Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo

Serie Acuicultura en Latinoamérica | Número 1 | Enero 2010

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

ISBN 978-92-5-306658-2

Todos los derechos reservados. La FAO fomenta la reproducción y difusión parcial del material contenido en este producto informativo. Su uso para fines no comerciales se autorizará de forma gratuita previa solicitud. La reproducción para la reventa u otros fines comerciales, incluidos fines educativos, podría estar sujeta a pago de derechos o tarifas. Las solicitudes de autorización para reproducir o difundir material de cuyos derechos de autor sea titular la FAO y toda consulta relativa a derechos y licencias deberán dirigirse por correo electrónico a copyright@fao.org, o por escrito al Jefe de la Subdivisión de Políticas y Apoyo en materia de Publicaciones, Oficina de Intercambio de Conocimientos, Investigación y Extensión, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma (Italia).

© FAO 2010

Foto de la portada:
Dr. Xavier Romero Martínez. Tomada en el cantón Samborondón, provincia de Guayas.

Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo

Editores:

Alejandro Flores-Nava

Alex Brown

Contribuciones

Alejandro Flores-Nava
Oficial de Pesca y Acuicultura. Equipo Multidisciplinario para América del Sur. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.

Paulina Ancona
Consultora Equipo Multidisciplinario para América del Sur-FAO. Santiago, Chile.

Alex Brown
Consultor Equipo Multidisciplinario para América del Sur- FAO. Santiago, Chile.

João Felipe Nogueira Matias
Secretario de Planeamiento y Ordenamiento de Acuicultura del Ministerio de Pesca y Acuicultura de Brasil. Secretario-Ejecutivo de la Red de Acuicultura de las Américas. Brasilia, Brasil.

João L. Campos
Socio director - Acqua Imagem Serviços em Aquicultura Ltda. Sao Paulo, Brasil.

Maria Teresita Rojas Foth
Responsable de la Estación de Piscicultura de la Entidad Binacional Yacyretá. Alayolas, Paraguay.

Omar Vicuña
Dirección Nacional de los Espacios Acuáticos - DIRNEA,
Armada Nacional del Ecuador. Guayaquil, Ecuador.

Rodrigo Roubach
Coordinador General de Planificación y Ordenamiento de Acuicultura en Aguas de la Unión Continental (COAC) del Ministerio de Pesca y Acuicultura de Brasil (MPA). Brasilia, Brasil.

João Donato Scorvo
Investigador Agencia Paulista de Tecnología de los Agronegocios. Sao Paulo, Brasil.

Preparación del documento

El presente documento es el resultado de una revisión documental y de fuentes primarias de la información existente, sobre el cultivo de las principales especies de peces de agua dulce, con algún grado de importancia para la acuicultura. En el marco de la creciente tendencia de diversificación de la acuicultura en la región, el documento pretende ofrecer de forma sintética el estado de avance que guarda la tecnología de cultivo de las especies incluidas, puntualizando las oportunidades y retos que ofrece su desarrollo, como una guía básica para informarse previamente a la toma de decisiones en relación con estas especies.

La información fue compilada por un equipo de consultores y posteriormente presentada y discutida en un taller de expertos realizado en la ciudad de Macas, Ecuador en Noviembre de 2009. La edición técnica estuvo a cargo del Sr. Alejandro Flores-Nava, Oficial de Acuicultura y Pesca y del consultor Sr. Alex Brown, ambos de la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Equipo Multidisciplinario para América del Sur, con el apoyo de la consultora Paulina Ancona Bates.

Resumen

Existe una creciente tendencia global a la diversificación del espectro de organismos acuáticos cultivados. América latina, y en particular Sudamérica no han sido ajenas a este fenómeno, pasando de 5 a más de 70 especies reportadas como cultivadas en un período de 50 años. No obstante, de éstas sólo 3 contribuyen a más del 70% del volumen total de producción acuícola regional, con especies exóticas como las más prominentes en producción.

La diversidad biológica de América Latina es una de las más ricas del planeta, incluyendo una importante diversidad de su ictiofauna de agua dulce. Lo anterior ha estimulado múltiples programas de investigación y desarrollo de tecnologías de cultivo de especies nativas de la cuenca del Amazonas y en menor medida en zonas de latitudes australes. No obstante de las más de 20 especies nativas de reciente incorporación a programas de cultivo, la mayoría aún se encuentran en etapas muy tempranas de desarrollo tecnológico.

El presente trabajo incluye una revisión de 7 especies, 5 géneros y 1 híbrido considerados por los expertos que contribuyeron a la elaboración de este libro, como los de mayor interés acuícola, tanto en programas gubernamentales de diversificación, como entre los productores regionales.

Se ha intentado sistematizar la información en forma de una guía para quienes tienen interés en seleccionar una especie, de tal forma que sea fácil identificar el grado de avance en el desarrollo tecnológico o, en contraste, los vacíos en el conocimiento que generan riesgos a los cultivos con orientación comercial.

Resumen

El presente trabajo pretende ofrecer una síntesis del estado del conocimiento de los peces de agua dulce de América del Sur, cuyos atributos biológicos y de mercado han incentivado esfuerzos para su domesticación. Si bien no es de ninguna forma exhaustiva, sí incluye las especies con mayor interés acuícola actual en la región.

Se incluyen capítulos relacionados con el mercado de especies nativas en Brasil, la aplicación del enfoque ecosistémico en la acuicultura y una guía de inducción a la ovulación.

Finalmente se ofrecen algunas reflexiones sobre las desventajas de la diversificación acuícola no planificada.

Contenido

Guía de peces tratados en este libro		17
1.-	*Arapaima gigas* (Paiche)	25
2.-	Género Brycon (Bocachico)	33
3.-	*Colossoma macropomum* (Tambaqui)	45
4.-	*Colossoma macropomum* (♀) *x Piaractus mesopotamicus* (♂) (Tambacú)	56
5.-	*Dormitator latifrons* (Chamé)	63
6.-	Género Leporinus (Boga)	71
7.-	*Odonthestes bonariensis* (Pejerrey)	81
8.-	*Pyaractus brachypomus* (Cachama blanca)	89
9.-	*Pyaractus mesopotamicus* (Pacú)	95
10.-	Género Prochilodus (Sábalo)	105
11.-	Género Pseudoplatystoma (Surubi)	115
12.-	*Rhamdia quelem* (Bagre)	126
13.-	*Salminus brasiliensis* (Dorado)	133
14.-	*Protocolo de reproducción artificial para Brycon orbignianus, Brycon hilarii, Leporinus obtusidens, Pseudoplatystoma coruscans, Prochilodus lineatus y Salminus brasiliensis*	140
15.-	Producción y factores de riesgo para el cultivo de peces nativos en América del Sur	150
16.-	El Mercado de las Especies Nativas de Brasil	162
17.-	Diversificación Acuícola en América Latina: Reflexiones	175
18.-	Bibliografía	188

Lista de tablas y láminas

TABLAS

Tabla 1. Calidad del agua de un estanque del cultivo de paiche. 29

Tabla 2. Selección de organizaciones que realizan esfuerzos para el desarrollo de tecnología de cultivo del paiche en América del Sur. 30

Tabla 3. Precios del paiche en algunos sitios de América del Sur. 31

Tabla 4. Aspectos de la reproducción e incubación de peces del género Brycon. 38

Tabla 5. Alimentación para el cultivo comercial semi-intensivo de Brycon. 39

Tabla 6. Aspectos relevantes del cultivo de peces del género Brycon. 40

Tabla 7. Selección de organizaciones que realizan esfuerzos para el desarrollo de tecnología de cultivo del género Brycon en América del Sur. 42

Tabla 8. Productores de alevines de Brycon en Brasil. 42

Tabla 9. Cifras de mercado y estadísticas de Brycon. 43

Tabla 10. Aspectos relevantes de la reproducción de cachama negra. 47

Tabla 11. Tiempo de eclosión de *Colossoma macropomum* en función de la temperatura del agua durante incubación (adaptado de Kubitza, 2004a). 48

Tabla 12. Aspectos relevantes de la incubación de cachama negra. 48

Tabla 13. Preparación de viveros para cultivo de cachama negra. 49

Tabla 14. Parámetros de producción para la precría de cachama negra (adaptado de Kubitza, 2003b). 50

Tabla 15. Cantidad de alimento en etapa 1 de producción de juveniles de cachama negra (hasta 100g) (adaptado de Kubitza, 2003b). 50
Tabla 16. Aspectos relevantes en la etapa de engorda de cachama negra. 51
Tabla 17. Algunos productores de alevines de tambaquí o cachama negra en Brasil. 53
Tabla 18. Productores de alevines de cachama negra en Venezuela al año 2005. 53
Tabla 19. Instituciones de investigación en *C. macropomum*. 53
Tabla 20. Estadísticas de mercado de cachama negra. 54
Tabla 21. Aspectos relevantes del cultivo de tambacú. 58
Tabla 22. Instituciones científicas involucradas con tambacú en Brasil. 59
Tabla 23. Principales productores de alevines de tambacú en Brasil. 59
Tabla 24. Países productores y volumen de producción de tambacú (F1 tambaqui x M1 pacú) en la América Latina entre 2002 y 2007. 60
Tabla 25. Mercado y estadísticas del tambacú. 61
Tabla 26. Tolerancia del chame a variables físico-químicas y aspectos reproductivos. 66
Tabla 27. Algunas organizaciones que realizan esfuerzos para el desarrollo de tecnología de cultivo del chame en Latinoamérica. 68
Tabla 28. Total de exportaciones ecuatorianas de chame por año. 69
Tabla 29. Aspectos relevantes de la reproducción de especies del género Leporinus. 74
Tabla 30. Aspectos relevantes de la reproducción de la *L. friderici*. 75
Tabla 31. Aspectos relevantes de la incubación de larvas de Leporinus. 76
Tabla 32. Aspectos relevantes de la fase post larva de especies del género Leporinus. 76

Tabla 33. Aspectos relevantes de la fase de cría de juveniles de especies del género Leporinus. 76
Tabla 34. Aspectos relevantes de la engorda de especies del género Leporinus. 77
Tabla 35. Instituciones de investigación de Leporinus. 78
Tabla 36. Algunos productores de alevines de *Leporinus macrocephalus* en Brasil. 78
Tabla 37. Algunos productores de alevines de *Leporinus friederici* en Brasil. 79
Tabla 38. Mercado y estadísticas del género Leporinus. 79
Tabla 39. Selección de organizaciones que realizan esfuerzos para el desarrollo de tecnología de cultivo del pejerrey en América del Sur. 86
Tabla 40. Estadísticas de la producción de pejerrey en la Estación Hidrobiológica de Chascomús. 87
Tabla 41. Precios del pejerrey en algunos sitios de América del Sur. 87
Tabla 42. Condiciones físicas y químicas del agua para la incubación de cachama blanca. 91
Tabla 43. Aspectos de relevancia para la engorda de cachama blanca. 92
Tabla 44. Selección de organizaciones que realizan esfuerzos para el desarrollo de tecnología de cultivo de cachama blanca en América del Sur. 92
Tabla 45. Precios de cachama blanca en algunos sitios de América del Sur. 93
Tabla 46. Características reproductivas del pacú. 97
Tabla 47. Parámetros de la reproducción inducida del pacú. 97
Tabla 48. Aspectos relevantes de la etapa de alevinaje y pre-engorde de pacú. 98
Tabla 49. Parámetros de producción para la precría de pacú (adaptado de Kubitza, 2003b). 99
Tabla 50. Cantidad de alimento a suministrar según estado de desarrollo de los peces (adaptado de Kubitza, 2003b). 99

Tabla 51. Valores sugeridos para alimentación, densidad de siembra y tamaño de cosecha de pacú en viveros con baja renovación de agua y sin aireación (adaptado de Kubitza, 2003b). 100
Tabla 52. Valores sugeridos de importancia para la engorda del pacú. 100
Tabla 53. Selección de organizaciones que realizan esfuerzos para el desarrollo de tecnología de cultivo del pacú en América del Sur. 102
Tabla 54. Algunos productores de alevines de pacú en Brasil. 102
Tabla 55. Mercado y estadísticas del pacú. 103
Tabla 56. Descripción de características reproductivas del sábalo. 108
Tabla 57. Información cuantitativa de variables de cultivo del sábalo. 111
Tabla 58. Instituciones relacionadas con Prochilodus en Brasil. 112
Tabla 59. Algunos productores de alevines de Prochilodus. 112
Tabla 60. Información de mercado del sábalo. 113
Tabla 61. Información reproductiva del surubí. 120
Tabla 62. Consideraciones para producción de post larvas de surubí. 120
Tabla 63. Alimento durante entrenamiento alimenticio de Pseudoplatystoma. 121
Tabla 64. Consideraciones cuantitativas para la engorda de Pseudplatystoma. 122
Tabla 65. Instituciones que investigan sobre especies de surubí en Brasil. 123
Tabla 66. Algunos productores de alevines de Pseudoplatystoma en Brasil. 123
Tabla 67. Mercado y estadísticas del surubí. 124
Tabla 68. Aspectos reproductivos del bagre. 128
Tabla 69. Aspectos de inducción al desove del bagre. 128
Tabla 70. Producción de larvas y engorda del bagre. 129
Tabla 71. Cantidad de alimento balanceado a suministrar según el peso del pez. 130
Tabla 72. Selección de organizaciones que realizan esfuerzos para el desarrollo de tecnología de cultivo del bagre en América del Sur. 131

Tabla 73. Parámetros fisicoquímicos ideales para el dorado. 135
Tabla 74. Aspectos relevantes en la etapa larvaria y juvenil del dorado. 136
Tabla 75. Aspecto de reproductores de dorado. 137
Tabla 76. Algunas instituciones de investigación del dorado en Brasil. 138
Tabla 77. Precios del dorado en algunos países de América del Sur. 138
Tabla 78. Estados de maduración de ovarios y testículos. 142
Tabla 79. Horas-grado para las diferentes especies. 146
Tabla 80. Tiempo de incubación de huevos según especie. 147
Tabla 81. Desarrollo embrionario de *Pseudoplatystoma coruscans*. 148
Tabla 82. Porcentaje del PIB y de las exportaciones totales que representa la venta de los productos de la acuicultura en países de América del Sur (2007). 152
Tabla 83. Número aproximado de empleos totales y de productores de recursos limitados de acuicultura en países seleccionados de América Latina, se incluye el consumo de pescado en los mismos países. 153
Tabla 84. Identificación de los cuerpos normativos que aplican a los acuicultores de recursos limitados, el objetivo central de la política y la entidad reguladora de la acuicultura en países seleccionados. 161
Tabla 85. Producción brasileña de pescado (toneladas), a través de la maricultura y de la acuicultura continental por región, en 2007. 164
Tabla 86. Evolución de la producción de las principales especies nativas de la acuicultura brasileña en el periodo 2003/07. 165
Tabla 87. Consumo de pescado en algunas capitales brasileñas. 169
Tabla 88. Volumen producido (ton), promedio de precios (R$) y valor total (R$) de la producción de las principales especies nativas de la acuicultura brasileña en 2007. 170
Tabla 89. Especies acuícolas cultivadas en América Latina a principios de la década de 1970. 177
Tabla 90. Selección de instituciones de investigación con fines acuícolas principalmente orientadas a especies de peces nativos de agua dulce. 184

LÁMINAS

Lámina 1. *Arapaima gigas*. 25

Lámina 2. Distribución geográfica del paiche según Castello y Stewart (2009), incluyendo zona demarcada en el círculo (Campos, com. pers.). 25

Lámina 3. Distribución geográfica de peces del género Brycon. 33

Lámina 4. Ejemplar adulto de *B. amazonicus*. 34

Lámina 5. Ejemplar adulto de *B. cephalus*. 35

Lámina 6. Ejemplares adultos de *B. hilarii*. 35

Lámina 7. Ejemplares juveniles de *B. insignis*. 36

Lámina 8. Ejemplar adulto de *B. orbignyanus*. 36

Lámina 9. *Colossoma macropomum*. 45

Lámina 10. Distribución geográfica de la cachama negra. 45

Lámina 11. Tambacú. 56

Lámina 12. Filete de tambacú. Foto: Costilla de tambacú. 60

Lámina 13. *Dormitator latifrons*. 63

Lámina 14. Distribución geográfica del chame. 63

Lámina 15. Chame macho (izquierda) y chame hembra (derecha) 65

Lámina 16. Distribución geográfica de *Leporinus macrocephalus*. 71

Lámina 17. Ejemplares juveniles (arriba) y adultos (abajo) de *L. macrocephalus*. 72

Lámina 18. Ejemplar adulto de *L. obtusidens*. 72

Lámina 19. Ejemplares juveniles (arriba) y ejemplar adulto (abajo) de *L. friderici*. 73

Lámina 20. *Odontesthes bonariensis*. 81

Lámina 21. Distribución geográfica de *O. bonariensis*. 82

Lámina 22. *Pyaractus brachypomus*. 89

Lámina 23. Distribución geográfica de la cachama blanca. 89

Lámina 24. *Pyaractus mesopotamicus*. 95

Lámina 25. Distribución geográfica del pacú. 96

Lámina 26. *P. lineatus*. 106

Lámina 27. Hembra madura de P. lineatus (der.). 106

Lámina 28. *Prochilodus nigricans*. 106

Lámina 29. *Pseudoplatystoma corruscans*. 115

Lámina 30. *Pseudoplatystoma reticulatum*. 116
Lámina 31. *Pseudoplatystoma tigrinum* (arriba) y *Pseudoplatystoma punctifer* (abajo). 116
Lámina 32. *Pseudoplatystoma metaense*. 117
Lámina 33. *Pseudoplatystoma orinocoense*. 117
Lámina 34. *Pseudoplatystoma magdaleniatum*. 117
Lámina 35. *Pseudoplatystoma fasciatum*. 118
Lámina 36. Rhamdia. 126
Lámina 37. Distribución geográfica de *Rhamdia quelen*. 126
Lámina 38. Depósito en jaula tipo japas. 129
Lámina 39. *Salminus brasilensis*. 133
Lámina 40. Distribución geográfica del Salminus. 133
Lámina 41. Selección de reproductores. 141
Lámina 42. Canulación para biopsia ovárica. 142
Lámina 43. Pesaje de reproductores para cálculo de dosis hormonal. 143
Lámina 44. Inyección hormonal por vía intramuscular. 144
Lámina 45. Desove de hembra. 145
Lámina 46. Fertilización de huevos con esperma. 145
Lámina 47. Hidratación de huevos. 145
Lámina 48. Incubadoras para huevos de peces. 147
Lámina 49. Huevos en incubadora. 147
Lámina 50. Sifonaje de larvas. 149
Lámina 51. Producción total de acuicultura en el período 1976-2008 en los 5 principales países productores de América Latina. 151
Lámina 52. Evolución de la producción y valor de la acuicultura de las especies nativas incluidas en este libro en Sudamérica para el período 1994-2008. 153
Lámina 53. Producción de cachama entre 1994 y 2008 en América del Sur. 154
Lámina 54. Producción de pacú en América del Sur. 155
Lámina 55. Producción de sábalos en América del Sur. 155
Lámina 56. Regiones brasileñas y sus respectivos estados. 162
Lámina 57. Cuencas hidrográficas presentes en el territorio brasileño. 163

Lámina 58. Producción brasileña de pescados en toneladas, en el periodo de 1997 a 2007. 163
Lámina 59. Producción acuícola brasileña en toneladas, periodo de 1997 a 2007. 164
Lámina 60. Producción brasileña de tambaqui (*C. macropomum*) de 2001 a 2007 en toneladas. 165
Lámina 61. Producción brasileña de pacu (*P. mesopotamicus*) de 2001 a 2007, en toneladas. 166
Lámina 62. Producción de especies nativas por regiones de Brasil (2007). 166
Lámina 63. Mayores estados productores de especies nativas de Brasil (2007). 167
Lámina 64. Distribución de la población brasileña en las cinco regiones del país. 167
Lámina 65. Distribución de la población en las principales ciudades brasileñas. 169
Lámina 66. Consumo aparente per cápita de pescado en América del Sur (2003/05). 172
Lámina 67. Cadena de distribución de la acuicultura (adaptado de Valenti, 2002). 173
Lámina 68. Número de especies acuáticas reportadas por los países de ALC como cultivadas a partir de 1950. 178
Lámina 69. Gráfica de la producción de los principales grupos taxonómicos en LAC al 2008 reportados en FAO-FISHSTAT. 179
Lámina 70. Mapa de diversidad acuícola en número de especies reportadas como cultivadas en América Latina (Elaborado a partir de FAO-FISHSTAT, 2008). 180
Lámina 71. Cuadro comparativo entre la diversidad de especies cultivadas en las principales zootecnias. 182

Agradecimientos

Al Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca de Ecuador, a través de su Subsecretaría de Acuacultura y en particular al Subsecretario Sr. José Centenaro Rodríguez, por la gentileza de hospedar el taller de expertos en la ciudad de Macas en la Amazonía Ecuatoriana, que permitió darle forma al presente documento.

Al Secretario de Planificación Acuícola del Ministerio de Pesca y Acuicultura de Brasil, Sr. Felipe Matias, por su contribución directa en la elaboración del capítulo relacionado con el mercado de especies nativas en Brasil.

A los consultores locales, Teresita Rojas, Felipe Suplicy, João Campos, Paulina Ancona y Omar Vicuña por sus contribuciones en los capítulos de este libro.

A los expertos asistentes al taller David Pasquel Corral, William Revelo Ramírez, Diego Gallardo Polit, Victor Vargas, Grace Jiménez, Estefania Baquerizo Carchi, Jorge Morán Robles, Antonio Ortiz Pozo, Paul Aguirre Solórzano, Carmen Robalino León, Katherine Carrillo Medina, Patricio Minchala y Angel Estrella Piedra.

Acrónimos

ALC	Latinoamérica y el Caribe.
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.
DAD-IS	Sistema de Información para la Diversidad de Animales Domesticados.
DL50	Dosis Letal para 50% de la población.
ECORAE	Instituto para el Ecodesarrollo de la Región Amazónica (Ecuador).
EHCh	Estación Hidrobiológica de Chascomús.
FCA/TCA	Factor de Conversión Alimenticia.
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
FISHSTAT	Programa de estadísticas pesqueras y acuícolas de la FAO.
HCG	Gonadotropina Coriónica Humana.
IBAMA	Instituto Brasileño del Medioambiente.
IIAP	Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
IGS	Índice Gónado Somático.
INIRENA	Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Naturales.
kpv	kilos de peso vivo.
LHRha	Hormona Luteinizante - Releasing Hormone analogue.
Le	Longitud estándar.
Lt	Longitud total.
Lp	Longitud padrón.

Acrónimos

PAAN-AECI	Proyecto Araucaria Amazonas Nauta de la Agencia Española de Cooperación Internacional.
PB	Proteína bruta.
Pt	Peso total.
PV	Peso vivo.
ppm	partes por millón.
ppt	partes por mil.
SSRP	Subsecretaría de Recursos Pesqueros de Ecuador.

Guía de especies incluidas en este libro

Página 25

1.- *Arapaima gigas* (Paiche)

Lámina 1. *Arapaima gigas.*

Página 33

2.- Género Brycon (Bocachico)

Lámina 4. Ejemplar adulto de *B. amazonicus*. Foto: João Campos

Lámina 5. Ejemplar adulto de *B. cephalus*. Foto: www.fishbase.org

Lámina 6. Ejemplares adultos de *B. hilarii*. Foto: www.fishbase.org

Lámina 7. Ejemplares juveniles de *B. insignis*. Foto: www.fishbase.org

Lámina 8. Ejemplar adulto de *B. orbignyanus.* Foto. www.fishbase.org

Página 45

3.- *Colossoma macropomum* (Cachama negra oTambaqui)

Lámina 9. *Colossoma macropomum.*

Página 56

4.- *Colossoma macropomum* (♀) x *Piaractus mesopotamicus* (♂) (Tambacú)

Lámina 11. Tambacú. Foto: www.riodocepiscicultura.com.br

Página 63

5.- *Dormitator latifrons* (Chame)

Lámina 13. *Dormitator latifrons*

6.- Género Leporinus (Bogas)

Lámina 17. Ejemplares juveniles (arriba) y adultos (abajo) de *L. macrocephalus*. Fotos: João Campos

Lámina 18. Ejemplar adulto de *L. obtusidens*. Foto: Teresita Rojas

Lámina 19. Ejemplares juveniles (arriba) y ejemplar adulto (abajo) de *L. friderici.* Foto: www.riodocepiscicultura.com.br

Página 81

7.- *Odonthestes bonariensis* (Pejerrey)

Lámina 20. *Odontesthes bonariensis.*

Página 89

8.- *Pyaractus brachypomus* (Cachama blanca)

Lámina 22. Pyaractus brachypomus.

Página 95

9.- *Pyaractus mesopotamicus* (Pacú)

Lámina 24. *Pyaractus mesopotamicus.* Foto: João L. Campos

Página 105

10.- Género Prochilodus (Sábalo)

Lámina 26. *Prochilodus lineatus*.
Foto:Cláudio Timm.

Lámina 27. Alevín de *P. lineatus*.
Foto: João Campos.

Lámina 28.
Prochilodus nigricans.

Página 115

11.- Género Pseudoplatystoma (Surubi)

Lámina 29. *Pseudoplatystoma corruscans*.

Lámina 30. *Pseudoplatystoma reticulatum*.

Lámina 31. *Pseudoplatystoma tigrinum* (arriba) y *Pseudoplatystoma punctifer* (abajo). Foto: Buitrago-Suárez & Burr (2007).

Lámina 32. *Pseudoplatystoma metaense*. Foto: Buitrago-Suárez & Burr (2007).

Lámina 33. *Pseudoplatystoma orinocoense*. Foto: Buitrago-Suárez & Burr (2007).

Lámina 34. *Pseudoplatystoma magdaleniatum*. Foto: Buitrago-Suárez & Burr (2007).

Lámina 35. *Pseudoplatystoma fasciatum*. Foto: Buitrago-Suárez & Burr (2007).

Página 126

12.- *Rhamdia Quelem* (Bagre)

Lámina 36. *Rhamdia.*

Página 133

13.- *Salminus brasiliensis* (Dorado)

Lámina 39. *Salminus brasilensis*. Foto: João Campos.

1. *Arapaima gigas* (Paiche)

Omar Vicuña

Lámina 1. *Arapaima gigas*

Nombre común:	Paiche
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Osteoglossiformes
Familia:	Osteoglossidae
Subfamilia:	Heterotidinae
Género:	Arapaima
Especie:	*Arapaima gigas*

Lámina 2. Distribución geográfica del paiche según Castello y Stewart (2009), incluyendo zona demarcada en el círculo (Campos, *com. pers.*)

1) Identificación y aspectos generales de la especie

Es una especie endémica del río Amazonas y algunos de sus afluentes en Perú, Ecuador, Brasil y Colombia. También se distribuye en los ríos Madre de Dios (Perú), Beni (Bolivia) y Esequibo (Guyana). En Ecuador, algunos pescadores de la Amazonía reportan desembarques de capturas en Puerto El Carmen (río San Miguel) y en Tiwintza (río Morona), así como avistamientos en la laguna de Cuyabeno, y en el río Napo (Barriga, 1991). En Tailandia y Malasia ha sido introducido para su pesca, también se ha reportado su introducción en México, Cuba, China, Filipinas y Singapur; en virtud de que sus formas juveniles son importadas como peces ornamentales.

El paiche constituye uno de los principales recursos pesqueros y de alimentación para muchas comunidades de la cuenca del Amazonas, lo que ha propiciado una fuerte explotación y consecuente disminución de poblaciones.

En su medio natural puede alcanzar hasta 3,5 m de longitud y 250 kg de peso.

Presenta color castaño claro en el dorso y blanquecino en la región ventral que cambia a rojo ladrillo durante la época de reproducción. Su cabeza es pequeña en relación al cuerpo, representa el 10% del peso corporal total. La boca es grande de posición superior y oblicua, provista de numerosos dientes pequeños. Posee lengua grande de naturaleza ósea. El cuerpo es alargado y revestido de escamas grandes y gruesas escamas cicloideas.

Vive en lagunas y ríos de poca corriente, teniendo preferencia por los lagos de tercer orden de tipo eutrófico, conocidos por los lugareños como “Cochas” (palabra kichwa que significa laguna). Frecuenta las orillas con densa vegetación, entre ellas gramíneas como *Echinocloa polyastachia* y *Paspalum repetis*. En la zona del río Pacaya, parte baja del río Ucayali en el Perú, las especies vegetales *Pistia stratiotes*, *Neptunia olerácea* y *Eichhornia azurea* son preferidas por el paiche como protección. También se ha descrito su presencia en bosques inundados por lluvias y deshielo en los Andes.

El paiche puede vivir en aguas sin oxígeno y tiene la habilidad para respirar aire atmosférico o “boquear” al menos una vez por hora. La mucosa oral es rica en vasos sanguíneos lo que le permite efectuar intercambio gaseoso. También su vejiga natatoria altamente irrigada le permite este intercambio. En casos extremos, y cuando el nivel del agua se reduce drásticamente (como en algunas zonas altas de la planicie Amazónica), se ha observado que se sumerge en el lodo con la cabeza fuera para respirar.

2) Aspectos reproductivos

No se conoce con exactitud la edad de primera madurez sexual; sin embargo algunos autores reportan que en embalses, la primera reproducción se alcanza a los 3 años, mientras que en estanques a los 4-5 años de edad (Alcántara, 1990; Imbiriba, 1994; Saavedra, et al, 2005).

> La primera reproducción se alcanza a los 3 años, mientras que en estanques entre los 4 y 5 años de edad. Su mayor actividad reproductiva es entre septiembre y diciembre. Una hembra de 2 años posee un ovario aproximadamente de 495 a 1 300 g. Dependiendo de la edad y peso, una hembra puede liberar hasta 600 000 huevos. Esta especie en un año pueden alcanzar de 10 a 12 kg y medir 1,2 m.

El paiche es un pez sin dimorfismo sexual externo. Sólo hasta la época reproductiva se distinguen diferencias en la coloración que corresponden al sexo de los individuos (rojo intenso para el macho y menos intenso para las hembras). Se reproducen durante todo el año aunque presentan mayor actividad reproductiva entre septiembre y diciembre, durante la época de mayor precipitación. Los reproductores construyen nidos de aproximadamente 20 cm de profundidad y 60 cm de diámetro.

Los paiches demarcan su territorio antes de reproducirse, cuando están en etapa reproductiva forman parejas y luego construyen un nido. Los desoves se producen especialmente entre abril y mayo (en Ecuador y Perú) y protegen a sus crías de los depredadores. La fecundidad de hembras adultas guarda una relación directa con el peso de la gónada y corporal total. Puede alcanzar más de 600 000 huevos (Baca, 2001). Se ha observado que en condiciones de cautiverio, esta especie se reproduce hasta el quinto año (Alcántara, et al., 2006).

No existe información acerca de la relación cuantitativa adecuada entre machos y hembras en sistemas de cultivo, únicamente se colocan los animales en estanques de entre 0,25 y 1 ha (aproximadamente una pareja por cada 140 m^2) y se espera que ocurra una reproducción exitosa. La mayoría de nidos se han encontrado a una profundidad de 1,5 m, en sustratos mayormente arcillo-arenosos.

> Densidad aproximada de siembra es de una pareja por cada 140 m^2, en estanques de 0,25 a 1 ha.

Por las características de las gónadas, el *Arapaima gigas* presenta un desove fraccionado (sólo madura un pequeño grupo de óvulos a la vez, que son expulsados), sin conocerse a cabalidad el número de desoves por año.

Las larvas eclosionan en 5 días (26-30°C) y presentan saco vitelino, mismo que absorben en aproximadamente 7 días, etapa en que comienzan a alimentarse de rotíferos, cladóceros y gradualmente incorporan pequeños peces a su dieta. En condiciones de cautiverio se les puede alimentar con microencapsulados en estas etapas tempranas. Al noveno día después de la eclosión, los alevines de paiche empiezan a nadar a la superficie en cardúmen, para respirar oxígeno atmosférico.

3) Producción controlada

Es una especie que ha suscitado interés de cultivo en virtud de su acelerado crecimiento y rusticidad. No obstante, hasta hoy su cultivo es experimental con carencia de muchos elementos para considerar su tecnología desarrollada. Diversos ensayos y cultivos piloto se realizan en Ecuador, Perú y Brasil, hasta hoy con resultados alentadores, pero aún modestos.

El paiche criado en cautiverio se adapta con facilidad al consumo de alimento balanceado; sin embargo, la alimentación de los reproductores en la mayoría de las experiencias realizadas, se ha fundamentado en la provisión de peces forrajeros vivos, especialmente gupys (*Poecilia sp*.), sardinas (*Axtyanax sp*.) y alevinos de cíclidos y de *Piaractus brachipomus*.

Hasta hoy la incubación se realiza de forma semi natural en los estanques de reproducción y al cuidado de los padres. Aún existe controversia respecto de si esta especie presenta incubación oral. Algunos autores reportan este comportamiento (Alcántara, et al, 2006). Esta característica vuelve agresivos a los animales cuando ha ocurrido la reproducción en estanques de cultivo.

En cultivos piloto se aplican fertilizantes inorgánicos como superfosfato triple, a razón de 60 kg/ha/mes para estimular la productividad primaria y activar la producción de zooplancton.

Existen pocas experiencias e información científica sobre los requerimientos ambientales del paiche en condiciones de cultivo; no obstante esta especie es altamente tolerante a condiciones de alta turbidez y baja concentración de oxígeno. En cultivos piloto se aplican fertilizantes inorgánicos como superfosfato triple, a razón de 60 kg/ha/mes para estimular la productividad primaria y activar la producción de zooplancton (Tratado de Cooperación Amazónica, 1999). La tabla 1 resume las condiciones de calidad del agua reportadas para estanques de engorde en Perú.

Se desconocen los requerimientos nutricionales específicos de *Arapaima gigas*; no obstante, como especie eminentemente carnívora, los formulados que se han empleado en diversas experiencias de cultivo, sea en estanques o jaulas flotantes, contienen una alta concentración de proteína bruta (>40%). En Perú se desarrolla el cultivo de paiche en jaulas flotantes con algunos resultados alentadores. Las dietas experimentales con mayor tenor protéico (50%) han arrojado mejores resultados, por lo que los costos de la alimentación son un aspecto posiblemente limitante (Alcántara, et al, 2006).

Tabla 1. Calidad del agua de un estanque del cultivo de paiche. (Alcántara y Guerra 1992).

Temperatura ambiental (°C)	23,0-32,8 ($\bar{x}$ 28,4)
Temperatura del agua (°C)	25,7-34,8 ($\bar{x}$ 29,6)
Transparencia (cm)	32,0-105 ($\bar{x}$ 52,4)
pH	5,0-9,5 ($\bar{x}$ 6,5)
Conductividad eléctrica (Umhos/cm)	10,2-33,0 ($\bar{x}$ 19,3)
Oxígeno disuelto (mg/L)	4,5-10,6 ($\bar{x}$ 8,0)
CO_2 (mg/L)	0,0-4,0 ($\bar{x}$ 0,9)

La fase de engorde es practicada en estanques con bajas densidades (1 juvenil/12 m^2), reportándose hasta 12 toneladas/ha/año, y en forma experimental en jaulas flotantes, con densidades de 1-5/m^3 con rendimientos de 12 a 16 kg/m^3/año.

Respecto de enfermedades, Moravec (1998) reporta la presencia de gusanos y protozoarios en *Arapaima gigas*, sin embargo, no existe mayor información al respecto.

No existen antecedentes sobre el efecto del cultivo y repoblamiento de cuerpos de aguas naturales para mejorar las condiciones poblacionales de esta especie. El paiche es clasificado como especie amenazada por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies (CITES), especialmente debido a la sobrepesca de la cual ha sido objeto.

4) Establecimientos productivos y de investigación

Tabla 2. Selección de organizaciones que realizan esfuerzos para el desarrollo de tecnología de cultivo del paiche en América del Sur.

Institución	Estado	Teléfono	Web
Servicio Brasileiro de Apoio as Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE)	Estados de Rondónia, Roraima, Acre, Tocantins, Brasil.	(0800) 570.0800	www.sebrae.com.br/
Instituto Nacional de Investigaciones del Amazonas (INPA).	Manaus, Brasil.	(92) 3643.3377	www.inpa.gov.br/
Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.	Loreto, Perú.	(51) 6526.5515	www.iiap.org.pe/
Instituto Colombiano de Desarrollo Rural/ Universidad Nacional de Colombia.	Leticia, Colombia.	(57) 1383.0444	www.incoder.gov.co/

Existen otros institutos orientados a la conservación del paiche tales como; el Instituto Nacional de Investigaciones del Ecuador (INRENA), el Proyecto Araucaria Amazonas Nauta de la Agencia Española de Cooperación Internacional y el North Rupununi Development Borrad de Guyana.

5) Estadísticas y mercado

El paiche es exportado como pez ornamental desde Perú, Brasil y Colombia, siendo Brasil quien lidera las exportaciones, sin embargo no se cuenta con información estadística sobre su extracción con estos fines. Entre los países importadores se incluyen a Japón, China y los Estados Unidos.

El mayor consumo de paiche como alimento se presenta en Brasil, seguido de Colombia (zona Amazónica). Sólo existen estadísticas aisladas de su producción, derivada en más del 98% de la captura; por ejemplo en Perú se reporta una drástica reducción en la producción, de 25 000 toneladas en 1990, a 155 toneladas en 2002. Las estadísticas reportadas a

la FAO hasta el 2009, indican que el único país productor de esta especie a través de acuicultura es Brasil, con 6 toneladas métricas.

La carne es vendida fresca o seco-salada en rollos. Es considerado el pez de mayor precio en la Amazonía convirtiéndole en la presa más cotizada por los pobladores, siendo antiguamente la carne del paiche considerada como la principal fuente de proteína de la Amazonía.

Las escamas son grandes y de color plateado. De ellas se confeccionan una gran diversidad de artesanías, desde cortinas hasta collares. Es uno de los productos más comunes de la artesanía. La lengua, una vez seca se parece a una lija gruesa. En Brasil la utilizan como rayador por ser ósea, especialmente para rayar las barras de guaraná; además es utilizada para raspar madera y fabricar utensilios.

Tabla 3. Precios del paiche en algunos sitios de América del Sur.

Lugar/País	Presentación	Precio (USD/kg)*
Santa Cruz, Bolivia	Filete en trozo	3,35
Leticia, Colombia	Filete en trozo	8,12
Iquitos, Perú	Filete en trozo	9,35
Brasil	Filete en trozo	12,90
Argentina	Alevines	15,00/unidad

*Precios promedio. Fuentes: pescaderías de los sitios señalados.

6) Oportunidades y retos para la consolidación de su cultivo

Esta especie está en el apéndice II del CITES, se le considera en peligro de extinción y ha sido capturada y trasladada a estanques de cultivo para investigación, pero sin resultados que hoy permitan cultivarla en forma sostenible y económicamente viable.

Debilidades y retos	Oportunidades
Mercado: • Muy localizado en la cuenca del Amazonas, con creciente introducción a zonas metropolitanas de otras regiones de Brasil.	**Mercado:** • Carne apreciada por quienes empiezan a consumir esta especie, con posibilidades para una rápida introducción en mercados regionales y globales, si se asegura regularidad en los volúmenes de producción y uniformidad en la calidad del producto.

Tecnología: • No desarrollada, los cultivos son experimentales y/o a escala piloto, principalmente en Brasil y Perú. • Se desconocen los requerimientos nutricionales y la reproducción en cautiverio no es del todo conocida. • La edad de primera reproducción es hasta después de los 3 años en el mejor de los casos.	**Tecnología:** • La rusticidad de esta especie y su acelerado crecimiento, le confieren amplias posibilidades para su domesticación. • Será importante desarrollar programas integrales de investigación para alcanzar el dominio del cultivo.

2. Género Brycon (*Bocachico*)

María Teresita Rojas - João Campos - Omar Vicuña

Filo:	Chordata
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Characiformes
Familia:	Characidae
Subfamilia:	Bryconinae
Género:	Brycon

Lámina 3. Distribución geográfica de peces del género Brycon.

1) Identificación y aspectos generales del género

El género Brycon abarca más de 40 especies, algunas de las cuales presentan un alto potencial para piscicultura. Poseen un cuerpo alargado y comprimido, cabeza pequeña, ancha, de perfil ligeramente convexo. Su boca es alargada, los dientes del maxilar superior son tricúspides y posee dientes más pequeños en el maxilar inferior.

Alguna de las especies del género que presentan potencial son la *B. amazonicus, B. cephalus, B. hilarii, B. insignis* y *B. orbignyanus*. Se hace una pequeña descripción de estas 5 especies debido a la gran aceptación que tienen en el mercado localizado de América del Sur y al relativamente rápido crecimiento. Estas son las especies que han sido más estudiadas.

Nombre común (Español)	**Nombre común (Portugués)**
Yamú, bocón y sábalo.	Matrinxã, jatuarana y matrinchã.
Características generales	Llega a pesar 4 kg y medir 45 cm. El periodo de reproducción es de marzo a mayo, en el periodo de lluvias, con máximo en abril. Los huevos alcanzan diámetros mayores a 450µm y es posible inducir al macho a expulsar semen al presionar el abdomen.

Lámina 4. Ejemplar adulto de *B. amazonicus*. Foto: João Campos

B. amazonicus, es una especie con amplia distribución en las cuencas del Río Orinoco y Río Amazonas. Presenta cuerpo alargado con pigmentación ligeramente más oscura en la parte dorsal que en los costados, las aletas presentan su membrana intensamente pigmentada de negro.

Nombre común (Español)	Nombre común (Portugués)
Sábalo cola roja.	Matrinxã.
Características generales	Alcanza los 3 ó 4 kg de peso y 22 cm de longitud. Madura sexualmente a los 3 años de edad. Especie semejante a *B. amazonicus* de distribución restringida al alto Río Amazonas en el Perú y Bolivia.

Lámina 5. Ejemplar adulto de *B. cephalus*. Foto: www.fishbase.org

Nombre común (Español)	Nombre común (Portugués)
Salmón.	Piraputanga.
Características generales	Alcanza 56 cm de longitud y de 3 a 4 kg de peso. Se reproduce en primavera y verano. Originario de la cuenca del Río de la Plata; es una especie migratoria.

Lámina 6. Ejemplares adultos de *B. hilarii.* Foto: www.fishbase.org

Nombre común (Inglés)	Nombre común (Portugués)
Tiete tetra.	Piabanha.
Características generales	Especie que alcanza de 8 a 10 kg y 37 cm de longitud. Se reproduce entre diciembre y febrero.

Lámina 7. Ejemplares juveniles de *B. insignis*. Foto: www.fishbase.org

Originario de la cuenca del río Paraíba do Sul, Brasil, en estado juvenil es considerado ictiófago e insectívoro, a pesar de alimentarse eventualmente de hojas, flores, frutos y semillas. En estado adulto es herbívoro y frugívoro, a pesar de alimentarse eventualmente de insectos y pequeños peces.

Nombre común (Español)	Nombre común (Portugués)
Salmón, salmón del río, pirapita, salmón del Paraná, salmón criollo, pirapitanga, salmonete y brancajuba.	Piracanjuba y bracanjuba.
Características generales	Los ejemplares pueden medir 65 cm de longitud y 10 kg de peso.

Lámina 8. Ejemplar adulto de B. orbignyanus. Foto. www.fishbase.org

El *Brycon orbignyannus* es nativo de las cuencas de los ríos de la Plata, Paraná y Uruguay, posee un color amarillento y dorso verdoso o castaño oscuro, presenta una mancha oscura detrás del borde superior del opérculo y una gran mancha negra en la base del pedúnculo caudal. Esta aleta muestra además una coloración rojiza con una línea mediana bastante oscura. Cada escama tiene un punto pardo o negruzco. La aleta caudal es de color rojo vivo y las aletas ventrales son blanco amarillentas con el margen posterior rojizo.

Especie migratoria que hacia fines de primavera realiza una migración de descenso; con los primeros fríos comienza una migración de ascenso. Desova de diciembre a enero. En el alto Paraná, frecuenta los rápidos y los ambientes lóticos ya que requiere altas concentraciones de oxígeno. Tiene un gran valor deportivo y es un pez poco abundante. Una vez muerto, la carne obtiene un color naranja similar a la carne del salmón de agua salada, razón que justifica su nombre vulgar de salmón de río.

Esta especie se encuentra clasificada como amenazada de extinción, habiendo sido clasificada en CITES: I y también en la lista de especies amenazadas divulgadas por el IBAMA – Instituto Brasileiro de medioambiente.

2) Aspectos reproductivos

Son peces migradores y realizan desplazamientos entre las diversas zonas de los ríos sin abandonar el agua dulce, con movimientos desde los ejes fluviales hacia los tributarios, lagunas y pequeñas áreas del bosque de inundación. Durante su periodo pre-reproductivo realizan distantes migraciones ascendentes en los ríos y presentan desove total y estacional, sin cuidado parental. Los peces realizan estos desplazamientos en busca de alimento, refugio y por hábitos reproductivos. Larvas y juveniles son encontrados en lagos, bosques inundados y ambientes lénticos que tienen contacto directo con vegetación ribereña, manteniendo con ella una estrecha dependencia. Buscan refugio entre rocas, troncos y árboles muertos.

Su hábito alimenticio es omnívoro con tendencia herbívora, ya que los alimentos más habituales en su tracto intestinal son frutos, plantas, insectos y restos de peces. Son predadores y también dispersores de semillas. Los Brycon parecen mostrar una elevada capacidad de adaptación al alimento disponible ofrecido, siendo capaces de digerir adecuadamente la proteína de origen animal y vegetal.

La fecundidad relativa es cerca de 115 200 huevos/kg PV hembra para *B. amazonicus*. Esta especie en el ambiente natural y en estanques de tierra, normalmente presenta un desove al año en el periodo de lluvias. El IGS máximo es aproximadamente del 20%.

La edad de primera madurez sexual se reporta normalmente al primer año en los machos y al segundo en las hermbras. Con tallas de 30 cm para *B. amazonicus* y para *B. orbignyanus* de 20 cm (macho) y 25 cm (hembras). Los huevos maduros tienen un diámetro de 939 a 1 242 µm y desovan cerca de 1 400 huevos por gramo de peso corporal para *B. amazonicus.*

Tabla 4. Aspectos de la reproducción e incubación de peces del género Brycon.

Número de machos / hembra	Normalmente dos machos por hembra.
Tipo de estimulación hormonal	Varias hormonas pueden ser usadas para estimular el desove: Extracto Hipofisario de Peces (carpas y otras especies), LHRha y HCG, entre otras. En Brasil, lo más común es el uso de Extracto Hipofisario de Carpas aplicado en las siguientes dosis con un intervalo de 12 horas: Hembras 1ª dosis: 0,5 mg/kg; 2ª dosis: 5,0 mg/kg. Machos 0,5 a 2,5 mg/kg aplicados junto con la 2ª dosis de las hembras.
Desove	Cerca de 140 horas grado, es decir entre 4 y 8 horas a 24ºC.
Fertilización	Se realiza en un recipiente mezclando suavemente con una pluma.
Hidratación	Se desarrolla en recipientes plásticos de 25 L por 80 minutos en agitación.
Incubación	Después de la hidratación, se llevan a estanques cónicos donde ocurre la eclosión después de 10 a 20 horas dependiendo de la temperatura.

3) Producción controlada

El cultivo del género Brycon aumentó notablemente en la década de 1990 en Brasil gracias a la industria del “Pesque y Pague” (pesca recreativa basada en la siembra de juveniles cultivados en estanques o lagunas artificiales donde el pescador paga lo que captura). Su comportamiento de alta resistencia durante la pesca lo ha transformado en una pieza codiciada entre pescadores recreativos.

El Brycon sólo puede reproducirse mediante inducción hormonal en cautiverio. Los procedimientos de inducción y desove son bastante semejantes a los de otras especies

migratorias. Sin embargo, los reproductores requieren especial atención ya que son muy sensibles al manejo, habiendo sido registradas elevadas mortalidades de reproductores de *B. amazonicus* y *B. orbignyanus* después del desove. Se deben tomar medidas que favorezcan el bienestar y reduzcan el contacto manual para disminuir la mortandad. Para ello puede contribuir la aplicación de los tratamientos hormonales (1ª dosis) para desove en el mismo tanque externo, el uso de sustancias anestésicas y/o el acondicionamiento de la pareja de reproductores para permitir el desove natural.

Los requerimientos nutricionales de esta especie no son del todo conocidos, empleándose para su cultivo, balanceados comerciales no específicos como alimento para tilapia. La tabla 2 presenta un esquema de alimentación en dos etapas de desarrollo, alevinaje-juvenil y engorde hasta talla de mercado, empleado en Brasil.

Tabla 5. Alimentación para el cultivo comercial semi-intensivo de Brycon.

Etapa de desarrollo	Días de cultivo	Peso promedio esperado (g)	Porcentaje del peso en alimento
LEVANTE BALANCEADO 38% - 32% PROTEINA	0 15 30	3 30 70	10,0 7,5 5,0
ENGORDE BALANCEADO 28% - 24% PROTEINA	50 70 90 110 130 150	130 175 220 250 290 350	4,0 3,0 2,5 2,2 2,0
TOTAL	150 días	350 g	

Fuente: J. Campos, experiencia personal, 2010.

El cultivo de Brycon se puede desarrollar bajo dos modelos, el estacionario y el escalonado. En el primer modelo, el productor siembra sus peces en un estanque y los mantiene hasta su cosecha. Es común que este modelo lo adopten productores de pequeña escala. El otro modelo consiste en desarrollar el cultivo en dos estanques, siendo el estanque de pre engorde más pequeño que el de engorde, con lo que se mejora sustancialmente la sobrevivencia de los alevines sembrados. En la transferencia de los sábalos del estanque de pre engorde al de engorde, es importante contar con buenas artes de pesca que minimicen el maltrato de los juveniles, considerando que esta especie es bastante delicada comparada con otras especies como la cachama.

Pasado el periodo de cultivo en el laboratorio, las larvas son colocadas en estanques excavados en tierra de mayor tamaño, donde mediante programas de fertilización se logra producir una gran cantidad de alimento natural que cubre en forma suficiente la demanda alimenticia.

En la fertilización es importante aplicar tanto abonos orgánicos (bovinaza 150 g/m^2 y gallinaza 100 g/m^2) como inorgánicos (10 – 30 – 10 aplicar 7 g/m^2), los primeros para estimular el crecimiento de zooplancton y los segundos para el fitoplancton.

La preparación de los estanques se debe iniciar con el vaciado y lavado completo de los mismos para eliminar organismos que puedan ser depredadores (ninfas de odonatas, copépodos y peces) y lodos con alta carga de materia orgánica acumulada que contaminan el agua. Subsecuentemente se aplica cal (CaO) para eliminar bacterias, parásitos y sus hospederos intermediarios; además de ser una importante reserva alcalina para el fitoplancton.

Tabla 6. Aspectos relevantes del cultivo de peces del género Brycon.

Tanques de cultivo	Superficie: Desde 0,05 ha hasta 10 ha. Profundidad: 1 m, máximo 2,5 m. Sin embargo, en regiones frías es conveniente una profundidad promedio mayor para reducir variaciones.		
Densidades	Clase de tamaño	Edad (días)	Densidad / m^2
	Larvas	2	100 – 150
	Pre alevines	15	20
	Alevines	20	10
	Juveniles	70	3
	Adultos	1 100	1 / 10
Intervalo térmico	*B. orbignyanus* y *B. hilarii:* 14 a 33º C. *B. amazonicus* y otras especies amazónicas: 18 a 34º C. Temperatura adecuada para su fisiología: 25 – 28º C.		
Parámetros de calidad de agua conocidos para cultivo	Oxígeno:	Presentan resistencia a bajas concentraciones de oxígeno. El mejor crecimiento se obtiene con concentraciones mayores a 3,0 mg/L.	
	pH:	El óptimo es entre 6,5 y 7.	
	Nitrito:	DL50 = 0,86 mg/L.	
	Salinidad:	Pez de agua dulce, tolera salinidades de 6 a 8 ppt en situaciones de transporte hasta por 24 h.	

Mortalidad estimada	Al finalizar el cultivo se tiene un aproximado de 20 a 30%. Entre el 15 y 25% de las pérdidas se dan en la fase de precría y cerca del 5% en la fase final de engorde.
Alimentación larval	Alta voracidad y crecimiento inicial muy rápido, tanto en estanques de tierra como en jaulas flotantes. Hasta 30 horas después de la eclosión requieren larvas de peces forrajeros como Leporinus, Colossoma, Piaractus, Prochilodus para evitar canibalismo. En los primeros 3 días de larvicultura en las incubadoras, se recomiendan de 2,5 a 5 larvas forrajeras por ejemplar de Brycon/día.
Alimentación juveniles	Zooplancton en los estanques, normalmente suplementados con piensos en polvo con 34 a 40% PB.
Alimentación adultos	Alimentos extruidos diariamente. La engorda debe ser realizada con piensos extruidos con 28% a 32% PB. El tamaño del pienso debe ser adecuado al tamaño de la boca del pez.
Ciclo de cultivo	Cerca de un año.
Talla de cosecha	La talla varía de acuerdo a la región. En Brasil la talla de cosecha de Brycon exigida por el mercado en la Amazonía es de 0,8 a1,0 kg. No obstante, hay mercados para peces a partir de 0,6 kg.

Se recomienda que los alevines comprados sean criados en lotes uniformes y libres de parásitos. El cultivo debe ser dividido en al menos dos fases, una inicial hasta alcanzar de 30 a 50 g y otra partiendo de este tamaño hasta alcanzar la talla de mercado.

A pesar de que no existe suficiente experiencia de cultivo de Brycon en jaulas flotantes, se ha demostrado que *B. amazonicus* tiene una buena adaptación a este sistema de cultivo, al menos en la fase inicial durante la cual se ha obtenido hasta 83% de sobrevivencia y un Factor de Conversión Alimenticia (FCA) de 1:1,3 con una producción de 417 peces/m^3 de alevines hasta un peso promedio de aproximadamente 62 g.

Estos peces se estresan fácilmente y pueden perder escamas con facilidad si el manejo no es adecuado. Las lesiones, sumadas al estrés, pueden causar desequilibrios osmóticos y manifestaciones posteriores de micosis y otros agentes patógenos. Se ha descrito que el estrés de manejo puede causar la paralización del crecimiento de *B. orbignyanus* entre los 500 y 700 g. *B. amazonicus* aparentemente es menos susceptible a este problema. La extrema sensibilidad al transporte dificulta la venta para el mercado de “Pesque y Pague”.

4) Establecimientos productivos y de investigación

Tabla 7. Selección de organizaciones que realizan esfuerzos para el desarrollo de tecnología de cultivo del género Brycon en América del Sur.

Institución	Estado	Teléfono	Web
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia	Manaus, Brasil.	(5592) 3643.3377	www.inpa.gov.br
Embrapa Amazônia Ocidental	Manaus, Brasil.	(5592) 3303.7800	www.cpaa.embrapa.br/
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia	Bahia, Brasil.	(5575) 3621.1558	www.ufrb.edu.br
Entidad Binacional Yacyreta	Ayolas, Paraguay. Misiones, Argentina.	(595) 7222.2141 (5437) 5244.0250	www.eby.gov.py www.eby.org.ar/
Hidroeléctricas ITAIPU	Ciudad del Este, Paraguay.	(5952) 1248.1000	www.itaipu.gov.py

Tabla 8. Algunos productores de alevines de Brycon en Brasil.

Nombre	Localización y contacto
Piscicultura São Geraldo	Sertãozinho – SP tel. (5516) 3945.2949 saogeraldo@saogeraldosp.com.br
Live Fish	São João da Boa Vista - SP tel. (5519) 3631.1897 livefish@uol.com.br
Estação de Balbina SEPROR	Presidente Figueiredo - AM tel. (5592) 3237.2045
Piscicultura Buriti	Nova Mutum - MT tel.(5565) 3366.1052
Piscicultura Aqua Peixe	Conchal - SP tel. (5519) 3966.1046 / 9704.7991 aquapeixe@aquapeixe.com.br
Piscicultura Goiás Peixe	Araçu - GO tel. (5562) 3527.1662 / 3274.1275
Piscicultura Buriti	Nova Mutum - MT tel.(5565) 3366.1052
Rei do Peixe	Itapuã do Oeste- RO tel. (5569) 3231.2826

5) Estadísticas y mercado

Debido a la buena calidad de su carne y a pesar de poseer espinas en el filete, los peces del género Brycon son bastante demandados por los consumidores en las regiones donde son nativos. Por ser peces deportivos, poseen excelente mercado cuando son comercializados vivos para "Pesque y Pague", sin embargo, es importante mencionar que puede presentarse gran mortandad durante el transporte.

Tabla 9. Cifras de mercado y estadísticas de Brycon.

Mercado destino	Vivo: para "Pesque y Pague". Fresco entero: Mercado regional. Congelado entero: Mercado nacional. Las espinas en la carne dificultan el comercio internacional de esta especie y también en regiones donde no es conocida.
Número de granjas	No hay estadística
Registro precio	En el norte de Brasil el productor de Brycon obtiene un promedio de US$ 4/kg en periodo lluvioso (cuando las capturas en los ríos disminuyen) y US$ 2/kg en período seco. Precio supermercados (pez entero): US$ 3,50 a US$ 5,70/kg. Peces más grandes obtienen precios más altos.
Producción de Brycon en Latinoamérica registrada en 2007 (toneladas).	Brasil (cultivo): 3 742 Brasil (pesca): 5 130 Peru: 41 **Total: 8 913**

6) Oportunidades y retos para la consolidación de su cultivo

Debilidades y retos	Oportunidades
Mercado: • Es una especie poco conocida fuera de la región donde es nativa. • Existen pocas plantas de comercio de productos procesados. • Se tiene un bajo precio en el periodo seco del año, cuando hay abundancia del pescado de río.	**Mercado:** • Aceptación por el mercado consumidor debido a la buena calidad de la carne. • Precios de mercado más atractivos en el periodo lluvioso. • *B. orbignyanus* y *B. amazonicus* son muy apreciados en la pesca deportiva por su combatividad y resistencia.
Tecnología: • Bajo conocimiento de requerimientos nutricionales específicos para la especie. • Bajo conocimiento de enfermedades y su tratamiento. • Dificultad en la producción de alevines, la larvicultura de los bricónidos todavía es una limitante para el desarrollo de un paquete tecnológico, acentuando que el canibalismo en esta etapa exige el desarrollo de técnicas especiales para disminuir la mortandad. • Es una especie sensible al estrés en el manejo. • La fase de engorde ha sido poco estudiada, a pesar de esto algunos trabajos demuestran una baja exigencia en proteína bruta para este género.	**Tecnología:** • Hábito alimenticio omnívoro, tienden a aceptar fácilmente dietas artificiales en cautiverio, además de asimilar bien la proteína de origen vegetal, disminuyendo los costos de ración. • Rápido crecimiento de la especie, con excepción de *B. orbignyanus* cuyo crecimiento es relativamente lento. • Buen desempeño en policultivo con colossoma. • Se ha investigado sobre técnicas para la inducción al desove en cautiverio.

3. *Colossoma macropomum* (Cachama negra o Tambaqui)

João L. Campos

Lámina 9. *Colossoma macropomun.*

Nombre común:	Portugués: Tambaqui Castellano: Cachama negra y gamitama.
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Characiformes
Familia:	Characidae
Subfamilia:	Serrasalminae
Género:	Colossoma
Especie:	*Colossoma macropomum*

Lámina 10. Distribución geográfica de la cachama negra.

1) Identificación y aspectos generales de la especie

La cachama negra o tambaquí es un pez tropical muy robusto, nativo de las cuencas del Río Amazonas y del Río Orinoco en América del Sur. Esta especie es usualmente solitaria. Sus alevines y juveniles se desarrollan en las aguas negras de planicies inundadas hasta alcanzar la madurez sexual. Se alimenta de zooplancton, insectos, caracoles y plantas caídas al agua. Normalmente los adultos se encuentran en zonas boscosas inundadas durante los primeros meses del periodo lluvioso. En estos ambientes se alimenta de frutos y granos, ejerciendo con ello, un importante rol como agente dispersor de semillas.

En la naturaleza puede alcanzar un largo total de 108 cm y hasta 40 kg de peso.

2) Aspectos reproductivos

En su hábitat natural, la reproducción ocurre en aguas correntosas en la época de ascenso del nivel del río, cuando los cardúmenes comienzan a remontar recorriendo de 400 a 1 300 km. Sus huevos fertilizados y larvas son desplazadas por la corriente hasta por 15 días y los alevines nadan en dirección a lagunas marginales, donde pasan las fases de juvenil y pre-adulto.

La fecundidad relativa es de casi 170 000 huevos, (aproximadamente 1 000 huevos/g). En la etapa de madurez avanzada, los huevos poseen un diámetro entre 589 y 759 µm. La coloración de los ovarios comienza siendo rosada en el reposo, luego ceniza clara en la madurez inicial, ceniza verde en la madurez avanzada y finalmente en la etapa de regresión tiene coloración marrón. Respecto a los machos, pasan de una coloración rosada clara en los testículos en la etapa de inmadurez, a blanca cremosa en la madurez.

La primera reproducción se alcanza a los 3 y 4 años para machos y hembras respectivamente. La talla es de 45 a 60 cm. Se reproduce durante la época lluviosa y tiene un desove al año. La temperatura de reproducción es de 25 a 31 °C.

Entre las características reproductivas del *C. macropomum,* se conoce que las hembras en la piscicultura pueden reducir el tiempo de su primera reproducción de 4 a 3 años. La temperatura de reproducción no debe rebasar los 31°C, ya que es perjudicial para la incubación de los huevos. La especie se reproduce durante la época lluviosa, normalmente entre octubre y marzo. En ambiente natural ocurre un desove al año pero en ambientes controlados es posible obtener más.

3) Producción controlada

Es la principal especie nativa de aguas dulces cultivada en América del Sur, ha sido introducida a Costa Rica, Panamá, Guatemala, Honduras, Estados Unidos, África y el Sudeste Asiático. Existe dominio de las técnicas de reproducción y producción de alevines y se adapta bien al cultivo. La producción de peces para el mercado es una actividad económica regular tanto para productores de recursos limitados, como para acuicultores de micro y pequeña empresa, así como acuicultores industriales.

Reproducción

Tabla 10. Aspectos relevantes de la reproducción de cachama negra.

Parámetros de calidad de agua conocidos para cultivo	Oxígeno:	Mayor a 4,5 mg/L, tolera concentraciones bajo 1 mg/L por algunas horas.
	Dureza del agua:	5-200 mg/L de $CaCO_3$.
	pH:	Ideal 6-7,5. Tolera hasta pH 9.
	Amonio no-ionizado:	Tolera hasta 0,46 mg/L.
	Nitrito (DL50):	1,82 mg/L.
Tipo de estimulación hormonal en desove	Extracto Hipofisiario de Peces (carpas, sábalo, etc.), LHRha y HCG, entre otros. Caso Extracto Hipofisario de Carpas: • En hembras 2 veces cada 12 horas, 1ª dosis: 0,5 mg/kg, 2ª dosis: 4,5-5,0 mg/kg. Hembras de más de 7 kg pueden requerir hasta 7 mg/kg. • En machos 1 vez 1-2 mg/kg al mismo momento de la segunda dosis de las hembras.	
Ovulación y desove	200-280 horas grado, es decir de 8 a 11 horas después de la segunda dosis a 27ºC.	
Número de machos / hembra	Normalmente de 1 a 2 machos por hembra.	
Fertilización	Se mezclan óvulos y semen de 2 machos y 1 hembra en solución de fertilización (40 g de sal común, 30 g de urea,10 L de agua o suero fisiológico) en proporción 30-50%.	

Eclosión

Tabla 11. Tiempo de eclosión de *Colossoma macropomum* en función de la temperatura del agua durante incubación (adaptado de Kubitza, 2004a).

Temperatura (°C)	Tiempo para eclosión (horas)
22	42
24	28
26-27	18-22
28-29	13-16
31	10-11

Incubación

Tabla 12. Aspectos relevantes de la incubación de cachama negra.

Estanques de incubación	Cónicos de 60 a 200 L.
Densidad	1 000 – 2 000 huevos fecundados / L.
Flujo de agua	2-10 L agua / min.
Temperatura óptima	26º - 29ºC.
Concentración de O_2	Superior a 4mg/L.
Duración del saco vitelino	5 días.
Alimentación externa	A partir del 3er día con zooplancton menor a 60 micras.
Sobrevivencia incubación	Superior al 70%.
Traslado de incubadoras a viveros	Entre día 3 y 4 de vida, cuando presentan nado horizontal, preferentemente de mañana para evitar el impacto térmico y de pH. Realizar antes de la absorción total del saco vitelino.
Forma de traslado	Transvasar por gravedad, adicionar paulatinamente agua del vivero al estanque o bolsa de traslado.

Preparación de viveros

Los viveros de cultivo deben ser cuidadosamente preparados con los procedimientos mencionados en la tabla 4.

Tabla 13. Preparación de viveros para cultivo de cachama negra.

Desinfección de viveros	Eliminar predadores como ninfas de libélulas (odonata) y remadores (notonecta) y peces invasores aprisionados en las pozas de agua. Método: Aplicación de cal hidratada sobre toda la superficie del agua (200 - 300 g de cal/m^2). Posteriormente, aplicar 200 a 400 kg de cal / 1 000 m^2 en el fondo y paredes con estanque seco. No debe ser utilizada cal virgen para el calaje porque eleva el pH hasta niveles letales para postlarvas y alevines.
Abono inicial de estanques	Abonar inicialmente con 10 kg de salvado de arroz y 3 kg de urea/1 000 m^2, aplicar en todo el estanque con el fondo cubierto por lámina de agua. Se pueden utilizar compuestos de forma alternativa como restos de trigo y de algodón.
Abono periódico del estanque	Aplicar diariamente 5 kg de salvado de arroz (u otra) / 1 000 m^2, proceso que debe repetirse después del traslado de las post larvas a los estanques. Para evitar que el salvado permanezca en la superficie y se acumule con el viento en el borde de los estanques, debe ser humedecido hasta obtener consistencia de masa, lo que facilita su disolución en el agua. La aplicación diaria de salvado debe ser interrumpida cuando la concentración de oxígeno disuelto en la agua a primera hora de la mañana es inferior a 4 mg/L. La aplicación de salvado deberá ser totalmente interrumpida cuando se inicie la alimentación de postlarvas con alimentos en polvo.
Abonos suplementarios	Aplicar dosis adicionales de urea si la transparencia del agua supera a 50 cm medida con disco Secchi. Evitar uso de fertilizantes fosfatados. Aplicarlos solo cuando existan dificultades para conseguir desarrollo de fitoplancton, con dosis de 0,6 a 1 kg de P2O5/ 1 000 m^2.
Densidad inicial	200 a 300 post larvas / m^2 a trasladar cuando el estanque se está llenando.
Tiempo en viveros	25-30 días, cuando alcanzan de 3 a 5 cm, talla en la que deben trasladarse a estanques de producción de juveniles.

Producción de juveniles

Tabla 14. Parámetros de producción para la precría de cachama negra (adaptado de Kubitza, 2003b).

Parámetro	Etapa 1	Etapa 2
Peso inicial (g)	0,5 -1,0	30
Peso final (g)	30	100
Densidad (peces/m^2)	12 a 15	5 a 6
Sobrevivencia (%)	75 a 85	90 a 95
Duración de la etapa (días)	40 a 60	50 a 60
Tipo de alimento	Triturado/extruido 2 mm	Extruido 3 a 4 mm
Proteína en el alimento (%)	36 a 40	32
Raciones por día	3 a 4	2 a 3
Conversión del alimento	0,8 a 1,0	1,0 a 1,2
Superficie estanques (m^2)	500 a 2 000	2 000-5 000

Alimentación de juveniles

Tabla 15. Cantidad de alimento en etapa 1 de producción de juveniles (hasta 100g) (adaptado de Kubitza, 2003b).

Etapa	Días	Tipo de alimento	Cantidad (g/1.000 peces)
1	0 a 7	Triturado	100 a 200
	8 a 14		200 a 300
	15 a 21	Triturado grueso o pellets de 2 mm	300 a 500
	22 a 28		500 a 600
	29 a 35		600 a 800
	36 a 42		800 a 900
	43 a 50		900 a 1 000
2	Aprox. 60-120	Pellets de 2 a 3 mm (28-36% PB)	8 kg/1 000 m^2

Engorda

Tabla 16. Aspectos relevantes en la etapa de engorda de cachama negra.

Dimensiones de estanques	No hay tamaño máximo o mínimo para los estanques de engorda. El tambaquí puede ser cultivado en estanques de 100 hasta 100.000 m^2, dependiendo principalmente del volumen de venta que el mercado absorbe en un corto periodo. Los estanques de cultivo deben tener una profundidad mínima de 1,0 m, no siendo adecuada una profundidad superior a 2,5 m.
Temperatura	La temperatura adecuada para el buen consumo del alimento, es entre 29º y 31ºC. El consumo de alimento se reduce drásticamente a menos de 22ºC y no soportan exposición prolongada bajo 14ºC.
Amonio total	Máximo 5 mg/L con pH entre 6 y 7.
Oxígeno	Mayor a 2 mg/L, pero soportan niveles menores que 1,0 mg/L por pocas horas.
Alimentación	La alimentación en la fase de engorda consiste en piensos extruidos. 400 a 1kg: pellet 6-8 mm; 28 a 32% PB; 2,4%/día. Mas de 1kg: pellet 8-12 mm; 28% PB; 1,5%/día. En regiones donde no hay alimentos balanceados es posible utilizar alimento suplementario como frutas, vegetales, zooplancton y pequeños peces. Se debe evitar utilizar residuos de origen animal como alimento, ya que el uso de estos y los alimentos suplementarios no permiten lograr la misma velocidad de crecimiento y buenas TCA. La acumulación de los restos alimenticios en el fondo del estanque debe ser evitada.
Densidades finales	Extensivo: 4 a 6 ton/ha. Semi-intensivo: 8 a 12 ton/ha. Intensivo: 16 a 20 ton/ha. Jaulas: Volumen reducido (4 a 18 m^3): 70 a 120 kg/m^3; Volumen intermedio (más de 18 m^3): 40 a 100 kg/m^3.
Período de ciclo de cultivo	Cerca de un año.
Talla de cosecha	Variable de acuerdo con la región. En Brasil la talla de cosecha exigida por el mercado varía entre 1,2 y 3,0 kg. En algunas regiones hay mercado para peces con 0,4 kg.
Sobrevivencia	95%.

Engorda en jaulas flotantes

Esta especie posee condiciones favorables para su cultivo en jaulas. En Brasil, juveniles de 30 g alcanzan un peso promedio de 1 kg en 180 días cuando son alimentados con piensos

flotantes con 36% de PB durante los primeros 35 días, después piensos con 32% de PB por 60 días y finalmente piensos con 28% de PB hasta la cosecha, con un FCA de 1:1,45 y producción de 90 kg/m^3.

Aspectos sanitarios

En centros bien manejados existen pocos registros de enfermedades durante la fase de engorde, lo que contribuye a una buena tasa de sobrevivencia durante todo el cultivo. Sin embargo, la afección causada por una myxobacteria ha sido indentificada como la principal enfermedad que ataca a la cachama negra en Venezuela. Esta especie es también susceptible al parásito *Perulernaea gamitanae*, común en la región amazónica, cuando la temperatura del agua es menor a 20°C, aumenta la ocurrencia de problemas con parásitos, hongos y bacterias, pudiendo presentarse altas mortalidades. No obstante esta condición es de fácil control con un manejo adecuado y agentes terapéuticos naturales incluida la sal común.

Infestaciones por copépodos parásitos como *Lernaea ciprinacea* causan grandes pérdidas al sector, principalmente en las regiones sur y sudeste de Brasil. En la región amazónica la mayor incidencia es del copépodo *Perulernaea gamitanae,* infestando fosas nasales, branquias y cavidad bucal. Piojos ectoparásitos como *Argulus sp*. y *Dolops sp*. son frecuentes y pueden ser combatidos con baños diarios de sal.

También se reportan infecciones micóticas secundarias provocadas por *Saprolegnia parasítica* en peces con lesiones externas causados por bacterias y parásitos. En general, enfermedades fúngicas ocurren en los períodos de baja temperatura, cuando la resistencia inmunológica de los peces se encuentra reducida. Peces muertos son ricos reservorios de esporas de hongos y deben ser removidos de los viveros. Los géneros de bacterias identificados como patógenos para peces redondos cultivados en la Amazonia son *Aeromonas sp, Pseudomonas sp, Streptococcus sp, Aerococcus* y *Nocardía*, además de la especie *Flavobacterium columnare*. Estas bacterias normalmente habitan el agua de estanques y viveros.

4) Establecimientos productivos y de investigación

La cachama negra o tambaquí se cultiva ya sea de forma experimental en Ecuador, Argentina, Costa Rica, México y Panamá; o comercial en Bolivia, Brasil, Colombia, Perú, Venezuela y en las cuencas del Río Amazonas y Río Orinoco. En Brasil existen más de 50 eclosarios comerciales que realizan reproducción de esta especie.

Tabla 17. Algunos productores de alevines de tambaquí o cachama negra en Brasil.

Nombre	Localización y contacto
Piscicultura São Geraldo	Sertãozinho – SP. Tel. (55 16) 3945 2949 saogeraldo@saogeraldosp.com.br
Live Fish	São João da Boa Vista - SP tel. (55 19) 3631 1897. livefish@uol.com.br
Piscicultura Vale dos Lagos	Laranja da Terra - ES Tel. (5527) 3720 0111
Estação de Aqüicultura Continental Prof. Johei Koike-UFRPE	Recife - PE tel. (55 81) 3320 6506
DNOCS - Estação Adhemar Braga	Piripirí-PI tel.(55 85) 3288 5265 ines.nobre@dnocs.gov.br
Piscicultura Goiás Peixe	Araçu - GO tel. (55 62) 3527 1662 / 3274 1275
Piscicultura Buriti	Nova Mutum – MT. Tel.(55 65) 3366 1052

Tabla 18. Productores de alevines de cachama negra en Venezuela al año 2005.

Estado	Productor
Entidad Federal	Centro de Producción
Yacuray	Universidad Centro Occidental. "Lisandro Alvarado"
Bolívar	Fundación La Salle de Ciencias Naturales
Guárico Portuguesa Táchira	Fondo Nacional de Investigaciones Agrí colas y Pecuarias - Estación Tucupita
Cojedes	Corporación de Desarrollo de la Región Central
Cojedes	Fundación La Salle — Estación Piscícola de San Carlos
Carabobo	"Acuacría Maruria"
Portuguesa	"Granja las Majaguas"
Bolívar	"Agropiscicultura Catanaima"
Portuguesa	ACUAPEZ, (ONG)

Tabla 19. Instituciones de investigación en C. macropomum.

Institución	País	Teléfono	Web
Inst. Nac. de Pesquisas da Amazônia	Brasil	(92) 3643.3377	www.inpa.gov.br
Embrapa Amazônia Ocidental	Brasil	(92) 3303.7800	www.cpaa.embrapa.br/
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia	Brasil	(75) 3621.1558	www.ufrb.edu.br
Inst. Amazónico de Invest. Científicas, de Antioquia	Colombia	(574) 2199110	rccpecuarias@rccp.udea.edu.co
Univ. Nacional de La Amazonía Peruana	Perú	(51-65) 232186	infounap@unapiquitos.edu.pe

5) Estadísticas y Mercado

La carne de la cachama negra es sabrosa, sin embargo presenta en su musculatura dorsal espinas en forma de "Y" que inhiben el consumo en diversos mercados. Los peces redondos pueden acumular gran cantidad de grasa visceral en función de su edad, época del año, tipo y forma de alimento, lo que resulta en pérdidas de rendimiento durante el procesamiento. En general, la cachama negra es presentada entera y eviscerada, sin embargo nuevas formas de presentación con valor agregado como filetes, trozos y trozos con espinas (costillas) también son populares. Presentado en costillas, es muy valorizado y la producción de peces de talla mayor a 2,5 kg para el corte de "costillas" es una práctica cada vez más frecuente.

La superficie de cultivo total en Brasil se aproxima a 7 650 ha, considerando una producción promedio de 4 ton/ha.

Tabla 20. Estadísticas de mercado de cachama negra.

Mercado destino	Vivo: para "Pesque y Pague" Fresco entero: Mercado regional, especialmente en la región norte de Brasil. Congelado entero/trozos/filetes: Mercado nacional
Número de granjas	Brasil: Más de 50 laboratorios de reproducción que producen más de 52 millones de alevines. Los centros de engorda son varios miles (no estimados).
Registro precio en Brasil	Precio productor en la región norte: US$2,31 a US$ 3,47/kg. Precio productor en las demás regiones de Brasil: US$2,03 a US$ 2,89/kg. Precio supermercados (pez entero): US$ 3,47 a US$ 4,90/kg Peces mas grandes obtienen precios más altos.
Producción histórica de cultivo total últimos 5 años en Latinoamérica (toneladas)	2008: 44 219 2007: 43 780 2006: 46 426 2005: 36 596 2004: 32 161

Las estadísticas de la FAO, indican que el primer país en reportar producción es Venezuela con 1 toneladas en 1974, siendo el mayor productor hasta 1995, año en el que Brasil registra su primera producción de 2 330 toneladas. El último registro en el 2008, Bolivia, Brasil, Colombia, Panamá, Perú y Venezuela reportan producción liderada por Brasil con 30 600 toneladas, seguido por Colombia con 10 400 toneladas. (FAO,2009).

6) Áreas de oportunidad y retos para la consolidación de su cultivo

Debilidades y retos	Oportunidades
Mercado: • Su presentación y preparación es una debilidad, ya que las espinas en la carne dificultan el comercio internacional de esta especie y también en regiones donde no es conocida. • Actualmente es poco conocida fuera de la región Amazónica y son pocas las instalaciones de procesamiento y comercio que trabajan con ella.	**Mercado:** • El costo de producción es comparativamente bajo. • La demanda es creciente en el mercado externo proclive a los productos amazónicos. • Presenta gran disponibilidad de áreas para aumentar la superficie de cultivo, especialmente en áreas poco propicias para otras actividades económicas. • Prospecciones de mercado han demostrado que existe muy buena aceptabilidad de costillas en el mercado externo. • Tiene facilidad para engordar, ya que acumula grasa en exceso en sus vísceras.
Tecnología: • Carencia de alimentos formulados específicamente para atender los requerimientos nutricionales específicos de esta especie. • La dieta comercial que atienda las exigencias específicas de la cachama negra, podría tener un efecto de mejorar aún más la velocidad de crecimiento, la conversión del alimento, la calidad de la carne y la resistencia a diferentes enfermedades.	**Tecnología:** • Es una especie robusta, de rápido crecimiento, omnívora, presentan una buena conversión del alimento y la producción de alevines es simple técnicamente. • Presenta resistencia a enfermedades y no son delicadas al manejo. • Es resistente a las variaciones de calidad del agua y bajas de oxígeno. • Existe dominio de las técnicas de reproducción y producción de alevines y se adapta bien al cultivo.

4. *Colossoma macropomum* (♀) x *Piaractus mesopotamicus* (♂) (Tambacú)

João L. Campos

Lámina 11. *Tambacú*
Fotos: www.riodocepiscicultura.com.br

Nombre común:	Tambacú
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Characiformes
Familia:	Characidae
Subfamilia:	Serrasalminae
Género:	Colossoma x Piaractus
Especie:	*C. macropomum (♀) x P. mesopotamicus (♂)*

1) Identificación y aspectos generales de la especie

El tambacú es un híbrido producto del cruzamiento de la hembra de *Colossoma macropumum* (tambaquí o cachama negra en español) y el macho de *Piaractus mesopotamicus* (pacú). La cachama negra es nativa de la región Amazónica y presenta un gran potencial de crecimiento, sin embargo no resiste temperaturas menores a los 16º C, tal como se presentan en el inverno de las regiones del sur, sudeste y centro-oeste de Brasil. Por otra parte, el pacú se desarrolla como una optimización productiva para esas regiones, utilizando la hembra de tambaquí (de desove más fácil), con el macho de pacú. Al cruzamiento inverso, hembra de pacú y macho de tambaquí, se le llama “paqui”.

2) Aspectos reproductivos

El tambacú puede desarrollar huevos y semen, sin embargo es estéril. Para la producción de alevines de tambacú, se sigue con las hembras de tambaquí y macho de pacú el mismo protocolo de reproducción que existe para la mayoría de las especies migradoras de peces en Sudamérica.

Actualmente el tambacú, junto con el pacú, son los principales peces de origen nativo cultivados en las regiones centro-oeste, sudeste y sur de Brasil. El tambacú también es cultivado en la región Amazónica. Es una especie que se adapta bien al cultivo, con buen crecimiento y resistencia a enfermedades. Existe dominio de las técnicas de producción de alevines y la producción de peces es una actividad económica regular desde miles de piscicultores de pequeña escala hasta grandes productores.

El tambacú puede lograr una longitud total de más de 100 cm y un peso de 40 kg.

3) Producción controlada

Los alevines de tambacú pueden ser obtenidos de proveedores comerciales, recomendándose la selección de lotes homogéneos en tamaño y libres de parásitos. Su cultivo debe ser dividido en al menos dos fases, una inicial que comienza con el alevín (cerca 3 cm) hasta lograr un tamaño mínimo de 30-50 g; y otra que va desde ese tamaño hasta la talla apta para su cosecha y comercialización, la cuál varía desde 300 hasta 2 500 g según la región.

Las densidades de cultivo, así como para todas las otras especies de peces, varían conforme la cantidad y calidad de agua disponible, el alimento a ser suministrado, el uso de tecnologías como la aireación y el grado de conocimiento del productor. El tambacú puede ser producido en estanques de tierra excavados con superficies desde 0,05 ha hasta represas con 50 ha o más. Los estanques deben tener una profundidad mínima de 1,0 m, no siendo ventajosas profundidades superiores a 2,5 m.

Así como sus especies parentales, el tambacú tiene buena resistencia a enfermedades y parásitos en cultivo. Si es cultivado en densidades adecuadas, con alimentación apropiada y buena calidad del agua, no se presentan problemas sanitarios en el cultivo. Durante el inverno el tambacú es más susceptible a parásitos como Lernea y a infestaciones micóticas.

Tabla 21. Aspectos relevantes del cultivo de tambacú.

Temperatura	Tolera desde 13 a 35º C (temperatura de la superficie del agua). Temperatura adecuada para su fisiología: 27 – 30º C. Crecimiento reducido con temperaturas menores a 22º C.	
Tipo de cultivo	En estanques de tierra o represas (0,05 a 20 ha), jaulas (4 a 360 m^3) o sistemas de alto flujo de agua (raceways). El cultivo debe ser hecho en fases, evitándose sembrar alevines directamente en las densidades finales del cultivo.	
Alimentación	La alimentación en la fase de engorda es normalmente hecha con piensos extruidos: Alevines (1 a 3-5 g): polvo fino; 40% PB. Juveniles (3-5 a 20-30 g): pellet 2 mm; 36 a 40% PB. Engorda (20-30 a 300-400 g): pellet 4 mm; 32 a 36% PB. Engorda (300-400 a 1000 g): pellet 6-8 mm; 28 a 32% PB. Engorda (1 000 g arriba): pellet 8-12 mm; 28% PB.	
Densidades finales	<u>Estanques de tierra:</u> 1. Sin aireación y con poco cambio de agua : 5 a 7 ton/ha. 2. Con aireación y poco cambio de agua: 8 a 12 ton/ha. 3. Con aireación y cambio de 5 a 10% de agua/día: 16 a 20 ton/ha. <u>Jaulas:</u> 4. Volumen de 4 a 18 m^3: 70 a 120 kg/m^3. 5. Volumen por sobre 18 m^3: 40 a 100 kg/m^3.	
Parámetros de calidad de agua conocidos para cultivo	Oxígeno:	Tolera bajas concentraciones, cerca de 1,0 mg/L por pocas horas.
	pH:	El óptimo es entre 6,5 y 9.
	Amonio:	Concentraciones menores a 0,025 mg/L.
	Tolerancia a salinidad:	Pez de agua dulce, tolera salinidades de 6 a 8 ppt en situaciones de transporte, por periodos cercanos a las 24 horas.
Mortalidad estimada	20 a 25% a partir de alevines con 3-4 cm (1-2 g). 15 a 20% en la fase de cría. Aproximadamente 5% en la fase final de engorda.	
Período de ciclo de cultivo	Cerca de un año.	
Talla de cosecha	Variable de acuerdo con la región. En Brasil, la talla de cosecha exigida por el mercado varía entre 1,2 y 2,5 kg.	
Superficie de cultivo	Cerca de 2 700 ha en Brasil, considerando como base una producción promedio de 4 ton/ha.	

4) Establecimientos productivos y de investigación

Tabla 22. Instituciones científicas involucradas con tambacú en Brasil.

Institución	Dirección/Estado	Teléfono	Web
Universidad Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal	Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, Zona Rural, Jaboticabal, SP	(16) 3203.2110	www.caunesp.unesp.br
Universidad Estadual de Londrina	Rodovia Celso Garcia Cid, Pr. 445 Km 380. Campus Universitário Cx. Postal 6001 | CEP 86051-980 | Londrina - PR	(43) 3371.4000	www.uel.br
Univ. Federal de Santa Catarina, Dpto. Aquicultura	Rodovia Admar Gonzaga, 1346 88034-001 - Itacorubi - Florianópolis – SC	(48) 3389.5216	www.aqi.ufsc.br/

Tabla 23. Principales productores de alevines de tambacú en Brasil.

Nombre	Localización y contacto
Projeto Pacu	Campo Grande - MS Tel. (67) 3041 0400 / 9201 7023 simao@projetopacu.com.br
Piscicultura Tropical	Japaratuba - SE Tel. (55 79) 3322 1755 / 3322 1855
Piscicultura Vale dos Lagos	Laranja da Terra - SC Tel. (5527) 3720 0111
Piscicultura São Paulo	Brejinho do Nazaré – TO Tel. (55 63) 3521 1135 / 3521 9000
Piscicultura Aqua Peixe	Conchal - SP tel. (55 19) 3966 1046 / 9704 7991 aquapeixe@aquapeixe.com.br
Piscicultura Goiás Peixe	Araçu - GO tel. (55 62) 3527 1662 / 3274 1275
Piscicultura Buriti	Nova Mutum-MT tel.(55 65) 3366 1052
Estação de Balbina SEPROR	Presidente Figueiredo - AM tel. (55 92) 3237 2045
Biofish Aqüicultura	Porto Velho - RO jpeixe@brturbo.com

5) Estadísticas y Mercado

El mercado de tambacú es el mismo que el de sus especies parentales, su carne es bien aceptada en el mercado, sin embargo presentan en su musculatura dorsal espinas en forma de "Y" que dificultan el consumo y consecuentemente la expansión del mercado.

Tabla 24. Países productores y volumen de producción de tambacú (F1 tambaqui x M1 pacú) en la América Latina entre 2002 y 2007.

	2003	2004	2005	2006	2007
Brasil	7 916	10 335	10 874	10 989	10 854

Fuente: (IBAMA,2009)

Estos peces pueden acumular gran cantidad de grasa visceral en función de su edad, época del año, tipo y forma de alimento, lo que resulta en pérdida de rendimiento durante su procesamiento. En general, el tambacú es comercializado entero y eviscerado, sin embargo son cada vez más populares nuevas formas de presentación, tales como filetes, trozos y trozos con espinas (costillas). La presentación en costillas es muy valorada, por lo que la producción de peces de más de 2,5 kg para este corte, es una práctica cada vez más frecuente.

Lámina 12. Filete de tambacú.
Foto: Costilla de tambacú. Foto: Mar & Terra Ind. y com. de Pescados

Tabla 25. Mercado y estadísticas.

Mercado destino	Vivo: para establecimientos de "Pesque y Pague". Fresco entero: Mercado regional, especialmente en la región norte de Brasil. Congelado entero/trozos/filetes: Mercado brasileño.
Número de granjas	Se estiman en varios miles en Brasil.
Registro precio	El precio de venta en el mercado brasileño en 2009 fue de US$2,00/kg de producto entero sin vísceras. Precio productor en la región norte: US$2,31 a US$ 3,47/kg. Precio productor en las demás regiones de Brasil: US$2,03 a US$ 2,89/kg. Precio supermercados (pez entero): US$ 3,47 a US$ 4,90/kg.
Producción de cultivo en Latinoamérica registrada en 2007 (toneladas)	Brasil: 10 854 Total: 10 854
Producción histórica de cultivo total últimos 5 años en Latinoamérica. (Toda la producción indicada corresponde a Brasil)	2007: 10 854 2006: 10 989 2005: 10 874 2004: 10 335 2003: 7 916

6) Oportunidades y retos para la consolidación de su cultivo

Debilidades y retos	Oportunidades
Mercado: • Es necesario profundizar en la manipulación y presentación, especialmente en lo relacionado con la eliminación de las espinas en forma de "Y". • Se necesita aumentar la cantidad de plantas de proceso especializadas en este híbrido. • Falta generar estrategias para dar a conocer el producto y aumentar su demanda fuera de la región de cultivo.	**Mercado:** • Existe un mercado externo proclive al consumo de especies amazónicas y una gran disponibilidad de áreas no utilizadas y en las cuales puede desarrollarse el cultivo. • En general, el tambacú es comercializado entero y eviscerado, sin embargo son cada vez más populares nuevas formas de presentación, tales como filetes, trozos y trozos con espinas (costillas).

Tecnología: • Es necesario avanzar en la alimentación, de manera que la acumulación de grasa abdominal no afecte negativamente el rendimiento post cosecha. • Existe un bajo nivel de conocimiento científico acerca de los requerimientos nutricionales de la especie, y consecuentemente no existen en el mercado las dietas o piensos formulados específicos, no obstante, los piensos existentes formulados para peces omnívoros ya posibilitan producciones comerciales.	**Tecnología:** • El tambacú es un híbrido robusto, con hábitos alimenticios omnívoros y filtradores, presenta una buena conversión del alimento. • La reproducción se domina adecuadamente. • Es una especie que se adapta bien al cultivo, con buen crecimiento y resistencia a enfermedades. • Existe dominio de las técnicas de producción de alevines y la producción de peces es una actividad económica regular desde miles de piscicultores de pequeña escala hasta grandes productores.

5. *Dormitator latifrons* (Chame)

Omar Vicuña

Lámina 13. *Dormitator latifrons*

Nombre común:	Chame
Clase:	Actinoperygii
Orden:	Perciformes
Familia:	Eleotridae
Género:	Dormitator
Especie:	*Dormitator latifrons*

Lámina 14. Distribución geográfica del chame.

1) Identificación y aspectos generales de la especie

El chame es originario de climas tropicales y subtropicales, con preferencia por aguas cuyas temperaturas se encuentran entre los 21 y 30º C. Tolera aguas salobres y resiste bajas concentraciones de oxígeno de hasta 0,4 ppm. Se le puede encontrar en Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Ecuador y en algunas zonas de Estados Unidos de Norteamérica. En Ecuador se le encuentra en el área comprendida entre el estuario de San Lorenzo, delta del rió Esmeraldas, delta del río Chone, río Portoviejo, delta del río Guayas y el estuario de Santa Rosa (Provincia de El Oro), siendo las ciénagas uno de sus principales hábitats.

Los análisis del contenido estomacal demuestran que la dieta del chame se basa fundamentalmente en tres categorías de alimento; 1) algas microscópicas (diatomeas, clorofilas crisófitas, cianófitas, euglenófitas), rotíferos y copépodos; 2) restos vegetales (principalmente fibras provenientes de las plantas acuáticas más comunes en su hábitat -lechuga de agua (*Pistia stratiotes)*, jacinto de agua *(Eichhornia crasssipes)* y chorro *(Ceratophyllum sp.*)-; 3) materia no determinada, encontrándose organismos que podrían ser restos de larvas de insectos. También se encuentran en cantidades considerables restos de materia orgánica (detritus) y materia inorgánica no identificada.

El chame ha sido indicado como una especie muy importante por su rol ecológico en la transformación del detritus en energía asimilable por niveles tróficos superiores. En el sistema lagunar costero de Guerrero, México, el chame compite con otros peces detritívoros como son *Mugil curema, M. cephalus, Gobionellus microdon, Eleotris pictus y Gobiomorus maculatus.*

2) Aspectos reproductivos

El chame presenta un dimorfismo sexual bastante marcado. En las hembras se observa cerca de la abertura anal una papila genital en forma cuadrangular provista de pequeños filamentos. Durante la época de reproducción, el vientre es amarillento y bastante abultado. En estado de madurez, al presionar el vientre expulsa óvulos por la papila genital.

En los machos, la papila genital es de forma triangular sin filamentos, durante la época de reproducción el vientre es de coloración rojiza y abultado, en la cabeza se observa una prominencia de consistencia suave. En estado de madurez, al presionar el vientre sale esperma por la papila genital.

Lámina 15. Chame macho (izquierda) y chame hembra (derecha).

En ambos géneros del chame, el ciclo reproductivo dura alrededor de doce meses. Este comprende cuatro fases de desarrollo: 1) una fase juvenil; 2) una fase de crecimiento de la gónada hasta alcanzar su madurez; 3) una fase de liberación de gametos; y 4) anafase de reabsorción en la que los gametos que no fueron expulsados son reabsorbidos. Aunque no se conoce el periodo de duración exacto para cada una de las fases, se asume que en peces adultos las fases de crecimiento y reabsorción tienen periodos más largos de duración, que la fase de expulsión de gametos. También se ha observado que en los peces de ambos sexos, existe sincronización de sus fases.

Se puede considerar como época de reproducción del chame desde febrero hasta junio, encontrándose la mayor actividad reproductiva en marzo y abril.

Comportamiento reproductivo

Durante el cortejo, el macho tiene movimientos circulares ascendentes alrededor de la hembra y por momentos se observan movimientos contráctiles del cuerpo. Presenta comportamiento territorial no dejando acercarse a ningún otro macho. Cuando la hembra trata de alejarse, él la atrae al lugar anterior.

Por su parte, la hembra también presenta pequeños movimientos circulares muy cercanos a la pared del estanque, la papila genital rastrea el sustrato más cercano con movimientos vibrátiles y la cabeza se mantiene generalmente dirigida hacia abajo.

En el momento del desove, aproximadamente dos horas después de iniciado el cortejo, la hembra comienza a liberar sobre el sustrato a los óvulos que salen en grupos como listones. Algunos no logran adherirse al sustrato y flotan en la columna de agua. La hembra no deja que el macho se acerque, rechazándolo con golpes de cabeza. Una vez que la hembra se ha retirado, el macho se acerca al lugar de puesta y con movimientos vibrátiles de la papila genital expulsa el semen sobre los huevos. No se ha observado si la hembra expulsa todos los óvulos.

Se estima que los ovarios de una hembra del chame sexualmente madura y en fase de crecimiento poseen un promedio de seis millones de huevos. Es necesario mencionar que existe una relación entre el tamaño del pez y el número de huevos.

3) Producción controlada

El cultivo de esta especie sólo se reporta en Ecuador, formando parte de las especies cuya investigación y fomento son impulsados por el gobierno de este país.

Tabla 26. Tolerancia del chame a variables físico-químicas y aspectos reproductivos.

Salinidad	Salinidad letal para el 50% de los peces es 42 ppm cuando se trasladan directamente desde agua dulce. Al transferir los peces de agua de alta salinidad a agua dulce la mortalidad es de 0% para peces capturados en aguas de 36 ppm a 48 ppm de salinidad.
pH	El adecuado es entre 6,4 y 9,4.
Madurez sexual	A partir de los 15 cm de longitud total (Chang and Navas, 1984).
Desecación	Sobrevivencia hasta por 18 horas para el 50% de los peces que se encuentran en sectores sin cobertura vegetal y por más de 48 horas en áreas con dicha cobertura.

Aparentemente en zonas estuarinas la salinidad es uno de los factores que estimula la madurez gonadal del chame, mientras que las fluctuaciones del nivel del agua en zonas de agua dulce inundables, parecen estimular la oviposición (Chang and Navas, 1984). Las migraciones de los adultos hacia el manglar y la cantidad de larvas (hasta 9 mm) que se encuentran entre manglares y ciénagas favorecen esta hipótesis. En las “chameras”, en las que no hay cambio de salinidad, se encuentran peces con gónadas en proceso de maduración, pero no se han encontrado peces con gónadas en fase de desove ni tampoco larvas. Es posible capturar ejemplares en agua salada para sembrar piscinas de agua dulce (observación del autor).

Captura y transporte de juveniles

La semilla que se colecta del medio natural consiste por lo general en juveniles de 12 a 15 cm de longitud. Estos son capturados en camaroneras o en las orillas de las ciénagas mediante atarraya o trasmallo. Se colocan dentro del agua en “catangas” (cajas de bambú) donde permanecen durante un día, período en el que los peces expulsan las heces del tracto digestivo, lo que les permite resistir mejor el transporte. Pasado este tiempo, se transportan dentro de catangas en seco, es decir, sin necesidad de agua ni oxígeno. Cada

catanga de semilla contiene alrededor de mil peces. La abundancia de semilla y su precio fluctúa de acuerdo a la época del año.

Engorda

El chame puede ser cultivado tanto en agua salada como en agua dulce, la práctica más común es el cultivo en chameras de agua dulce. Las chameras corresponden en general a tierras bajas inundadas por el río durante el invierno donde el agua queda retenida mucho tiempo, a veces hasta fines del verano; en los lugares cercanos al río, se utilizan cintas de bambú que evitan que los chames escapen al río. Otra práctica de cultivo es la construcción de estanques de tierra.

La densidad de siembra es de alrededor de 5 peces por m^2 de superficie. El periodo de cultivo puede durar de 5 a 8 meses alcanzando el tamaño comercial de 25-32 cm, con un peso de alrededor de 600 g.

Por lo general no se provee alimento, aunque algunos cultivadores acostumbran incorporar pasto picado y/o estiércol sobre el agua, además se colocan plantas acuáticas (*Eichhornia sp.*) de cuyas raíces y restos aparentemente se alimenta el chame.

Es frecuente encontrar endoparásitos tremátodos del género Diplostomum en el hígado de los peces. Es conocido que la fase metacercaria de estos parásitos puede alojarse en el ojo del pez provocando opacamiento del cristalino. Muchos peces de esta especie presentan esta infección, llegándose a encontrar ejemplares con ojos totalmente blancos. También es posible encontrar alta persistencia de parásitos nemátodos en el estómago y en el intestino.

Por otra parte el ectoparásito más frecuente es Hirudinea (sanguijuela). Este organismo se encuentra generalmente en los lugares de aguas estancadas y en sitios donde hay mucha vegetación como en chameras, ciénagas y canales de reservorio de camaronera. Es interesante notar que cuando se produce una plaga de sanguijuelas, las lesiones que producen en los peces los hace más sensibles al ataque secundario por bacterias, tales como *Aeromonas sp.* y *Vibrio sp*. En los muestreos, se ha notado que los peces pequeños son menos resistentes al estrés del transporte, produciéndose en menos de 24 horas fuertes ulceraciones en la piel, enrojecimiento de las aletas, especialmente en la caudal y caída de escamas. En muchas ocasiones se produce la muerte. Estos síntomas son similares a los descritos para la necrosis dérmica ulcerativa, sin que se haya identificado aún el agente causal (observaciones del autor).

4) Establecimientos productivos y de investigación

Los datos de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros de Ecuador (SSRP) del año 1997 reportan 718 ha, dedicadas al cultivo del chame en las provincias de Esmeraldas, Manabí, Guayas y Los Ríos, donde se han emitido desde 1997 un total de 24 licencias operativas para el cultivo de esta especie.

Tabla 27. Algunas organizaciones que realizan esfuerzos para el desarrollo de tecnología de cultivo del chame en Latinoamérica.

Institución	Estado	Teléfono	Web
Escuela Superior Politécnica del Litoral.	Guayaquil, Ecuador	(593) 4285.1094	www.espol.edu.ec/
Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) – IPN	Oaxaca, México	(951) 517.0610	www.cidiroax.ipn.mx/

5) Estadísticas y mercado

El Chame posee grandes cualidades que facilitan su aceptación en el mercado, destacando su carne blanca, sin espinas, de buen sabor y textura; poder vivir en agua salada, salobre o dulce; y ser un animal muy resistente a la manipulación. Es capaz de sobrevivir fuera del agua de 3 a 5 días en condiciones húmedas.

El mercado de esta especie es aún localizado en Ecuador, con una incipiente incursión en el mercado internacional (Estados Unidos). Localmente el mercado acepta peces de más de 20 cm, los que son capturados ya sea en su medio ambiente (río manglar) o en los lugares de cultivo (chameras). Después de la captura, se colocan los peces en el agua dentro de las catangas o en un encierro de bambú donde permanecen desaguándose durante un día. Al igual que la semilla, son transportados en las catangas en seco hasta el mercado.

En el mercado los peces son colocados en gavetas de bambú o madera en un sitio fresco. Una parte es colocada en mesas de cemento, expuestas a los posibles compradores que pueden estar seguros de llevar un producto fresco, ya que el pez se mantiene vivo, bajo condiciones favorables.

Otra forma de mercadeo se realiza en el mismo lugar de captura, los campesinos unen a los chames con una cinta que pasa a través de las aberturas branquiales y los ofrecen vivos a los transeúntes.

Destino del producto.

En Ecuador se vende chame vivo en todos los mercados de Manabí, incluyendo Esmeraldas y Guayas. En Manabí, el conocimiento y consumo de chame es masivo. Chone es el principal centro de distribución del chame. En Esmeraldas el chame es aceptado como producto indispensable en la dieta diaria de la población.

En el exterior el mercado del chame se concentra principalmente en restaurantes orientales y comunidades chinas en EE.UU. Además el producto también llega a las comunidades ecuatorianas en Estados Unidos.

México: De acuerdo con la información obtenida de la Coordinación del Centro de Información en Comercio Exterior del estado de Guanajuato, la totalidad de producción nacional de chame o "popoyote" como se le conoce, se destina al consumo interno de los estados costeros de Sonora, Jalisco, Guerrero, Oaxaca, Querétaro y Guanajuato.

Panamá: Al "poroco" (nombre local) se le encuentra en estuarios y canales, no obstante, aún no tiene gran importancia comercial debido a las tallas que no rebasan los 30 cm en ese país, impidiendo cualquier relación comercial con algún mercado. El Banco Central del Ecuador registra exportaciones de chame vivo desde 1995. Tamaño comercial de 25-32 cm.

Tabla 28. Total de exportaciones ecuatorianas de chame por año.

Año	Valor FOB	Kilos netos
1995	89 641	46 392
1996	75 165	37 814
1997	59 380	29 749
1998	66 960	37 615
1999	80 046	38 439
2000	74 280	36 992
2001	119 045	59 055
2002*	49 814	24 907
Total exportado	**614 333**	**310 965**

Fuente: Banco Central del Ecuador.
*Datos hasta Junio 2002

La mayoría de las exportaciones ecuatorianas de chame vivo, tienen como destino Estados Unidos. Sin embargo, se puede notar que se han realizado algunas exportaciones en 1999 y 2000 a Canadá y en el 2001 hacia República Dominicana. El porcentaje de destino es de

99,26% para EE.UU., mientras le siguen los porcentajes menores de 0,43% y 0,31% hacia República Dominicana y Canadá respectivamente. La razón se debe a que el mercado de chame está en crecimiento y se están explorando nuevos mercados potenciales que demanden el producto.

Existe poca información acerca de cultivos de esta especie y de los esfuerzos de exportación que se realizan. En México, Panamá y Ecuador se han realizado estudios sobre aspectos biológicos y ecológicos. Se han realizado ensayos de cultivos en estanques y reproducción inducida en Panamá y Ecuador.

6) Oportunidades y retos para la consolidación de su cultivo

Debilidades y retos	Oportunidades
Mercado: • El precio de venta es bajo, se estima que al obtener un pez de mayor peso, podría incrementarse el precio de mercado. • Actualmente es una especie poco conocida.	**Mercado:** • El mercado de chame está en crecimiento y se están explorando nuevos mercados en los que se podría incursionar. • Posee grandes expectativas de comercialización, ya que su carne es blanda, sin espinas, rica en proteínas y de buen sabor y textura. • Tiene grandes perspectivas de desarrollo con el fin de exportarlo vivo, ya que es un animal muy resistente a la manipulación pudiendo sobrevivir fuera del agua de 3 a 5 días en condiciones húmedas.
Tecnología: • No se conocen experiencias con éxito de reproducción en cautiverio. El cultivo depende de la colecta de larvas silvestres que son sembradas en estanques para su engorda en condiciones extensivas. • Se desconocen los requerimientos nutricionales específicos. • hay muy pocos estudios que aporten conocimiento sobre su comportamiento en cautiverio.	**Tecnología:** • Se ha encontrado que al cultivar machos se puede obtener mejor ganancia de peso en comparación al cultivo mixto (macho y hembra) y al cultivo únicamente de hembras, aunque se necesita corroborar estos datos. • Tiene una alta resistencia fisiológica, puede sobrevivir en ambientes deficientes de oxígeno y resiste variaciones notables de salinidad y temperatura.

6. Genero Leporinus (boga)

João L. Campos - María Teresita Rojas

Filo:	Chordata
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Characiformes
Familia:	Anostomidae
Género:	Leporinus

Área de distribución natural.

Área de Cultivo.

Lámina 16. Distribución geográfica de *Leporinus macrocephalus*.

1) Identificación y aspectos generales del género

Son especies de hábito alimenticio omnívoro, cuya dieta se basa en plantas, semillas, crustáceos, insectos y moluscos. Su alimentación varía conforme al período del año y la disponibilidad de alimento. Se desplaza en cardúmenes y durante la etapa juvenil, al igual que el sábalo, constituye una importante fuente de alimento para peces predadores

de mayor tamaño como el surubí y el dorado. Los peces del género Leporinus poseen importancia para la pesca artesanal y la pesca recreativa. Poseen carne de excelente calidad. *L. macrocephalus* es la especie más importante en el cultivo de este género.

Nombre común (Español)	**Nombre común (Portugués)**
Boga.	Piauçu, piavuçu.
Características generales	*L. macrocephalus* es una especie nativa de la cuenca de los ríos Paraná y Paraguay. A pesar de haber sido descrita hace pocos años, es la principal especie cultivada del género Leporinus. Durante el periodo reproductivo reduce significativamente el consumo de alimento. Alcanza un tamaño máx. de 70 cm y llega a pesar 6 kg.

Lámina 17. Ejemplares juveniles (izquierda) y adultos (derecha) de *L. macrocephalus*. Fotos: João Campos.

Nombre común (Español)	**Nombre común (Portugués)**
Boga, bogón,	Piapara, piaú, piaba uçu, piava.
Características generales	*L. obtusidens* alcanza hasta 80 cm y 10 kg de peso.

Lámina 18. Ejemplar adulto de *L. obtusidens*. Foto: Teresita Rojas.

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. 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 Paraiba y Río Moggi-Guasu.

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.

Nombre común (Español)	**Nombre común (Portugués)**
Boga.	Piau, aracu.
Características generales	Esta especie es nativa de las cuencas de los ríos Paraná, Amazonas y del noreste de Brasil, *L. friderici* tiene amplia distribución en América del Sur. Puede superar 45 cm de largo y puede reproducirse en cuerpos de agua con nivel constante.

Lámina 19. Ejemplares juveniles (arriba) y ejemplar adulto (abajo) de *L. friderici*.
Foto: www.riodocepiscicultura.com.br

2) Aspectos reproductivos

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.

Tabla 29. Aspectos relevantes de la reproducción de especies del género Leporinus.

Alimentación	Omnívoro, consume alimentos de origen animal y vegetal, como frutos y semillas. Consume pequeños moluscos, crustáceos e insectos.
Primera madurez sexual	*L. macrocephalus*: 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.
Estacionalidad reproductiva	Se presenta en los meses de primavera - verano, en época de lluvias, cuando hay aumento de temperatura y del fotoperíodo. En las regiones sur, sudeste y centro-oeste de Brasil entre octubre y marzo. En cautiverio solo se reproducen mediante inducción hormonal. *L. friderici* se reproduce entre noviembre y enero.
Fecundidad relativa	*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).
Temperatura ambiente natural	Tolerancia de 14º a 33º C (superficie del agua). Óptima: 25º – 28º C. Crecimiento reducido bajo 20º C.
Número de desoves / año	En el ambiente natural y en estanques de tierra, normalmente un desove/año en el periodo de lluvias.

3) Producción controlada

Actualmente sólo *L. macrocephalus* es importante para la piscicultura y existe una cantidad reducida de información respecto de las otras especies de este género. Las hembras

alcanzan tamaños superiores a los machos durante el cultivo, es cultivado en régimen de monocultivo o en policultivo con peces como *Colossoma macropomum* (tambaquí) o *Piaractus mesopotamicus* (pacú), en este caso generalmente como especie secundaria. *L. macrocephalus* es bastante resistente a las enfermedades, pero en algunos casos 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 desincentivando su cultivo en jaulas.

Tabla 30. Aspectos relevantes de la reproducción de la *L. friderici.*

Tipo de estimulación hormonal en desove	Extracto de hipófisis de carpa común, macerado, diluido en solución salina al 0,9%, inyectado intramuscular o intraperitonealmente. El protocolo más utilizado es la aplicación de dos dosis, la primera dosis preparatoria contiene 10% y la segunda 90% de la dosis total, con intervalos de 8 a 10 horas.
Ovulación y desove	195-225 horas grado.
Número de machos / hembra	2 machos por hembra.
Fertilización	Tasa de fertilización 48%. Volumen aumenta 6,5 veces una vez hidratados los huevos.

Fuente: experiencia personal de los autores.

Protocolo de desove inducido hormonalmente para *L. obtusidens*, se describe en capítulo 14.

Tabla 31. Aspectos relevantes de la incubación de larvas de Leporinus.

Estanques	De forma cónica de 60 a 200 L, con renovación continua de agua.
Densidad	2 g de huevos/L.
Temperatura	Larvicultura presenta problemas a más de 29º C.
Concentración de oxígeno	Superior a 4 mg/L.
Eclosión de las larvas	Entre 12 horas (29ºC) y 20 horas (25ºC). *L. obtusidens:* 18 a 24 horas post desove (180-210 horas grado). *L. macrocephalus*: (200 horas grado).
Características de 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 del cuarto día aproximadamente se suministra colado de plancton cada 4 horas y luego alimento balanceado de polvo fino.

Tabla 32. Aspectos relevantes de la fase post larva de especies del género Leporinus.

Densidad	Producción de juveniles 120 individuos/m^2. Fase engorda 30 individuos/m^2.
Alimentación	Prefiere rotíferos hasta día 11 aproximadamente. Posteriormente acepta 3 raciones diarias en forma de pellet seco, al comienzo mínimo 35% PB, un 15% de su biomasa a la 1ª semana, reducir paulatinamente hasta 5% en la 4ª semana.

La preparación de los estanques debe seguir el protocolo indicado en la Tabla 13 de *Colossoma macropomum.*

Tabla 33. Aspectos relevantes de la fase de cría de juveniles de especies del género Leporinus.

Etapa 1 (hasta 20 g)	Superficie estanques: 500 a 2 000 m^2. Alimentación: 3-4 raciones diarias, con alimentos pellet polvo con 36-40% PB. Cuando alcanzan 5 g, cambiar a pellet de 2 mm.
Etapa 2 (hasta 200 g)	Superficie estanques: 2 000 a 5 000 m^2. Pellet 2-3 veces por día, diámetro 2-3 mm, con 28-36% PB.

Tabla 34. Aspectos relevantes de la engorda de especies del género Leporinus.

Superficie de estanques	Como máximo se recomienda 5 000 m^2.
Temperatura	Entre 22 y 29°C.
Tipo de cultivo	Normalmente se hace en policultivo con otra especie principal. Monocultivo en estanques de tierra.
Producción	En monocultivo es aproximadamente de 6 a 8 ton/ha, cifra que puede aumentar al incorporar recambio de agua y aireación.
Calidad de agua	Oxígeno: Se recomiendan concentraciones mayores a 3,0 mg/L, aunque resisten menor concentración 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.
Mortalidad	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 engorda	Entre 10 y 12 meses, dependiendo de las condiciones nutricionales y ambientales, alcanzando entre 0,6 y 1,2 kg.
Cosecha	En Brasil el mercado demanda *L. macrocephalus* entre 0,6 y 1,2 kg. Otras especies de Leporinus son aceptables con peso mínimo de hasta 0,2 kg, dependiendo de las exigencias del mercado local.

Las temperaturas menores a 17ºC, propician infecciones por parásitos, hongos y bacterias. Las bacterias patogénicas más comunes en el cultivo de Leporinus son *Aeromonas hydrophila, Epistylis sp., Chinodella sp., Dactylogirus sp.,* y *Flavobacterium columnare*. Entre los parásitos de mayor ocurrencia (asociados a cambios bruscos de temperatura) durante la etapa de engorde y principalmente, durante la larvicultura, se destaca íctio (*Ictiophthirius multifilis*). Las afecciones por tricodina (*Trichodina sp.*) son comunes durante todo el año, haciéndose presentes también en las larvas durante la etapa de incubación. Infestaciones por copépodos parásitos como la *Lernaea ciprinacea* causan prejuicios al sector, principalmente en las regiones sur y sudeste de Brasil. Por último se mencionan otros parásitos que también son frecuentes, los piojos de pez como *Argulus sp.* y *Dolops sp.*

4) Establecimientos productivos y de investigación

Tabla 35. Instituciones de investigación de Leporinus.

Institución	Teléfono	Web
Universidade Estadual Paulista – Campus de Jaboticabal, Brasil	(16) 3203.2110	www.caunesp.unesp.br
Universidade Estadual de Londrina, Brasil	(43) 3371.4000	www.uel.br
Universidade Federal de Santa Catarina – Departamento de Aquicultura, Brasil	(48) 3389.5216	www.aqi.ufsc.br/
Entidad Binacional Yacyretá, Internacional Ayolas. Misiones, Paraguay	(72) 222.141 interno 2073	www.eby.gov.py
Hidroeléctrica ITAIPU, Internacional, Ciudad del Este, Paraguay	(595) 61.599.8989	www.itaipu.gov.py
Facultad de Ciencias Veterinarias UNA, Paraguay. Campus Universitario San Lorenzo.	(21) 580.582	www.una.py

Tabla 36. Algunos productores de alevines de *Leporinus macrocephalus* en Brasil.

Nombre	Localización y contacto
Aqua Viva Piscicultura	Não Me Toque – RS Tel. (55 54) 3504 3529
Piscicultura Panamá	Paulo Lopes – SC Tel. (55 48) 9973 6102
Piscicultura Dal Bosco	Toledo – PR Tel. (55 45) 3252 3245 piscdalbosco@uol.com.br
Projeto Tilápia	Toledo – PR Tel. (55 45) 3252 6502
Laboratório de Aqüicultura Vendrame	Palatina – PR Tel. (55 44) 3649 1016 / 9976 1386 elaqua@vn.com.br
Piscicultura São Geraldo	Sertãozinho – SP Tel. (55 16) 3945 2949 / 9609 1664 saogeraldo@saogeraldosp.com.br
Escama Forte Aqüicultura	Zacarias - SP Tel. (55 18) 3691 3535 andre@escamaforte.com.br
Piscicultura Aqua Peixe	Conchal – SP tel. (55 19) 3966 1046 / 9704 7991 aquapeixe@aquapeixe.com.br

Tabla 37. Algunos productores de alevines de *Leporinus friederici* en Brasil.

Nombre	Localización y contacto
Piscicultura Buriti	Nova Mutum - MT. Tel.(55 65) 3366 1052
Piscicultura São Francisco	Propriá – SE. Tel. (55 79) 3322 1755 / 3322 1855 aquiculturatropical@infonet.com.br
Piscicultura Fronteira	Sacrelândia – MT. Tel. (55 62) 3291 8822 rodolfoaa@hotmail.com
Biofish Aqüicultura	Porto Velho - RO jpeixe@brturbo.com
Piscicultura Peixe Brasil	Louveira– SP Tel.(55 19) 3878 3725 / 9761 9956

5) Estadísticas y mercado

Debido a la buena calidad de su carne, los peces del género Leporinus son altamente demandados en las regiones en las cuales son endémicos, a pesar de poseer espinas en el filete.

Tabla 38. Mercado y estadísticas del género Leporinus.

Mercado destino	Vivo: para “Pesque y Pague”. Fresco entero: Mercados de la zona. Congelado entero: Brasil, Argentina y Paraguay. Las espinas en la carne dificultan el comercio internacional de esta especie y también en regiones donde no es conocida.
Número de granjas	No existe catastro específico.
Registro precio	Fresco: US$ 2,6 a 3,4/kg. Vivo: US$ 4,00/kg. Supermercados (pez entero): US$ 3,50 a 4,50/kg Paraguay, proveniente de pesca artesanal entre 3 y 4 US$/kg.
Producción en Latinoamérica 2007 (toneladas)	Brasil (cultivo) 3 464 Brasil (pesca) 11 327 Total: 14 791
Cultivo en Latinoamérica	2007: 14 791 toneladas

6) Oportunidades y retos para la consolidación de su cultivo

Debilidades y retos	Oportunidades
Mercado: • Es necesario aumentar la difusión fuera del área de distribución natural. • Existen pocos establecimientos para su procesamiento y comercialización.	**Mercado:** • Posee mercado establecido en Brasil, Paraguay y Argentina. • Los peces del género Leporinus poseen importancia para la pesca artesanal y la pesca recreativa. • Poseen carne de excelente calidad. • Los juveniles de *L. friderici* son utilizados como peces ornamentales.
Tecnología: • El conocimiento de sus agentes patógenos ha sido poco desarrollado, así como su tratamiento, no obstante *L. macrocephalus* es bastante resistente a las enfermedades, aunque en algunos casos, endoparásitos pueden perjudicar el cultivo. • No se han estudiado los requerimientos nutricionales específicos para este género, lo que afecta su productividad. • Poseen dientes frontales altamente desarrollados que usan para roer, siendo capaces de dañar cualquier estructura, incluyendo el plástico protector de telas metálicas, reduciendo su vida útil y desincentivando su cultivo en jaulas.	**Tecnología:** • La especie *L. obtusidens* ha logrado una reproducción inducida, larvicultura y cultivo de juveniles. • Aún existe una gran disponibilidad de áreas para aumentar su cultivo recomendando tener policultivo. • Es una especie robusta, de rápido crecimiento, dieta omnívora, resistente al manejo y de fácil producción de alevines, principalmente *L. macrocephalus*. • La especie resiste a bajas concentraciones de oxígeno.

7. *Odonthestes bonariensis* (Pejerrey)

María Teresita Rojas

Lámina 20. *Odontesthes bonariensis*

Nombre común:	Pejerrey argentino, flecha de plata, matungo, peixe rey, cigarrillo, cornal, cornalito
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Atherinoidei
Familia:	Atherinopsidae
Subfamilia:	Atherinidae
Género:	Odontesthes
Especie:	*O. bonariensis*

1) Identificación y aspectos generales de la especie

El pejerrey pertenece a la familia Atherinidae, la cuál integra a más de 20 especies que se distribuyen tanto en ambientes marinos como en agua dulce. Es originario de Argentina, Uruguay y sur del Brasil, en las cuencas del Río de la Plata, río Paraná, hasta la ciudad de Corrientes (Argentina), el río Uruguay inferior y la cuenca del río Salado. habita también las lagunas de la provincia de Buenos Aires como la laguna de Chascomus y varias lagunas Pampeanas.

Es un pez muy apreciado en Argentina, por lo que su área de distribución ha sido extendida por las reiteradas siembras de huevos y alevines. Se diseminó también al altiplano Boliviano, la Sierra Peruana, la zona central de Chile y se ha encontrado en el embalse de Yacyreta (Paraguay).

Su cuerpo es alargado, fusiforme, medio comprimido con marcada curva ventral y con una faja plateada longitudinal lateral siempre presente. Posee escamas cicloideas, medianas o pequeñas, cabeza cónica y alargada, boca terminal protráctil y pequeña. Presenta línea lateral doble y muy irregular.

Presentan color plateado con irisaciones levemente azuladas. Cuatro branquias con un surco detrás de la cuarta y pseudobranquias presentes. Posee dos aletas dorsales bien separadas, la anterior con 3 a 8 espinas delgadas y flexibles y la posterior membranosa. Aletas ventrales pequeñas, aleta anal con una espina débil y aleta caudal en horqueta.

Se han registrado ejemplares de más de 50 cm de longitud y un peso de 5 kg.

Lámina 21. Distribución geográfica de *O. bonariensis.*

2) Aspectos reproductivos

Es un pez de aguas templadas y tiene preferencia por los medios lénticos, en las desembocaduras de ríos donde existe gran proliferación de plancton. El intervalo de temperatura adecuado para su fisiología es de 17 a 20 °C. En épocas más calurosas disminuyen su actividad y van a la profundidad de los cuerpos de agua.

El período de reproducción es de agosto a noviembre; sin embargo, algunos autores reportan la existencia de un segundo desove en marzo y abril teniendo dos periodos de actividad sexual, uno muy intenso en primavera y otro menos notorio en otoño para los ejemplares que generalmente habitan en Argentina, Uruguay y Chile. Durante la reproducción primaveral participa la totalidad de las hembras, sin embargo solo la mitad de ellas maduran nuevamente en otoño. En cambio para los ejemplares que habitan en el Brasil, se registra un solo desove en la época de otoño-invierno (Calvo y Dadote, 1972).

El periodo de reproducción es de agosto a noviembre. La edad de primera madurez sexual se reporta al primer año, no obstante, puede ser anterior al año, ya que más que con la edad, se relaciona con la talla, siendo entre 10 cm (machos) y 20 cm (hembras) la mínima a considerar. En el primer desove se liberan alrededor de 2 000 huevos, número que va aumentado con la edad hasta llegar a un máximo de 45 000.

En la época de reproducción, las hembras y machos se concentran en zonas fangosas rocosas llamadas localmente “tosca”, desprovistas de vegetación. Los machos nadan con las hembras para estimularlas, estas realizan la oviposición y los machos liberan el semen fertilizando los huevos en forma sincrónica.

En ambientes propicios, el pejerrey puede alcanzar 20 cm de longitud en un año. Es muy tolerante a incrementos paulatinos de la salinidad, pudiendo tolerar salinidades típicamente marinas (Rosso y Quirós, 2010).

Esta especie presenta competencia intraespecífica y canibalismo, comportamiento observado en ejemplares adultos sobre juveniles a partir del cuarto año. En ambientes naturales, esta especie está sujeta a depredación siendo el dientudo (*Oligosarcus jenynsii*) uno de los predadores más comunes. También predan sobre sus juveniles, aves como el benteveo (*Pitangus sulphuratus*) y el martín pescador (*Megaceryle torquata*).

3) Producción controlada

El cultivo del Pejerrey hasta ahora presenta la modalidad de piscicultura de repoblación para pesca recreativa en Brasil, Uruguay, Argentina, Bolivia, Perú y Chile. Una de las variantes más significativas es la producción de "cornalitos" (peces juveniles) en estanques abonados orgánicamente en los cuales se obtienen rendimientos de hasta 600 kg/ ha en 4 meses.

El pejerrey puede ser cultivado en estanques de tierra o de concreto, como se realiza en varias pisciculturas en Argentina. En primer lugar se realiza la captura de reproductores mediante el empleo de redes fijas verticales. Una vez clasificados según género, se realiza el desove artificial ya que generalmente los peces mueren rápido por estrés post captura. Los reproductores presentan baja sobrevivencia a la manipulación asociada con el desove artificial.

Respecto a la reproducción inducida del pejerrey, se reportan experiencias en Argentina, en la Estación Hidrobiológica de Chascomús (EHCh). En esta estación, la principal del país, se tienen en cautiverio varios stocks de reproductores de pejerrey para repoblamiento, de los cuales se obtiene, desde fines de agosto hasta marzo del año siguiente, varios millones de huevos embrionados. Una parte de estos es entregada a algunas estaciones de piscicultura municipales o de clubes de pesca donde tienen una sala de incubación de los huevos, que para esta especie es de aproximadamente 10 a 12 días con una temperatura del agua de 18º C. Las huevos embrionados, alevines o juveniles son entregados a otras provincias (San Juan, Córdoba, La Rioja, Mendoza, Jujuy, Entre Ríos, Santa Fe, Misiones, San Luis y La Pampa) desde la EHCh y transportadas en bolsas de naylon con agua y oxígeno, ubicadas en heladeras de telgopor para controlar la temperatura del agua (Berasain, 2010).

Los huevos del pejerrey son adherentes y pequeños, forman grupos compactos, que son separados luego de la hidratación de los mismos. Una hembra pequeña de 26 cm puede desovar aproximadamente 3 000 huevos. Ejemplares de más de 50 cm presentan fecundidades superiores a 14 000 huevos. Los huevos deben ser depositados en incubadoras cónicas de más de 25 L. La temperatura de incubación ideal es de 16 a 18 º C.

La eclosión de las larvas ocurre después de 10 a 11 días a una temperatura de 17° C. Los huevos son de color amarillento o verde claro, miden 1 mm de diámetro y se evacuan pegados en racimos ya que presentan una corona de filamentos pegajosos.

Las larvas al eclosionar poseen una pequeña reserva de vitelo, la cual se consume completamente al 5º día a una temperatura de 20º C. Inmediatamente estos alevines deben

ser alimentados, de lo contrario se producen mortalidades masivas, pudiéndose perder todo el lote en pocas horas. Al consumir su vitelo, los alevines cuentan con 6 a 7 mm, ojos pigmentados y su boca ya es funcional.

Luego de la eclosión, según experimentos en EHCh, las larvas se trasladan a un estanque de fibra de vidrio con un volumen de 2 000 L para iniciar la primera etapa del proceso de cría en laboratorio cerrado. Durante los primeros 14 días las larvas se disponen en los estanques, con provisión de agua de pozo (salinidad 2 g/L). Los primeros 7 días se eleva la salinidad a 4 y 5 g/L mediante la adición de NaCl. Diariamente se efectúan tareas de limpieza del fondo mediante sifón y se disminuye el volumen de agua contenido en el estanque al 30%. A partir del día 14 se mantiene el nivel constante y con flujo continuo de agua a tasa de recambio del 50% del volumen por día (Berasain *et al.*, 2006).

Como primera alimentación se emplean nauplios de *Artemia* (2–3 nauplios/ml) incrementando gradualmente a 15 nauplios/ml. También se emplean rotíferos por aproximadamente 15 días. Posteriormente pueden ser alimentados con alimento balanceado en polvo fino (menos de 1mm). El balanceado utilizado generalmente es el correspondiente para cría de truchas debido a que no se dispone comercialmente de alimento específico para pejerrey.

Los alevines pueden ser luego trasladados a estanques de cemento o tierra previamente abonados con estiércol de bovinos 8 días antes de la siembra (200 g/m^2 de fondo de estanque) o veinticinco días antes de la siembra, fertilizar con 10 kg de sulfato de amonio, 1 kg de urea y 750 g de superfosfato de calcio. Durante el período de cría se airea permanentemente el agua con soplador. La temperatura ideal para el engorde es de 23º C y el crecimiento observado de juveniles de dos meses hasta seis meses es de 1,6% diario (Berasain *et al*., 2006). La mortalidad está relacionada inversamente con la densidad.

El pejerrey es una especie susceptible a los parásitos nemátodos y céstodos. También presentan infecciones por ectoparásitos como Lerneae (Hephert y Pruginin, 1981). En la Argentina central ha sido frecuentemente señalada la infestación de pejerreyes por *Myxosoma cerebralis*, la cual puede llegar a afectar hasta el 100% de los individuos examinados.

Entre las aves predadoras se destacan el benteveo *(Pitangus sulphuratus)*, el martín pescador grande (*Megaceryle torquata)*, el martín pescador chico *(Chloroceryle sp)*, los cormoranes o biguaces (*Phalacrocorax olivaceus)* y las garzas (Nycticorax). Para disminuir la predación en el cultivo de alevinos y juveniles, se recomienda proteger con redes los estanques nurseries, principalmente para prevenirse del benteveo. Respecto al martín pescador, para disuadirlo se colocan líneas longitudinales de alambre liso sobre la superficie

del estanque (situados unos 50 a 70 cm de distancia entre sí). Para el caso de estanques mayores y represas se debe apelar a balones inflables ahuyentadores (Reartes, 1995).

4) Establecimientos productivos

Tabla 39. Selección de organizaciones que realizan esfuerzos para el desarrollo de tecnología de cultivo del pejerrey en América del Sur.

Institución	Estado	Teléfono	Web
Estación Hidrobiológica Chascomús (EHCh).	Chascomús, Argentina.	(02.241) 422.433	www.maa.gba.gov.ar/pesca/acui_chasco_historia.php
Instituto de Investigaciones Biotecnológicas - Instituto Tecnológico Chascomús (IIB-INTECH).	Chascomús, Argentina. San Martín, Argentina.	(54.22) 4143.0323 (54.11) 4580.7255	www.iib.unsam.edu.ar/
Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA).	Montevideo, Uruguay.	(59.82) 400.4689	www.dinara.gub.uy/

En Argentina también existen varios productores particulares que realizan piscicultura extensiva del pejerrey en lagunas pampeanas, a través de repoblación intermitente.

5) Estadísticas y mercado

Entre los países que producen pejerrey se encuentran Brasil, Argentina, Chile, Perú, Uruguay y Bolivia. La FAO reporta estadísticas de la especie “Pejerrey de Argentina”, teniendo el último registro en 2004 de 1 tonelada en Uruguay y en 2001 de 3 toneladas en Perú. (FAO, 2009).

La producción de alevines para redoblamiento de lagunas en Argentina realizada por EHCh al 2009, es de aproximadamente de 6,3 millones (tabla 40). También se reporta la siembra de alevines en cuerpos de agua de Italia, Francia, Israel, Colombia y Japón entre otros.

Tabla 40. Estadísticas de producción de pejerrey en la Estación Hidrobiológica de Chascomús.

Año	Nº alevinos (Miles)	Nº ovas (Miles)	N° juveniles (Miles)	TOTAL (Miles)
1996	528	1 657		2 185
1997	1 865	796		2 661
1998	2 193	2 650		4 843
1999	2 942	80		3 022
2000	3 280	2 200		5 480
2001	1 600	360		1 960
2002	2 400	500	16	2 916
2003	2 740	250	15	3 005
2004	2 940	22	26	2 988
2005	3 717	1 526	36	5 280
2006	11 798	6 468	29	18 295
2007	16 153	4 596	22	20 771
2008	7 223	13 085	5	20 313
2009	6 318	16 412	0.09	22 730

Fuente: Berasain, 2010.

Tabla 41. Precios del pejerrey en algunos sitios de América del Sur.

Lugar/País	Presentación	Precio (USD/Kg)*
Lima, Perú	Entero	2,08
Tacuarembó, Uruguay	Filete	3,23
Soria, Argentina	Eviscerado	4,29
Buenos Aires, Argentina	Filete, Fresco	4,91

* Precios promedio. Fuentes: pescaderías de los sitios señalados.

La presentación de venta es como cornalito, entero, eviscerado o en filetes con un peso de 250 a 400 g.

Estos productos se destinan eminentemente a los mercados internos. Sin embargo, recientemente países asiáticos han mostrado interés en la reproducción y su importación.

6) Áreas de oportunidad y retos para la consolidación de su cultivo

Debilidades y retos	Oportunidades
Producción: • Recibe la mayor presión pesquera en países como Argentina. • Es una de las especies más sensibles a los cambios ambientales. • No se ha podido transferir el ciclo reproductivo completo a gran escala debido a que los costos de producción controlada lo hacen inviable. • Ha disminuido la captura en varios países.	**Producción:** • El cultivo del pejerrey en su mayor parte es realizado con fines de repoblación, aunque en los últimos años ha habido progresos en el estudio de su producción. • Pez de alta tasa reproductiva, rápido crecimiento y amplio espectro alimenticio.
Mercado: • Se necesita expandir el mercado, no se comercializa a nivel industrial.	**Mercado:** • Pez de importancia deportiva y comercial. • Se ha tenido un aumento en el precio debido las virtudes de su carne.
Tecnología: • Todavía no existe una tecnología de cría intensiva puesta a punto como la de Japón. • Problemas de suministro y elaboración de dietas especificas para esta especie. • Falta de sincronización en el momento de la eclosión, ya que pueden transcurrir de 3 a 4 días entre la eclosión de la primera larva y de la última de un mismo lote de huevos.	**Tecnología:** • Se han intensificado los estudios de producción de juveniles y técnicas para disminuir la mortandad por manipulación post captura. • Debido al interés deportivo y comercial, se están generando diversos planes de estudio, trabajos y proyectos con convenios internacionales, teniendo como fin proveer y asegurar la presencia del pejerrey.

8. *Pyaractus brachypomus* (Cachama blanca)

Omar Vicuña

Lámina 22. *Pyaractus brachypomus.*

Nombre común:	Cachama blanca o paco
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Characiformes
Familia:	Characidae
Género:	Pyaractus
Especie:	*Pyaractus Brachypomus*

Lámina 23. Distribución geográfica de la cachama blanca.

1) Identificación y aspectos generales de la especie

La cachama blanca es nativa de la cuenca del Amazonas y del Orinoco, aunque también se ha reportado como especie introducida en Asia. habita en ciénagas y ríos, preferentemente en tributarios laterales, dependiendo de la disponibilidad de alimento. Es un pez omnívoro, consume normalmente frutas, insectos, zooplancton y hierbas. Se le ha reportado en zonas de Bolivia, Perú, Brasil, Venezuela, Colombia y Ecuador. Geográficamente se ubican en latitudes que van desde 23ºN a 11ºS.

En su medio natural puede alcanzar 88 cm de longitud y 20 kg de peso.

2) Aspectos reproductivos

Debido a que los cuerpos de agua que habita experimentan crecidas durante las épocas lluviosas, busca áreas someras para alimentarse y reproducirse lejos de grandes predadores.

La cachama blanca se caracteriza por desovar masivamente una vez al año a inicio de la época de lluvia, antes de producirse los niveles máximos de agua (noviembre y diciembre). La especie alcanza su madurez sexual entre los 2 y 3 años de edad.

Prefiere aguas ligeramente ácidas, con pH entre 4,5 y 6,8. En condiciones naturales crecen a temperaturas de 23 a 28ºC.

Forma grandes cardúmenes para migrar estimulados por dos factores; el primero es el descenso del nivel de agua en época de estiaje cuando se concentra el alimento, y el segundo es la elevación en la precipitación pluvial y el nivel de las aguas, que estimulan la reproducción.

3) Producción controlada

La tradición de su consumo en la región y su adaptabilidad al cautiverio lo convierten en un excelente pez para el cultivo, ya sea en mono o policultivo. Para cultivar con éxito estos peces, se requieren reproductores sanos y sexualmente maduros de ambos sexos. Estos pueden provenir del medio natural, debiendo esperar a que alcancen la madurez sexual para ser capturados. Alternativamente podrán ser adquiridos desde centros que ya dispongan de estos reproductores. La cachama blanca requiere de inducción hormonal para reproducirse en cautiverio.

Es posible inducir al macho a expulsar semen al practicarle masaje en la parte abdominal. La hembra produce aproximadamente 130 000 huevos/kg y son semi flotantes. La temperatura óptima para la reproducción y cultivo es entre 26 y 28,5 °C. El periodo de incubación de huevos es entre 15 y 18 horas, dependiendo de la temperatura.

La selección de los peces para inducción a la reproducción deberá ser realizada en el estanque. Dentro de dichas características, las más importantes y fáciles de observar son las siguientes: en los machos maduros, al hacer leve presión en el abdomen dejan fluir su líquido espermático, el cual debe ser de aspecto blanco cremoso y de considerable viscosidad; las hembras presentan vientre abultado y flácido y papila genital dilatada y enrojecida. En la selección de hembras lo ideal es que los reproductores permanezcan sin recibir alimento por lo menos un día antes, para que el vientre abultado no sea confundido con depósitos de alimento.

Seleccionados los reproductores, se sugiere seguir las recomendaciones descritas en el capitulo 14, sobre inducción a la ovulación.

Las enfermedades reportadas para cachama blanca son causadas básicamente por infestaciones de nematodos del género Klossinemella y protozoarios oportunistas.

La mortalidad de larvas de cachama blanca ocasionadas por la presencia de copépodos ciclopoides predadores (*Thermocyclops decipiens y Mesocyclops sp.*) en la composición del zooplancton ofrecido como alimento es común, por lo que es necesario tomar medidas preventivas. Los copépodos ciclopoides son considerados no filtradores, con modificaciones en el aparato bucal para facilitar la predación, lo que les permite atacar presas de mayor tamaño.

Tabla 42. Condiciones físico-químicas del agua para la incubación de cachama blanca.

Variable	Valor
Temperatura	25 – 28,5 °C.
STD	Menor a 30 ppm.
Oxígeno disuelto	4 – 6 ppm.
pH	6,5 – 8,5.
Amonio (no ionizado)	0,01 – 0,1 ppm.
Alcalinidad	≥ 20 ppm.
Dióxido de carbono	10 - 20 ppm.
Conductividad	10 – 20 um.

Tabla 43. Aspectos de relevancia para la engorda de cachama blanca.

Estanques	Hasta 500 m^2, con profundidad de 1,5 m y pendiente que facilite vaciado.			
Densidad de siembra	1 individuo /m^2.			
Duración de la fase de engorda	180-240 días para alcanzar aproximadamente 500 g, en condiciones de temperatura y alimentación adecuadas.			
Alimentación	Etapa	Días de cultivo	Tasa de alimentación diaria	Proteína bruta en el alimento
	Alevinaje	20 días	10%	32% - 28% PB
	Preengorde	20-8O	7%	28% - 24% PB
	Engorde	8O-160 160-240	5% 2%	24% - 18% PB 18% PB
Sobrevivencia	95% esperada.			

4) Establecimientos productivos y de investigación

El Centro de Investigaciones y Servicios Agropecuarios Sucumbíos – Cisas y otras empresas privadas de la provincia de Sucumbíos, Ecuador han desarrollado una serie de experiencias de cultivo controlado de esta especie.

Por otro lado, el proyecto piscícola de la escuela politécnica el litoral, en Puyo y el gobierno provincial de Morona Santiago, en Ecuador, también realizan intentos para la obtención de alevines de *P. brachypomus,* a fin de suministrar semilla segura a los pequeños productores de dichas localidades.

Tabla 44. Selección de organizaciones que realizan esfuerzos para el desarrollo de tecnología de cultivo de cachama blanca en América del Sur.

Institución	Estado	Teléfono	Web
Estación de Piscicultura. U. Centroccidental "Lisandro Alvarado"	Barquisimeto, Venezuela	(251) 259.2307	www.ucla.edu.ve/
Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos	Puerto López, Colombia	(578) 669.8700	http://iall.unillanos.edu.co/
Laboratorio de Ictiología de la Universidad Nacional de Colombia	Colombia	(571) 316.5000 Ext. 153.29	www.unal.edu.co
Centro de Investigaciones y servicios Agropecuarios Sucumbíos (CISAS)	Ecuador	(062) 999.000 Ext. 526	cisas@sucumbios.gov.ec

5) Estadísticas y mercado

Respecto del precio de venta, los productores obtienen USD 1,60/kg en el mercado de Lago Agrio (Ecuador). Una libra (454 g) se comercializa en un dólar.

Debido a las características socioculturales de los habitantes de la Amazonía, los peces se comercializan vivos en los mercados; para ello, los comerciantes disponen de tinas en las cuales mantienen los peces vivos para la venta. Los peces mantenidos con hielo, ya sea eviscerados o no, son difíciles de comercializar ya que los consumidores no aceptan la presentación.

Tabla 45. Precios de cachama blanca en algunos sitios de América del Sur.

Lugar/País	Presentación	Precio (USD/kg)*
Lago Agrio, Ecuador	Entero	1,66
Asociación de Acuicultores del Chocó, Colombia	Entero Mayoreo	4,15 3,12
Granja Plaza las Florez, Colombia	Entero	1,97

Fuentes: pescaderías de los sitios señalados.

Según el censo del Centro de Investigaciones y Servicios Agropecuarios (CISAS) del Gobierno Provincial de Sucumbíos (Ecuador), el consumo de cachama blanca supera las 50 toneladas mensuales desde hace cinco años. Se ha calculado que en Nueva Loja, la capital de la provincia, se venden 600 kilos diarios; a esto se suman aproximadamente 300 kilos diarios que se van a Colombia mediante redes de comercialización informal.

Las estadísticas de la FAO hasta el 2009, indican que el país que lidera la producción es Colombia, registrando en el 2008 una cantidad de 2 200 toneladas que representan el 96% de la producción total. Perú y Bolivia reportan 71 y 30 toneladas respectivamente. La máxima cantidad de producción registrada y la máxima en la historia de América del Sur data del año 2000 en Colombia con cerca de 15 000 toneladas (FAO, 2009).

6) Oportunidades y retos para la consolidación de su cultivo

Debilidades y retos	Oportunidades
Mercado: • La comercialización del producto es limitada a las áreas de distribución natural.	**Mercado:** • Alta demanda en mercados locales de Ecuador y Colombia, lo que ha incentivado su cultivo. • Posee atractivo aspecto corporal (color plateado con aletas rojizas), que se ajusta a los gustos y preferencias de los consumidores en áreas urbanas. • Presenta dimensión pequeña en la cabeza, resultando fácil de escamar.
Tecnología: • No existen plantas de procesamiento que puedan otorgar valor agregado. • Es necesario identificar los requerimientos nutricionales específicos y desarrollar dietas para cada una de las etapas de su cultivo. • La tecnificación del cultivo es limitada, ya que se desconocen parámetros fisiológicos, prioritariamente en la determinación de los requerimientos de oxígeno. • Baja disponibilidad de semilla.	**Tecnología:** • Es una especie resistente a la manipulación, con adaptabilidad al cautiverio, ya sea en mono o policultivo. • Se adapta bien a la alimentación suplementaria aceptando peletizados. • Puede ser producida en altitudes de hasta 1400 msnm. • Es una especie rústica, de rápido crecimiento y con excelente capacidad de conversión alimenticia.

9. *Pyaractus mesopotamicus* (Pacú)

João L. Campos

Lámina 24. *Pyaractus mesopotamicus.* Foto: João L. Campos

Nombre común:	Español – Pacú, paco, caraña Portugués – Pacu, pacu-caranha, caranha
Filo:	Chordata
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Characiformes
Familia:	Characidae
Subfamilia:	Myleinae
Género:	Pyaractus
Especie:	*Pyaractus mesopotamicus*

1) Identificación y aspectos generales del género

El pacú es una especie nativa de la cuenca del Río de la Plata y Paraná, presente en Argentina, Paraguay, Brasil y Bolivia, encontrándose abundantemente en las planicies inundadas del Pantanal. Es un pez omnívoro, que se alimenta de frutos, hojas, semillas, insectos, moluscos y peces. En su hábitat natural su alimentación varía de acuerdo a la

disponibilidad estacional. Posee dientes especializados en quebrar y triturar alimentos duros como pequeños cocos y semillas.

En su medio natural puede alcanzar un peso de hasta 20 kg y longitud de 40 cm.

Es una especie que se adapta bien al cultivo, con buen crecimiento y resistencia a enfermedades, tolerando las temperaturas del inverno en la cuenca del Río Paraná. Es una de las principales especies nativas cultivadas en Brasil y en América del Sur, con cultivos desde el norte de Argentina hasta la región Amazónica. Existe dominio de las técnicas de reproducción y producción de alevines. La producción de peces para el mercado es una actividad económica regular de miles de piscicultores.

Lámina 25. Distribución geográfica del pacú.

2) Aspectos reproductivos

El pacú sigue el mismo protocolo de reproducción que la mayoría de las especies migratorias de peces en Sudamérica.

Tabla 46. Características reproductivas del pacú.

Primera madurez sexual	32 a 37 cm, ocurre aproximadamente a los tres años.
Estacionalidad reproductiva	En los meses de verano, con la ocurrencia de lluvias. En las regiones sur, sudeste y centro-oeste de Brasil se reproduce entre noviembre y marzo.
Fecundidad (N° huevos / kg)	70 000 a 130 000 huevos/kg.
Número de desoves / año	Normalmente un desove/año en el periodo de lluvias.
Temperatura	Ideal para reproducción entre 25 y 31° C. La Incubación es afectada negativamente con temperaturas mayores a 31º C.

3) Producción controlada

Es importante determinar los parámetros del cultivo del pacú en cada una de las fases que lo componen. Los valores de inducción hormonal, valores relacionados con alevinaje y pre-engorde, parámetros para la etapa de precría, datos de alimentación de precría, alimentación, densidad de siembra y tamaño de cosecha y valores referenciales para engorde, se presentan en las tablas de la 47 a la 52 respectivamente.

Tabla 47. Reproducción inducida del pacú.

Intervalo térmico para la reproducción	26 a 29ºC.
Nivel adecuado de oxígeno disuelto	Más de 4 mg/L.
Estimulación hormonal para desove	Varias hormonas pueden ser usadas para estimular el desove: Extracto hipofisario de peces (carpas y otras especies), LHRha, HCG, etc. El más común es el uso de extracto hipofisario de carpas aplicado en la siguientes dosis con un intervalo de 12 horas (vease tabla 4 del género Brycon).
Número de machos/hembra	Normalmente de 1 a 2 machos por hembra.
Eclosión	240-270 horas grado; 8-10 horas después de 2ª dosis a 27ºC.
Estanques	Cónicos de 60 a 200 L.
Densidad	1 000 a 2 000 huevos /L.
Fertilización	Elaborar la solución fertilizante con suero fisiológico a 0,9% o una solución de sal-urea (40 g de sal común y 30 g 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%.

Tabla 48. Aspectos relevantes de la etapa de alevinaje y pre-engorde de pacú.

Traslado	Se debe realizar entre 2 y 3 días post eclosión, cuando las larvas presentan nado horizontal. Traslado de preferencia en las mañanas para evitar golpe de pH y golpe térmico. El pH debe ser inferior a 8,5. Idealmente trasvasije de forma gravitacional.
Densidad	200-300 larvas / m^2.
Tiempo de alevinaje	25-30 días, cuando alcanzan de 3 a 5 cm.
Alimentación (kg/día) *	

Días después de la siembra	500 m^2	1 000 m^2	1 500 m^2	2 000 m^2	3 000 m^2	5 000 m^2	10 000 m^2
7	3	5	7	10	15	25	50
9	3	5	7	10	15	25	50
12	3	6	9	12	18	30	60
16	4	7	10	14	21	35	70
19	4	8	12	16	24	40	80
23	5	9	13	18	27	45	90
26	5	10	15	20	30	50	100

*Adaptado de Kubitza, 2003a

La preparación de los viveros en los que se desarrolla la etapa de alevinaje, preengorde y engorde, debe seguir el protocolo de desinfección detallado en la tabla 13 del capítulo de cultivo de *Colossoma macropomum*.

La etapa de producción de juveniles (conocida como recría o precría), tiene por objetivo producir peces entre 20 y 200 g aproximadamente, lo que permite una mayor sobrevivencia, acortar el período de engorde y optimizar el uso de los viveros. La tabla 49 sugiere valores para la precría de pacú, produciendo juveniles de 100 g a partir de alevines de 0,5 -1g, en dos etapas. Para asegurar la uniformidad en el tamaño, los alevines deben ser clasificados durante la etapa de precría utilizando clasificadores de barras o con telas de plástico, descartando los peces de lento crecimiento.

Tabla 49. Parámetros de producción para la precría de pacú (adaptado de Kubitza, 2003b).

Parámetro	Etapa 1	Etapa 2
Estanques (m^2)	500 - 2 000	2 000 - 5 000
Peso inicial (g)	0,5 -1,0	30
Peso final (g)	30	100
Densidad (peces/m^2)	12 - 15	5 - 6
Sobrevivencia (%)	75 - 85	90 - 95
Duración (días)	40 - 60	50 - 60
Cont. de proteína (%)	36 - 40	32
Raciones por día	3 - 4	2 - 3
Conversión del alimento	0,8 - 1,0	1,0 - 1,2
Alimento	Triturado/extruido 2 mm	Extruido 3 a 4 mm

Tabla 50. Cantidad de alimento a suministrar según estado de desarrollo de los peces (adaptado de Kubitza, 2003b).

Semana	Tipo de alimento	Cantidad (g alimento/1 000 peces)
1	Triturado	100 a 200
2	Triturado	200 a 300
3	Triturado grueso o pellet de 2 mm	300 a 500
4	Triturado grueso o pellet de 2 mm	500 a 600
5	Triturado grueso o pellet de 2 mm	600 a 800
6	Triturado grueso o pellet de 2 mm	800 a 900
7	Triturado grueso o pellet de 2 mm	900 a 1 000
Etapa 2	Pellet de 2 a 3 mm, 28 a 36% PB	8kg/1 000m^2

Para la etapa de engorde se utilizan generalmente viveros con dimensión máxima de 5 000 m^2. Los viveros deben ser preparados de acuerdo con los mismos procedimientos recomendados para la etapa de precría.

Los juveniles de aproximadamente 200 g, deben ser capturados con una red adecuada, sin nudos y con abertura de malla entre 5 a 7 mm. Para la transferencia de los juveniles desde el vivero de precría al de engorde, se debe utilizar baldes plásticos (para mantener a los peces dentro del agua) cuando son distancias cortas, por el contrario para distancias largas o cantidades numerosas de peces, se debe utilizar estanques apropiados con aporte de oxígeno. La transferencia debe ser realizada gentilmente para evitar traumas y un consecuente aumento de la susceptibilidad hacia enfermedades y parásitos.

Existen alimentos balanceados comerciales específicos para pacú en Brasil y en Bolivia (Santa Cruz); sin embargo, esta especie se adapta y crece bien con formulados no

específicos, de tal forma que se emplean comúnmente en su cultivo, formulados para tilapia.

Tabla 51. Valores sugeridos para alimentación, densidad de siembra y tamaño de cosecha de pacú en viveros con baja renovación de agua y sin aireación (adaptado de Kubitza, 2003b).

Fase	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Días	Alimento Proteína/Pellet (% / mm)	FCR	Sobre-vivencia Esperada	Siembra (peces/ ha)
1	1	30	60	32-36 / 2	1,0	80%	190 000
2	30	100	60	32 / 4	1,3	90%	58 000
3	100	600	120	32 – 28 / 4 a 6	1,5	95%	11 400
4	600	1 400	120	32 – 28 / 6 a 8	2,2	97%	4 800

Tabla 52. Valores sugeridos de parámetros de importancia para la engorda de pacú.

Tipos de cultivo	Estanques de tierra o represas (0,05 a 50 ha), con profundidad mínima de 1 m, no siendo recomendables profundidades superiores a 2,5 m. Jaulas (4 a 360 m^3) o sistemas de flujo continuo de agua (raceways).
Rendimiento	Estanques de tierra: Sin aireación y poco cambio de agua: 4 000 a 6 000 kg/ha. Con aireación y poco cambio de agua: 6 000 a 12 000 kg/ha. Con aireación y cambio de 5 a 10% de agua/día: 15 000 a 18 000 kg/ha. Jaulas: 4 a 18 m^3: 70 a 120 kg/m^3. Sobre 18 m^3: 40 a 100 kg/m^3.
Calidad de agua	Temperatura adecuada: 25-28ºC. Oxígeno: tolera bajas concentraciones (1-3 mg/L). Presión crítica de saturación de oxígeno: 20-25%. Presión de saturación de oxígeno: 32-40%. pH: entre 6,5 y 9. Amoniaco: concentraciones < 0,025 mg/L. Tolerancia a la salinidad: pez de agua dulce, tolera salinidades de 6 a 8 ppt en situaciones de transporte, por periodos menores a 24 horas.
Mortalidad estimada	Cerca de 5% en la fase final de engorde.
Período de ciclo de cultivo	Aproximadamente 12 meses en condiciones óptimas.

Respecto de las enfermedades que afectan al pacú, se ha observado que a 17-18 °C, aumenta la incidencia de parásitos, hongos y bacterias, pudiendo presentarse altas mortalidades. Entre los parásitos de mayor ocurrencia en estos peces se encuentran el

ictio (*Ictiophthirius multifilis*), tricodina (Trichodina) y oodiniosis (*Piscinoodinium pillulare*), que pueden ser observados en raspados de branquias y piel. Íctio y oodiniosis se observan con frecuencia cuando la temperatura se encuentra entre 18 y 24 °C. Las infestaciones por tricodina (*Trichodina sp.*) son comunes durante todo el año, aumentando en verano. Infestaciones por tricodina también son frecuentes en larvas, durante la etapa de incubación. Estos parásitos causan severas lesiones en branquias causando desequilibrios en la osmorregulación, dificultades respiratorias y la muerte por asfixia.

Tremátodos como *Anacanthorus penilabiatus* infesta cultivos de pacú, cachama y tambacú a partir de la primavera. El aumento de la densidad de siembra (de 0,7 a 1,6 kg/m^2) favorece la infestación. Los peces redondos también pueden ser infestados por mixosporídeos como *Myxobolus colossomatis* y *Henneguya piaractus*, siendo el pacú más susceptible que la cachama y el tambacú. Infestaciones severas aumentan la producción de mucus y alteraciones en las branquias, causando dificultad respiratoria. Peces infestados por acantocéfalos como *Neoechinorhynchus buttnerae* y *Echinorhynchus jucundus* pueden sufrir obstrucción del intestino, ulceraciones y necrosis en el epitelio intestinal, perjudicando la absorción de nutrientes, pudiendo causar el cese de la alimentación y la muerte.

Para el tratamiento de estas infestaciones se recomienda: a) evitar la reducción de los niveles de oxígeno en los viveros; b) aplicar sal en dosis entre 100 a 500 g/m^3 para aliviar el posible stress osmoregulatorio; y c) usar alimento con niveles elevados de vitamina C para auxiliar la reparación de los tejidos.

Infestaciones por copépodos parásitos como *Lernaea ciprinacea* causan grandes daños al sector, principalmente en las regiones sur y sudeste de Brasil. En la región amazónica la mayor incidencia es del copépodo *Perulernaea gamitanae*, infestando fosas nasales, branquias y cavidad bucal de peces redondos. Piojos de pez como *Argulus sp.* y *Dolops sp.* son frecuentes y deben ser combatidos. Hongos como *Saprolegnia parasítica* actúan como agentes secundarios en peces con lesiones externas causados por bacterias y parásitos. En general, enfermedades fúngicas ocurren a temperaturas entre 18 a 26°C, cuando la resistencia inmunológica de los peces se encuentra reducida.

Los géneros de bacterias que infectan a este género en condiciones de cultivo en la Amazonia son, *Aeromonas sp*, *Pseudomonas sp*, *Streptococcus sp*, Aerococcus y Nocardía, además de la especie *Flavobacterium columnare*. Estas bacterias normalmente se encuentran en el agua de los estanques y viveros y, algunas de ellas conviven en el tracto intestinal o en los tejidos del propio hospedero. El control de bacterias requiere del uso de antibióticos en el alimento. Este tipo de tratamiento es poco eficaz cuando la infección es detectada

tardíamente, porque los peces enfermos no se alimentan y, por lo tanto, no ingieren la medicación. El tipo de antibiótico, dosis a ser utilizada, forma de tratamiento y período de carencia deben ser indicados por un profesional calificado.

4) Establecimientos productivos y de investigación

Tabla 53. Selección de organizaciones que realizan esfuerzos para el desarrollo de tecnología de cultivo del pacú en América del Sur.

Institución	Estado	Teléfono	Web
Universidade Estadual Paulista. Campus de Jaboticabal.	Jaboticabal, Brasil.	(16) 3209.2600	www.caunesp.unesp.br
Universidade Estadual de Londrina.	Londrina, Brasil.	(43) 3371.4000	www.uel.br
Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Acuicultura.	Florianópolis, Brasil.	(48) 3721.5472	www.aqi.ufsc.br/
Centro de Pesquisa e Treinamento em Aquicultura- CEPTA.	Pirassununga, Brasil.	(95) 651.299	www.ibama.gov.br/ projetos_centros/ centros/cepta/cepta1. htm
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. INPA.	Manaus, Brasil.	(92) 3643.3377	www.inpa.gov.br/
Entidad Nacional Yacireta.	Ayolas, Paraguay. Misiones, Argentina.	(95) 7222.2141 (437) 5244.0250	www.eby.gov.py/ www.eby.org.ar/

En el 2005 había 66 laboratorios de larvicultura en Brasil que realizaban la reproducción de pacú. La producción total de alevinos de pacú en este país para el 2005, fue alrededor de 41,6 millones de individuos.

Tabla 54. Algunos productores de alevines de pacú en Brasil.

Nombre	Localización y contacto
Projeto Pacu Aquicultura	Rua 26 de Agosto, 1957. Salas 1, 2 e 3 - Bairro Amambaí. Campo Grande – MS, Cep 79005-030, (67)3041 0400.
Piscicultura Brumado	Mogi Mirim – SP. Tel. (19)3901-1358. www.brumadoalevinos.com.br/
Piscicultura Vale 2 Lagos	Laranja da Terra – ES. Tel. (5527) 3720 0111.
GA Produção de Alevinos	Promissão – SP. Tel. (55 11) 3045 2576 titocapo@geneseas.com.br

Piscicultura Aqua Peixe	Conchal – SP. Tel. (55 19) 3966 1046 aquapeixe@aquapeixe.com.br
Projeto Surubim	Santa do Tocantins – TO. Tel. (55 63) 3312 2259 / 3351 2259
Piscicultura Goiás Peixe	Araçu - GO Tel. (55 62) 3527 1662 / 3274 1275
Piscicultura Ilha	Diamantina- MT. Tel. (55 65) 3336-1210
Biofish Aqüicultura	Porto Velho - RO jpeixe@brturbo.com

5) Estadísticas y mercado

La carne de *P. mesopotamicus* es muy apetecida, sin embargo presentan en su musculatura dorsal espinas en forma de "Y" que inhiben el consumo en diversos mercados. El pacú puede acumular gran cantidad de grasa visceral en función de su edad, de la época del año, del tipo y forma de alimento, lo cual resulta en pérdidas de rendimiento durante el procesamiento de los peces.

En general, *P. mesopotamicus* se comercializa entero y eviscerado, sin embargo nuevas formas de presentación con valor agregado como filetes, trozos y costillas se han convertido en presentaciones muy populares. Las costillas se comercializan con alto precio, por lo que la producción de peces mayores a 2,5 kg para este corte es una práctica cada vez más frecuente. En Brasil la talla de cosecha exigida por el mercado varía entre 1,2 y 2,5 kg.

Tabla 55. Mercado y estadísticas del pacú

Mercado destino	Vivo: para "Pesque y Pague". Fresco entero: Mercado regional, especialmente en la región norte de Brasil. Congelado entero/trozos/filetes: Mercado brasileño. Las espinas en la carne dificultan el comercio internacional de esta especie y también en regiones donde no es conocida. Muestras indican muy buena aceptación de costillas en el mercado externo.					
Número de granjas	Brasil: Se estima que son varios miles, sin embargo no existe un número registrado. El cultivo también es común en Bolivia, Paraguay y Argentina.					
Registro precio	Precio productor en Brasil: US$2,03 a US$ 2,89/kg. Precio supermercados (pez entero): US$ 3,47 a US$ 4,90/kg.					
Producción en Argentina y Brasil		2004	2005	2006	2007	2008
	Argentina	325	500	500	656	725
	Brasil	8 946	9 044	10 625	12 397	12 400
	TOTAL	9 271	9 544	11 125	13 053	13 125

6) Oportunidades y retos para la consolidación de su cultivo

Debilidades y retos	Oportunidades
Mercado: • Se considera necesario profundizar en la manipulación y presentación, especialmente en lo relacionado con la eliminación de las espinas. • Es necesario aumentar la cantidad de plantas de proceso especializadas en esta especie y generar estrategias para dar a conocer el producto y aumentar su demanda fuera de la región amazónica.	**Mercado:** • Existe un mercado externo proclive al consumo de especies amazónicas y una gran disponibilidad de áreas no utilizadas, en las cuales puede desarrollarse el cultivo. • La carne tiene buen sabor. • Son demandadas nuevas formas de presentación con valor agregado, como filetes, trozos y costillas. • Las costillas se comercializan a alto valor, por lo que la producción de peces mayores a 2,5 kg para este corte, es una práctica cada vez más frecuente. • La crecienten demanda de pacú en el noroeste Argentino permite visualizar una expansión del consumo en esa y otras zonas del país.
Tecnología: • Es necesario avanzar en la investigación nutricional, de manera que la acumulación de grasa abdominal no afecte negativamente el rendimiento post cosecha. • Existe un bajo nivel de conocimiento científico acerca de los requerimientos nutricionales de la especie, y consecuentemente sólo existen en el mercado dietas adecuada para la fase de engorde, careciendo de alimentos para otras etapas del cultivo.	**Tecnología:** • Presenta una buena conversión del alimento y un rápido crecimiento. • La reproducción se domina adecuadamente y se considera fácil la producción de alevines. • Es una especie que se adapta bien al cultivo y es resistencia a enfermedades. • Tolera las temperaturas del inverno en la cuenca del Río Paraná.

10. Género Prochilodus (sábalo)

João L. Campos

Nombre común:	Brasil – Curimbatá, curimba Español – Sábalo, bocachico, coporo
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Characiformes
Familia:	Prochilondontidae
Género:	Prochilodus
Especies:	*P. lineatus, P. nigricans y P. argenteus*

1) Identificación y aspectos generales de la especie

Los peces del género Prochilodus están entre los grupos que tienen mayor distribución y abundancia en los ríos Latinoamericanos, en los países de Colombia, Perú, Venezuela, Bolivia, Argentina, Uruguay, Paraguay y Brasil, contabilizando un total de 13 especies. Las especies de Prochilodus poseen un papel muy importante en la cadena alimenticia, siendo la principal presa de peces carnívoros. Existen otras especies relacionadas de los géneros Semaprochilodus y Curimatus que también ocupan nichos ecológicos semejantes. Las larvas y juveniles de Prochilodus se alimentan de zooplancton, mientras que los adultos poseen un hábito alimenticio bentófago y detritívoro, tienen 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.

Los peces del género Prochilodus son producidos en acuicultura únicamente en régimen de policultivo, debido a que no se han diseñado alimentos apropiados para sus dietas. Existe dominio de las técnicas de reproducción y producción de alevines, así como la producción de peces para el mercado que es una actividad económica regular, sin embargo poco representativa.

Principales especies

Prochilodus lineatus

Se distribuye por toda la cuenca del Río de la Plata (ríos Paraguay, Paraná superior, medio e inferior, Paraíba do Sul, Bermejo y Uruguay), todos los cuerpos de agua adyacentes, el

Río Salado, la Laguna de Chascomús y la cuenca del Río Pilcomayo. El límite norte de su distribución se demarca por Brasil y el límite sur con la Provincia de Buenos Aires.

Esta especie es de importancia económica para la pesca comercial, sin embargo las capturas han disminuido, a causa de la presión al stock existente.

En la naturaleza puede lograr un peso total de 7,2 kg y un largo de 72 cm.

Presenta un cuerpo comprimido, con cabeza gruesa, de perfil ligeramente cóncavo en el occipucio. La boca se proyecta con labios protráctiles y presenta numerosos dientes falciformes. El vientre es curvo y con forma redonda posee escamas ásperas en el borde expuesto; cuenta con aletas pectorales, ventrales y anales, teniendo la aleta caudal horquillada. Con respecto al color, se observa 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 motas oscuras en la aleta dorsal.

Lámina 26. *Prochilodus lineatus*.
Foto:Cláudio Timm.

Lámina 27. Alevín de *P. lineatus*.
Foto: João Campos.

Prochilodus nigricans

Se le encuentra en toda la cuenca amazónica. ha sido reportado como nativo en Argentina, Bolivia, Colombia, Perú, Ecuador y Brasil. En la naturaleza logra un tamaño de hasta 37 cm de largo.

Se encuentra en lagos, 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. Prefiere aguas de pH 6,7 a 7 y 26°C, encontrándose en aguas superficiales y sub-superficiales.

Lámina 28. *Prochilodus nigricans*.

Prochilodus argenteus

Nativo de la cuenca del río San Francisco, Brasil. Fue introducido en diversos otros ríos de Brasil. Es la mayor especie del género.

En la naturaleza alcanza hasta 15 kg de peso y 44 cm de largo.

2) Aspectos reproductivos

Los adultos generalmente habitan en aguas abiertas de los ríos y suelen encontrarse en ambientes lénticos conectados a los ríos. Fuera del periodo reproductivo frecuenta las aguas tranquilas o remansos de los ríos con fondo blando y lodoso. Cuando llega la época reproductiva, el sábalo se desplaza aguas arriba para desovar y recorren en algunos casos cientos de kilómetros hasta las áreas de desove en aguas abiertas. Los huevos, larvas y alevines derivan aguas abajo cuando aumentan los niveles de los cuerpos de agua, produciéndose un activo intercambio de peces entre los cuerpos de agua lóticos y lénticos. En la tabla 56 se enlistan ciertas características de su etapa reproductiva.

Los sábalos se reproducen una sola vez al año como la mayoría de las especies migratorias de esta zona. Su época reproductiva se extiende desde septiembre hasta febrero e inclusive marzo en algunos casos.

Su comportamiento reproductivo ha sido registrado bajo condiciones de agua turbia, con temperatura de 29,5 °C, profundidad escasa (1 a 2 m), poca corriente y fondo lodoso.

El cortejo para la fecundación inicia con los sábalos quietos o moviéndose lentamente sin una dirección en particular, cuando en un determinado momento el pez aparece en la superficie, golpea el costado de otro también emergente y ambos comienzan a nadar juntos aceleradamente con un tercio de su cuerpo fuera del agua, por momentos de costado, recorren así uno o dos metros y luego se separan y sumergen. Frecuentemente dos peces atacan a un tercero que emerge del agua, y el trío comienza su agitada trayectoria. Este comportamiento se extiende desde la mañana hasta aproximadamente 16 horas, cuando los cardúmenes parecen seguir una señal y forman tríos.

Habitualmente dos hembras atacan a un macho atraídas por los inmensos ronquidos emitidos por éstos. Luego, las hembras depositan sus huevos que son fertilizados inmediatamente por el macho. Los huevos fertilizados son abandonados y siguen su desarrollo sin que los padres brinden cuidados parenterales.

Cada gramo de huevos de sábalo contiene 1 100 a 1 150 óvulos; los huevos maduran en forma sincrónica y el desove se produce en un corto periodo de tiempo. La fecundidad es alta, las larvas eclosionan en 16 a 24 horas según la temperatura del agua; una hembra puede llegar a desovar un número de huevos equivalente al 10% de su peso corporal.

Las larvas de sábalo recién eclosionadas son relativamente grandes y fuertes en comparación con las demás especies. Primero nadan en forma vertical en la columna de agua y luego van cambiando hacia un desplazamiento horizontal.

Tabla 56. Descripción de características reproductivas del sábalo.

Primera maduración sexual	*P. lineatus:* 24 a 28 cm largo total (50% de los animales). El macho: un año. La hembra: dos años aproximadamente. *P. nigricans*: El macho: 2 años. La hembra: 2.5 años.
Estacionalidad reproductiva	En los meses de verano, con la ocurrencia de lluvias. En las regiones sur, sudeste y centro-oeste de Brasil *P. lineatus* se reproduce entre noviembre y marzo. En otros lugares se ha reportado desde septiembre hasta febrero e inclusive marzo.
Fecundidad relativa	*P. lineatus:* $F = l,29 \times 10^{-4} Lt^{3,44}$ $F = 11\,918 + 79,65\ Pt$ La fecundidad absoluta puede ser superior a 1 millón de huevos por hembra.
Número de desoves / año	En el ambiente natural y en estanques de tierra, normalmente un desove/año en el periodo de lluvias.
Intervalo térmico reproductivo	23-29° C. La larvicultura es afectada negativamente a temperaturas superiores a 29º C.
Relación macho/ hembra	1 macho por hembra.
Tipo de estimulación hormonal en desove	Varias hormonas pueden ser usadas para estimular el desove: Extracto hipofisario de peces (carpas y otras especies), LHRha, HCG, etc. En Brasil, el más común es el uso de extracto hipofisario de carpas aplicado en la siguientes dosis con un intervalo de 12 horas: 1. Hembras 1ª: 0,5 mg/kg; 2ª: 5 mg/kg hasta 7 kg + 0,5 mg/kg arriba de 7 kg. 2. Machos 0,5 a 2,5 mg/kg aplicados junto con la segunda dosis de las hembras.

Los primeros días (3 a 5) las larvas se alimentan de su saco vitelino. Posteriormente en su etapa juvenil y adulta tiene un régimen iliófago detritívoro, consumen fango y todos los microorganismos que en él se encuentran como diatomeas, flagelados, ciliados y bacterias, detritus orgánico de origen planctónico, restos de flora y fauna terrestre que caen al agua y detritus inorgánico, partículas de arcilla y otros minerales.

Cabe destacar que el aparato digestivo del sábalo tiene algunas adaptaciones como cavidad bucal diseñada para succionar, dentadura rudimentaria, aparato filtrador branquial eficiente para separar los elementos sólidos del agua y un estómago pequeño. Se alimenta en aguas poco profundas (a veces menores a 30 cm) debido al elevado valor alimenticio de los detritos en aguas de este tipo.

El sábalo constituye la principal fuente alimenticia de las grandes especies ictiófagas como el Salminus y el Pseudoplatystoma, lo que le otorga un gran valor como recurso para la sostenibilidad de la pesca comercial y deportiva.

3) Producción controlada

P. lineatus y otras especies del género son normalmente cultivadas en régimen de policultivo, pues el monocultivo de estas especies ha demostrado ser inviable desde el punto de vista económico dada la baja aceptación de piensos peletizados/extraídos.

Debido a que corresponde a una especie migratoria, se requiere de inducción hormonal para lograr su maduración en cautiverio, la que se describe en el capítulo 14 de este libro.

La incubación debe ser realizada en tanques cónicos de 60 a 200 litros y la eclosión ocurre a las 400 - 600 horas-grado. 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. Concentraciones de oxígeno entre 2 a 3,5 mg/L pueden reducir la tasa de fecundación y de sobrevivencia de las larvas.

La densidad de larvas durante la larvicultura debe alcanzar 0,5 a 0,75 larvas/L, lo que resulta en una tasa de sobrevivencia de 95 y 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% de PB en la dieta. Desde el día 14 las larvas empiezan a alimentarse de perifiton, que requiere una mayor atención en el suministro de alimentos naturales a través de una buena preparación y fertilización del estanque.

La larvicultura y la preengorda pueden ser desarrolladas en estanques externos, los cuales deben ser preparados siguiendo las mismas indicaciones señaladas en la tabla Nº 13 del capítulo 3 (*Colossoma macropomum*).

Es importante que al momento de sembrar los viveros para el cultivo de larvas y de preengorda se evite el shock térmico y de pH (no debe superar 8,5). Idealmente el productor deberá sembrar los viveros por la mañana, cuando la temperatura y pH generalmente están dentro de los límites adecuados para las post larvas recién transferidas. La transferencia debe ser realizada de preferencia por gravedad, adicionando agua del vivero dentro del recipiente de transporte de las post larvas para minimizar la diferencia en la temperatura, pH y oxígeno que pueda existir entre el agua de origen y la de destino.

Por tratarse de una especie secundaria, detritívora, y que se alimenta de detritos generados por la especie principal y de aquellas que habitan el fondo del vivero, su utilización recomendada es para cultivos en sistemas extensivos o semi intensivos. Debido a sus hábitos alimenticios detritívoros, presenta excelente crecimiento cuando es sembrado entre el 5 y el 30% junto a peces redondos como *P. mesopotamicus* y *C. macropomum* o carnívoros como *P. reticulatum* y *P. lineatus*. Normalmente es utilizada una proporción de alrededor del 15%. Se recomienda que la siembra de peces sea realizada treinta días antes de la introducción de peces de la especie principal, con la finalidad de evitar predación. En un año de cultivo es posible obtener peces de 1 a 2 kg en estas condiciones.

La preparación y fertilización de los viveros es una etapa importante durante la engorda. La importancia de la adición de fertilizantes será cada vez menor, debido a la fertilización causada por el alimento no consumido y excreciones de los peces del cultivo principal. Durante el período de engorda, el productor debe realizar muestreos mensuales para calcular la cantidad de fertilizante a ser introducido en el sistema. La fertilización debe ser interrumpida cuando la biomasa de peces excede tres toneladas, lo que ocurre aproximadamente a partir del tercer o cuarto mes de engorda.

La cosecha de los peces puede ser realizada 12 meses después de la siembre en engorda, cuando alcanzan aproximadamente 1 a 1,5 kg. El ciclo de producción 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.

Tabla 57. Información cuantitativa de variables de cultivo del sábalo.

Intervalo térmico	Tolerancia: 14 a 33º C (superficie del agua). Óptimo: 25 a 28º C. Crecimiento reducido con temperaturas bajo 20º C.
Alimentación	En policultivo *P. lineatus* se alimenta de restos de alimento (pienso) y detritos de otros peces. En monocultivo debe ser realizada con pienso en polvo o pellets que se hundan y con PB de 28%
Parámetros de calidad de agua conocidos para cultivo	Oxígeno: Tiene buena resistencia a bajas concentraciones, el crecimiento ideal se da a concentraciones mayores a 3 mg/L. pH: entre 5 y 9, siendo pH ideal entre 6,0 y 7,0. Nitrito: Concentraciones subletales de 0,3 a 0,5 pueden causar reducción de crecimiento y resistencia a enfermedades. Tolerancia salinidad: Pez de agua dulce, tolera salinidades de 6 a 8 ppt en situaciones de transporte, por periodos de hasta 24 horas.
Mortalidad estimada	Cerca de 20 a 25% a partir de alevines con 3-4 cm (1-2 g). Cerca de 15 a 20% en la fase de precría y cerca de 5% durante engorda.
Talla de cosecha	Variable de acuerdo a la región. En Brasil varía entre 0,5 y 1,2 kg. Peces mayores normalmente tienen mayor valor. Dependiendo de la región pueden comercializarse con 0,2 kg.

P. lineatus es cultivado en estanques de tierra en conjunto con otras especies. La densidad de siembra más común es de alrededor de 1 000 a 1 500 peces/ha. Es importante observar que aún en caso de policultivo con peces omnívoros, los alevines de *P. lineatus* deben ser sembrados con un tamaño ligeramente superior a los de la especie principal. En estas condiciones, *P. lineatus* alcanza tamaño de mercado, entre 1-3 kg, al mismo tiempo que la especie principal.

En jaulas también es posible cultivar *P. lineatus*, los cuales resultan de mucha utilidad por su hábito alimenticio, ya que contribuyen a mantener la limpieza de redes y telas de las jaulas. *P. lineatus* puede ser sembrado en densidades cercanas al 10% de la especie principal (1 *P. lineatus*: 10 de la especie principal).

Entre los parásitos de mayor ocurrencia en *P. lineatus* destacan *Rhinonastes pseucapsaloideum* y *Protorhinoxenus prochilodi*, y los trematodos *Lecithobotroides mediacanoinensis* y *Unicoelium prochilodorum*. Infestaciones por copépodos parásitos como *Lernaea* ciprinacea causan importantes pérdidas, principalmente en las regiones sur y sudeste de Brasil.

4) Establecimientos productivos y de investigación

Tabla 58. Instituciones relacionadas con Prochilodus en Brasil.

Institución	Dirección/Estado	Teléfono	Web
Universidad Estadual Paulista – Campus de Jaboticabal	Jaboticabal - SP	(16) 3203.2110	www.caunesp.unesp.br
Universidad Estadual de Londrina	Londrina - PR	(43) 3371-4000	www.uel.br
Universidad Federal de Santa Catarina, Departamento de Aquicultura	Florianópolis - SC	(48) 3389-5216	www.aqi.ufsc.br/

Tabla 59. Algunos productores de alevines de Prochilodus.

Nombre	Localización y contacto
Projeto Pacu Aquicultura	Rua 26 de Agosto, 1957 Salas 1, 2 e 3 - Bairro Amambaí Campo Grande – MS, Brasil Cep 79005-030 (67)3041 0400
Piscicultura Brumado	Mogi Mirim – SP, Brasil (19)3901-1358 www.brumadoalevinos.com.br/
Piscicultura Santa Clara	Propriá – SE tel. (55 79) 3322 2258 / 9983 0242 aquiboni@hotmail.com
Entidad Binacional Yaciretá	Paraguay

5) Estadísticas y mercado

A pesar de ser la principal especie en volumen de captura por la pesca comercial en la cuenca del Rio Paraná, *P. lineatus* tiene un valor comercial relativamente bajo, debido probablemente a la gran presencia de espinas en la carne y el bajo rendimiento de filete. Tradicionalmente son consumidos por gente de escasos recursos. Sin embargo, los precios tienden a subir por la reducción de los desembarques.

El Prochilodus que se extrae de los principales ríos es exportado a otros países desde Paraguay y Argentina. Se ha registrado en el año 2004, que Argentina ha exportado a Colombia, Bolivia, Rusia, Sudáfrica, Nigeria y Brasil, 35 000 toneladas de sábalo eviscerado, sumado a las 12 000 toneladas para el consumo interno y otras tantas toneladas vendidas en el mercado negro. Se estima una extracción anual cercana a las 60 000 toneladas.

En Brasil se capturaron aproximadamente 28 301 toneladas, país que también importa una cantidad significativa desde Argentina. En la región norte de Brasil, una especie relacionada, *Semaprochilodus insignis*, tiene un excelente mercado local, con capturas cercanas a las 17 000 toneladas anuales.

Las estadísticas de la FAO hasta el 2009, registran producción de 3 especies y 6 países reproductores en América Latina. La mayor producción la registra Brasil con la especie "Sábalo cola roja" reportando para el 2008, 2 900 toneladas que representan el 100% de la producción total para este año, sin embargo históricamente aparece como productor también Perú registrando 41 toneladas en el 2007. La segunda especie se registra con el nombre "Sábalo Sudamericano" reportando Brasil 2 700 toneladas siendo el 98% de la producción total en 2008, aportando Paraguay y Perú el otro 2%. En años anteriores aparecen otros dos países productores, Colombia y Venezuela. La tercera especie registrada es "Bocachico", sin embargo el único productor Ecuador, no registra cifras desde 1994. (FAO, 2009).

Tabla 60. Información de mercado del sábalo.

Mercado destino	Vivo: para "Pesque y Pague". Fresco entero: Mercado regional. Congelado entero: Mercado nacional. Las espinas en la carne dificultan el comercio internacional de esta especie y también en regiones donde no es conocida.
Número de granjas	No existen estadísticas.
Registro precio	El precio al productor de *P. lineatus* es aproximadamente US$ 2-2,6/kg y el valor a pescadores alcanza (pez vivo) US$ 4/kg. Precio supermercados (entero): US$ 3 a US$ 4,50/kg. El precio actual del sábalo de río es de 1 dólar el kg.

6) Oportunidades y retos para la consolidación de su cultivo

Debilidades y retos	Oportunidades
Mercado: • Tiene un valor comercial relativamente bajo, debido probablemente a la gran presencia de espinas en la carne y el bajo rendimiento de filete.	**Mercado:** • La alta demanda que presenta este pez, lo constituye en una especie altamente favorable para el desarrollo de la acuicultura. • Esta especie es de gran importancia económica para la pesca comercial.
Producción: • Las capturas han disminuido, a causa de la presión al stock existente.	**Producción** • El sábalo constituye la principal fuente alimenticia de las grandes especies ictiófagas como el Salminus y el Pseudoplatystoma, lo que le otorga un gran valor como recurso para la sostenibilidad de la pesca comercial y deportiva.
Tecnología: • Es necesario avanzar en los aspectos básicos de cultivo de esta especie, como requerimientos nutricionales, desarrollo de dietas, estudio de enfermedades, optimización de su reproducción y cultivo, entre otras cosas. • Únicamente se producen en policultivo, debido a que no se han diseñado alimentos apropiados para sus dietas y la baja aceptación de piensos peletizados.	**Tecnología:** • Existe dominio de las técnicas de reproducción y producción de alevines, así como la producción de peces para el mercado que es una actividad económica regular, sin embargo poco representativa. • Debido a su hábito alimentario detritívoro, el costo de producción de esta especie es bajo, ya que no depende de alimentación con pellet, siendo por lo tanto, una alternativa económicamente atractiva.

Actualmente, esta especie se encuentra en la Lista 2 de CITES.

11. Género Pseudoplatystoma (*Surubi*)

João L. Campos

Filo:	Chordata
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Siluriformes
Familia:	Pimelodidae
Género:	Pseudoplatystoma

Principales especies

El género Pseudoplatystoma fue recientemente revisado por Buitrago-Suárez & Burr (2007), quienes identificaron ocho especies. Entre ellas está, *P. fasciatum*, especie restringida a pequeñas cuencas en el norte del continente sudamericano, anteriormente correspondía al nombre científico de los peces conocidos como cachara (Brasil) o surubí, presentes tanto en la cuenca del río Paraná como en la cuenca Amazónica, especie actualmente re-clasificada como *P. reticulatum* y *P. punctifer*.

P. corruscans

Lámina 29. *Pseudoplatystoma corruscans*.

Nombre común (Español)	Nombre común (Portugués)
Surubi, surubi moteado.	Pseudoplatystoma, surubim.

Es la mayor especie del género, presente en las cuencas de los ríos Paraná y San Francisco siendo registrados peces con peso superior a 100 kg. Es una especie migratoria. Los desplazamientos de las poblaciones de Pseudoplatystoma del Paraná, de los tramos alto, medio e inferior, están en el orden de los 900 a 1 000 km. Cuando adulto se encuentra en los grandes cauces, aguas torrentosas, ambientes lóticos y a profundidad máxima, habitando las lagunas marginales durante la etapa juvenil. De noche suele introducirse en riachos secundarios. Se trata de un depredador nocturno que se alimenta de otros peces como bogas y sábalos.

P. reticulatum

Lámina 30. *Pseudoplatystoma reticulatum*.

Nombre común (Español)	Nombre común (Portugués)
Surubi, bagre rayado, doncella tigre zúngaro	Surubim, cachara

Presente en las cuencas del Río Paraná y Río Amazonas, esta especie alcanza tamaños máximos entre 15 y 20 kg. Tiene preferencia por ambientes lóticos, aunque también puede ser encontrada en los ríos, especialmente durante la época de migración.

P. tigrinum y P. punctifer

Lámina 31. *Pseudoplatystoma tigrinum* (arriba) y *Pseudoplatystoma punctifer* (abajo).
Foto: Buitrago-Suárez & Burr (2007).

Nombre común (Español)	Nombre común (Portugués)
Bagre rayado, doncella tigre zúngaro	Caparari surubim, pirambucu

Presente en la cuenca del río Amazonas, son dos especies bastante parecidas y de amplia distribución en esta cuenca, encontrándose en Brasil, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela.

P. metaense

Lámina 32. *Pseudoplatystoma metaense*. Foto: Buitrago-Suárez & Burr (2007).

Especie presente en la cuenca del Río Orinoco al igual que *P. orinocoense*.

P. orinocoense

Lámina 33. *Pseudoplatystoma orinocoense*. Foto: Buitrago-Suárez & Burr (2007).

P. magdaleniatum

Lámina 34. *Pseudoplatystoma magdaleniatum*. Foto: Buitrago-Suárez & Burr (2007).

Especie presente en la cuenca del Río Cauca (Colombia).

P. fasciatum

Lámina 35. *Pseudoplatystoma fasciatum.* Foto: Buitrago-Suárez & Burr (2007).
Foto: Buitrago-Suárez & Burr (2007).

Especie presente en las cuencas de los ríos Rupununi y Essequibo en Surinam.

1) Identificación y aspectos generales del género

Los peces del género Pseudoplatystoma, representan algunas de las especies de agua dulce más importantes de América del Sur debido a la calidad de su carne, tamaño e importancia histórica de su pesquería. Este género posee especies distribuidas en las principales cuencas hidrográficas del continente, con excepción de las cuencas del Pacífico. La producción pesquera y consecuente oferta vienen reduciéndose cada año debido al creciente esfuerzo pesquero, indicando una situación de sobreexplotación. Esto es aplicable prácticamente a todos los países de América Latina en los que se encuentra presente. La degradación de su ambiente nativo, causado por la construcción de represas y contaminación de los ríos, junto con la intensificación de la pesca son los principales factores que contribuyen a la reducción de las poblaciones naturales de Pseudoplatystoma.

Los surubíes son ictiófagos de hábito nocturno. No poseen dientes cortantes, por lo que tienen que tragar sus presas enteras, para lo cual se valen de la gran capacidad de abertura de su boca. Durante el día estos peces normalmente permanecen en reposo en el fondo de los ríos, sin embargo durante la noche son encontrados en la columna de agua donde buscan peces forrajeros. Algunas especies, como *P. reticulatum* y *P. fasciatum*, prefieren ambientes lóticos, mientras que *P. corruscans* prefiere ambientes lénticos de ríos.

Los Pseudoplatystoma, así como todos los Siluriformes, no poseen escamas. Presentan el cuerpo 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 de una espina fuerte (Britski et al., 1988). Las diferentes especies del género son bastante semejantes entre sí, cambiando principalmente el patrón de marcas negras sobre el fondo ceniza/olivo y pequeñas características morfológicas, conforme se ha descrito en Buitrago-Suárez y Burr (2007).

Las características de su carne y el alto valor que alcanza en el mercado son factores de interés para los piscicultores. Sin embargo, el cultivo del Pseudoplatystoma a gran escala se ha visto limitado por la dificultad de producir juveniles y por la ausencia de tecnología disponible para su engorda. A partir de la década de 1990 el desarrollo de ambas tecnologías permitió que el cultivo de estas especies en Brasil entrara en expansión, siendo actualmente producido en varios estados de este país y en menor escala en Argentina.

Es posible producir cruzamientos entre las especies del género Pseudoplatystoma, siendo *P. corruscans* x *P. reticulatum* el híbrido más extendido entre los productores de juveniles que trabajan con estas especies. Rara vez se comercializan especies puras. La preferencia por la producción del híbrido se debe principalmente a la facilidad para obtener desoves de las hembras de *P. reticulatum* durante un periodo más largo y al hecho que en Brasil, *P. corruscans* es la especie más conocida por los consumidores.

2) Aspectos reproductivos

En la naturaleza la mayoría de los Pseudoplatysoma presenta hábitos reproductivos migratorios, realizando desplazamientos río arriba para desovar durante la estación de lluvias. Poseen alta fecundidad, produciendo gran cantidad de huevos de pequeño diámetro, libres, semiflotantes y con bajo nivel de adhesión, no presentando cuidado parental. Las hembras de *P. corruscans* alcanzan mayor porte que los machos en la naturaleza y también presentan una mayor ganancia de peso al compararlas con machos en condiciones de cultivo.

3) Producción controlada

En cautiverio, los Pseudoplatystoma siguen el mismo protocolo de reproducción inducida con hormonas que la mayoría de las especies migratorias de peces de Sudamérica, el cual se describe en el capítulo 14 de este libro. Algunas consideraciones reproductivas se presentan en la tabla 61 y aspectos relacionados con la producción de post larvas se detallan en la tabla 62.

Debido a sus hábitos nocturnos, la producción de alevines debe realizarse en ambientes oscuros. Los alevines y juveniles de Pseudoplatystoma son extremadamente susceptibles a aves predadoras durante el día, por lo que deben ser protegidos hasta que alcanzan por lo menos 300 g.

Tabla 61. Información reproductiva del surubí.

Talla de primera maduración sexual	*P. corruscans*: hembras 66 cm, machos, 61 cm. *P. reticulatum*: hembras 63 cm, machos 57 cm. 2 - 3 años de edad.
Estacionalidad reproductiva	En los meses de verano, con la ocurrencia de lluvias. En las regiones sur, sudeste y centro oeste de Brasil; *P. corruscans* se reproduce entre diciembre y febrero; *P. reticulatum* se reproduce entre octubre y marzo.
Fecundidad (N° ovas / kg)	*P. corruscans*: aproximadamente 173 500/kg.
Número de desoves / año	En el ambiente natural, normalmente ocurre un desove al año en el periodo de lluvias, pero en ambientes controlados con temperatura constante es posible obtener más de un desove.
Temperatura reproductiva	25-31° C. La Incubación de huevos es perjudicada a temperaturas mayores a 31º C.

Tabla 62. Consideraciones para producción de post larvas de surubí.

Alimentación	El cultivo de larva requiere especial atención, debido a la dieta carnívora y al canibalismo. Se deben dar ocho raciones (día y noche) diarias de alimento para evitar el canibalismo. Alimentos de alta palatabilidad. Yema de huevo, rotíferos y nauplios de Artemia.
Estructuras y duración de larvicultura	Incubadoras verticales. Hasta desarrollar pigmentación (post larvas), a los 7 - 10 días después del inicio de la alimentación*
Cuidados	Incubadoras necesitan limpieza frecuente para remover cáscaras de huevo, restos de alimento y larvas muertas.
Traslado de post larvas	Con cerca de 13 a 15 mm pueden ser transferidas a sistemas de producción de juveniles.

* Dependiente de temperatura del agua y cantidad de alimento suministrado

Producción de juveniles

1) Tanques con flujo continuo de agua, larvas sembradas a una densidad aproximada de 5 000 a 10 000/m^3. Alimentadas con zooplancton, peces o carne molida, hasta alcanzar de 4 a 5 cm. Los tanques y demás estructuras 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.

En esta fase pueden aparecer enfermedades protozoarias (Trichodina, Ichthyophthirius, tremátodos y monogenéticos, entre otros) y bacterianas (*F. columnaris*). Factores incidentes en sobrevivencia son la densidad de siembra, la calidad y cantidad del alimento, la calidad y cantidad de agua, la prevención y control de enfermedades y la pericia y sensibilidad del piscicultor.

2) Estanques de tierra previamente abonados, sembrados a una densidad de 100 a 150 larvas/m^2. Los estanques pueden ser sembrados con larvas de especies forrajeras como Leporinus, Prochilodus, Colossoma, etc. Se debe sembrar durante el primer "bloom" de zooplancton; cladóceros son el alimento ideal en esta fase. Fitoplancton y zooplancton deben cuantificarse constantemente y fertilizar adicionalmente en caso de ser necesario. La cosecha es a los 30 días (4–5 cm), preferentemente durante la noche. La mortalidad depende de la población de zooplancton al momento de la siembra, el clima, la predación por larvas de insectos (libélulas).

Entre otras medidas, es efectiva la siembra rápida de post larvas después del llenado del estanque, para que las larvas de Pseudoplatystoma tengan la posibilidad de desarrollarse antes que las larvas de insectos. También es posible realizar controles químicos, aunque estos productos afectan al zooplancton, principal alimento de Pseudoplatystoma en esta fase.

Posteriormente, los juveniles de Pseudoplatystoma deben ser transferidos a estanques auto limpiantes con flujo de agua continuo a una densidad de 1 500 a 6 000 juveniles/m^3. En esta fase los juveniles deben acostumbrarse al alimento artificial (tabla 63) y se debe eliminar gradualmente el suministro de alimento vivo.

Tabla 63. Alimento durante entrenamiento alimenticio de Pseudoplatystoma.

Días	% Alimento húmedo (carne o pez)	% Alimento seco (comercial en polvo)
0 – 7	80%	20%
7 – 14	60%	40%
14 – 21	40%	60%
21 – 28	20%	80%
28 – 42	0	100%

Los juveniles deben ser suplementados con complejo vitamínico mineral durante 4 a 6 semanas y con un tamaño de pellet adecuado.

La tasa de sobrevivencia durante la engorda, mejora en la medida en que los juveniles se acostumbran al consumo de alimento comercial flotante. La talla de traslado de los juveniles a sistemas de engorda es de mínimo 9 cm.

Engorda

Tabla 64. Consideraciones cuantitativas para la engorda de Pseudplatystoma.

Temperatura	*P. corruscans* y *P. reticulatum*: 14 a 34º C (Superficie del agua). Confort térmico: 27–30º C.
Tipo de cultivo	En estanques de tierra o represas (0,05 a 50 ha), con profundidades de hasta 2,5 m. En jaulas (4 a 360 m^3) o sistemas de flujo contínuo de agua (raceways).
Alimentación	Alimento extruído: Juveniles (10 a 100 g): pellet 4 mm; 44 a 40% PB. Engorde (100 a 500 g): pellet 6-8 mm; 40% PB. Engorde (500 a 1000 g): pellet 12-15 mm; 40% PB. Engorde (1000 g arriba): pellet 15-30 mm; 36 a 40% PB.
Densidades finales	Estanques de tierra: 1. Sin aireación y con poco cambio de agua: 4 000 a 5 000 kg/ha. 2. Con aireación y poco cambio de agua: 5 000 a 8 000 kg/ha. 3. Con aireación y cambio de 5 a 10% de agua/día: 8 000 a 14 000 kg/ha. Jaulas: 1. Pequeño volumen (4 a 18 m^3): 50 a 100 kg/m^3. 2. Gran volumen (más de 18 m^3): 40 a 70 kg/m^3.
Parámetros de calidad de agua conocidos para cultivo	Oxígeno: Resistencia a bajas concentraciones, no obstante tiene mejor crecimiento a concentraciones mayores a 3,0 mg/L. pH: ideal entre 6,5 y 8, siendo tolerable entre 5,5 y 9,0. Tolerancia salinidad: Pez de agua dulce, tolera salinidades de 6 a 8 ppt en situaciones de transporte por periodos de hasta cerca 24 horas.
Período de ciclo de cultivo	Cerca de un año.
Talla de cosecha	Variable de acuerdo con la región. En Brasil la talla de cosecha exigida por el mercado varía entre 1,2 y 3,0 kg.
Superficie de cultivo	Superficie estimada para Brasil aproximadamente 7 650 ha.

En la fase inicial de engorda (10 a 200 g) se debe comenzar a suministrar alimento al inicio de la mañana y al final del día y, por otra parte, la tasa de alimentación diaria debe alcanzar

entre 7 y 10% de la biomasa total, para disminuir paulatinamente hasta 4 - 5% hacia el final de esta etapa. En la segunda fase de la engorda (200 g hasta peso mercado), la tasa de alimentación debe iniciarse con 3 - 4% y terminar con cerca de 1,5% de la biomasa total/ día.

El policultivo con especies que no se alimentan directamente con pienso (carpa herbívora, cabeza grande, carpa plateada y Prochilodus) es viable. También es viable el cultivo en jaulas flotantes en la medida que se incorporen las siguientes prácticas: 1) Reducir luminosidad mediante la cobertura de la superficie de la balsa; 2) Alimentar en horarios de baja luminosidad o, preferentemente de noche; 3) Sembrar juveniles grandes (alrededor de 20 g), bien entrenados en ingesta de pellet comercial; 4) Suministrar piensos alimenticios para carnívoros de alta calidad y 5) Clasificar tamaños regularmente.

4) Establecimientos productivos y de investigación

Tabla 65. Instituciones que investigan sobre especies de surubí en Brasil.

Institución	Diección / Estado	Teléfono	Web
Universidade Estadual Paulista – Campus de	Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n Jaboticabal	(16) 3203.2110	www.caunesp.unesp.br
Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz	Piracicaba	(19) 3429.4134	www.zootecnia.esalq.usp.br

Tabla 66. Algunos productores de alevines de Pseudoplatystoma en Brasil.

Nombre	Localización y contacto
Aqua Genética Aquiculutra	Itupeva – SP. Tel. (55 11) 4587.2496 www.aquagenetica.com.br aquagenetica@aquagenetica.com.br
Projeto Pacu Aquicultura	Campo Grande/MS. (67)3321.1220 www.projetopacu.com.br projetopacu@projetopacu.com.br
Piscicultura Piraí	Campo Grande/MS. (67) 9984.8450 / 9981.4494 www.piraipiscicultura.com.br

5) Estadísticas y mercado

Actualmente, los Pseudoplatystoma producidos son comercializados en redes de supermercados de Brasil, siendo inclusive exportados en filetes a Estados Unidos y países de la Unión Europea. El Pseudoplatystoma cultivado mantiene una participación significativa en varios mercados, especialmente en aquellos de productos frescos y siendo comercializados a valores superiores al producto obtenido mediante pesca de captura.

El mercado de pescado no diferencia la carne de las distintas especies de este género y la gran mayoría de sus consumidores tampoco es capaz de diferenciar entre las especies.

Tabla 67. Mercado y estadísticas del surubí.

Mercado destino	Vivo: para "Pesque y pague". Fresco entero: Mercado regional y nacional. Congelado entero/trozos/filetes: Mercado nacional y exportación.
Número de granjas	No hay estimación oficial. Cerca de 30 productores de gran escala y algunas centenas de pequeños piscicultores.
Registro precio	Precio productor en Brasil: US$3,55 a US$ 4,50/kg. Precio supermercados (pez entero): US$ 6,40 a US$ 9,70/kg.
Producción de cultivo en Latinoamérica registrada en 2007	Brasil – 1 593 toneladas. Total: 1 592 toneladas.

Las últimas estadísticas de la FAO, indican que únicamente dos países en América Latina reportan históricamente producción y únicamente de la especie *Pseudoplatistoma fasciatum*. Colombia registró producción de 1998 al 2003 con 20 toneladas y Venezuela reportó únicamente dos años, 180 toneladas para el año 2000 y 250 toneladas para el 2001 (FAO, 2009).

6) Oportunidades y retos para la consolidación de su cultivo

Debilidades y retos	Oportunidades
Mercado: • Existe un mercado limitado, éste es favorable para las especies amazónicas, especialmente por las carnes blancas, sin espinas y de sabor suave. No obstante el número de plantas de proceso es aún limitado.	**Mercado:** • El surubí presenta una excelente calidad de carne, muy apetecida por su sabor y su ausencia de espinas, con alto valor de mercado. • El Pseudoplatystoma cultivado mantiene una participación significativa en varios mercados, especialmente en aquellos de productos frescos y siendo comercializados a valores superiores al producto obtenido mediante pesca de captura.
Tecnología: • Alto costo de producción debido fundamentalmente a la dieta carnívora que requiere, la que además no ha sido desarrollada especialmente para este género. • Una de las áreas que mayor atención requiere es la producción de alevines. En general todo el cultivo es rudimentario y con bajo nivel tecnológico, existiendo limitadas competencias entre los productores. • El cultivo del Pseudoplatystoma a gran escala se ha visto limitado por la dificultad de producir juveniles y por la ausencia de tecnología disponible para su engorda.	**Tecnología:** • Presentan un rápido crecimiento y bajo factor de conversión del alimento.

12. *Rhamdia Quelem* (Bagre)

María Teresita Rojas

Lámina 36. *Rhamdia*.

Nombre común:	Bagre sapo, bagre de arroyo, bagre negro, ñurundia, bagre lagunero, jundia
Clase:	Osteichthyes
Orden:	Siluriformes
Familia:	Pimelodidae
Género:	Rhamdia
Especie:	*Rhamdia quelen*

Lámina 37. Distribución geográfica de *Rhamdia quelen*.

1) Identificación y aspectos generales de la especie

Es un bagre integrante de la familia Pimelodidae y al género Rhamdia el cual tiene 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. En su aleta dorsal tiene una espina muy fuerte, en cambio la aleta caudal es pequeña. Tiene un cuerpo ancho y puede medir hasta 50 cm y pesar 5 kg. Su color varía del plomizo oliváceo al pardo negruzco en la parte dorsal y flancos, en el vientre presenta un color blanco plomizo con manchas oscuras e irregulares. Aletas grisáceas.

Se encuentra ampliamente distribuido en Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, Guatemala, Guayana, Guayana Francesa, México, Nicaragua, Paraguay, Perú, Surinam, Trinidad y Tobago y Venezuela. Este bagre tiene como localidad típica al Brasil en los ríos San Francisco, Sobre, Uruguay, Santo Benedicto, Siete, Macan, Para, Machado, Negro, Velas, Teles Pires, Lapo, Solimoes, Pardo, Parahyba, Humboldt, Paraiba do sul, Isabel, Novo, Tefe, Mogi-guazú, Tapajos, Sao Joao, Guapote y Urariquera, extendiéndose por el Río Uruguay medio e inferior, Paraná medio e inferior, cuenca del Pilcomayo y en la Amazonía. Se le encuentra principalmente en lagunas y arroyos de estos países.

En Bolivia se han encontrado en los ríos Mamore, Matos, Curiraba, La Paz y Curi, y en el Lago Normando. En Colombia en los ríos Quito, Atrato, Truando, Raspadura, San Juan, Sucio, Condoto, Patia, Guavio y Upia, Baudo, Sinu, Magdalena, meta, Ocoa, Salado, Guayuriba, Sajia, Caño, Baudo, Timbio, Buchado, San Pablo y Negro. En Costa Rica se encuentra en los ríos: Liberia, Logarto, Ballena, Lari, santa Clara y Toro. En Ecuador es posible encontrarlo en los ríos Blanco, Baba, Verde, Durango, Pucuno, Pastaza y en las cercanías de Zamora. En Argentina en el Río Sauce y Salado y en Venezuela en la cuenca del Orinoco y Río Portuguesa.

2) Aspectos reproductivos

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 su etapa adulta forma parte de la dieta de peces carnívoros como el dorado y el surubí.

Tabla 68. Aspectos reproductivos del bagre.

Época reproductiva	De septiembre a febrero en el hemisferio sur.
Primera madurez sexual	Machos y hembras maduran al primer año de vida. Aproximadamente con 15 cm de longitud total y 80 g de peso.
Desove/ fecundidad	En aguas estancadas ricas en materia orgánica. Aproximadamente 100 000 huevos/kg.
Fertilización	Desove asincrónico, uno o varios machos pueden fertilizar. No hacen nidos para el desove ni presentan cuidados parentales.
Eclosión	18 a 20 horas a 25°C.
Larvas	Pequeñas y transparentes de 1 a 1,3 mm. Absorción del saco vitelino entre 3 y 5 días.
Alimentación	Bentófago, omnívoro, prefiere zooplancton y posteriormente crustáceos, peces pequeños y huevos de otros peces. En las primeras etapas tiende a presentar canibalismo si su dieta es deficiente en proteínas.

3) Producción controlada

El bagre puede producirse tanto en estanques como en jaulas flotantes. En la Estación de Piscicultura de Yacyretá en Paraguay, se reproduce exitosamente. Para su producción se capturan reproductores en arroyos de la zona de Misiones e Itapúa, y desde ahí son trasladados a estanques de acondicionamiento hasta su reproducción. Las tablas 69 y 70 sugieren valores de parámetros de importancia para su reproducción y cultivo.

Tabla 69. Aspectos de inducción al desove del bagre.

Tamaño reproductores	200 – 250 g.
Hormona	HCG
Dosis	1 dosis de 1 000 UI/kg en machos y hembras.
Producción de ovas	50 000 huevos / kg.
Fertilización	Después del desove en las “japas” (estructura de malla para producir alevines), los machos fertilizan externamente los huevos. Se recomienda 1 macho por cada hembra.
Eclosión	10-15 horas post inducción a 25-26ºC. Desde el desove hasta la eclosión los huevos deben ser mantenidos en bandejas de género tipo japa aislados de los reproductores.

Tabla 70. Producción de larvas y engorda del bagre.

Estructuras para larvicultura	Superficies de 200 a 500 m^2. Luego de la eclosión se retiran las japas y las larvas se mantienen en el estanque bajo techo por 5 días.
Fertilización de estanques externos de preengorde	Abonado con estiércol bovino, de aves o de cerdos. Dosis 150 kg/ha, al menos 8 días antes de la siembra. Transparencia ideal 25 a 30 cm.
Temperatura ideal	24 a 30 ºC.
Factor de conversión del alimento	1,8 a 2:1,0.
Ganancia de peso individual	800 a 1 000 g en un año en promedio.
Rendimiento promedio	Estanques: 2 ton/ha, jaulas flotantes 90Kg/m^3.
Nivel de O2 recomendable	> 3 mg/L.
Transparencia del agua	Mayor a 20 cm y menor a 80 cm.
pH	4,5 -11.
Amoníaco	Máximo 0,05 ppm.
Nitrito	Máximo 0,05 ppm.
Alcalinidad	Mínimo 40 ppm.
Dióxido de carbono	Máximo 35 ppm.

Lámina 38. Depósito en jaula tipo japas.

Los primeros días de vida las larvas se alimentan exclusivamente de su saco vitelino. De tres a cinco días después y ocurrida la absorción del saco vitelino, se inicia la alimentación con colado de plancton a razón de 8 a 10 veces por día en recipientes de 20 L. Simultáneamente debe suministrarse alimento balanceado en polvo fino (partículas tamaño talco menores a 1,5 mm). Alternativamente el balanceado puede enriquecerse con preparado de hígado de pollo seco y molido, dando buenos resultados para disminuir el canibalismo entre las larvas.

Al octavo día se trasladan a estanques externos de alevinaje previamente abonados y con buena producción de plancton. Se recomienda que los alevines sean trasladados a estanques externos de pre engorde donde son sembrados a una densidad de 10 alevines por m^2, donde permanecen hasta alcanzar aproximadamente 30 g. Se recomienda suministrar alimento balanceado "tipo crecimiento"con 30% de PB según tabla 71.

En los estanques de engorde la densidad recomendada es de 2 a 4 alevines por m^2 en estanques abonados adecuadamente y con suministro de alimento balanceado "tipo engorde" con 25% de PB en las cantidades indicadas en la tabla 71.

Tabla 71. Cantidad de alimento balanceado a suministrar según el peso del pez.

Peso el pez (g)	Ración alimenticia
5 – 10	6,70% 0,5 g
10 – 20	5,30% 0,8 g
20 – 50	4,60% 1,6 g
50 – 70	3,30% 2,0 g
70 – 100	2,80% 2,4 g
100 – 150	2,20% 2,7 g
150 – 200	1,70% 3,0 g
200 – 300	1,50% 3,7 g
300 – 400	1,30% 4,5 g
400 – 500	1,20% 5,2 g
500 – 600	1,10 % 6,0 g

Esta especie es afectada por *Ichthyophthirius multifilis* o enfermedad del punto blanco (enfermedad producida por un parásito protozoario) cuando el agua es menor a 15°C.

4) Establecimientos productivos y de investigación

En Paraguay, el bagre se produce en la Estación de Piscicultura de Yacyretá y el Departamento de Pesca y Acuicultura de la Universidad Nacional de Asunción. En Argentina, dos centros nacionales cultivan experimentalmente esta especie y un tercero lo cultiva a nivel de producción preindustrial. En Uruguay se cultiva el bagre negro en las zonas arroceras de los departamentos de Cerro Largo, Treinta y Tres y Rocha.

Tabla 72. Selección de organizaciones que realizan esfuerzos para el desarrollo de tecnología de cultivo del bagre en América del Sur.

Institución	Estado	Teléfono	Web
Entidad Binacional Yacyreta	Ayolas, Paraguay.	(595) 7222.2141	www.eby.gov.py
Universidad Nacional de Asunción (UNA)	Asunción, Paraguay.	(595) 2158.5574	www.vet.una.py/acuicultura.html
Empresa de Investigación Agropecuaria y Extención Rural de Santa Catarina (EPAGRI) / CEDAP	Florianópolis, Brasil.	(48) 3239.5500	http://cedap.epagri.sc.gov.br/
Dirección Nacional de Recursos Acuáticos	Montevideo, Uruguay.	(59.82) 400.4689	www.dinara.gub.uy/
Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)	Mar de Plata, Argentina	800.444.4004	www.inti.gob.ar/

5) Estadísticas y mercado

Las estadísticas de la FAO reportan producción histórica del "bagre de canal" en Brasil y Paraguay. Cifras del 2008, indican que el único país productor de América Latina es Brasil, registrando 1 800 toneladas. El último año que Paraguay reporta producción es en 2001 con 10 toneladas. (FAO, 2009). Sin embargo, no existen otros datos estadísticos sobre su producción o venta.

La demanda es local y se comercializa en mercados y al detalle, no existiendo un comercio formal de esta especie. Se tiene un precio promedio de referencia de $ 2,30 dólares el filete en Táchira, Venezuela.

6) Oportunidades y retos para la consolidación de su cultivo

Debilidades y retos	Oportunidades
Mercado: • La comercialización de esta especie es muy localizada en regiones donde se encuentra naturalmente, con baja demanda. • La percepción de sabor "fangoso" en la carne de esta especie constituye un obstáculo para su comercialización a mejores precios. • Se desconoce la especie en mercados regionales.	**Mercado:** • No existe un comercio de juveniles desarrollado, por lo que la masificación de este cultivo constituye una oportunidad comercial. • Posee carne blanca de buena textura y alto rendimiento de entero a filete o posta.
Tecnología: • Se requiere de investigaciones sobre su alimentación en las primeras etapas de vida para elevar el porcentaje de sobrevivencia. • No existen estudios sobre requerimientos nutricionales. • Se requieren mejoras en la parte sanitaria, ya que esta especie es muy susceptible a la infección por Ichthiophthyriasis y no se han determinado tratamientos eficaces.	**Tecnología:** • Es una especie que puede ser inducida al desove artificialmente sin mayores inconvenientes. • Es factible cultivar la especie en condiciones que mantengan su sabor neutro y fresco, eliminando riesgo de sabor "fangoso".

13. *Salminus brasiliensis* (Dorado)

João L. Campos

Lámina 39. *Salminus brasilensis*. Foto: João Campos.

Nombre común:	Dorado, damita, pirayu, dourado
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Characiformes
Familia:	Characidae
Género:	Salminus
Especie:	*Salminus brasiliensis*

Lámina 40. Distribución geográfica del Salminus.

1) Identificación y aspectos generales de la especie

El dorado presenta cuerpo robusto, comprimido moderadamente y de sección oblonga. Cabeza grande, fuerte, cónica. Boca grande, hasta aproximadamente la mitad de la cabeza, dientes fuertes de forma cónica. Huesos operculares grandes y con estrías radiales. Aleta dorsal en la parte media del cuerpo, aleta adiposa diminuta, aleta anal grande, aleta caudal potente y robusta como corresponde a su hábito de veloz nadador. Color amarillo naranja, intenso en el opérculo, en el dorso algo acarminado y de reflejo verdoso, los flancos más dorados y el vientre plateado. Cada escama del dorso y los flancos tienen una mancha pardo negruzca. Aletas limón anaranjado, con tono carmín sobre el borde. Se han registrado ejemplares con edad máxima de 14 años.

En la naturaleza, las hembras pueden lograr un peso total de 30 kg y una longitud total de 77 cm.

Se distribuye en la Cuenca del Río Paraná superior, medio e inferior, cuenca del Pilcomayo, Bermejo, Río Salí, Río Marapa, Río Paraguay, Río Uruguay, Río de la Plata, Amazonas, Río Grande do Sul (Brasil), Río San Francisco, Alto Río Chapare y Mamoré en Bolivia.

El dorado prefiere las aguas de corrientes fuertes y profundas, desde donde acecha a sus presas. Realiza desplazamientos migratorios regulares a través del Río Paraná medio o inferior llegando hasta el Río de la Plata, siguiendo al sábalo (su presa favorita). Pasa la mayor parte de su vida en aguas lóticas. Requiere de aguas de buena calidad, con concentración de oxígeno por sobre los 5 ppm.

2) Aspectos reproductivos

La primera reproducción es a los 2 años para el macho y 3 años para la hembra. Se reproducen una sola vez al año en la época de primavera y verano. Generalmente viven solitarios la mayor parte del año y cuando se acerca la época reproductiva tienen un cortejo con características únicas. El proceso de madurez gonadal es desencadenado por factores ambientales como aumento de la temperatura del agua, fotoperíodo y elevación del nivel del río; después de las lluvias en la cuenca superior de los grandes ríos, los peces remontan el curso fluvial; las hembras emergen verticalmente del agua hasta sacar un tercio de su cuerpo, acompañadas cada una por 3 a 5 machos, de esta manera expulsan los óvulos que son inmediatamente fecundados por el esperma liberado por los machos. El desove es total y ocurre en el cauce principal del río; tras la puesta, los huevos (de color pardo amarillento) son abandonados en sitios de alta hidrodinámica donde continúan su desarrollo. Esta especie no presenta ningún tipo de cuidado parental.

Los huevos después de fertilizados, son incubados en la corriente de agua por 18 a 24 horas dependiendo de la temperatura del agua. Las larvas recién eclosionadas miden aproximadamente de 3 a 5 mm de longitud. Una hembra puede desovar más de 200 000 huevos por año.

Una vez agotadas sus reservas vitelinas, al cuarto día, los alevines comienzan a alimentarse del zooplancton. En estado adulto esta especie es ictiófaga y consume de forma casi selectiva peces de los géneros Prochilodus, Leporinus y Rhamdia. En la naturaleza persiguen durante días y por largos trayectos a los cardúmenes de peces forrajeros sobre los cuales depredan activamente. Ocasionalmente pueden llegar a consumir animales que se encuentran en la superficie del agua como ranas, aves, mamíferos pequeños y algunos insectos como grillos y langostas. Cabe destacar que el dorado presenta caníbalísmo en la etapa larval y de alevinaje.

No se le conocen predadores para su etapa adulta. La competencia por el alimento sólo estaría dada con otras especies de gran tamaño y carnívoras como Pseudoplatystoma.

El dorado es una especie muy sensible a las variaciones de la calidad de agua tabla 73. La temperatura adecuada para el desarrollo de esta especie oscila entre 20 y 25 °C y no tolera el agua salada.

Tabla 73. Intervalos de parámetros de calidad del agua idóneos para el desarrollo del dorado.

Parámetro	**Concentración**
Oxígeno	5 – 10 mg/L
pH	6,5 a 9,5
Transparencia	20 – 35 cm
Sólidos suspendidos	200 – 500 mg/L
Amonio	hasta 0,5 mg/L
Nitrito	hasta 10 mg/L
Dureza total	hasta 100 mg/L
Calcio	12 – 250 mg/L
Cloro	0,02 mg/L
Hierro	0,3 – 1 mg/L
Manganeso	hasta 0,1 mg/L
Zinc	hasta 5 mg/L
Cobre	0,002 mg/L
Mercurio	0,001 mg/L
Plomo	hasta 0,03 mg/L
CO_2	5 – 10 mg/L
Nitrato	0,1 – 0,3 gr/L

3) Producción controlada

En cautiverio sólo se logra su reproducción mediante inducción hormonal, la que se describe a detalle en el capítulo 14. El manejo del dorado debe realizarse en grandes volúmenes.

Los reproductores deben ser capturados en la naturaleza, su manejo es difícil y los ejemplares pueden lastimarse o morir fácilmente durante su manipulación. Los machos rara vez superan los 8 kg y viven de 7 a 9 años, las hembras pueden vivir hasta 25 años y pesar entre 25 y 30 kg.

Se recomienda tener preparados 2 ó 3 machos por cada hembra inducida para asegurar la fertilización de un gran porcentaje de óvulos, esto debido a la gran cantidad de huevos que puede desovar cada hembra de dorado, (hasta el 10% de su peso vivo). Generalmente los machos no tienen problemas en producción y liberación de semen post inducción hormonal.

El dorado presenta dimorfismo sexual solamente durante el periodo reproductivo, los machos presentan espículas en su aleta anal. Durante el proceso de selección de reproductores, al deslizar los dedos por la aleta anal se siente una superficie áspera en contraste con las hembras que presentan una superficie lisa.

Tabla 74. Aspectos relevantes en la etapa larvaria y juvenil del dorado.

LARVAS	
Larvas de dorado	Tamaño pequeño, con reducida habilidad natatoria y aparato digestivo rudimentario.
Alimentación de larvas	Alimento de calidad, como el plancton o larvas de sábalo o Leporinus.
Densidad de siembra de larvas	Máximo 50 larvas/m^2.
Tamaño de traslado	5 a 6 cm de longitud.
JUVENILES	
Densidad de cría de juveniles	Máximo 1 kg/ m^2.
Primera madurez sexual	Peso mínimo de 3 a 4 kg.
Alimentación	Alimento balanceado (>35% PB) y como alimento suplementario algunos peces forrajeros (bogas y sábalos).
Relación macho / hembra para reproducción	2 ó 3 machos por cada hembra.

Si bien las larvas de Salminus tienen preferencia por consumo de larvas forrajeras, se recomienda el abonado de los estanques antes de ser sembrados en los estanques externos de modo que promuevan la producción de organismos del plancton.

Las larvas de Salminus son muy voraces en su primera etapa de vida pudiendo consumir hasta un 160% de su biomasa/día por lo que se recomienda una densidad de siembra en las primeras fases que no supere las 50 larvas/m^2.

Las larvas de dorado se comercializan con 5 a 6 cm de longitud para llevar a engorde. Este es practicado por pocas personas y principalmente asociados a pesca recreativa. El dorado puede crecer hasta 2 kg al final del primer año cuando es criado en estanques bien abonados y con abundancia de especies forrajeras.

El único estudio disponible sobre cría de dorado en "tanques redes" es el de Borghetti et al (1990), donde fueron seleccionados alevines con peso promedio de 167 g y se les suministró alimento balanceado comercial con 40% de PB, llegando en 25 semanas a 258 g.

Tabla 75. Características macroscópicas de reproductores de dorado.

Hembras	Presentan el vientre abultado, flácido y el poro genital hinchado y rojizo. Generalmente las hembras son de mayor tamaño que los machos.
Machos	Son de cuerpo afinado y liberan semen ante presión abdominal. En algunos casos se puede sentir en la aleta anal un borde aserrado y filoso.

Los parásitos que se han encontrado en Salminus son principalmente hematófagos como el pira kambu o chupa sangre (*Branchioica bertonii* y *Parabranchioica teaguei*), Argulus y Gyrodactylus. Nematelmintos en estado larvario enquistados entre los rayos de las aletas. Otro tipo de enfermedades no se han descrito.

4) Establecimientos productivos y de investigación

En Brasil y Paraguay, se encuentra el laboratorio de la Estación de Acuicultura de la Entidad Binacional Itaipú. Sin embargo, no existen datos de establecimientos que se dediquen a la cría masiva de alevines de Salminus. La Estación de Piscicultura de la Entidad Binacional Yacyretá cuenta con un programa de reproducción de *Salminus maxilosus* para repoblación de la represa del mismo nombre.

Tabla 76. Algunas instituciones de investigación del dorado en Brasil.

Institución	Dirección / Estado	Teléfono	Web
Laboratorio de Biología e Cultivo de Peixes de Água Doce	Rodovia SC 406, n. 3532, Florianópolis SC.		
Universidad Federal de Santa Catarina	Rodovia Admar Gonzara, 1346 88034-001 – Itacurubi - Florianópolis, SC.	(48) 3389.5216	www.aqi.ufsc.br/
Universidad Federal de Porto Alegre, grupo de pesquisa Aquam	Av. Paulo Gama, 110 - 7° andar - Porto Alegre/RS	(51) 3308.4085	www.ufrgs.br

5) Estadísticas y mercado

El dorado producido es muy escaso y no se cuenta con estadísticas para esta especie. La mayor parte del consumo proviene de la pesca en ríos. Cabe destacar que desde el año 2007 existe una restricción para la pesca y comercialización del dorado por 5 años en todo el territorio del Paraguay.

La carne de dorado se comercializaba en alrededor de 5 US/kg fresco eviscerado. También se vende entero, fresco o congelado. Se comercializa en Argentina y Brasil, estando restringida su comercialización en Paraguay. El dorado, es una especie altamente apreciada en la pesca deportiva.

Tabla 77. Precios del dorado en algunos países de América del Sur.

Lugar / País	Presentación	Precio (US/kg)*
Pescadería, Buenos Aires, Argentina.	Entero Fresco.	3,40
Pescadería, Maceió, Brasil.	Entero.	1,57
Supermercado, Niteroi, Brasil.	Fresco, filetes, s/piel.	2,52

*Precios reportados para la especie *Salminus maxilosus*.

6) Oportunidades y retos para la consolidación de su cultivo

Debilidades y retos	Oportunidades
Mercado: • A pesar de su amplia popularidad en mercados locales, es desconocido fuera de las áreas de su distribución natural.	**Mercado:** • Es una especie con carne blanca muy apreciada con alto rendimiento de entero a filete, alcanzando altos precios de venta. • Dada su creciente demanda, la venta de alevines de esta especie representa una importante oportunidad. • El mercado de la pesca recreativa representa otro nicho importante para la producción y venta de juveniles para repoblamiento de cuerpos de agua con pesca deportiva.
Tecnología: • Se necesita mejorar la técnica de reproducción en cautiverio, el estudio de sus enfermedades y el tipo de estructuras de cultivo más adecuado, tanto en tierra como en jaulas flotantes. • El dorado es una especie excesivamente sensible, por lo que ha sido difícil su adaptación al cautiverio, principalmente de los ejemplares capturados adultos en la naturaleza. • Se debe mejorar el conocimiento de sus requerimientos nutricionales específicos para mejorar la calidad de los balanceados. • Se reportan problemas en la alimentación debido a que son especies carnívoras, ictiófagas por excelencia, por lo tanto de difícil adaptación a la alimentación suplementaria.	**Tecnología:** • Especie de rápido crecimiento en condiciones de cultivo adecuado. • Especie con alta resistencia a la manipulación y buena adaptación a condiciones de cultivo.

Esta especie se encuentra en la Lista 2 de CITES

14. Protocolo de reproducción artificial para Brycon orbignianus, Brycon hilarii, Leporinus obtusidens, Pseudoplatystoma coruscans, Prochilodus lineatus y Salminus brasiliensis

María Teresita Rojas

En este capítulo se describen los pasos a seguir para la reproducción artificial de las especies arriba mencionadas.

Inducción hormonal

Estas especies no presentan dimorfismo sexual, por lo tanto solo se pueden diferenciar machos de hembras en periodos reproductivos. El inicio de la maduración gonadal ocurre con el aumento del nivel de gonadotropina en la hipófisis y en el plasma sanguíneo.

En Paraguay y países de la zona como Brasil y Argentina se ha observado que la época reproductiva para estas especies se encuentra comprendida entre las estaciones de primavera y verano (septiembre a febrero), época en que se recomienda realizar la selección de reproductores para observar el estado de madurez sexual que presentan. Se recomienda realizar esta tarea las primeras horas de la mañana, para evitar altas temperaturas.

Para la selección se utiliza una red de arrastre, que debe manejarse con cuidado para no lesionar a los peces. Jaulas hechas de tela mosquitera son adecuadas para depositar a los peces seleccionados a fin de minimizar posibles lesiones a los reproductores.

Características externas indicadoras del grado de madurez sexual:

- Hembras: vientre flácido y distendido, región urogenital prominente y de color rosado.
- Machos: con leve presión abdominal liberan semen.

Una vez seleccionados los reproductores se sugiere marcarlos y ponerlos en estanques circulares, de paredes lisas, de 1 000 L de capacidad con recambio continuo de agua y con aireación moderada. Los machos y las hembras se acondicionan en estanques por separados. Antes de proceder a la inducción hormonal para asegurar el grado de maduración de las hembras se procede a realizar una biopsia ovárica.

Lámina 41. Selección de reproductores

Maduración sexual

En condiciones naturales la maduración se inicia con los periodos de lluvia, en los cuales aumenta el caudal de los ríos y se modifican las condiciones ambientales. La maduración culmina durante el proceso de migración reproductiva aguas arriba, donde tiene lugar el desove, generalmente en el curso principal del río.

En cautiverio, al no contar con el estímulo de la migración, los peces producen gametos (óvulos y espermatozoides) pero son incapaces de liberarlos por sí solos, por lo que se hace necesaria una inducción hormonal. La verificación del estado de maduración de óvulos se realiza mediante una biopsia ovárica.

Biopsia ovárica

Este procedimiento se realiza en las hembras que externamente presentan los signos de madurez sexual. Consiste en extraer una muestra de óvulos mediante la canulacion del orificio genital (lámina 42). Se realiza con una cánula fina y una jeringa que aspira los huevos. La muestra de óvulos es depositada en un recipiente (caja de Petri) y es fijada con "líquido de Serra"[1] en una proporción de 1 ml aproximadamente.

[1] Es una solución utilizada para fijar los óvulos y verificar la posición del núcleo, si están maduros. La solución aclara el citoplasma de la célula.

Algunos minutos después se puede observar a simple vista o con una lupa el estado de migración nuclear de los óvulos. Cuando el núcleo se encuentra en la parte central significa que los óvulos no están maduros. Si el núcleo se encuentra en la periferia se puede afirmar que ese óvulo está en proceso de maduración (tabla 78).

Cabe destacar que no todos los óvulos maduran al mismo tiempo por lo tanto se pueden encontrar en una misma muestra, núcleos centrales y periféricos. Se considera un buen porcentaje de huevos maduros cuando se tiene de 35 a 40% de migración nuclear.

Lámina 42. Canulación para biopsia ovárica.

Tabla 78. Estados de maduración de ovarios y testículos.

Estados	Ovarios.	Testículos.
Estado 1: Reposo reproductivo.	Finos y transparentes. Huevos jóvenes.	Finos y traslucidos. Tubos seminíferos cerrados. Algunas espermatogonias.
Estado 2: Maduración Inicial.	Voluminosos, aumento de vascularización, algunos huevos visibles.	Voluminosos y blancos. Tubos seminíferos con pequeñas cantidades de espermatozoides.
Estado 3: Maduración Final	Amarillos, volumen máximo, vascularización evidente. Huevos ocupan gran parte de la cavidad celomatica.	Volumen máximo, coloración blanco-cremosa. Luz de túbulos repleto de espermatozoides.
Estado 4: Post-reproducción	Hemorrágicos y fláccidos. Folículos postovulatoios atresicos.	Áreas hemorrágicas y franjas fláccidas. Tubos seminíferos con lumen abierto, con espermatozoides residuales y espermatogonias.

Reproducción artificial

Estas especies se reproducen en cautiverio solamente en forma artificial. Se utiliza como hormona liberadora el Extracto de hipófisis de carpa, considerada donador universal para todas las especies nativas con las que se trabaja en esta región. También se puede utilizar HCG o hipófisis de Piaractus o de Prochilodus.

Para las hembras: Se utiliza una dosis total de 5 mg/KPV de Extracto de hipófisis, aplicándola de la siguiente manera:

- Una primera dosis que corresponde al 10% de la dosis total.
- El 90% restante se inocula luego de 12 horas de haber recibido la primera dosis. Se espera que el desove ocurra entre las 10 a 12 horas post inoculación de la segunda dosis dependiendo de la temperatura del agua.

Para los machos: Se utiliza una dosis de 5 mg/KPV y se aplica una sola inyección hormonal correspondiente a la dosis total, coincidiendo con la primera o segunda inoculación de las hembras. La preparación incluye pesar la hormona y macerarla en un recipiente (mortero de porcelana), diluirla con solución fisiológica (1cc). Se puede utilizar también:

- **HCG (Gonadotropina corionica humana):** a una dosis de 500 a 1000 UI x KPV.
- **Ovaprim:** 0,3 a 0,5 m/KPV en dosis única tanto para hembras como para los machos.

El lugar de preferencia para la aplicación hormonal es en la base de la aleta dorsal por vía intramuscular. Se puede aplicar también vía intraperitoneal en la base de las aletas pectorales. Los ejemplares inoculados, se depositan en estanques o acuarios en los laboratorios con recambio continuo de agua y aireación hasta el momento del desove.

Lámina 43. Pesaje de reproductores para cálculo de dosis hormonal.

Lámina 44. Inyección hormonal por vía intramuscular.

Fertilización in vitro

Luego de la segunda aplicación hormonal se calcula según horas-grado para cada especie el momento en que se producirá el desove (ver tabla 79). Las horas-grado consisten en la sumatoria de los valores de temperatura obtenidos de las mediciones de la misma a cada hora después de la segunda aplicación hormonal hasta el momento del desove. Este parámetro varía según la especie y la temperatura del agua. A mayor temperatura será menor el lapso entre inyección y desove.

En el momento que se producirá el desove, la hembra debe ser retirada del estanque y con suave presión abdominal se procede a agregar los huevos en un recipiente plástico y seco. Posteriormente se selecciona un macho previamente inducido y se le extrae el semen por simple presión abdominal dejando caer el líquido sobre los huevos de la hembra para que se realice la fertilización (se puede utilizar mas de un macho por cada hembra si el semen es insuficiente). Los productos sexuales se mezclan suavemente con una pluma de ave limpia por 30 segundos aproximadamente.

Debido a la ausencia de agua durante este momento, el micrópilo permanece abierto por más tiempo, aumentando las posibilidades de fecundación. Posteriormente se procede a hidratar los huevos con agua; asegurando que los huevos queden libres de impurezas. Inmediatamente después se procede a llevarlos a la incubadora.

Una vez finalizado el proceso, los reproductores desovados deben ser desinfectados con un baño en solución de NaCl al 5%. En caso de que en el momento de revisar a la hembra, esta no libera aun los óvulos, se procede a dejarla nuevamente en el taque o acuario para su posterior revisión luego de un tiempo prudencial.

Lámina 45. Desove de hembra.

Lámina 46. Fertilización de huevos con esperma.

Lámina 47. Hidratación de huevos.

Tabla 79. Horas-grado para las diferentes especies.

Especie	Horas-grados
Leporinus obtusidens	180 - 210
Prochilodus lineatus	260 - 300
Pseudoplatystoma coruscans	200 - 280
Salminus maxillosus	150 – 180
Brycon orbygnianus y *Brycon hilarii*	140 - 190

Incubación de huevos

Los huevos fertilizados y lavados con recambios de agua son transferidos a incubadoras verticales cónicas con flujo continuo de agua de 200 L de capacidad. La cantidad de huevos hidratados que se deposita por incubadora es de aproximadamente 1500 a 2000. El flujo de agua al inicio debe ser de 4 a 5 L/min para luego incrementarlo hasta lograr el movimiento suave de todos los huevos, los cuales deben moverse hasta la mitad de la columna de agua en las incubadoras.

Deben evitarse variaciones bruscas de temperatura, pues cambios de más de 2 a 3 grados pueden causar la mortalidad de todos los huevos.

Luego de 6 horas de incubación, se procede a sacar una pequeña muestra en una placa de Petri para verificar el porcentaje de fertilización; en este momento, los embriones están en la fase de cierre del blastoporo, por lo que la cuantificación del porcentaje de fertilización es más confiable.

Una vez eclosionadas todas las larvas, se calcula también el porcentaje de eclosión, este proceso se realiza sacando una muestra de 100 huevos de la incubadora, se cuantifica el porcentaje de huevos vacíos y de los que no han eclosionado.

Los polos animal y vegetal se evidencian aproximadamente a los 30 minutos post fertilización. A las 8 horas ya se puede diferenciar el embrión y la cola se desprende a las 12 horas.

Lámina 48. Incubadoras para huevos de peces.

Lámina 49. Huevos en incubadora.

Tabla 80. Tiempo de incubación de huevos según especie.

Especie	**Horas**
Leporinus obtusidens	18 – 20
Prochilodus lineatus	18 – 24
Pseudoplatystoma coruscans	18 – 20
Salminus maxillosus	18 - 20
Brycon orbygnianus y *Brycon hilarii*	14 - 18

Eclosión de larvas

Luego de la eclosión total de las larvas, éstas son retiradas por sifoneo y depositadas en piletas internas para larvicultura donde permanecen 8 a 10 días hasta que puedan consumir alimento exógeno. Posteriormente son trasladadas a los estanques externos de alevinaje previamente abonados con estiércol bovino o de aves a una dosis de 200 g/m^2 de estanque.

En sus primeras fases de desarrollo (1 a 3 días) las larvas no consumen alimento externo, se nutren exclusivamente del contenido del saco vitelino, cuya velocidad de reabsorción es una función directa de la temperatura.

La alimentación exógena primaria consiste en concentrados de plancton en varias dosis por día. Dependiendo de la especie, un número de días variable posterior a la etapa de primera alimentación, determinada por una rápida ganancia de peso, los alevines son transferidos a estanques externos donde se introduce alimento balanceado con presentación en polvo fino, además del filtrado de plancton. El alimento suplementario contiene entre 35 y 40% de PB.

Tabla 81. Desarrollo embrionario de *Pseudoplatystoma coruscans*.

Edad	**Características de las larvas.**
Recién nacidas	3 mm de longitud, presencia de saco vitelino. Se observa punto oscuro en los ojos.
21 horas	Pigmentos vasculares y presencia de desarrollo de barbillas maxilares. Ojos pigmentados. Comienza desarrollo de arcos branquiales.
3 días	Reabsorción de saco vitelino y se completa la conexión del tubo digestivo con la boca. Respiración branquial más notoria. Tienden a concentrarse en los sitios oscuros.
4 días	Consumen alimento vivo. Longitud de 5 mm. Estómago lleno.
5 días	Proyecciones de las aletas pectorales y el tercer par de barbillas.
6 días	Desarrollo total de las barbillas, diferenciación de la columna vertebral, formación de la aleta caudal.
8 días	Presentan todas sus estructuras anatómicas bien definidas.
10 días	Se define el primer patrón de su coloración en la cabeza. Longitud de 10 – 10,5 mm.

Lámina 50. Sifonaje de larvas.

Alevinaje

Se realiza en estanques externos previamente desinfectados con cal viva (150 g/m^2) y abonado con estiércol bovino o de aves a razón de 200 g/m^2 de estanque.

Se controla si el abonado ha sido correcto registrando la transparencia del agua por medio del Disco de Secchi. Lo ideal es tener una transparencia de 25 a 30 cm.

Se recomienda sembrar de 100 a 150 larvas/m^2 de estanque bien abonado (para asegurar alimentación natural y suficiente oxígeno). La sobrevivencia puede llegar a un 30 a 60%.

15. Producción y factores de riesgo para el cultivo de peces nativos en América del Sur

Alex Brown Naranjo

Breve reseña histórica

Los primeros pasos en el cultivo de organismos acuáticos en América del Sur estuvieron dados por la construcción de unidades de reproducción de truchas (*Oncorhynchus mykiss, Salmo trutta y Salvelinus fontinalis*) para pesca recreativa en Argentina y Chile a fines del siglo XIX, países en los que posteriormente se desarrolló el cultivo de carpas (*Cyprinus spp.*). Ya en 1904 se reportó la reproducción del pejerrey argentino (*Odontesthes bonariensis*) y en 1920 se desarrollaron los primeros cultivos de moluscos (ostras y mitílidos) en Chile. Durante la segunda mitad del siglo pasado comenzó la acuicultura moderna, la que se caracterizó por la inclusión de técnicas de desove inducido, fertilización artificial, alimentación intensiva, elevada densidad de cultivo y mayor tamaño de estructuras.

Esta actividad generó crecientes beneficios sociales y económicos y permitió que sectores rurales rezagados se incorporaran a las cadenas productivas y de comercialización, otorgando así nuevas alternativas de trabajo y mayor seguridad alimentaria. Desde entonces aumentó el cultivo artesanal de carpas y comenzó el de tilapia (*Oreochromis niloticus*). El cultivo de camarones marinos dio sus primeros pasos en 1968 y las primeras experiencias de cultivo intensivo de truchas y salmones (*Oncorhynchus kisutch, O. mykiss, Salmo salar*) comenzaron en Chile durante la década de 1960, cultivos que aumentaron de escala y se consolidaron a partir de la década de 1980, transformándose en los principales de la región. Posteriormente, han sido desarrollados sistemas de cultivo para una importante cantidad de algas, moluscos, peces y crustáceos, generando una gran diversidad de productos. Actualmente, la producción Latinoamericana y del Caribe se realiza con alrededor de 71 especies hidrobiológicas, las que pertenecen a un total de 33 familias filogenéticas (FAO, 2009). Sin embargo, un número indeterminado de especies nativas y exóticas se encuentran en distintas etapas de experimentación para su cultivo comercial.

Relevancia económica y social de la acuicultura en América del Sur

En 2007 la acuicultura produjo 1,75 millones de toneladas en América Latina y el Caribe, lo que equivale al 3% de la producción global y al 8,5% de su valor. Esta región presentó la

mayor tasa de crecimiento de la producción de acuicultura, con un 22% anual entre 1970 y 2006 (FAO, 2009), brindando una contribución importante a la economía de diversos países a través de la exportación de productos de alta cotización en mercados internacionales (lámina 51).

Es importante destacar que el 75% de la producción regional se logró únicamente con especies exóticas, dentro de las cuales destacan salmones, truchas, tilapia y carpa. Junto con ello, el cultivo del camarón *Penaeus vanameii* en Brasil, también puede considerarse como realizado con una especie exótica, ya que fue introducido desde el Ecuador. Estas especies son producidas mayoritariamente por compañías de tamaño medio o grande, en ocasiones transnacionales, orientadas a la exportación y que disponen de acceso a financiamiento e incorporación de tecnología.

Lámina 51. Producción total de acuicultura en el período 1976/08 en los 5 principales países productores de América Latina.

Se estima que en la acuicultura industrial trabajaban en el año 2005 alrededor de 205 000 personas directamente y cerca de 300 000 indirectamente, dentro de los cuales el 75% correspondía a varones, mientras que en las plantas de proceso las mujeres representaron el 90% de la fuerza laboral (Morales y Morales, 2006). No obstante, el aporte al PIB nacional y a las exportaciones totales sigue siendo marginal en la mayoría de los países de la región (tabla 82).

Resulta paradójico que en la región con la mayor tasa de crecimiento en acuicultura a nivel mundial, el consumo de pescado sea altamente variable, con consumos marginales o inexistentes en la zona del Altiplano, hasta consumos que superan los 30 kg/año en sectores de la Amazonía. En promedio, el consumo regional de productos acuícolas alcanzó sólo 8,3 kg/cápita en 2005, un nivel inferior al promedio mundial (16,4 kg/cápita) y ubicado sólo por sobre el de África Sub-Sahariana (FAO, 2008). Esto puede tener relación con la tendencia

histórica a la exportación que ha tenido la actividad pesquera y acuicultora industrial de la región.

Tabla 82. Porcentaje del PIB y de las exportaciones totales que representa la venta de los productos de la acuicultura en países de América del Sur (2007).

País	Porcentaje del PIB	Exportaciones totales (%)
Ecuador	3,454	5,13
Chile	2,451	3,69
Perú	0,354	0,97
Colombia	0,211	0,91
Brasil	0,074	0,37
Venezuela	0,041	0,10
Paraguay	0,036	0,06
Bolivia	0,019	0,04
Argentina	0,005	0,03
Uruguay	0,001	0,01

Fuente: Elaboración propia según datos de CEPAL y Fishstat plus (FAO).

La acuicultura de recursos limitados y el cultivo de especies nativas

Resulta interesante observar que el 85% de los centros de cultivo regionales clasifican como "Acuicultura de Recursos Limitados" (AREL)[1]. Estos centros generan alrededor del 25% de la producción regional, utilizando principalmente peces de agua dulce tropicales y de manera secundaria camarones, algas, ostras y mitílidos. Las especies cultivadas por la AREL son en su mayoría aquellas que no dependen de alimentación suplementaria o son alimentadas con piensos comerciales y fertilizantes naturales de bajo costo, en su mayoría aportados por el estado u organismos de asistencia técnica.

Si bien la dispersión geográfica y la carencia de personal técnico para atender a los productores de este sector han dificultado la obtención de información exacta de sus dimensiones, el crecimiento estimado de la AREL entre 1994 y 2000 fue de un 10% (FAO, 2002). Algunas cifras referidas a la importancia socioeconómica de la AREL se presentan en la tabla 83.

[1] AREL ha sido definida como la actividad que se practica sobre la base del autoempleo, sea ésta practicada de forma exclusiva o complementaria, en condiciones de carencia de uno o más recursos que impiden su autosostenibilidad productiva y la cobertura de la canasta básica familiar en la región en que se desarrolle (FAO, 2010).

Tabla 83. Número aproximado de empleos totales y de productores de recursos limitados de acuicultura en países seleccionados de América Latina, se incluye el consumo de pescado en los mismos países.

	Número aproximado de empleos directos en el sector acuícola	Número aproximado de productores de recursos limitados	Consumo estimado per cápita de pescado (kg/hab/año)
Argentina	700	500	5-7
Brasil	150 000	50 000	7
Chile	45 000	900	12
México	30 418	ND	7-9
Ecuador	ND	700*	ND
Paraguay	3 200	2 900	5,8
Uruguay	84	61	6,7

* corresponde al número registrado, el cual se estima en un tercio del total
Fuentes: Encuesta preliminar realizada por la FAO y autoridades acuícolas nacionales (2009).

El cultivo de especies nativas ha venido desarrollándose sostenidamente en América del Sur, siendo la AREL y las pequeñas empresas de cultivo sus principales promotoras. Es así como en 1994 el valor de la producción de las especies tratadas en este libro no superaba los 14 millones de dólares, sin embargo al año 2008 se situaba ya por sobre los 155 millones. Mientras que en términos de producción, al año 1994 la producción de estas especies alcanzaba 4 862 toneladas, el año 2008 alcanzó 67 091 toneladas (lámina 52).

Lámina 52. Evolución de la producción y valor de la acuicultura de las especies nativas reportadas en FAO-Fishstat, incluidas en este libro en Sudamérica para el período 1994/08.

El pez nativo de agua dulce que presenta la mayor producción en América del Sur, según los datos reportados a FAO-Fishstat, corresponde a la cachama, siendo Brasil su principal productor. En éste país se alcanzaron las 30 600 toneladas en 2008 y se ha mantenido una tendencia ascendente en la producción desde sus comienzos. Esta especie es también producida en Colombia, Perú, Venezuela y Bolivia (lámina 53). En tanto los datos de 2008 indican que la cachama blanca, se produce en Colombia (2 200 toneladas), Perú (71 toneladas) y Bolivia (30 toneladas).

Lámina 53. Producción de cachama entre 1994 y 2008 en América del Sur, reportada en FAO-Fishstat.

Los reportes nacionales recibidos por la FAO indican que la segunda especie nativa de agua dulce más importante en acuicultura Sudamericana es el pacú. Esta especie se ha reportado, según la base de datos de FAO-Fishstat, exclusivamente en Brasil y Argentina (lámina 54), existiendo una creciente demanda, la que sin duda estimulará un aumento de su producción.

Lámina 54. Producción de pacú en América del Sur. Fuente: FAO-Fishstat, 2009.

El sábalo corresponde a la tercera especie de pez nativo de mayor importancia de cultivo en agua dulce en América del Sur, siendo Brasil, Colombia y Paraguay sus principales productores (lámina 55).

Lámina 55. Producción de sábalos en América del Sur. Fuente: FAO-Fishstat, 2009.

El potencial en acuicultura de América Latina es considerado uno de los principales a nivel global, ya que este Subcontinente dispone de abundantes cuerpos de agua dulce naturales de excelente calidad. Dispone además de un creciente número de embalses, disponibilidad

de proteína vegetal y cercanía con los principales productores de harina de pescado. Por otra parte, el crecimiento de la acuicultura industrial ha generado una importante cantidad de profesionales y expertos en acuicultura, cuya interrelación e intercambio se ve facilitado por la similitud idiomática existente en la región.

Sin embargo, existen factores de riesgo al desarrollo sostenible del cultivo de especies nativas de agua dulce, cuyos principales aspectos se enumeran a continuación:

1. El transporte de material biológico a través de fronteras de distintas zonas zoogeográficas, implica un riesgo serio de dispersión e introducción de enfermedades y plagas. La especie objetivo puede no representar un peligro directo, sin embargo, ésta puede ser un agente vector de parásitos, virus, bacterias u otros organismos que afecten a las especies en cultivo.

   América del Sur ha sufrido dos eventos serios de enfermedades que han golpeado duramente a su acuicultura industrial. En 1989 el virus de la mancha blanca hizo irrupción en la producción de camarones de Ecuador generando alrededor de 200 000 desempleados y en 2007 el virus de la Anemia Infecciosa del Salmón redujo notablemente la producción de salmón del Atlántico en Chile, generando alrededor de 25 000 desempleados.

   En el caso de Ecuador, la crisis del camarón sirvió para diversificar la producción incorporando tilapia en los estanques vacantes y los camarones sobrevivientes fueron usados de reproductores, lo que permitió una recuperación de la industria a 10 años de haber ocurrido la infección. Sin embargo en Chile, a cuatro años de ocurrido el primer reporte, persisten dudas respecto de la recuperación de la industria del salmón. Se ha estimada que la enfermedad ha tenido un costo superior a los 2 mil millones de dólares.

2. La propagación de enfermedades es uno de los mayores problemas de la acuicultura moderna. Estas pueden ser transmitidas vertical u horizontalmente generando mortalidades que representan en sí mismas, fuentes de dispersión de patógenos y contaminación. Históricamente, las enfermedades han sido manejadas a través del uso de productos químicos de uso veterinario, tales como vacunas, desinfectantes y antibióticos. Si bien los antibióticos constituyen una herramienta eficaz para el control de enfermedades bacterianas, pueden transformarse en un grave problema si no son usados bajo control profesional. Su aplicación puede generar aumento en la resistencia bacteriana y los costos de operación, como también cambios en las tasas de asimilación de alimentos y del crecimiento.

3. Por otra parte, todos los cultivos de peces requieren del suministro de alimentos, el cual es sólo parcialmente asimilado. Importantes cantidades de fósforo y nitrógeno son descargados hacia los cuerpos de agua, los cuales pueden provocar aumentos en el nivel trófico y reducciones dramáticas del oxígeno disponible para la respiración de los organismos en cultivo. El uso de alimentos de buena calidad, en cantidades adecuadas y formulaciones especialmente diseñadas para la especie objetivo, es fundamental para preservar un ambiente con condiciones ambientales apropiadas para el crecimiento de la acuicultura.

4. El aumento sostenido de la acuicultura a nivel mundial y regional se contrapone con el decrecimiento de las capturas de peces destinados a harina y aceite de pescado. Esta asimetría ha provocado aumentos considerables en el precio de los insumos en los últimos años. No obstante, el aprovechamiento y transformación de peces de captura sigue siendo ineficiente.

5. Finalmente, es importante observar que los arreglos institucionales existentes en la región han sido elaborados casi en su totalidad con un enfoque productivista y enfocado a la gran industria. Los acuicultores de recursos limitados, como las pequeñas empresas se ven enfrentados a regulaciones desmedidas que limitan su desarrollo y por lo tanto el aumento de la producción de peces nativos de agua dulce.

   Por otra parte, el adecuado nivel de exigencias es fundamental para el crecimiento sostenido de la acuicultura. Los gobiernos regionales han aumentado sus esfuerzos para desarrollar normativas en esta dirección, sin embargo aún es posible detectar falencias en la implementación de las mismas.

   Asimismo, los gobiernos deberían considerar el mejor conocimiento disponible, integrando junto con los aportes científicos, la conformación de sistemas efectivos de información en tiempo real respecto de las actividades y sus interacciones. De manera que los administradores dispongan de información adecuada para la mejor toma de decisiones posible.

   La entrega de información y la efectiva prevención de riesgos deben ser apoyadas mediante incentivos claros y directos, en los cuales la implementación de sistemas participativos e interactivos son de gran ayuda. Estos sistemas generan al mismo tiempo transparencia en la toma de decisiones, lo que se refleja en confianza ciudadana y beneficios que trascienden el enfoque sectorialista y ministerial.

Recomendaciones

Para lograr un desarrollo sostenible de la acuicultura regional es menester avanzar hacia políticas de acuicultura participativas, con claras estrategias de implementación y planes de acción, en el cual puedan identificarse plazos y responsabilidades.

Contexto espacial

Las políticas sectoriales enfocadas al fortalecimiento y administración del sector, debiesen considerar la dimensión espacial de la acuicultura y una efectiva evaluación de las interacciones positivas y negativas a nivel de centro, de cuenca y también a nivel global. Muchas veces las consideraciones administrativas y prácticas se insertan en un marco espacial restringido y enfocado sólo al sitio de cultivo, sin embargo son cada vez más necesarios los enfoques estratégicos en la planificación de la actividad y la consideración al uso de servicios ambientales y generación de impactos que trascienden las fronteras del centro. Incluso, en la planificación y en el ejercicio de la actividad, es importante considerar las planificaciones que existan o sean previsibles a nivel de cuenca y país.

Sólo la consideración amplia permitirá que el desarrollo de la actividad sea sostenible y no se vea dificultado por obstáculos dados por planificaciones territoriales de mayor alcance, tratados comerciales y otros tipos de sistemas de ordenamiento a mayor escala. En este caso es importante destacar el creciente uso de indicadores de impacto global, como la huella de carbono o del agua en los productos comercializados internacionalmente, los cuales tendrán un efecto cada vez mayor en la comercialización de los productos de la acuicultura, especialmente en aquellos destinados a la exportación.

Para incorporar adecuadamente estos aspectos y representarlos y actualizarlos oportunamente, el uso de herramientas geomáticas y sistemas de información geográficos ofrecen una excelente alternativa. Asimismo, sistemas de modelación de capacidad de carga pueden ser de gran utilidad.

Especial relevancia cobran en este sentido, las medidas de prevención de riesgos asociados a introducción de especies exóticas. Los sistemas de análisis de riesgo obligatorios para los traslados e importaciones, en adición a los controles y medidas preventivas de frontera, representan medidas necesarias para reducir el riesgo de internación de enfermedades y ocurrencia de plagas. Los sistemas de evaluación ambiental y de monitoreo de biodiversidad, representan asimismo herramientas útiles que pueden ser implementadas a escala espacial.

Contexto temporal

Las políticas de desarrollo en acuicultura, deberían considerar asimismo los efectos de mediano y largo plazo, debido al tiempo que toma consolidar la actividad productiva. Ésta en los casos más favorables logra asentarse en dos o tres años, siendo comunes las empresas que toman 7-10 años en consolidarse, especialmente aquellas altamente innovadoras.

Considerando además que la actividad crecerá, pero que al mismo tiempo los otros usuarios de los recursos e insumos también lo harán, sin duda se generará una creciente competencia por el acceso a recursos. En este sentido el resguardo de la propiedad de los bienes nacionales y la posibilidad de restitución al estado deben practicarse con claridad. Esto aplica al uso del agua, el uso del aire, de los lagos, ríos y otros bienes de uso común.

La creciente competencia y desarrollo de la acuicultura presionará a los estados hacia la asignación privada en atención a la necesidad de generar garantías ante los agentes financieros, tal como se ha observado en Chile en los últimos años. Políticas que incentiven esta dirección pueden favorecer la formación de sistemas oligoproductores, que se orienten a la gran producción y exportación. En estos casos, deben resguardarse los intereses y potencial innovador de los nuevos emprendimientos de pequeña escala y de aquellos de recursos limitados, evitando de este modo, que se generen asimetrías que vayan en desmedro de consumidores y trabajadores locales.

Asimismo, deben resguardarse los usos potenciales y futuros de los bienes. En este sentido la calidad del agua, los servicios ambientales y biodiversidad deben ser resguardados no sólo por los aspectos hedónicos y conservacionistas per se, sino también por el potencial de uso futuro que estos recursos puedan representar.

Por otra parte, ciertos impactos ambientales como por ejemplo los de orden de biodiversidad, pueden tardar años y hasta décadas en expresarse de manera evidente, momento en el cual los efectos ya son irreversibles, como puede observarse en la pesca continental regional. Es por ello, que los estados u otras instituciones sectoriales estables son los llamados a generar programas de observación y discusión de largo plazo, orientados a observar los cambios y sugerir estrategias de minimización de riesgos y maximización de beneficios, tanto para el medio como para las personas.

Contexto institucional

Tal como se mencionó anteriormente, existen variados tipos de acuicultores. El reconocimiento formal de la AREL ha sido escaso en los países de América del Sur, siendo el caso de Ecuador y Brasil ejemplos de excepción. Los altos niveles de pobreza rural en la región ofrecen en la acuicultura una excelente oportunidad de generar emprendimiento y trabajo, además de alimentación de calidad. Sin embargo, en muchos casos sistemas administrativos altamente complejos desincentivan la creación de nuevas unidades productivas.

La producción de peces nativos es por lo general ejecutada por productores de AREL, cuyos agentes se encuentran por lo general bajo la media de instrucción formal. Los procedimientos de autorización y control deberían reconocer esta realidad e incorporar las facilidades adecuadas. Esto no debe confundirse con una excusa para no formalizarse o cumplir con obligaciones ambientales y sanitarias, sino mas bien con un nivel de exigencias que corresponda con los potenciales impactos, el nivel de producción y la importancia de generar recursos y alimentos en sectores rurales, incorporando a sus productores a las cadenas de valor y estimulando su autosostenibilidad productiva.

Es necesario que las autoridades nacionales evalúen la eficacia y convergencia de sus políticas y regulaciones, principios, instrumentos, acuerdos globales y nacionales, regulaciones y códigos de práctica responsable relacionados con el desarrollo sostenible del sector.

El uso de instrumentos como 1) la evaluación ambiental, 2) la evaluación ambiental estratégica, 3) evaluaciones costo-beneficio, 4) sistemas de monitoreo y percepción, 5) sistemas de indicadores de presión y respuesta y 6) la aplicación sistemática de análisis de riesgos, pueden servir como herramientas útiles al apoyo de la gestión.

Sólo pocos países de la región cuentan con una caracterización adecuada de la AREL y consecuentemente carecen de mecanismos específicos para su fomento y apoyo. Si bien en algunos países existe una ley específica para este subsector o que de alguna manera los incluye, los instrumentos normativos que implementan dicha ley (reglamentos, normas, instructivos etc.) por lo general no se han elaborado (tabla 84). En el entendido que los estados desean avanzar en la diversificación de la acuicultura y en el cultivo de las especies de agua dulce, es altamente recomendable avanzar en la formalización de la AREL y su reconocimiento normativo.

Tabla 84. Identificación de los cuerpos normativos que aplican a los acuicultores de recursos limitados, el objetivo central de la política y la entidad reguladora de la acuicultura en países seleccionados.

	Política / Estrategia	Entidad reguladora en acuicultura	Objetivo central
Argentina	Resol. SAGPyA N° 1314/ 2004.	Dirección de Acuicultura, Sec. de agricultura, ganadería, pesca y alimentos.	Asegurar el crecimiento del sector acuícola impulsando su producción a mediano y largo plazo.
Brasil	Ley 11.958 y ley 11.959 de 2009. Política Nacional de Desarrollo Sustentable de la Acuicultura y de la pesca.	Ministerio de Pesca y Acuicultura.	Fomento y desarrollo de la infraestructura, aspectos sanitarios, investigación, difusión y apoyo a la producción a través de superintendencias federales para promover desarrollo sustentable de pesca y acuicultura; reconocimiento de fuente de alimentación, empleo, renta y ocio.
Chile	Política Nacional de Acuicultura; Estatuto de Acuicultura de Pequeña Escala (en elaboración).	Subsecretaría de Pesca, del Ministerio de Economía.	Reconocimiento formal del sector. Proporcionalidad en las normas que le afectan. Lograr rentabilidad.
Ecuador	Programa de acuacultura rural.	Subsecretaría de Acuacultura.	Mejoramiento de la dieta de la población y la generación de empleo e ingresos en el medio rural.
México	Programa nacional de acuacultura rural 2005 (PRONAR).	Comisión nacional de acuacultura y pesca; Dirección general de organización y fomento; Dirección de fomento acuícola y pesquero.	Fomentar y promover la acuacultura para crear unidades de producción familiares y comunitarias altamente rentables y competitivas que contribuyan a mejorar las condiciones socioeconómicas del sector rural en zonas de alta marginación.
Paraguay	Plan Nacional Desarrollo de la Acuicultura Sostenible (en elaboración con FAO).	Vice-ministerio de Ganadería del Ministerio de agricultura y ganadería.	Erradicar hambre y pobreza.

16. El Mercado de las Especies Nativas de Brasil

João F. Nogueira Matias - João D. Scorvo Filho - Rodrigo Roubach

Introducción

Brasil está dividido en cinco regiones: norte, nordeste, centro oeste, sudeste y sur (lámina 52). Según el trabajo títulado: "A Contagem da População–2007", publicado por el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE, 2009), la población de Brasil en el año 2007 era de 183 987 291 habitantes distribuidos en estas cinco regiones.

Lámina 56. Regiones brasileñas y sus respectivos estados.

Brasil es un país de dimensión continental y posee ocho principales cuencas hidrográficas (lámina 57). Estas cuencas presentan gran diversidad biológica con gran número de especies acuáticas.

Lámina 57. Cuencas Hidrográficas presentes en el territorio brasileño.

Evolución de la producción de pescado en Brasil

Según estadísticas del IBAMA del 2007, Brasil pasó de una producción de 732 259 toneladas de pescado en 1997 a 1 089 501 toneladas en 2007 (lámina 58).

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Total	732.259	710.704	744.598	843.377	939.756	1.006.869	990.272	1.015.914	1.009.073	1.050.808	1.072.226
Pesca	644.585	606.789	603.942	666.846	730.378	755.582	712.144	746.217	751.293	779.113	783.177
Acuicultura	87.674	103.915	140.656	176.531	209.379	251.287	278.129	269.698	257.780	271.696	289.050

Lámina 58. Producción brasileña de pescados en toneladas, en el periodo de 1997 a 2007.

Fuente: IBAMA, 2009.

Cuando se enfatiza en la producción acuícola, se observa que el crecimiento es aún mayor. En 1997 se producía 87 674 toneladas y para el 2007 se obtuvieron 289 050 toneladas, es decir un crecimiento de más de 200 mil toneladas, o más de 220%, en los últimos 10 años. De este total, la acuicultura continental brasileña fue responsable por 210 645 toneladas, mientras que la maricultura produjo 78 405.

Lámina 59. Producción acuícola brasileña en toneladas, periodo de 1997 a 2007.
Fuente: IBAMA, 2009.

La región nordeste es la mayor productora acuícola del país (107 486 toneladas), seguida por las regiones sur (78 250 toneladas), centro oeste (40 180,5 toneladas), sudeste (36 661,5 toneladas) y norte (26 343 toneladas). La tabla 85 presenta la producción acuícola brasileña por ambiente acuático y por región.

Tabla 85. Producción brasileña de pescado (toneladas), a través de la maricultura y de la acuicultura continental por región, en 2007.

Región	Maricultura	Acuicultura Continental	TOTAL
Norte	200,0	26 143,0	26 343,0
Nordeste	63 500,5	43 985,5	107 486,0
Sudeste	838,0	35 823,5	36 661,5
Centro oeste	0,0	40 180,5	40 180,5
Sur	13 866,5	64 383,5	78 250,0
TOTAL	**78 405,0**	**210 516,0**	**288 921,0**

Fuente: IBAMA (2009).

Las especies nativas criadas en Brasil

Según el IBAMA (2009), Brasil produjo 73 790,5 toneladas de peces nativos cultivados, lo que representó un aumento del 43,25% en los últimos 5 años (2007/03), con énfasis para el crecimiento del cultivo de matrinxã (403,82%) y pintado (93,85%), tabla 86.

Tabla 86. Evolución de la producción de las principales especies nativas de la acuicultura brasileña en el periodo 2003/07.

Especies	2003 (t)	2007 (t)	Crecimiento (%)
Curimatã	1 881,00	2 721,00	44,66
Matrinxã	575,5	2 899,50	403,82
Pacu	9 244,00	12 397,00	34,11
Piau	2 451,50	3 396,50	38,55
Pintado	821,5	1 592,50	93,85
Tambacu	7 916,00	10 854,00	37,11
Tambaqui	20 833,50	30 598,50	46,87
Tambatinga	1 844,00	2 028,00	9,98
Otras	5 945,50	7 303,50	22,84
TOTAL	**51 512,50**	**73 790,50**	**43,25**

Fuente: IBAMA, 2009.

El tambaqui (*Colossoma macropomum*) fue la principal especie nativa cultivada con 30 598,50 toneladas en 2007. Esta producción representó 10,6% de la producción de la acuicultura nacional y presenta un crecimiento a partir del 2001 (lámina 60).

Lámina 60. Producción brasileña de tambaqui (*C. macropomum*) de 2001 a 2007 en toneladas.

La segunda especie nativa en mayor cantidad producida fue el pacu (*Piaractus mesopotamicus*) con producción de 12 397 toneladas en 2007. Esta producción representó 4,3% de la acuicultura brasileña (lámina 61).

Lámina 61. Producción brasileña de pacu (*P. mesopotamicus*) de 2001 a 2007, en toneladas.

Oferta (Por región y por estado)

La región centro oeste es la mayor productora de especies nativas cultivadas en Brasil, con una producción de 29 269,5 toneladas en 2007, principalmente de tambaqui, tambacu, pacu y pintado. En segundo lugar se encuentra la región norte que produjo 25 805,5 toneladas en el mismo año. Las demás regiones tienen nula o poca tradición en el cultivo de especies nativas, sin embargo produjeron 8 190 toneladas (sudeste); 5 277 toneladas (nordeste) y 4 081 toneladas (sur).

Lámina 62. Producción de especies nativas por regiones de Brasil (2007).

Respecto a los estados, los cinco mayores productores son Mato Grosso (17 804,5 toneladas), Amazonas (8 927 toneladas), Goiás (5 400 toneladas), Rondônia (5 375,5 toneladas) y Mato Grosso do Sul (5 230,5 toneladas).

Lámina 63. Mayores estados productores de especies nativas de Brasil (2007).

Demanda (Principales mercados: regiones y ciudades)

En la lámina 64 se presenta la distribución de la población por regiones de Brasil y en la lámina 65 se observa dicha distribución en las once principales ciudades brasileñas.

Lámina 64. Distribución de la población brasileña en las cinco regiones del país.

La región norte está compuesta por los estados de Roraima, Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia y Tocantins. Está ubicada entre el macizo de las Guyanas al norte; el altiplano central al sur; la cordillera de los Andes al oeste y el océano Atlántico al noroeste. Su extensión territorial es de 3 853 397,2 km^2, siendo la mayor región de Brasil correspondiendo

aproximadamente al 42% del territorio nacional. La región norte posee una población de 14 623 316 habitantes. Manaos (Amazonas) y Belém (Pará) son las ciudades que se destacan como mercado consumidor con una población de 1 646 602 y 1 408 847 habitantes, respectivamente.

El nordeste brasileño está formado por los estados de Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe y Bahía. En total conforman un área de 1 554 257,0 km^2. Esta región tiene la segunda mayor población del país, con 51 534 406 habitantes, Salvador (Bahía) tiene 2 892 625, Fortaleza (Ceará) 2 431 415 y Recife (Pernambuco) 1 533 580, éstas son las ciudades más pobladas y con mayor potencial de consumo.

La región sur de Brasil está formada por los estados de Santa Catarina, Paraná y Rio Grande do Sul. Su extensión territorial es de 576 409,6 km^2 y posee 26 733 595 habitantes. Curitiba (Paraná) tiene 1 797 408 habitantes y Porto Alegre (Rio Grande del Sur) 1 420 667, éstas son las mayores ciudades. Esta región se caracteriza por una fuerte influencia de la colonización europea, principalmente por alemanes e italianos.

Los estados que forman la región sudeste son Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo y Rio de Janeiro. Está situada en la parte más elevada del altiplano Atlántico donde están las sierras de la Mantiqueira, del Mar y del Espinhaço. Su extensión territorial es de 924 511,3 km^2. La región sudeste tiene una población de 77 873 120 habitantes. Se destacan las ciudades de São Paulo (São Paulo) con 10 886 518 habitantes, Rió de Janeiro (Rio de Janeiro) con 6 093 472 y Belo Horizonte (Minas Gerais) con 2 412 937. También es la región más rica y más industrializada de Brasil.

La región centro oeste está compuesta por los estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul y por el Distrito Federal. El área total es de 1 604 850 km^2, ocupando aproximadamente 18,8% del territorio de Brasil. Tiene la segunda mayor extensión territorial entre las regiones brasileñas, teniendo una pequeña diferencia con la región norte. La región centro oeste tiene la menor población del país con 13 222 854 habitantes y presenta una gran tradición en el agro negocio, enfatizando que las principales ciudades son Brasilia (Distrito Federal) capital del país, con una población de 2 455 913 habitantes y Goiânia (Goiás), con 1 244 645.

Lámina 65. Distribución de la población en las principales ciudades brasileñas.

El mercado de pescado en Brasil está bastante diversificado y regionalizado. Se tiene un consumo cercano a los 6,65 kg/hab/año (IBAMA 2009). Este consumo tiene enormes diferencias entre las regiones y estados, tanto en la cantidad consumida, como en el tipo de pescado consumido (tabla 87).

Tabla 87. Consumo de pescado en algunas capitales brasileñas.

Mercado	São Paulo (1998)	Rio de Janeiro (1997)	Recife (2005)	Brasília (1997)	Maceió (2004)
Volumen Total	249 087	167 124	26 872	23 201	12 685
Consumo (kg/hab/año)	15,3	16,4	8,05	12,8	12,8
Supermercado (%)*	4	50	34	59	20
Restaurantes (%)*	49	3	6	17	4
Mercados (%)*	35	7	29	14	68
Ferias/Ambulantes (%)	(1)	25	4	4	7
Pescaderías/Otros (%)	12	15	27	6	s/d

Fuente: Adaptado de Wiefels et al., 2005. (1) Junto con mercados.*Del total de las ciudades referidas.

Precios

La producción acuícola de las especies nativas generó en Brasil, un valor de R$323 326 000,00 (trecientos veintitrés millones, trecientos veintiséis mil reales) (tabla 88), ó US$ 184 757 714,291 (ciento ochenta y cuatro millones, setecientos cincuenta y siete mil, setecientos catorce reales y veintinueve centavos de dólares americanos). El promedio del precio de las especies nativas brasileñas quedó alrededor de R$ 4,38 (cuatro reales, treinta y ocho reales), ó US$ 2,501 (dos dólares americanos con cincuenta centavos).

(1) 1 US$ = R$ 1,75 (Noviembre de 2009).

Tabla 88. Volumen producido (toneladas), promedio de precios (R$) y valor total (R$) de la producción de las principales especies nativas de la acuicultura brasileña en 2007.

Especies	Producción en 2007 (t)	Promedio de precio (R$)	Valor total (R$)
Curimatã	2 721,00	3,50	R$ 9 523 500,00
Matrinxã	2 899,50	4,00	R$ 11 598 000,00
Pacu	12 397,00	4,00	R$ 49 588 000,00
Piau	3 396,50	3,00	R$ 10 189 500,00
Pintado	1 592,50	6,00	R$ 9 555 000,00
Tambacu	10 854,00	4,50	R$ 48 843 000,00
Tambaqui	30 598,50	5,00	R$ 152 992 500,00
Tambatinga	2 028,00	4,50	R$ 9 126 000,00
Otras	7 303,50	3,00	R$ 21 910 500,00
TOTAL	**73 790,50**	**4,38**	**R$ 323 326 000,00**

Fuente: IBAMA (2009).

Algunas estrategias del programa de apoyo a la cadena productiva del pescado

Alimentación Escolar

La ley Nº 11 947/2009 determina la utilización de un mínimo de 30% de los recursos repasados por el Fondo Nacional de Desarrollo de la Educación (FNDE) para la alimentación escolar, en la compra de productos de la agricultura familiar y del emprendedor familiar rural o de sus organizaciones, priorizando los asentamientos de la reforma agraria, las comunidades tradicionales indígenas y comunidades quilombolas (de acuerdo a su art. 14).

Programa Feria del Pescado

El Ministerio de la Pesca y Acuicultura – MPA y la Compañía Nacional de Abastecimiento – CONAB firmaron una norma conjunta y crearon el "Programa Feria del Pescado". El programa tiene el propósito de dar apoyo a la infraestructura necesaria para la comercialización al por menor, para pescadores artesanales y acuicultores familiares enmarcados en el Programa Nacional de Fortalecimiento de la Agricultura Familiar – PRONAF. Con recursos del Ministerio, es realizada la adquisición de equipos a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, los cuales son distribuidos y cedidos por la CONAB en forma de comodato a las entidades beneficiadas por un período de un año, posteriormente al que se evalúa la donación definitiva para la comunidad.

PAA

El Programa de Adquisición de Alimentos de Agricultura Familiar (PAA) es una de las acciones del Fome Zero (Programa hambre Cero) que, por un lado, adquiere alimentos de agricultores familiares y por otro lado, distribuye los productos a los brasileños en situación de vulnerabilidad social y alimentaria. El objetivo es promover el derecho humano a la alimentación adecuada y asegurar el principio de la soberanía alimentaria del País.

Semana del Pescado

La Semana del Pescado es parte de la Campaña Nacional de Promoción del Consumo de Pescado, organizada por el Ministerio de Pesca y Acuicultura (MPA), con el objetivo de promover el consumo del pescado, a través de la divulgación de informaciones que faciliten el proceso de compra, de elaboración de recetas y sobre los beneficios del consumo regular del pescado.

Camión Frigorífico

El objetivo es inscribir a entidades privadas, sin fines de lucro, y órganos de la administración pública, interesados en participar en el "Programa de Apoyo a la Cadena Productiva del Pescado" proveniente de la pesca artesanal y la acuicultura familiar, ofreciendo facilidades para la adquisición de camiones frigoríficos para el transporte de productos pesquero-acuícolas mediante otorgamiento de licencias.

La adquisición de camiones frigoríficos ofrece mejores condiciones de acondicionamiento, transporte y comercialización de pescados para pescadores, mejorando la calidad del pescado ofertado así como garantizando mayor rentabilidad al pequeño productor.

Limitantes para el mercado de especies nativas en América del Sur

América del Sur tiene una enorme biodiversidad de especies, clima favorable, espacio físico para expansión, mano de obra y tecnologías disponibles. El hecho de no haber impulsado la producción de especies nativas, se debe a varios factores limitantes que para efecto de mejor comprensión se dividieron en dos grandes grupos:

A) Limitantes Tecnológicas

- Ausencia de tecnología dominada de cultivo para algunas especies;
- Indisponibilidad de semilla en cantidad, oportunidad y calidad adecuadas;
- No existen dietas específicas para las especies nativas;
- El cultivo aún no es económica y técnicamente viable;
- Pocos profesionales dedicados a las especies.

B) Limitantes de Mercado

- Bajo consumo de pescado en la región;
- Falta de regularidad en la oferta del producto;
- Calidad no satisfactoria de la mayoría de los productos;
- Prácticamente no existen productos con valor agregado;
- Exceso de intermediarios en los canales de distribución.

El mercado de pescado en América del Sur

De acuerdo a datos de FAO (2007), el consumo aparente de pescado en América del Sur fue de 8,5 kg/hab entre los años 2003 y 2005. Este consumo varía bastante entre países. Bolívia, Colombia, Ecuador y Paraguay tienen un consumo menor a 5 kg/hab. En Argentina, Brasil y Uruguay el promedio de consumo está entre los 5 y 10 kg/hab. Mientras que en Suriname y Venezuela se tuvo un consumo entre 10 a 20 kg/hab. En Chile, en las Islas Falklands, en Guyana, y en la Guyana Francesa y en Perú, el consumo se situó en más de 20 kg/hab. Y por último en Bolívia se dió el menor consumo aparente del subcontinente suramericano con 1,6 kg/hab, mientras que en Guyana fué la mayor con 38,2 kg/hab.

Lámina 66. Consumo aparente per cápita de pescado en América del Sur (2003/05).

Estrategias de distribución

De acuerdo con Valenti (2002), la cadena productiva de la acuicultura posterior a la producción pasa por las fases de procesamiento (o no), distribución y comercialización (lámina 66). La estrategia de distribución puede ser en la puerta de la granja, especialmente para los pequeños productores; a través de intermediarios y/ o minoristas; supermercados, restaurantes, hoteles, pescaderias, ferias libres y, cuando es posible y viable, exportación. Existen algunos factores determinantes al elegir la estrategia o estrategias de distribución del producto (especies nativas), a continuación se mencionan algunas.

- La especie (tambaqui, tambacu, pacu, pintado, pirarucu, etc.);
- El tipo (entero, eviscerado, filete, posta, etc.);
- El estado de conservación (vivo, fresco, congelado);
- La cantidad y calidad ofertada;
- La regularidad de la oferta (existe sazonalidad o no);
- El mercado a ser explotado (local, estatal, regional, nacional o internacional).

Lámina 67. Cadena de distribución de la acuicultura (adaptado de Valenti, 2002).

Acciones a desarrollar

El desarrollo del cultivo y del consumo de especies nativas en América del Sur pasa necesariamente por inversiones que se encuentran integradas en algunas acciones de los gobiernos, por la academia (universidades, instituciones universitarias, instituciones de investigación), por los órganos de asistencia técnica y por la iniciativa privada. Y de la

misma manera que se dividieron los factores limitantes en dos grandes grupos, también se hace a continuación con las acciones.

A) Acciones con enfoque tecnológico

- Definición de especies prioritarias;
- Concentración de esfuerzos de investigaciones para el desarrollo de paquetes tecnológicos de las especies consideradas prioritarias.

B) Acciones con enfoque de Mercado

- Aumento del consumo de pescado per capta en la región;
- Disminución de los intermediarios en la cadena productiva del pescado;
- Productos con mayor valor agregado;
- Proporcionar líneas de crédito específicas ventajosas para especies nativas.

América del Sur posee diversas especies nativas con enorme potencial de volverse grandes productos acuícolas nacionales e internacionales. Algunas con un “marketing ecológico” bastante atractivo, tales como los peces amazónicos (tambaqui, pirarucu, etc.) y peces del pantanal (pacu, pintado, etc.).

La ejecución de las acciones anteriormente citadas puede propiciar el desarrollo de la acuicultura de las especies nativas en el subcontinente sudamericano, respetando los principios básicos de soberanía alimentaria, inserción social y responsabilidad ambiental. Una de las formas de ejecutar tales acciones es a través del intercambio de tecnologías y de personal. La Red de Acuicultura de las Américas puede actuar como gran catalizador de esas acciones de integración y desarrollo regional.

17. Diversificación Acuícola en América Latina: Reflexiones

Alejandro Flores - Nava y Paulina Ancona

Introducción

Existe una tendencia mundial a incorporar cada vez más especies acuáticas al espectro de organismos cultivados. Esta se ha acentuado en las últimas dos décadas, a partir de los avances científicos en todas las áreas del conocimiento que intervienen en la acuicultura y, en menor medida, con la expansión del mercado internacional para especies no tradicionales, sin embargo, el acelerado ritmo de expansión del espectro de especies que se pretende cultivar, no ha permitido la consolidación de la tecnología de cultivo de la gran mayoría de éstas.

Lo anterior tiene como consecuencia el abandono de la especie por parte de productores que no encuentran viabilidad técnica o económica, y en algunos casos, repercusiones de orden ambiental si se trata de especies exóticas.

La presente contribución pretende ofrecer un panorama sobre el estado de la diversificación acuícola en América Latina; así como reflexionar sobre las tendencias, ventajas y riesgos de la creciente ampliación del espectro acuícola regional.

Breve reseña de la evolución histórica de la acuicultura en América Latina

La acuicultura es una actividad reciente en América Latina en comparación con su práctica en Asia y Europa. Aún cuando existen evidencias documentales de intentos primarios desde fines del siglo XIX en México (Cházari, 1883), su verdadero desarrollo ha tenido lugar en las últimas tres décadas. Históricamente es posible identificar 3 fases en la evolución acuícola de América Latina:

- Los primeros intentos, caracterizados por la falta de una base científica que les soportara, con esfuerzos aislados promovidos por la iniciativa privada, que tuvieron resultados muy modestos o fallidos en su mayoría, pero que sirvieron de vía de acceso a algunas especies que hoy forman parte del espectro acuícola regional como la trucha arco iris o la carpa común. Esta etapa se expande de fines del siglo XIX hasta mediados del siglo XX.

- La etapa en la cual la acuicultura fue vista como un instrumento de apoyo al desarrollo rural. En diversos países de la región, entre 1960 y 1980, se reconoció el potencial de la acuicultura como actividad complementaria de la agricultura de pequeña escala, en la producción de alimentos y generación de auto-empleo en áreas rurales. Se introdujeron especies asiáticas, principalmente las carpas chinas, la carpa común y diversas variedades de tilapia. Los resultados fueron por demás modestos, salvo en algunos países y regiones. Los programas fueron sostenidos a través de subsidios debido a la dificultad de adopción de una tecnología no tradicional en las zonas rurales Latinoamericanas; no obstante, fueron instrumentales en la inclusión del pescado en la dieta rural de varios países.

- La etapa de despegue y desarrollo de la acuicultura de la región, propulsada por la inversión extranjera directa en cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei* una vez validada su tecnología de cultivo tanto en Ecuador como en Panamá, y el posterior desarrollo exponencial del cultivo del salmón del Atlántico Salmo salar en el sur de Chile a principios de la década de 1990. Este período, que tiene su inicio a fines de 1970 con el camarón, y a mediados de 1990 con el salmón, ha sido testigo de la mayor tasa de expansión y diversificación de especies incorporadas al cultivo comercial regional.

Especies acuícolas de la acuicultura inicial en América latina

El número de especies históricamente cultivadas y diseminadas en diversas regiones de América Latina, no superaban una veintena a principios de la década de 1970. Debido a que la acuicultura no era una actividad productiva tradicional, estas especies eran fundamentalmente introducidas de otros continentes (tabla 89).

Podría decirse que hubo un período de concentración en el número de especies a partir de la década de 1980, con los avances científicos y tecnológicos en el cultivo de especies de alto valor comercial, como los camarones peneidos, principalmente en Ecuador y América Central, y posteriormente entre 1990 y 2000 con el salmón del Atlántico en Chile y la tilapia en las regiones tropicales y subtropicales del continente. Lo anterior propició que la expansión de la acuicultura estuviera basada en muy pocas especies.

Tabla 89. Especies acuícolas cultivadas en América Latina a principios de la década de 1970.

Nombre Común	Nombre Científico	Orígen	Año	Países
Carpa cabezona	*Aristichthys nobillis*	Asia	1975	Brasil, Costa Rica, México, Panamá y Perú.
Carpa común	*Cyprinus carpio*	Europa Oriental y Asia	1940	Bolivia, Brasil, Colombia, Chile, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá Paraguay, Perú Surinam y Uruguay.
Carpa China / hervíbora	*Ctenopharyngodon idella*	Asia	1970	Argentina, Bolivia, Brasil, Costa Rica, Honduras, México, Panamá y Perú.
Carpa Plateada	*Hypophthalmichtys molitrix*	Asia	1970	Brasil, Costa Rica, Honduras, México, Panamá y Perú.
Ciprínidos nep	*Carassius auratus*	China	1930	Argentina, Brasil, Colombia, Chile y México.
Langostino de Río	*Macrobrachium rosenbergii*	Indo-Pacífico	1970	Brasil, Ecuador, Honduras, México y Venezuela.
Ostión Japonés	*Crassostrea gigas*	Asia	1975	Brasil, Chile, México y Nicaragua.
Tilapia del Nilo	*Orechoromis niloticus*	África	1960	Argentina, Bolivia, Brasil, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá y Perú.
Tilapia de Mozambique	*Oreochromis mossambicus*	África	1950	Brasil, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Panamá, Perú y Venezuela.
Tilapia Rendali	*Tilapia rendalli*	Africa	1950	Brasil, Colombia, El Salvador, México, Panamá y Perú.
Trucha Arco Iris	*Oncorhynchus mykiss*	EUA	1930	Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, México, Panamá, Perú y Venezuela.

Fuentes: https://www.was.org/lac-was/boletins/boletim02/02_reportagem/01esp_2.htm http://www.fao.org/docrep/005/ad020s/AD020s00.htm#TOC

Diversificación vs consolidación de la acuicultura

La diversificación acuícola en general, es estimulada por factores diversos entre los que se incluyen: i) la conservación de recursos pesqueros a través del cultivo de especies locales para el repoblamiento de cuerpos de sistemas fluvio-lagunares o reservorios artificiales con presión de sobre-pesca; ii) la protección de los recursos zoogenéticos acuáticos locales a través del cultivo de especies autóctonas que sustituyan, al menos localmente, el cultivo de especies exóticas; iii) la conservación de la biodiversidad acuática a través del cultivo y recuperación de especies amenazadas o en peligro de extinción y iv) la ampliación del espectro de especies potencialmente comercializables en los mercados internacionales.

Si bien la investigación y desarrollo tecnológico para los primeros tres factores enunciados son indispensables y altamente recomendables, es sin duda el último factor el que ha determinado el incremento del número de especies que actualmente son objeto de intentos de domesticación. Es esta condición la que ha impulsado que, sin haber resuelto aun muchos de los vacíos tecnológicos en el cultivo de las especies "tradicionales", se estimule la diversificación acuícola. Actualmente, los registros estadísticos oficiales sobre especies acuáticas cultivadas en una o todas las fases de su ciclo biológico, suman más de 200 (FAO-FISHSTAT, 2009).

La lámina 68 presenta el incremento de especies reportadas como cultivadas en la región de América Latina y el Caribe. El año con mayor registro de especies cultivas es el 2003 con 87 especies; es decir, un incremento de más de 17 veces con respecto al número reportado en 1950. El último registro, del 2008, fue de 78, lo cual da cuenta de la tasa de incorporación tan acelerada de nuevas especies al espectro acuícola.

Lámina 68. Número de especies acuáticas reportadas por los países de ALC como cultivadas a partir de 1950. Fuente: FAO-FISHSTAT, 2009.

En contraste, la lámina 69 presenta la composición de la contribución de los grupos taxonómicos a la producción acuícola regional, lo que permite observar que cuatro grupos, constituidos por 19 especies, contribuyen con el 86% del total de la producción regional. Si las especies se agrupan taxonómicamente, entonces tres grupos de especies, salmónidos, peneidos y tilapínidos, contribuyen con más del 70% de la producción acuícola regional. No obstante, aún con los avances científicos y la consolidación tecnológica del cultivo de estas especies, recientes epizootias que han surgido en las etapas de cúspide de producción, propiciando el colapso de la industria, sugieren que existen aún lagunas en el conocimiento de los mecanismos eco-fisiológicos que en la práctica resultan determinantes para la sostenibilidad de los cultivos comerciales.

Lámina 69. Gráfica de la producción de los principales grupos taxonómicos en LAC al 2008 reportados en FAO-FISHSTAT.

Lo anterior sugiere que los esfuerzos de domesticación en la región se han dispersado y diluido en aras de la incorporación de cada vez más especies al espectro acuícola, sin haber resuelto falencias tecnológicas ni externalidades que afectan el entorno.

Por otra parte, la diversidad acuícola en los países de la región, de acuerdo con los registros de FAO-FISHSTAT (2008), no guarda necesariamente una relación directa con su biodiversidad acuática (lámina 70). De los países megadiversos de la región, México con 27 especies, seguido de Brasil con 22, son los que reportan mayor diversidad de organismos cultivados comercial o experimentalmente; sin embargo, otros países como Ecuador, Colombia, Perú y Venezuela, que comparten la cuenca amazónica y su biodiversidad, no registran un desarrollo acuícola importante con especies locales.

Lámina 70. Mapa de diversidad acuícola en número de especies reportadas como cultivadas en América Latina (Elaborado a partir de FAO-FISHSTAT, 2008).

En la mayoría de los casos, las especies nativas consideradas no tradicionales (especies cuya producción es registrada de forma intermitente u ocasional) reportadas por los países como cultivadas comercialmente, no muestran producciones significativas. Sin embargo, una especie llama la atención por el incremento sostenido de su producción y la expansión de las regiones donde se cultivan, tal es el caso del pacú *Piaractus mesopotamicus*, cuya producción regional se incrementó en 42% entre 2004 y 2008.

Otras especies con desarrollo tecnológico avanzado, incluyen el tambaquí (*Colossoma macropomum*) y el surubí (*Pseudopltystoma spp*). Estas especies son ya objeto de cultivo comercial con tendencia creciente en su producción, principalmente en Brasil.

Ventajas de la diversificación acuícola

Desde la perspectiva pesquera

La creciente presión sobre los recursos pesqueros globales propicia que cada vez más poblaciones ícticas vean amenazada su sostenibilidad biológica; esto hace indispensable el papel de la acuicultura de repoblamiento; es decir, el cultivo de organismos de la especie amenazada, para su posterior liberación en sustitución o complemento del reclutamiento natural.

La acuicultura de repoblamiento, si bien ha probado ser la base de pesquerías importantes como las que se desarrollan en grandes reservorios de México, Cuba y Brasil, principalmente con tilapia (Wijsktrom, 1989) también requiere de análisis más profundos que permitan mayor certidumbre en relación a los efectos a nivel genético de los organismos introducidos sobre las poblaciones naturales, o en otros casos, la evaluación misma de la eficacia de estas medidas, a través del seguimiento poblacional y la eventual recuperación de los stocks pesqueros.

Desde la perspectiva ecológica

La biodiversidad acuática se ve amenazada de forma creciente por múltiples factores que incluyen la presión pesquera, la modificación de hábitats, la introducción de especies competidoras o portadoras de patógenos no específicos, la contaminación acuática y la modificación de las condiciones ambientales inducidas por cambio climático, entre otros.

Es en este sentido que el desarrollo de técnicas de reproducción y larvicultura de especies nativas representa la posibilidad de contribuir a la estabilización o incluso la recuperación de especies en peligro, cuando se realiza de forma complementaria a la restauración del hábitat; o bien, cuando el mejoramiento genético permite la adaptación de los organismos amenazados a las nuevas condiciones adversas.

Desde la perspectiva acuícola

Los avances científicos en las áreas del conocimiento que inciden en la acuicultura, así como la expansión de mercados para productos acuícolas no tradicionales, ha estimulado el desarrollo de tecnologías de producción de nuevas especies para su introducción a los mercados regionales e internacionales. Desde esta perspectiva, ha sido la noción de que existe una demanda efectiva de diversas especies que sólo se capturan, el factor impulsor del desarrollo de investigación y desarrollo tecnológico, con mayor generación de conocimiento aplicable a industria en su conjunto.

En general, los esfuerzos de domesticación de nuevas especies tienen otras ventajas intrínsecas que incluyen la generación de conocimiento mismo, y el desarrollo de capacidades locales que permiten una mayor independencia de la generación exógena de tecnología.

Por otra parte, las razones de la diversificación acuícola obedecen más a la percepción de los productores de saturación de las especies tradicionales en términos de su oferta en los mercados. En este sentido, pocos productores revisan sus márgenes de manejo

para incrementar la productividad y reducir costos en aras de mejorar su competitividad; en cambio, ante una reducción de precios por sobreoferta incluso estacional, reaccionan adoptando nuevas especies.

¿Cómo se compara la diversidad acuícola con la de otras zootecnias?

La domesticación de animales para su cría y consumo es tan antigua como la sedentarización de las sociedades primitivas. En la actualidad, a más de 10 milenios de las primeras actividades ganaderas conocidas, el número de especies animales que incluyen la pecuaria global continúa siendo muy reducido. La ganadería bovina, basada en dos especies originales, con su vertiginoso desarrollo científico-técnico y mejoramiento genético que ha permitido su adaptación a prácticamente todo tipo de ambientes, registra 208 razas que se han derivado artificialmente a través de manipulación genética (FAO-DAD-IS, 2010). Lo mismo ocurre con la porcicultura, la avicultura y otras zootecnias (lámina 71).

Especie	Peces	Ovejas	Ganado	Gallina	Cabra	Cerdo	Conejo	Pato	Pavo
N° de tipos genéticos originales.	ND	2	1	1	1	1	1	1	2
N° de razas derivadas*.	ND	232	208	158	86	62	59	27	26
N° de nuevas especies domesticadas.	240	0	0	0	0	0	0	0	0

Lámina 71. Cuadro comparativo entre la diversidad de especies cultivadas en las principales zootecnias (tabla realizada a partir de datos de FAO-DAD-IS, 2010).

* Reportadas en FAO-DAD-IS como razas transfronterizas.

La amplia biodiversidad acuática global, que permite que más de 200 especies sean objeto de captura y consumo actualmente, puede explicar parcialmente los crecientes esfuerzos por incorporar más especies a la acuicultura; sin embargo, el nivel de conocimiento de su biología es aún muy básico en relación a la profundidad requerida para su cultivo. En la mayoría de los casos, las especies que se incorporan al espectro de organismos cultivados aun no son completamente domesticadas, lo que propicia pérdida del capital invertido, en muchos casos impactos no deseados al entorno y las especies asociadas y, consecuentemente, la degradación de la imagen de la acuicultura como actividad económica.

Las debilidades de la diversificación acuícola mal planificada

El cultivo de cualquier especie requiere del conocimiento profundo de su biología y su ecología. Solo con ello es posible determinar sus requerimientos ambientales y nutricionales, de tal forma que éstos puedan ser satisfechos en un entorno controlado artificialmente. Lo anterior requiere de investigación científica en diversas áreas del conocimiento, además del diseño de sistemas de cultivo acordes con la etología de la especie-objetivo en sus diversas etapas de desarrollo ontogénico.

La ruta que ha seguido el desarrollo del cultivo comercial de las especies acuáticas domesticadas ha sido marcada y acelerada por el mercado; es decir, los precios de mercado que han alcanzado especies de alta demanda, han estimulado a las empresas a invertir en investigación y desarrollo tecnológico, aliándose con la academia y los gobiernos. Ejemplos recientes son el cultivo de camarones peneidos, a partir de finales de la década de 1960, y los salmónidos a partir de la década de 1980.

Al comparar la evolución y el desarrollo de la acuicultura con el de otras industrias basadas en zootecnias, tales como la avicultura, la ganadería bovina y la porcicultura, es fácil darse cuenta del paralelismo que las zootecnias terrestres reflejan entre si, teniendo como común denominador la alta concentración de recursos humanos y financieros en la investigación científica aplicada al conocimiento de muy pocas especies, teniendo como premisa el incremento de la productividad en un marco de reducción de costos, empleando herramientas científicas de última generación, como la genómica y la biología molecular. Esto ocurre a escala global.

La acuicultura en contraste, canaliza mucho menos recursos para terminar de conocer las especies que hoy sostienen la industria a escala global y sí, en cambio, tiende a abrir cada vez más el espectro de organismos acuáticos cultivables, con lo que se diluye la posibilidad de alcanzar niveles de conocimiento tales que permitan minimizar los riesgos de catástrofes sanitarias o ecológicas, lo cual compromete la sostenibilidad de la industria.

Los esfuerzos de diversificación desde la academia regional

Existe un creciente número de grupos de investigación orientados a especies nativas con fines diversos que incluyen la reproducción con fines de conservación de la biodiversidad, sostenibilidad de recursos pesqueros o acuicultura. La tabla 90 presenta una selección

de instituciones y grupos de investigación regionales dedicados a especies de peces dulceacuícolas nativas de la región.

Tabla 90. Selección de instituciones de investigación con fines acuícolas principalmente orientadas a especies de peces nativos de agua dulce.

País	Institución	Área de conocimiento
Argentina	Centro de Ecología Aplicada de Neuquén (CEAN).	Cultivo de *Odontesthes hatcheri* y *Percichthys trucha*.
	Centro Nacional de Desarrollo Acuícola (CENADAC).	Biología y reproducción de *Colossoma mitrei* y *Rhamdia quelen*.
	Estación Hidrobiológica Chascomús (EHCh).	Reproducción de larvas y juveniles de *Odontesthes bonariensis.*
	Instituto de Investigaciones Biotecnológicas - Instituto Tecnológico Chascomús (IIB-INTECH).	Biología y reproducción de *Odontesthes bonariensis*.
Brasil	Empresa de Investigación Agropecuaria y Extención Rural de Santa Catarina (EPAGRI) / CEDAP.	Reproducción y biología de *Rhamdia quelen* y *Pterygoplichthys pardalis*.
	Laboratorio bioquímico de peces de agua dulce de la Universidad Federal de Sao Carlos.	Biología y cultivo de *Brycon amazonicus* y *Piaractus mesopotamicus*.
	Universidad Estatal de Maringá	Biología de *Piaractus mesopotamicus*.
	Universidad Federal de Pará (UFPA)	Caracterización del *Leporacanthicus galaxias* y *Corydoras sp* y peces de familias Loricariidae y Callichthyidae y biología de *Brycon cephalus*.
	Universidad Federal Río Grande del Sur (UFRGS).	Biología de *Odontesthes argentinensis* y *Prochilodus lineatus*.
Chile	Universidad Católica de Temuco	Cultivo de *Galaxias maculatus* y *G. platei*.
	Universidad de la Frontera	Cultivo de *Galaxias spp*.
Colombia	Asociación de Acuicultores del Caquetá (ACUICA).	Cultivo y reproducción de *Arapaima gigas* y *Osteoglossum bicirrhosum*.
	Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos	Cultivo y biología de *Pseudoplatystoma fasciatum*, *Leiarius marmoratus* y *Piaractus brachypomus*.
	Laboratorio de Ictiología de la Universidad Nacional de Colombia.	Reproducción y cultivo de *Ancistrus dolichopterus* y biología de *Piaractus brachypomus*, *Osteoglosum bicirhosum* y *Prochilodus magdalenae*.

Ecuador	Instituto para el Ecodesarrollo de la Región Amazónica (ECORAE).	Investigación *Arapaima gigas*.
	Centro de Investigación del Gobierno Provincial de Morona Santiago.	Investigación del *Brycon erythroptherum* y *Prochilodus nigricans*. Obtención de Alevines para dar semilla a los pequeños productores.
	Centro de Investigaciones y servicios Agropecuarios Sucumbíos (CISAS).	Cultivo y Reproducción de *Colossoma macropomum*, *Piaractus brachypomus* y *Brycon erythroptherum*.
México	Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).	Biología de *Menidia estor* y *Menidia promelas*.
	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV).	Biología y Cultivo de *Cichlasoma urophthalmus*.
	División Académica de Ciencias Agropecuarias (DACA) de la Universidad Autónoma Juárez de Tabasco (UAJT).	Biología y cultivo de *Petenia splendida*, *Pomacea flagellata*, *Crassostrea virginica*, *Cichlasoma urophthalmus*, *C. synspilum* y *Thorichthys meeki*.
	Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales IIAF de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH).	Reproducción y biología de *Menidia estor* y *Menidia promelas*.
	Planta Experimental de Producción Acuícola (PEXPA) de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa (UAN).	Reproducción y biología de *Chirostoma humboldtianum*, *C. promelas*, *Cambarellus montezumae*, *Petenia splendida*, *Procambarus bouvieri*, *P. digueti* y *Oncorhynchus chrysogaster*.
Paraguay	Estación de Piscicultura de Itaipu.	Biología y Cultivo de *Salminus maxilosus*, *Leporinus sp* y *Prochilodus scrofa*.
	Estación de Piscicultura de Yacyretá.	Biología y Cultivo de *Salminus maxilosus*, *Rhamdia quelen*, *Leporinus sp* y *Prochilodus scrofa*.
	Departamento de Pesca y Acuicultura de la Facultad de Ciencias Veterinarias (FCV) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA).	Cultivo y Reproducción de *Rhamdia quelen*.

Perú	Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA).	Estudios del *Arapaima gigas*.
	Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD-UR).	Biología de *Pseudoplatystoma fasciatum*.
	Instituto Nacional de la Amazonía Peruana (IIAP-AQUAREC).	Reproducción del *Arapaima gigas* y biología de *Pseudoplatystoma fasciatum*.
	Universidad Nacional Federico Villareal (UNFV), Facultad de Oceanografía, Pesquería y Ciencias Alimentarias (FOPCA).	Reproducción del *Arapaima gigas* y biología de *Pseudoplatystoma fasciatum*.
Uruguay	Dirección Nacional de Recursos Acuáticos	Cultivo de *Rhamdia quelen* y *Odontesthes bonariensis*.

Fuente: Chascomús, 2009.

Algunos de los desafíos de y recomendaciones para la diversificación acuícola

- El inicio de procesos de desarrollo con nuevas especies, sin haber concluido los requeridos por otras que ya son la base de la industria acuícola en muchos países, diluye posibilidades de consolidación de la tecnología de cultivo de las primeras y genera expectativas poco factibles sobre las de nueva incorporación. Existen múltiples ejemplos en este sentido, con especies tanto nativas como exóticas, que han generado externalidades e impactos negativos que comprometen la estabilidad ecológica la sostenibilidad económico-productiva de la actividad.

- En la mayoría de los casos, la diversificación es estimulada con especies cuya tecnología de cultivo se encuentra en desarrollo, resultando muchas veces en baja eficiencia de costos y poca rentabilidad, contrayendo la inversión en la actividad ante el incremento del riesgo.

- Los criterios de selección de nuevas especies para diversificar la acuicultura, se basan principalmente en su precio de mercado, haciendo secundarias las consideraciones biológicas. Esto resulta en un mayor número de especies carnívoras, con altos requerimientos proteicos y elevados costos de producción. Lo anterior genera mayor presión sobre fuentes tradicionales de proteína (harina de pescado).

- Los procesos de domesticación requieren de períodos no siempre cortos y recursos para generación de conocimientos que por lo regular no son acordes con los de los productores. Por ello la tendencia es la adopción de especies exóticas con tecnología validada, aun sin claridad sobre sus posibilidades de mercado en la región. Tal es el caso del bagre africano *Clarias gariepinus*, o el "basa"o bagre asiático *Pangasius sp*, que han sido introducidos y cultivados en diversos países de América del Sur, sin haber sido autorizados.

- En general existen pocos recursos para la investigación y el desarrollo de tecnologías de cultivo de especies nativas. Menos recursos aún para, una vez completo el desarrollo, invertir en la transferencia tecnológica y el posicionamiento de la especie nueva en los mercados internacionales.

- Muchas de las especies con importancia alimentaria para sectores vulnerables de la población en los países de la región, son desconocidas en los mercados nacionales o regionales, lo que les hace poco atractivos a la industria y poco visibles para el apoyo gubernamental.

- Es altamente recomendable que las políticas de desarrollo sectorial incluyan el estímulo al desarrollo integral, incluso multi-actoral (productores, investigadores, agentes de desarrollo, etc) de nuevas especies cuando éstas reúnen atributos biológicos y de mercado que permiten anticipar la sostenibilidad de su cultivo.

- Es importante revisar los programas de diversificación acuícola, para apoyar sólo aquellas iniciativas que culminen de forma viable en paquetes tecnológicos integrales, asimilables por los productores y validados comercialmente. Lo anterior sin detrimento de la relevancia de impulsar programas de investigación orientados a la generación de conocimientos no vinculados a la cadena productiva. Si bien no deben ser procesos excluyentes, es esencial diferenciarlos para no transferir el costo del aprendizaje a los productores, particularmente de escasos recursos.

18. Bibliografía

ALBELAÉZ-ROJAS, G.; FRACALOSSI, D. Y FIM, J. 2002. Composição corporal de tambaqui, Colossoma macropomum, e o matrinxã, Brycon cephalus, em sistemas de cultivo intensivo em igarapé, e semi-intensivo em viveiros. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 31, n.3, p. 1059-1069.

ALCÁNTARA, F., 1990. Observaciones sobre comportamiento reproductivo de paiche, Arapaima gigas, en cautiverio. Folia Amazónica, 2: 4

ALCÁNTARA-BOCANEGRA, F.; WUST, W.H.; TELLOMARTÍN,
S.; REBAZA-ALFARO, M.; CASTILLO-TORRES, 2006. D. Paiche: El gigante del Amazonas. Lima: Instituto de Investigaciones de la Amazonia peruana.

ALEXANDRE, J.; AGOSTINHO, C.; CASTRO, C.; AGOSTINHO, L.; KUNII, E.; SOUSA, R.; OLIVEIRA, L. y ARGENTIM, D., 2009. Desempenho produtivo de híbridos de Pseudoplatystoma (Pseudoplatystoma corruscans) e cachara (Pseudoplatystoma fasciatum) submetidos a duas taxas de alimentação e a três freqüências alimentares. 46ª Reunião da SBZ, Maringá/PR.

ANÓNIMO. 2001. Manual practico de piscicultura. Facultad de Ciencias Veterinarias. Departamento de Pesca y Acuicultura. San Lorenzo, Paraguay.

ARAÚJO-LIMA, C.; GOMES, L.C. 2005. Tambaqui (Colossoma macropomum). En: Baldiseroto, B.; Gomes, L. D. (Eds.) Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Editora UFSM. Santa Maria. p. 175-193.

ARAÚJO-LIMA, C. y RUFFINO, M. 2003. Migratory Fishes of the Brazilian Amazon. pp 232-302 In: Carolsfeld J, Harvey B, Ross C, Baer A (eds). Migratory fishes of South America. World Fisheries Trust, Victoria, BC, Canadá, 380 p.

ARAYA, P; ESTEPA, R. 1991. Estudio preliminar de edad y crecimiento del sábalo.

ARCE, M. 2008. Evaluación del estado de poblaciones de bagre rayado Pseudoplatystoma magdaleniatum en la cuenca media del río Magdalena durante la temporada de subienda del 2004. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 32(123): 257-266.

ARGUELLO, L. Reproducción Inducida de la Liseta Leporinus Muyscorum con extracto pituitario de carpa. Revista MVZ. Córdoba.

AZPILICUETA, M. 1985. Adiciones a la Ictiofauna Argentina en la Provincia de Misiones; Historia Natural; Vol.5, (20).

BACA, 2001. Historia biológica del Paiche o Pirarucú Arapaima gigas y bases para su cultivo en la Amazonía, Iquitos-Perú. Iquitos: IIAP, p.español.

BACHMANN, A. 1953. Sábalo. Prochilodus lineatus.

BALDISSEROTTO, B. y CARVALHO, L. 2005. Especies nativas para piscicultura no Brasil.

BARBIERI, G.; SALLES, F. A.; CESTAROLLI, M. A. y TEIXEIRA-FILHO, A. R. 2004. Estratégias reprodutivas do dourado, Salminus maxillosus e do curimbatá, Prochilodus lineatus no Rio Mogi Guaçu, Estado de SãoPaulo, com ênfase nos parâmetros matemáticos da dinâmica populacional. Acta Scientiarum. Biological Sciences Maringá, v. 26, no. 2, p.169-174.

BARRIGA, R. 1991. Lista de Peces de Agua Dulce del Ecuador. Escuela Politécnica Nacional, departamento de Ciencias Biológicas. Quito Ecuador; Biología No. 3.

BERASAIN, G. 2010. Resultados de investigación sobre pejerrey. Documento de circulación interna. Estación Hidrobiológica de Chascomús.

BERASAIN, G.; VELASCO, C.; SHIROYO, Y.; COLAUTTI, D. y REMES, M. 2006. Cultivo intensivo de juveniles de Pejerrey (Odontesthes bonariensis) en estanques. Comunicación científica CIVA.

BERNARDINO, G.; SENHORINI, J.A.; FONTES, N.A.; BOCK, C.L.; MENDONÇA, J.O.J. 1993. Propagação artificial do matrinchã, Brycon cephalus (Günther, 1869, (Pisces, Characidae). B. Téc. CEPTA, Pirassununga, v.6, n. 2, p. 1-9.

BITTENCOURT, F.; SIGNOR, A.A.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; REIDEL, A. y LOSCH, J. 2007. Densidades de estocagem de alevinos de curimbatá Prochilodus lineatus cultivados em tanques-rede no reservatório de Itaipu. In: 1 Congresso Brasileiro de Peixes Nativos de Agua Doce, 2007, Dourados - MS. Anais do 1 Congresso Brasileiro de Peixes Nativos de Agua Doce.

BITTENCOURT, F. 2009. Cultivo de pacu Piaractus mesopotamicus sob diferentes densidades em tanque-rede no Reservatório de Itaipu. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon. 48p.

BOCK, C. L.; PADOVANI, C. R. 2000. Considerações sobre a reprodução artificial e alevinagem de pacu (Piaractus mesopotamicus, Holmberg, 1887) em viveiros. Acta Scientiarum 22(2): 495-501.

BONETO, A, CASTELO, A y H. P. 1985. Pesca y Piscicultura en aguas continentales de América Latina.

BONETTO, A. 1980. Problemas relativos a la producción pesquera en los lagos de represas. Com. Cient. CECOAL, 9: 1:21.

BRITSKI, H.; SATO, Y.; ROSA, A.. 1998. Manual de identificação de peixes da região de Três Marias. 3 ed. Brasília, CODEVASF, 115 p.

BROWN, 2001. Informe Técnico N° 62. Fundamentos Técnicos para las exigencias contenidas en el Reglamento Ambiental para la Acuicultura. Asuntos Ambientales, Departamento Pesquerías, Subsecretaría de Pesca de Chile. 44 pg.

BUITRAGO, U. y BURR, B. 2007. Taxonomy of the catfish genus Pseudoplatystoma Bleeker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species. Zootaxa 1512: 1-38, 2007.

BURKERT, D.; ANDRADE, D.; SIROL, R. QUIRINO, C.; RASGUIDO, J. y SALARO, A. 2002. Desempenho do surubim (Pseudoplatystoma sp.) cultivado em tanques-rede durante um ano e alimentado com rações comerciais. XII Simpósio Brasileiro de Aquicultura, Goiânia, Resumos, p. 94.

CALVO, J. y L.A. DADONE, 1972. Fenómenos reproductivos en el pejerrey Basilichthys bonariensis, p.153-163.

CAMPOS, J. 2005. O cultivo do Pseudoplatystoma, Pseudoplatystoma corruscans (Spix e Agassiz, 1829). In: In: Baldiseroto, B.; Gomes, L. D. (Eds.) Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Editora UFSM. Santa Maria. p. 327-343.

CAMPOS, P.; MARTINO, R. y TRUGO, L.. 2006. Amino acid composition of Brazilian surubim fish (Pseudoplatystoma coruscans) fed diets with different levels and sources of fat. Food Chemistry Vol. 96, Issue 1, p. 126-130.

CARNEIRO, D. y GONÇALVES, E.. 2002. Exigência de proteína digestível em dietas práticas para o Pseudoplatystoma, Pseudoplatystoma coruscans (AGASSIZ, 1829). XII Simpósio Brasileiro de Aquicultura, Goiânia, Resumos, p. 114.

CARRARO, F. G. P.; MENDONÇA, I. T. L.; BARBOSA, J. M.; PONZI JÚNIOR, M. 2007. Crescimento e tolerância à salinidade em tambaqui: efeito da utilização de ração suplementada com sal (NaCl). Rev. Bras. Eng. Pesca 2(2). p. 37-45.

CARRILLO, M. Reproducción en acuicultura, Madrid, España.

CECCARELLI, P. S.; SENHORINI, J. A.; REGO, R. F. 2005. Piracanjuba, Brycon orbignyanus (Valenciennes, 1849). In: Baldiseroto, B.; Gomes, L. D. (Eds.) Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Editora UFSM. Santa Maria. p. 121-147.

CESTAROLLI, M. 2005. Larvicultura do Pseudoplatystoma Pseudoplatystoma coruscans (Agassiz, 1829): Aspectos da alimentação inicial e do desenvolvimento de estruturas sensoriais. Jabotical, SP Tese de Doutorado. UNESP, 110 p.

CHANG, B.D. AND W. NAVAS. 1984 Seasonal variations in growth, condition and gonads of Dormitator latifrons (Richardson) in the Chone River Basin, Ecuador. J. Fish Biol. 24:637-648

CHAPARRO, N. 1994. Reproducción artificial y manipulación genética en peces. Barranquilla: Mejoras.

CHASCOMUS, 2009. Programa Libro de Resúmenes de la Segunda Conferencia Latinoamericana sobre Cultivos de Peces Nativos. Chascomús, Provincia de Buenos Aires, Argentina del 3 al 6 de Noviembre de 2009.

CODEVASF, 2009. Manual de criação de peixes em tanques-rede. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba. Brasília. 64p.

COELHO, S. y CYRINO, J. 2006. Custos na produção intensiva de surubins em gaiolas. Informações Econômicas, SP, v.36, n.4, abr., p. 7-14

CORDIVIOLA DE YUAN, E. y C. Pignalberi. 1981. Fish populations in the Parana river.2. Santa Fe and Corrientes area. Hydrobiologia, 77: 261 -272.

COSTA, R.M.R.; MATEUS, L. A.F. 2009. Reproductive biology of pacu Piaractus mesopotamicus (Holmberg, 1887) (Teleostei: Characidae) in the Cuiabá River Basin, Mato Grosso, Brazil. Neotropical Ichthyology, 7(3):447-458.

CREPALDI, D.; RIBEIRO, L.; MELO, D.; TEIXEIRA, E.; MIRANDA, M. y SOUZA, S. 2003. Comparação do desempenho de surubim puro, P. coruscans e o híbrido P. coruscans x P. fasciatum em 3 densidades de estocagem. World Aquaculture 2003, Salvador. Anais World Aquaculture Society, Resumos p.211.

DA SILVA, A.B.; VINATEA, J.E.; ALCÂNTARA, F. 1989. Manual de reproducción de peces Colossoma sp, “pacu” y “tambaqui”. In: Juárez-Palacios, J. R. (Ed.) Avances en el Cultivo de Peces del Genero Colossoma. FAO - Roma, Proyecto Aquila II Documento de Campo No 5.

DONALDSON, E.M; HUNTER GM. Induced final maduration, ovulation and spermiation. In: W.S Hoar. D.J.

FAO. 2009. Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service. Aquaculture Production (1950-2007). FISHSTAT Plus - Universal software for fishery statistical time series [online or CD-ROM]. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. 2007. Fish and Fishery Products: World Apparent consumption statistics based on food balance sheets. FAO Fisheries Circular, nº 821, rev.9. Rome, FAO, 2007. 429p.

FERRARI, V. A.; LUCAS, A. F. B.; RAMOS, R. O.; RIBEIRO, D. A.; RAMOS, S. M. Sobrevivência e maturação gonadal do tambaqui Colossoma macropumum Cuvier 1818, em ambientes protegidos (Estufa). Boletim Técnico CEPTA, Pirassununga/SP – Brasil, V. 12, p 1-11, 1999.

FLORES NAVA, A. 2007. Aquaculture seed resources in Latin America: a regional synthesis, pp 91-102. In: M.G. Bondad-Reantaso (ed.). Assessment of freshwater fish seed resources for sustainable aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper. No. 501. Rome, FAO. 628p.

FURUYA, W. y FURUYA, V. 2003. Composição de aminoácidos da carcaça do Pseudoplatystoma (Pseudoplatystoma corruscans) baseada no conceito de proteina ideal. Zootecnia Tropical. FONAIAP, Venezuela, v. 21, n. 2, p. 109-117.

GODINHO, H.; MIRANDA, M.; GODINHO, A.L. y SANTOS, J. 1997. Pesca e biologia do surubim Pseudoplatystoma corruscans no rio São Francisco. In: MIRANDA, M.O.T. (Org). Surubim. Belo Horizonte: IBAMA, p. 27-42 (Coleção Meio Ambiente, Série Estudos Pesca, 19).

GODINHO, A.; KYNARD, B. y GODINHO, H. 2007. Migration and spawning of female surubim (Pseudoplatystoma corruscans, Pimelodidae) in the São Francisco river, Brazil. Environ Biol Fishes. Volume 80, Number 4 / December.

GODOY, M. 1986. Peces y pesca del río Paraná. ELECTROSUL. Brasil.

GOMES, L.C.; URBINATI, E.C. 2005. Matrinxã (Brycon cephalus). In: Baldiseroto, B.; Gomes, L. D. (Eds.) Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Editora UFSM. Santa Maria. p. 149-168.

GONZO, G. 2006. Ictiofauna de cuencas endorreicas en ambientes de Chaco semiárido, provincia de Salta. Revista Aquatic. (25). Universidad Nacional de Salta.

HEATH, A. 1995. Water pollution and fish physiology. 2a. edición. Lewis Publishers. CRS Press Inc. 359 pg.

HEPHERT, B; PRUGININ, Y. 1981. Commercial Fish Farming. Wiley Interscience, New York, 261 pp.

HIRT DE KUNDEL, L; FLORES, S.A. 1994. Reproducción de P. scrofa.

IBAMA, 2009. Estatística da pesca 2007. Grandes regiones e unidades da federação. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/-IBGE- (2009). A Contagem da Población – 2007. 311 p.

IBAMA, 2008. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Estatística da pesca 2006 – Brasil: Grandes regiões e unidades da federação. 167p.

IBAMA, 2007. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Estatística da pesca 2005 – Brasil: Grandes regiões e unidades da federação. 147p.

IBAMA, 2005. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Estatística da pesca 2004 – Brasil: Grandes regiões e unidades da federação. 136p.

IBAMA, 2004. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Estatística da pesca 2003 – Brasil: Grandes regiões e unidades da federação. 137p.

INOUE, L.; CECCARELLI, P. y SENHORINI, J. 2003 (a). Efeitos da cal na qualidade da água e suas implicações na criação do Pseudoplatystoma Pseudoplatystoma coruscans (Agassiz, 1829) durante a alevinagem. Biodiversidade Pampeana, Uruguaiana, vol 1 (1) p. 3-11.

INOUE, L.; CECCARELLI, P. y SENHORINI, J. 2003 (b). A larvicultura e a alevinagem do Pseudoplatystoma e da cachara. Panorama da Aqüicultura, v. 13 n.76, p. 15-19.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA/IBGE, 2009. A Contagem da Población – 2007. 311 p.

ITUASSÚ, D.R.; CAVERO, B.A.S.; DA FONSECA, F.A.L. y BORDINHON, A.M. Cultivo de curimatã (Prochilodus spp). In: Baldiseroto, B.; Gomes, L. D. (Eds.) Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Editora UFSM. Santa Maria. p. 67-77.

JUAREZ-PALACIOS, R. 1989. Avances en el cultivo de peces del género Colossoma. Documento de campo Nº5. GCP/RLA/102/ITA Proyecto Aquila II. FAO. 235 p.

KINKELIN, P. 1991. Tratado de las Enfermedades de los Peces, Zaragoza, España.

KUBITZA, F. 2003a. Larvicultura de peixes nativos. Panorama da Aquicultura, (13):77, p. 47-56.

KUBITZA, F. 2003b. Peixes nativos: saiba como assegurar maior sobrevivência, encurtar o período de engorda e aproveitar bem os seus viveiros. Panorama da Aquicultura, (13):78, p. 54-61.

KUBITZA, F. 2004a. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do cachama, do pacu e de outros peixes redondos. Panorama da Aquicultura, (14):82, p. 27-39.

KUBITZA, F. 2004b. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do cachama, do pacu e de outros peixes redondos. Parte 2. Panorama da Aquicultura, (14):83, p. 13-23.

LIMA, L.; RIBEIRO, L.; MALISON, J.; BARRY, T. y HELD, J. 2006. Effects of temperature on performance characteristics and the cortisol stress response of surubim Pseudoplatystoma sp. Journal of the World Aquaculture Society, v.37, n.1, p.89–95.

LIMA, R.V.A.; BERNARDINO, G.; VAL-SELLA, M. V.; FAVA-DE-MORAES, F.; SCHEMY, R.A. E BORELLA, M. I. 1991. Tecido germinativo ovariano e ciclo reprodutivo de pacus (Piaractus mesopotamicus Holmberg, 1887) mantidos em cativeiro. Boletim Técnico CEPTA. Pirassununga/SP Brasil, 4 (1):1-46 jan/jun.

LOPES, R.N.M.; SENHORINI, J.A.; SOARES, M.C.F. 1995. Desenvolvimento embrionário e larval de matrinxã - Brycon cephalus – Günther, 1869, (Pisces, Characidae). B. Téc. CEPTA, Pirassununga, v.8, p. 25-39.

LUNDSTEDT, L.; MELO, J. y MORAES, G. 2004. Digestive enzymes and metabolic profile of Pseudoplatystoma corruscans (Teleostei: Siluriformes) in response to diet composition. Comparative Biochemistry and Physiology Part B 137; p. 331–339.

MARTINO, R.; CYRINO, J.; PORTZ, L. y TRUGO, L. 2002 (a). Effect of dietary lipid level on nutritional performance of surubim, Pseudoplatystoma corruscans. Aquaculture v.209; p. 209-218.

MARTINO, R.; CYRINO, J.; PORTZ, L. y TRUGO, L. 2002 (b). Performance and fatty composition of surubim (Pseudoplatystoma corruscans) fed diets with animal and plant lipids. Aquaculture v.209, p. 233-246.

MARTINO, R.; CYRINO, J.; PORTZ, L. y TRUGO, L. 2005. Performance, carcass composition and nutrient utilization of surubim Pseudoplatystoma coruscans (Agassiz) fed diets with varying carbohydrate and lipid levels. Aquaculture Nutrition 11; p.131–137.

MIRANDA, M. y RIBEIRO, L. 1997. Características zootécnicas do surubim Pseudoplatystoma corruscans. In: MIRANDA, M.O.T. (Org). Surubim. Belo Horizonte: IBAMA, p. 43-56 (Coleção Meio Ambiente, Série Estudos Pesca, 19).

MORAVEC, F., 1998. Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical region. Praga: Academia.

NAVARRO, R. D.; RIBEIRO FILHO, O. P.; SILVA, R. F.; CALADO, L. L.; PEREIRA, F. K. S. 2008. Desempenho produtivo e índice reprodutivo de macho e fêmeas de piauçu (Leporinus macrocephalus) alimentados com diferentes níveis de energia digestível. Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba, v. 6, n. 4, p. 451-458, out./dez.

PARDO, S.; ARIAS, J.; SUÁREZ, H.; CRUZ, P.; VÁSQUEZ, W.; ATENCIO, V.; ZANIBONI, E. 2006. Inducción a la maduración final y ovulación del yamú Brycon amazonicus con EPC y mGnRH-a. Rev. colomb. cienc. pecu;19(2):160-166, jun. tab, graf.

PEREZ, P.; BOCANEGRA, F. y ORBE, R. 2001. Reproducción inducida de la doncella Pseudoplatystoma fasciatum y desarrollo embrionario-larval. Folia Amazónica Vol. 0l. 12 (1-2), p. 141-154. IIAP.

REARTES, J. 1995. El Pejerrey (Odontesthes bonariensis): métodos de cría y curltivo masivo. FAO – Roma, Documento ocasional COPESCAL N° 9.

REINHEIMER, G. 1991. Mikrobiologie der Gewässer. 5 Ed. Jena. Fischer. 294 pg.

RESENDE, E.; CATELLA, A.; NASCIMENTO, F.; PALMEIRA, S.; PEREIRA, R.; LIMA, M. y ALMEIDA, V. 1996. Biologia do curimbatá (Prochilodus lineatus), Pseudoplatystoma (Pseudoplatystoma corruscans) e cachara (Pseudoplatystoma fasciatum) na bacia hidrográfica do rio Miranda, Pantanal do Mato Grosso do Sul, Brasil. Corumbá, MS: EMBRAPA-CPAP, 1996. 75p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 02).

REVISTA BIOTA DE LA ITAIPU BINACIONAL, 2003. Ciudad del Este, Paraguay. Contribución al conocimiento de la reproducción de peces nativos en cautiverio. (12).

REVISTA BIOTA DE LA ITAIPU BINACIONAL, 1994. Ciudad del Este Paraguay. Ictiofauna del Río Paraná. (1).

REYNALTE-TATAJE, D.; ESQUIVEL, B.; ESQUIVEL, J.; ZANIBONI-FILHO, E. 2002. Reproducción inducida del piauçu, Leporinus macrocephalus GARAVELLO Y BRITSKI, 1988 (CHARACIFORMES, ANOSTOMIDAE). Boletim do Instituto da Pesca, São Paulo, 28(1): p 11 – 18.

RINGUELET, R.; ARAMBURU, R. y ARAMBURU, A. 1967. Los Peces Argentinos de Agua Dulce; Com. Invest. Cient, La Plata, Argentina.

ROMAGOSA, E.; PAIVA, P.; GODINHO, H. M.; ANDRADE-TALMELLI, E. 2003. Características morfométricas e crescimento do cachara, Pseudoplatystoma fasciatum (Linnaeus, 1766), em cativeiro. Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá, v. 25, no. 2, p. 277-283.

ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M.; BORELLA, M. y FENERICH-VERANI, N. 2001. SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FÊMEAS DE MATRINXÃ, Brycon cephalus, INDUZIDAS A REPRODUÇÃO. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, 27(2) p: 139 – 147.

ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M.Y y GODIHNO, HM. 1985. Tipo de desove do curimbata. Prochilodus scrofa.

ROSSO, J.; QUIRÓS, R. 2010. Patrones de desplazamientos reproductivos en el pejerrey Odonthesthes bonariensis. Interciencia 35(6):407-413.

SAAVEDRA, R.; QUINTERO, P.; LANDINES, P., 2005. Aspectos reproductivos. Biología y cultivo del pirarucú Arapaima gigas (Schinz, 1822) (Pisces: Arapaimidae): Aspectos reproductivos. Bases para un aprovechamiento sostenible. INCODER-UNC, Bogotá, Colombia.

SANTOS, F.A.; SILANS, A. M. B. P.; RENATO DE QUEIROZ PORTO, R. Q.; ALMEIDA, C. N. (2009). Estimativa e análise do volume dos pequenos açudes através de imagem de satélite e levantamento de campo na bacia hidrográfica do açude sumé. XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 14p.

SATO, Y.; CARDOSO, E.; SALLUM, W.; GODINHO, H. 1997. Indução experimental da desova do surubim Pseudoplatystoma corruscans; p. 69-79. In: MIRANDA, M.O.T. (Org). Surubim. Belo Horizonte: IBAMA (Coleção Meio Ambiente, Série Estudos Pesca, 19).

SATO, Y., GODINHO, H. 2003. Migratory fishes of the São Francisco River. pp 195–231 In: Carolsfeld J, Harvey B, Ross C, Baer A(eds). Migratory fishes of South America. World Fisheries Trust, Victoria, BC, Canada, 380 p.

SATO, Y.; FENERICH-VERANI, N.; NUÑER, A.; GODINHO, H. y VERANI, J. 2003. Padrões reprodutivos de peixes da bacia do São Francisco, p. 229-274. In: H. P. Godinho & A. L. Godinho (org.). Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte: PUC Minas, 468p.

SATO, Y.; FENERICH-VERANI, N.; GODINHO, H. 2003 (b). Reprodução induzida de peixes da bacia do São Francisco, p. 275-289. In: H. P. Godinho & A. L. Godinho (org.). Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte: PUC Minas, 468p.

SCHIMITTOU, H.R. 1995. Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume. Campinas: Mogiana Alimentos e Associação Americana de Soja. 78p.

SCORVO FILHO, J.; ROMAGOSA, E; AYROSA, L. y FRASCÁ-SCORVO, C. 2008. Desempenho produtivo do Pseudoplatystoma, Pseudoplatystoma corruscans (Spix & Agassiz, 1829), submetidos a diferentes densidades de estocagem em dois sistemas de criação: intensivo e semi-intensivo. B. Inst. Pesca, São Paulo, 34(2): p. 181 - 188.

SENHORINI, J.A.; MANTELATTO, F.L.M.; CASANOVA, S.M.C. 1998. Growth and survival of larvae of the Amazon species “matrinxã”, Brycon cephalus (Pisces, characidae), in larvicultura ponds. B. Téc. CEPTA, Pirassununga, v.11, p. 1-79.

SILVA, J. M. A.; MURGAS, L. D. S.; FELIZARDO, V. O.; PEREIRA, G. J. M.; NAVARRO, R. D. y MELLO, R. A. 2009. Características seminais e índices reprodutivos de curimba (Prochilodus lineatus) em diferentes períodos reprodutivos. Rev. Bras. Saúde Prod. An., v.10, n.3, p 668-677 jul/set.

SOTO, D.; AGUILAR-MANJARREZ, J.; HISHAMUNDA, N. (Eds.). 2008. Building an ecosystem approach to aquaculture. FAO/Universitat de les Illes Balears. Expert Workshop, 7-11 May 2007, Palma de Mallorca, España. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings. N° 14. Roma, FAO, 221 pg.

SOUSA, A. 2005. Efeito dos sistemas de criação semi-intensivo (viveiro escavado) e intensive (tanqeu-rede) no desenvolvimento produtivo do Pseudoplatystoma, Pseudoplatystoma corruscans (SPIX & AGASSIZ, 1829) Siluriformes: Pimelodidae). Jaboticabal, São Paulo. Dissertação de mestrado, Centro de Aquicultura UNESP, 29 p.

SUPLICY, F.M. 2007. Freshwater fish seed resources in Brazil, pp. 129-143. In: M.G. Bondad-Reantaso (ed.). Assessment of freshwater fish seed resources for sustainable aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper. No. 501. Rome, FAO. 628p.

TAKAHASHI, L. y CYRINO, J. 2002. Avaliação de desempenho de diferentes níveis de carboidratos da dieta, no desempenho de alevinos de Pseudoplatystoma, Pseudoplatystoma corruscans.VII Simbraq, Goiânia, Resumos, p. 01.

TATAJE, D.; ZANIBONI-FILHO, E. 2005. Cultivo do gênero Leporinus. In: Baldiseroto, B.; Gomes, L. D. (Eds.) Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Editora UFSM. Santa Maria. p. 81-103.

TAVARES, M.. 1997. O surubim. In: MIRANDA, M.O.T. (Org). Surubim. Belo Horizonte: IBAMA, p. 69-79 (Coleção Meio Ambiente, Série Estudos Pesca, 19).

TRATADO DE COOPERACIÓN AMAZÓNICA, 1999. Manual de piscicultura del Paiche (Arapaima gigas) Caracas: TCA - IIAP - FAO.

TURRA, E.; QUEIROZ, B.; TEIXEIRA, E.; FARIA, P.; CREPALDI, D. y RIBEIRO, L.. 2009. Densidade de estocagem do surubim Pseudoplatystoma spp. cultivado em tanque-rede. Rev. Bras. Saúde Prod. Animal, v.10, n.1, p.177-187, jan/mar.

URBINATI, E.C.; GONÇALVES, F.D.. 2005. Pacu (Piaractus mesopotamicus). In: Baldisseroto, B.; Gomes, L. D. (Eds.) Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Editora UFSM. Santa Maria. p. 225-246.

VALENTI, W. C. 2002. Aquicultura sustentável. In: Congresso de Zootecnia, 12°, Vila Real, Portugal, 2002, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. Anais. p.111-118.

VAZZOLER, A. 1996. Biología da reproducao de peixes teleósteos: teoría y práctica. Maringa; DAUFSC.

VIEIRA, E.; ISAAC, V.; FABRÉ, N. 1999. Biologia Reprodutiva do Tambaqui Colossoma macropomum Cuvier 1818 (Teleostei, Serrasalmidae) no baixo Amazonas, Brasil. Acta Amazonica 29 (4): 625-638.

WIEFELS, R; PEREIRA, G; MARQUEZ ESCUDERO, H; AYALA, M., 2005. Present and future markets for fish and fish products from small scale fisheries in Latin América, with special attention to the cases of México, Peru and Brazil. INFOPESCA, Montevideo, Uruguay (http://www.infopesca.org).

ZANIBONI, E. 2007. Técnicas de Inducao da reproducao de peixes migradores.

ZANIBONI-FILHO, E.; BARBOSA, N. D.; TORQUATO, V. C. 1993. Avaliação comparativa da eficiência do tanque-rede no cultivo de piau (Leporinus friderici Bloch, 1974) (Telostei: Anostomidae). Revista Brasileira de Biologia, São Carlos, v. 53, n. 3, p. 435-442.

ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A.; FRACALOSSI, D.; MEURER, S.; WEINGARTNER, M.; REYNALTE-TATAJE, D. 2000. Monitoramento e manejo da ictiofauna do alto do rio Uruguai: espécies migradoras. Florianópolis.: UHE Itá. 55 p.

Electrónicas:

ARRIAGA, L.; MARTÍNEZ, J. Plan de ordenamiento de la pesca y acuicultura del ecuador. Subsecretaria de Recursos Pesqueros. Febrero del 2003. http://www.subpesca.gov.ec/subpesca-fotos-imagenes/popae.pdf

BONIFAZ, Neptalí; CAMPOS, Margarita; CASTELO Rodrigo. El Chame, una nueva fuente de alimentación e ingresos. Fundación Ciencia, Quito 1985. MARCILLO Ecuador Ing. El Cultivo del Chame. Presentación en Power Point.

CASTRO, R.; AGUILAR, G.; HERNÁNDEZ, J. Conversión alimenticia en engordas puras y mixtas de Popoyote (Dormitator latifrons Richardson) en estanques de cemento. Revista AquaTIC, nº 23 - 2005 (ISSN: 1578-4541). http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/23_04.pdf

EL UNIVERSO. DIGITAL. Exportaciones se abren paso en ee.uu, cria de chame. Septiembre 4, 2006.
http://www.eluniverso.com/2006/09/04/0001/9/A3632E2566C44F7A9B20A47BF9344600.html

FAO DAD-IS, 2010. URL: FAO, 2010; Domestic Animal Diversity Information System <http://www.fao.org/dad-is/>, FAO, Rome.

FAO. FISH BASE: http://www.fishbase.org/Country/CountryList.php?ID=3826&GenusName=Dormitator&SpeciesName=latifrons

FAO.Fishbase.org.:http://www.fishbase.org/Summary/speciesSummary.php?ID=263&genusname =Colossoma&speciesname=macropomum. Consultado en 05/01/2010.

FROESE, R. y D. PAULY. Editors. 2009. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (11/2009).

HAZ, M.; ARIAS, H. “Proyecto de producción y exportación del chame como nueva alternativa comercial del ecuador”.
http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/521/1/955.pdf

LOOR, O., EL CHAME - Dormitator Latifrons - una opción de vida para las comunidades de escasos recursos económicos en la costa ecuatoriana.
http://carlos.redes.org.ec/Articulo%20el%20chame.htm

Principais espécies do rio São Francisco. www.sfrancisco.bio.br/aspbio/pimport.html. 20/01/2010.

SALINAS, Y.; CÓRDOBA, E.; ALONSO, J.; PRIETO, E. y BONILLA O. 2007. Colossoma macropomum (Cuvier, 1816).
http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=587&method=displayAAT

YÁÑEZ, A.; DÍAZ, G.; Ecologia trofodinámica de Dormitator latifrons (Richardson) en nueve lagunas costeras del Pacifico de México. (Pisces: Eleotridae). 15 de octubre de 1976.
http://biblioweb.dgsca.unam.mx/cienciasdelmar/centro/1977-1/articulo26.html

ISBN 978-92-5-306658-2

9 789253 066582

I1773S/1/09.10