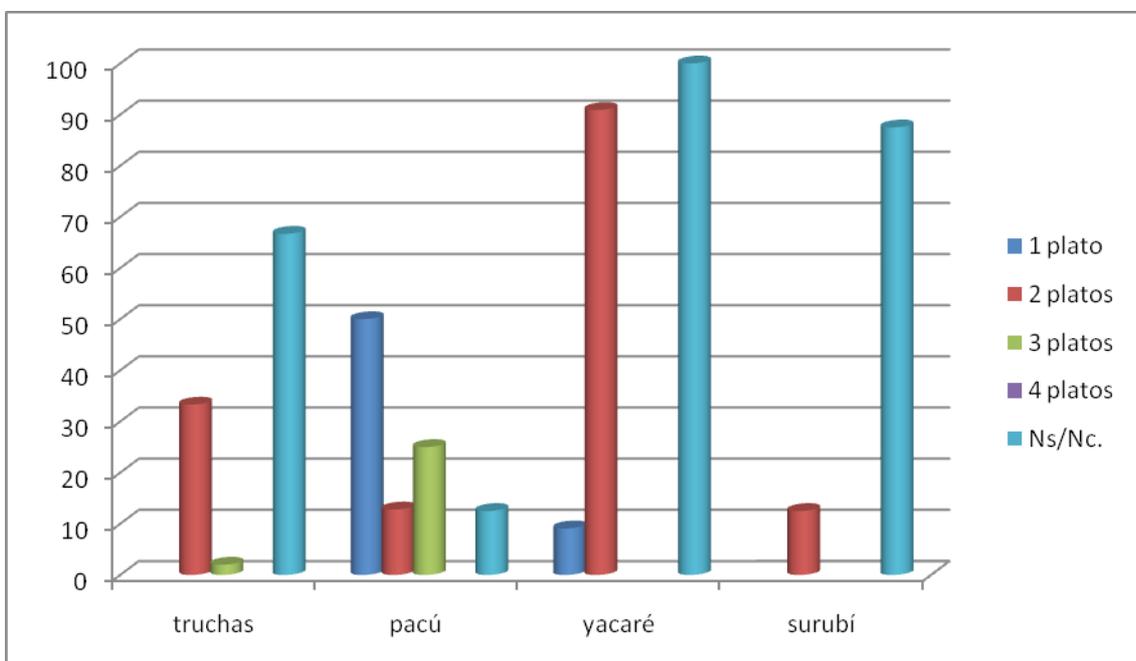


El 90% del mercado esta dispuesto a incorporar producto de cultivo, siendo muy preferentemente procesado entero, como se muestra en la siguiente figura. Los valores que estan dispuesto a pagar van desde los 25 \$ por kilo de pacú a 36 \$ por kilo de trucha.



Restaurantes

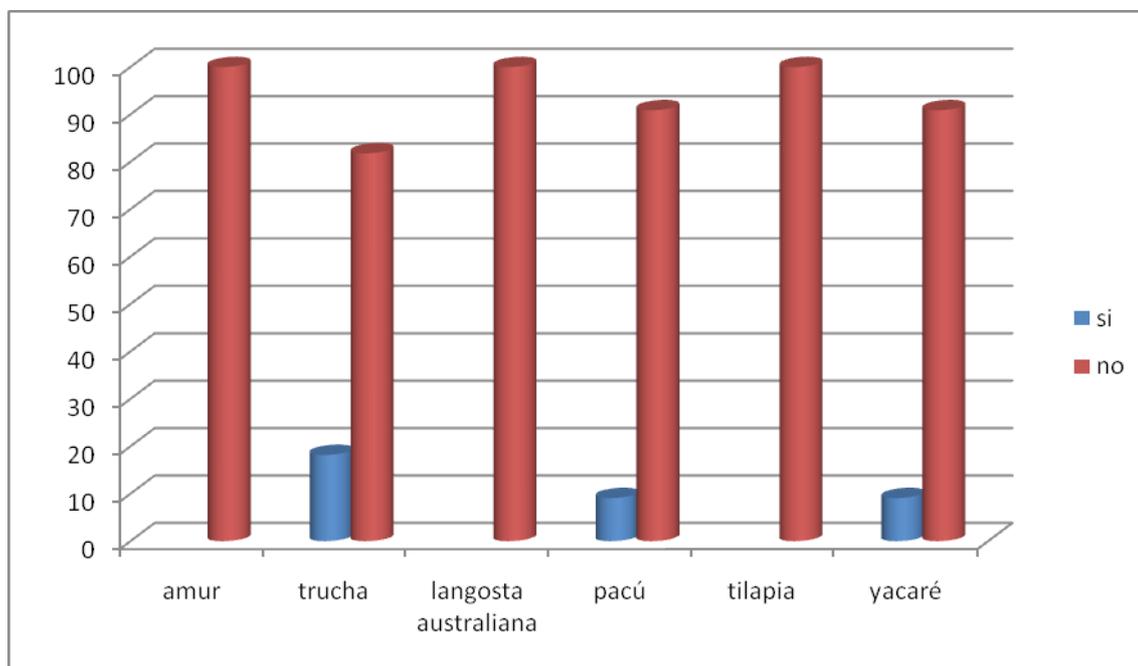
La totalidad de los restaurantes considera los tamaños de los peces adecuados. La cantidad de platos obtenido por kilogramo de producto se muestra en la siguiente figura.



Los precios promedios del plato en restaurante van desde 42,00 \$ para un plato de trucha hasta 62,00.\$ por un plato de pacú.

Pescaderías

La comercialización de productos de cultivo es baja entre las pescaderías, como se muestra en la siguiente figura.



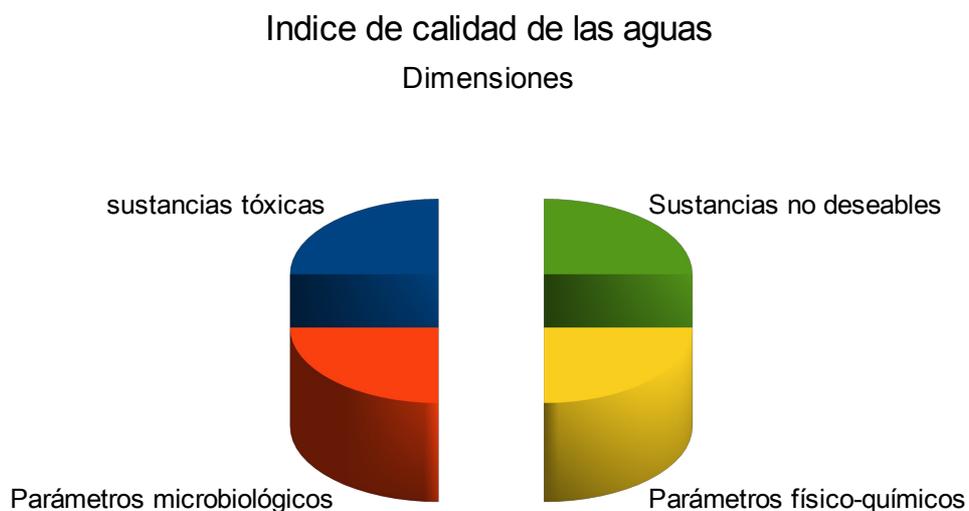
10. Potencial acuícola para la provincia.

10.1. Introducción

Índice de calidad de aguas:

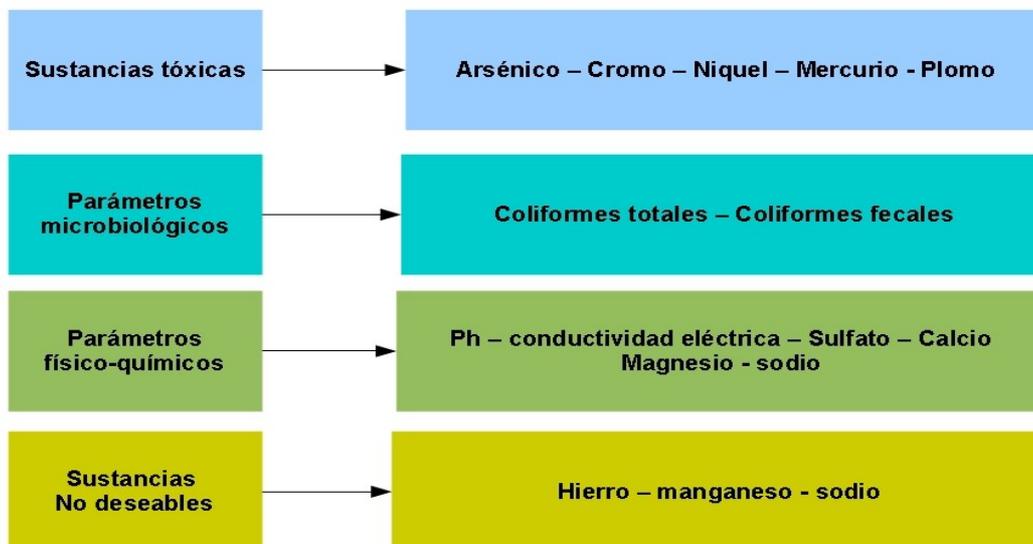
Para evaluar de forma holística la calidad de las aguas resulta necesario contar con una metodología que permita reconocer la mayor parte de las dimensiones de la contaminación (tanto en lo que hace a las sustancias contaminantes como a sus fuentes), que además sea una metodología que permita la comparación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

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

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

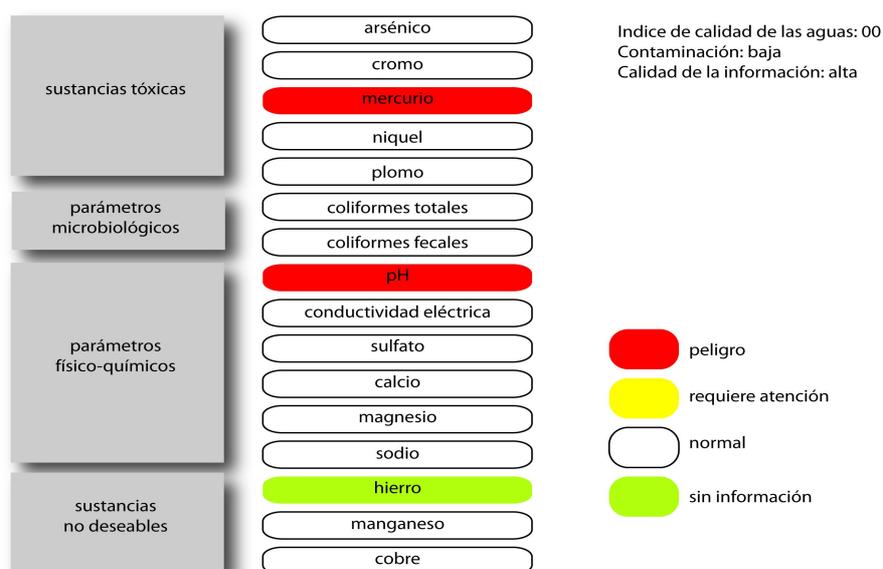
$$(\text{sustancias tóxicas})^3 = 7^3 = 343$$

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 de 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:

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

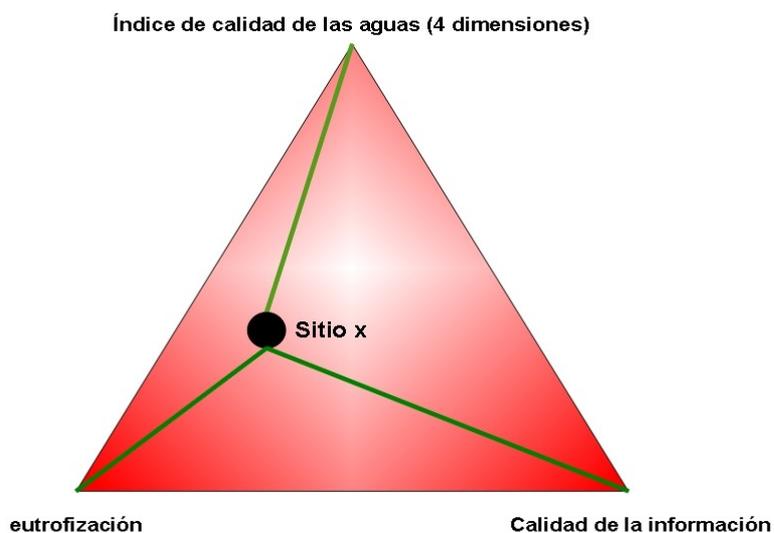
Calidad de la Información:

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.

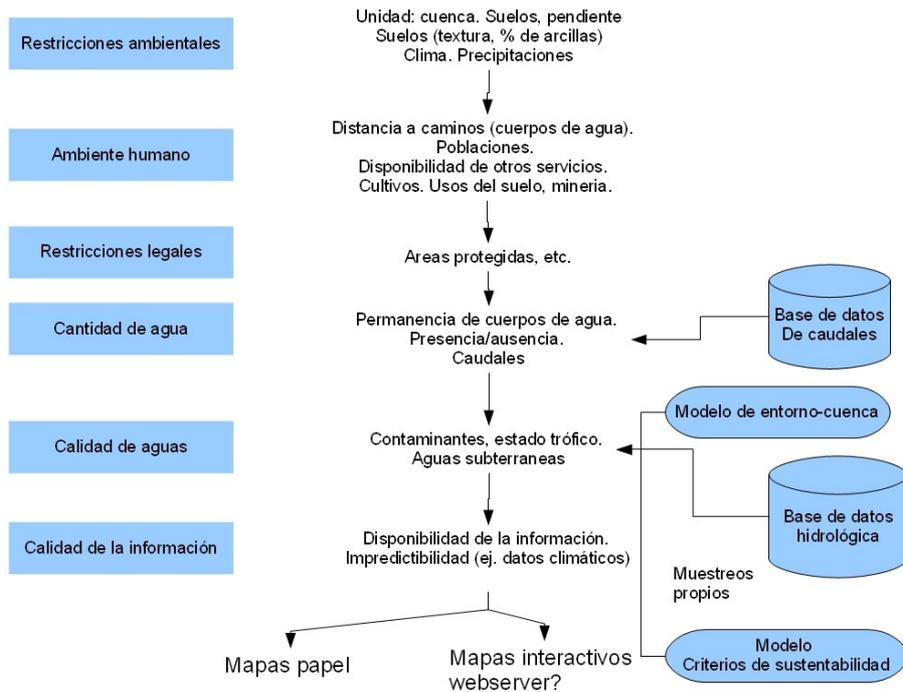
De forma tal que cada sitio x puede ser ubicado en un espacio tridimensional:



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

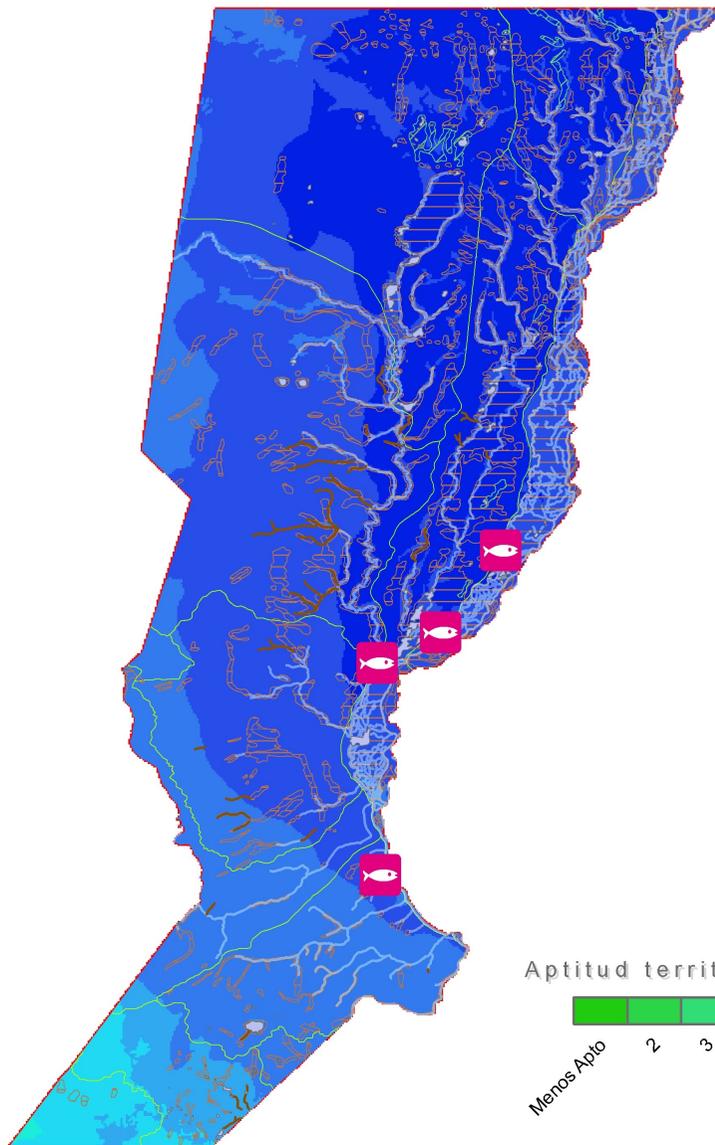
10.2. Potencialidad acuícola de la provincia

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.



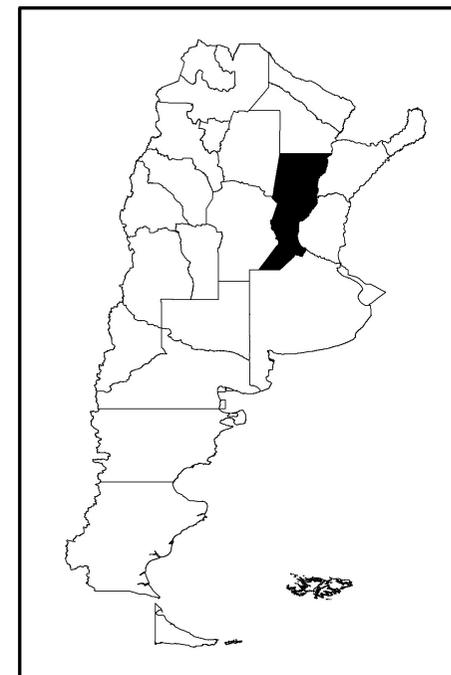
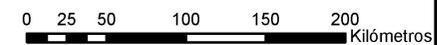
El siguiente mapa muestra el potencial acuícola de la provincia. Los valores más altos indican un mayor potencial acuícola.

Provincia de Santa Fe



Referencias

- Productores de Santa Fe
- 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 los cultivos de peces de agua dulce cultivados en medios muy fértiles. Para evitar esta complicación, se aplica un purgado de entre 3 a 5 días en estanques de agua limpia, lo que soluciona este inconveniente provocado (entre otras

causas) por floraciones algales.

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

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

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

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

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

TOTAL VENTAS DE TILAPIA EXPORTADA A EU

PERIODO 1992 – 2010

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

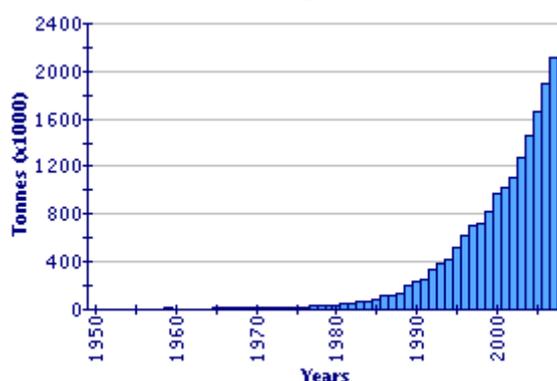
PERIODO 1992 – 2010

US \$/KILO	FILETE	FILETE	ENTERO	PROMEDIO
AÑO	FRESCO	CONGELADO		US \$/Kgr
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.

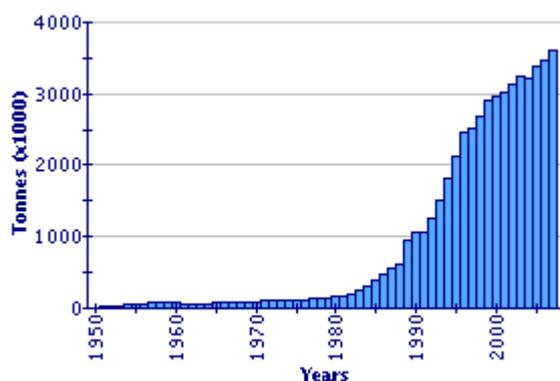
La carne de este pez originado en cultivo muestra un alto contenido proteico entre 16 y 19,9%, con bajo contenido en grasa, (entre 5,2 y 6,7%). Su procesamiento en filete, rinde un 55%. Posee espinas, pero es altamente consumida y considerada como un pez de alta calidad en determinadas regiones. Los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

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

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

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

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

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

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

Reproducción

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

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

Desove inducido

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

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

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

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

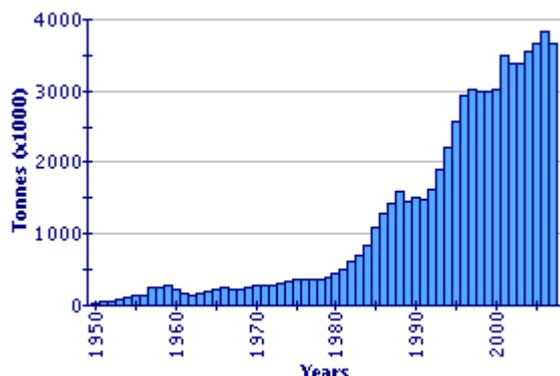
Las carpas plateadas son normalmente compradas en vivo, basado en los patrones de consumo tradicionales en China y por lo tanto, es esencial mantenerlas vivas desde la cosecha hasta su comercialización. Camiones y botes conteniendo agua son básicamente usados como herramientas de transportación en la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

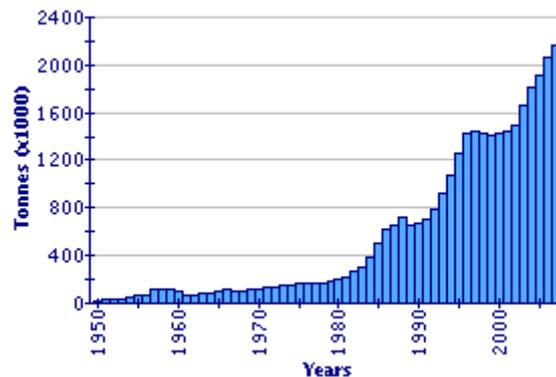
En estos sistemas, las carpas cabezonas son generalmente sembradas como la especie principal, con densidades de siembra de 150-750/ha, dependiendo del tamaño y fertilidad del cuerpo de agua. Este nivel representa alrededor del 40-50 por ciento del total del número de peces sembrados. El tamaño de siembra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

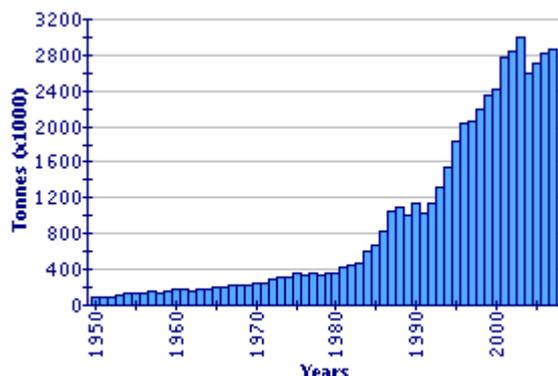
Su cultivo puede ser integrado con la ganadería y/o la producción vegetal. La integración puede ser directa (animales sobre los estanques de peces), indirecta (desechos de animales son usados en los estanques como abono), paralela (arroz-con-peces) o secuencial (producción de peces entre cosechas). El 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 Colppatti *et al.* (1995) el pH ideal es 7,5. Su hábito alimenticio es omnívoro con tendencia a carnívoro (Carnevia y Speranza, 2002). Cuando juvenil se alimenta de zooplancton y zoobentos y, a medida que crece, incluye crustáceos y peces de tamaño adecuado en su dieta. Se reproduce naturalmente en primavera y principios de verano, pudiendo existir desoves también en otoño.

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

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

Reproducción

Se utilizan reproductores de 2 a 3 años (con más de 1 kg de peso), los que se pueden mantener en estanques de invierno a baja densidad (1/10 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 tinas 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 tinas, 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.

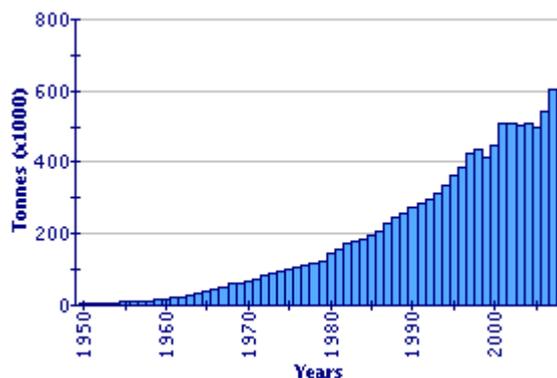
El muestreo de la cantidad y tamaño de los peces (mensual) permite obtener estimaciones y cálculos de las tasas de crecimiento, conversiones de alimento, costos de producción y capacidad de carga, además de servir para regulación del alimento a medida que los peces aumentan en crecimiento; consideraciones 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. argentus* existentes en varios ríos de América Latina.

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

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

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

Reproducción

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

La densidad de larvas durante la larvicultura debe alcanzar 0,5 0,75 larvas/L, lo que resulta en una tasa de sobrevivencia de 95 a 80%. Las post larvas de *P. lineatus* pueden ser alimentadas exclusivamente con una dieta artificial a los nueve días de vida, con un mínimo de 40% PB en la dieta. Desde el día 14 empiezan a alimentarse de perifiton, esto requiere una mayor atención en el suministro de alimento natural, con especial cuidado en la preparación y fertilización del estanque.

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

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 hábitat de tajamares o lagunas son aptos para ellos, con la salvedad de que no se produce reproducción por ser peces migadores.

Reproducción

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

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

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

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

La fecundidad relativa por especie de éste género es:

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

L. obtusidens: 2 000 huevos/g.

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

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

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

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

Alimentación y ración

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

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

Sistemas de cultivo

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

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

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

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

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

entre 12 horas (29°C) y 20 horas (25°C).

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

L. macrocephalus: (200 horas grado).

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

Alimentación

L. obtusidens: a partir de aproximadamente el cuarto día se les suministra coladas de plancton cada 4 horas y luego alimento balanceado en fino polvo. En la fase de post larvas la densidad de juveniles es de 120 individuos/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 “Escalar” 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° 1314/2005:

La norma, cuya autoridad de aplicación es Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación a través de la Dirección Nacional 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 OrigenAnimal”

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 sal de elaboraciones y el horno crematorio. Asimismo el traslado de animales vivos para faena deberá

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Otras consideraciones adicionales vinculadas con los requisitos sanitarios

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

B) DICTADAS POR OTROS ORGANISMOS FEDERALES

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

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

12.2. Normas Provinciales

La Provincia de Santa Fe ha promulgado una normativa específica asociada con la acuicultura, reflejada en la Ley de Pesca N° 12.212. Esta norma es reglamentada por el Decreto N° 2410 del 25 de noviembre de 2004.

Ley 12.212 y Decreto Reglamentario N° 2410/2004

Esta norma desarrolla cuestiones de ordenamiento de pesca continental y de

acuicultura conjuntamente.

La Autoridad de Aplicación de la ley es la Dirección General de Manejo Sustentable de los Recursos Pesqueros, dependiente de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (artículo 3°).

Al tiempo de elaboración del presente relevamiento, dicha Dirección no estaba constituida; se recomienda, en consecuencia, que los proyectos de acuicultura sean ser presentados ante la mesa de entradas de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, para que sea girada a la repartición que evaluará el proyecto.

El artículo 6° de la ley prevé que la Secretaría puede establecer cánones, tributos, multas por infracciones, tasas y aranceles; al momento de elaboración del presente relevamiento, no se han identificado normas asociadas con lo anteriormente descrito.

El artículo 21° de la ley prevé que las licencias o permisos para el ejercicio de cualquiera de las actividades previstas en la ley deben renovarse anualmente, siendo indispensable la presentación de un libre deuda, que sea otorgado por el Órgano de Aplicación. Dado que la ley regula aspectos de pesca y acuicultura conjuntamente, esta norma sería aplicable también a la última actividad; generando potenciales limitaciones para atraer inversiones de acuicultura de mediana o gran escala; ello se debe a que estando las licencias o permisos sujetos a una renovación anual, estarían a merced de la política vigente, generando un riesgo quizás excesivo para los productores.

El artículo 39° de la Ley prevé la creación de un "Registro Provincial de Estadística Pesquera", en el que deben inscribirse todas las personas, sociedades, empresas, asociaciones que se dediquen a la comercialización, crianza o multiplicación de animales acuáticos, consignándose el origen, especie, volumen y destino de la producción, y todo otro dato que sea de interés para la fiscalización, estadística, planificación, transparencia y manejo sustentable de la actividad. Asimismo establece que este registro debe ser publicado en Internet.

El capítulo específico de la acuicultura es el VI, titulado "De la acuicultura, peces ornamentales y carnadas vivas", conteniendo los artículos 47 al 53.

El artículo 47° señala que la Autoridad de Aplicación puede conceder permisos para radicación de criaderos o estaciones de cría y demás instalaciones complementarias para la conservación y comercialización de peces vivos. Define a criaderos o estaciones de cría como establecimientos dedicados al cultivo y/o mantenimiento de especies de peces, crustáceos, moluscos u otros invertebrados acuáticos, autóctonos o exóticos, tanto de agua dulce como agua salada, en cautividad o semicautividad, para

su reproducción, cría o recría y posterior comercialización o cualquier otro destino de los productos y subproductos. En todos los casos, las personas físicas o jurídicas que desarrollan esta actividad deben inscribirse en un Registro que llevará el órgano de aplicación (artículo 48°). La reglamentación del artículo 47° en el Decreto 2410/2004 estipula que:

- Toda persona física o jurídica que quiera realizar la actividad debe solicitar la correspondiente licencia ante la Autoridad de Aplicación, de conformidad con los requisitos exigibles para obtenerla; en ese sentido, no se ha identificado normativa asociada con tales requisitos al momento de elaboración del presente relevamiento;
- La autoridad de aplicación puede proponer al Poder Ejecutivo la inclusión de especies cuya cría, mantenimiento y reproducción se prohíbe. Taxativamente prohíbe dentro de los límites de la Provincia de Santa Fe a determinadas especies.
- El requerimiento de una evaluación de impacto ambiental es facultativo de la Autoridad de Aplicación (artículo 49°). No obstante, la reglamentación del artículo ha limitado esta previsión, exigiendo que el ingreso de ejemplares vivos, la cría, el mantenimiento y la reproducción de cualquier otra especie exótica para la cuenca en que se la pretende introducir, requiere de la presentación previa de un estudio de impacto ambiental; luego de avalar el mismo, la Autoridad de Aplicación resuelve sobre la autorización para la ejecución del proyecto. El Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) está definido en el artículo 2° del Anexo I del Decreto 101/2003 (reglamenta parcialmente a la ley 11.717), de la siguiente manera: “documentación presentada por el responsable del proyecto ó emprendimiento ante la Autoridad de Aplicación, cuyo principal objetivo es identificar, predecir y valorar el impacto ambiental que las acciones a desarrollar puedan causar y proponer medidas adecuadas de atenuación o mitigación pertinentes.”

El artículo 50° señala que en la evaluación de los proyectos por parte de la Autoridad de Aplicación, éstos pueden ser sometidos a consideración de especialistas de diferentes instituciones técnicas y científicas, si la Autoridad de Aplicación así lo considerare.

La Autoridad de Aplicación, en todos los casos, se encuentra facultada a ingresar a las instalaciones cuando lo estime necesario para efectuar los controles pertinentes (artículo 51°).

El titular del criadero es el responsable por el escape de ejemplares vivos, prohibiéndose la suelta de animales al ambiente natural, salvo expresa autorización de la Autoridad de Aplicación (artículo 52°). Si cesare la actividad, se debe comunicar el cierre a la Autoridad de Aplicación en un plazo no menor a noventa días de la fecha prevista, asumiendo los costos del procedimiento el responsable del establecimiento (artículo 53°).

Otras normas provinciales con incidencia en la acuicultura

- Ley 11.717: los artículos 18° al 21° (insertos en el Capítulo VIII relativo al impacto ambiental) son relevantes para los emprendimientos de acuicultura, esta ley es reglamentada por el Decreto 101/1993, que aprueba la reglamentación de los artículos 12, 18, 19, 20, 21 y 26 de aquella norma.
- Ley 12.175 - Sistema Provincial de Areas Protegidas: se estima recomendable analizar las restricciones al dominio que pudieran estar establecidas en los planes de manejo de las áreas protegidas o en función de las categorías de manejo que se establezcan. Para ello, resulta recomendable consultar en esta jurisdicción, si el emplazamiento de acuicultura se encuentra en áreas protegidas y si ello implica restricciones adicionales de alguna naturaleza.
- En materia de descarga de efluentes, se encuentra vigente la Resolución de la Subsecretaría de Medio Ambiente y Ecología N° 1089. Esta norma, constituye un reglamento que es de aplicación a todos los inmuebles ubicados en el territorio de la Provincia de Santa Fe, destinados total o parcialmente a usos industriales (fábricas, talleres, etc.), a usos comerciales (hoteles, restaurantes, estaciones de servicio, etc.), o a usos especiales (hospitales, escuelas, clubes, etc.) cuyos líquidos residuales no satisfagan condiciones de vuelco exigidas para su descarga al cuerpo receptor.

13. Bibliografía

Arbo, M.M. y S.G. Tressens (Eds.). 2002. Flora del Iberá. EUDENE, Corrientes, Argentina. 1-613. ISSN: 950-656062-5

Bini, L. M.; S.M. Thomaz y D. Souza. 2001. Species richness and β -diversity of aquatic macrophytes in the Upper Paraná River floodplain. Arch. Hydrobiol. 151 (3): 511-525.

Bitlloch, E. & Sormani, H. A. 1997. Los enclaves forestales de la región Chaqueño – Misionera. Ciencia Hoy, 7, 37.

Blanco, L., J.J. Neiff y A. Poi de Neiff. 1998. Invertebrate fauna associated with floating macrophytes in the floodplain lakes of the Orinoco (Venezuela) and Paraná (Argentina). Verh. Internat. Verein. Limnol. (International Association of Theoretical and Applied Limnology, Stuttgart, Alemania), 26: 2030-2034.

Bruquetas de Zozaya, I. y Poi de Neiff, A. 1993. Descomposición de macrófitos en bañados de la planicie inundable del río Paraná. AMBIENTE SUBTROPICAL, 3: 1-17.

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.

Canon Verón, M. B. 2005. Patrones de distribución y abundancia de peces en el sistema de confluencia de los ríos Paraná y Paraguay. Tesis doctoral, Univ. Nac. de Córdoba, Argentina. 1-109 y anexos.

CASCO. S. L. 2003. Distribución de la vegetación fluvial y su relación con el régimen de pulsos en el bajo Paraná. INSUGEO, Miscelánea, 12: 5 – 12.

CENTRO estudios sociales y ambientales. 2004. ANÁLISIS REGIONAL: CUENCA DEL RIO PARANA. INFORME FINAL IAI 2004 ENSO-ARGENTINA

Filippo, P. F. y Álvarez, M. 2008. Marco regulatorio de la pesca marítima, continental y la acuicultura argentina. CFI, Buenos Aires.

Giraud, A.R. (Coord) 2003. Avifauna. 181-307. En: Alvarez, B.B. Fauna del Iberá. Ed. EUDENE, Corrientes, Argentina, 1-390.

Giraut. M. A., Lupano, C. F., Álvaro Soldano, A. y Rey, C. A. Cartografía hídrica superficial digital de la provincia de Santa Fe.

Lancelle, H. G. R. y Urtiaga, G. 1980. Calidad de las aguas en el area de estudio. En: Investigaciones relativas a la produccion y ecologia de plantas acuaticas de valor forrajero y sobre calidad de aguas en los bajos submeridionales (subsistema Chaco). CFI.

López, H.L.; Morgan, C.C. y M.J. Montenegro. 2002. Ichthyological ecoregions of Argentina. ProBiota - Documentos: ISSN 1666-731X.

Malvárez, A.I. 1997. Las comunidades vegetales del Delta del río Paraná. Su relación con factores ambientales y patrones del paisaje. Tesis Doctoral. Univ. de Buenos Aires. 167 p.

Malvárez, A.I. 1999. El Delta del río Paraná como mosaico de humedales. Pp. 35-54. En: Malvarez, A.I. (Ed.): Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica. MAB-UNESCO, Uruguay, 224 p.

Marchese, M. y Ezcurra de Drago, I. 1992. Benthos of the lotic environments in the Middle Paraná River System: transverse zonation. Hydrobiologia, 237: 1-13.

Montenegro, C., Parmuchi, M. G., Strada, M., Bono, J., Manghi, E. y Brouver, M. 2005. Mapa Forestal. Provincia de Formosa. Unidad de Manejo del Sistema de

Evaluación Forestal. Dirección de Bosques. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Ministerio de Salud y Ambiente. República Argentina.

Neiff J. J. 1980. Consideraciones generales y pautas para el manejo del sistema en las condiciones actuales. En: Investigaciones relativas a la producción y ecología de plantas acuáticas de valor forrajero y sobre calidad de aguas en los bajos submeridionales (subsistema Chaco). CFI.

Neiff, J.J., 1981. Panorama ecológico de los cuerpos de agua del nordeste de Argentina. Symposia, VI Jornadas Argentinas de Zoología. Ramos Americana, La Plata. Pp. 115-151.

Neiff, J.J. 1986. Aquatic macrophytes of Paraná River Pp. 557-571. In: The Ecology of River Systems. Pp. 599-621. Walker, K.F. & Davies, B.R. (eds.), 1986. Dr. Junk Publ. The Netherlands. 793 p. ISBN 90-6193-540-7.

Neiff, J. J. 1990. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. Interciencia 15 (6): 424-441 p.

Neiff, J. J. 2001. Diversity in some tropical wetland systems of South America: 1-32. En: Wetlands Biodiversity, Vol II. B.Gopal & W. Junk (Eds.), Backhuys Publish.: 31-60, The Netherlands.

Neiff, J. J., Poi de Neiff, A. S. G. y Casco, S. L. 2005. Importancia ecológica del Corredor Fluvial Paraguay-Paraná como contexto del manejo sostenible. En: Humedales fluviales de América del Sur, 193-210.

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

Poi de Neiff, A. 2003. Macroinvertebrates living on *Eichhornia azurea* Kunth in the Paraguay River. Acta Limnologica Brasiliensia (Brazilian Society of Limnology, Botucau, San Pablo, Brasil), ISSN 0102-6712. 2003, 15(1):55-63.

Poi de Neiff, A. y R. Carignan. 1997. Macroinvertebrates on *Eichhornia crassipes* roots in two lakes of the Paraná River floodplain. Hydrobiologia 345: 185-196. (The international Journal of Aquatic Sciences, Kluwer, Holanda) ISSN 0018-8158.

Pott, A. y V. Pott. 2000. Plantas acuáticas do Pantanal. EMBRAPA, Brasilia. 1-404.

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

Ragonese, A. E. 1941. La vegetación de la provincia de Santa Fe. Darwiniana, 5. Buenos Aires.

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

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

Roggeri, H. 1995. Tropical Freshwater Wetlands: a guide to current knowledge and sustainable management. Kluwer Acad. Publ. 1-364.

Ruiz Díaz, J. D., Romero, C. H. y Vazquez, F. A. 2005. Evolución histórica de algunas características físico-químicas del río Paraná - Puerto Corrientes. "alcalinidad, dureza, calcio, sulfato, cloruro, turbiedad y conductividad". UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2005

TAYLOR-GOLDER-CONSULAR-CONNAL. 1996. Evaluación del impacto ambiental del mejoramiento de la hidrovía Paraguay-Paraná. Módulo B2. Diagnóstico Integrado preliminar. Volumen 5.

Thomaz, S.M.; L.M Bini; T.A. Pagioro; K.J. Murphy, A. Medeiro dos Santos y D.C. de Souza. 2004. Aquatic macrophytes: diversity, biomasa and decomposition.: 331-352 en: Thomas, S.M.; Agostinho, A. y N.S. Hann. 2004: The upper Paraná River and it's floodplain. Backhuys Publish. , Leiden, The Netherlands.

Unidad del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF). 2002. Cartografía y Superficie de Bosque Nativo de Argentina. Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ministerio de Salud y Ambiente. Buenos Aires, Argentina. 32 pp.

Zalocar de Domitrovic, Y. 1999. Distribución y abundancia del Fitoplancton de los ríos Paraguay y Paraná en relación al régimen de pulsos. Tesis doctoral. Univ. Nacional de Córdoba.

Zalocar de Domitrovic, Y. 2005. Biodiversidad del fitoplancton en el eje fluvial Paraguay-Paraná. Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino II. INSUGEO, Miscelánea 14, ISSN 1514-4275.

14. Anexo Analisis economico para produccion de peces