

Potencial acuicola de Pirarucú (*Arapaima gigas*) en la cuenca amazónica

WILMER SANGUINO ORTIZ¹, RUTH DAYANA LUCERO SALCEDO¹, LEONEL CEBALLOS RUÍZ², JORGE NELSON LÓPEZ MACÍAS³.

¹ Tesista Ingeniería en Producción Acuícola - Universidad de Nariño.

² Zootecnista. Esp. Universidad de Nariño, Director Regional Putumayo CORPOAMAZONIA.

³ MVZ - Universidad de Nariño - M.Sc., Ph.D (C). Profesor titular Facultad de Ciencias Pecuarias Universidad de Nariño.

Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola
año II, vol. 2, 2007. ISSN 1909 - 8138

Introducción

El pirarucú (*Arapaima gigas*) es una especie nativa de la Cuenca Amazónica considerado el pez de escama más grande de agua dulce, existen ejemplares que sobrepasan los 200 kg de peso y alcanzan hasta 3,0 m de longitud total pertenece a la familia de los Osteoglossidae y al super orden Osteoglossomorpha, comprenden seis familias existentes y 206 especies, han existido desde el periodo cretáceo y se cree que han descendido de los primitivos peces óseos. El Pirarucú es considerado un pez ecuatorial que vive a temperaturas de agua de 24 a 26 °C todo el año y más de 2000 mm de precipitación anual y está confinado a la cuenca amazónica, el oeste del Orinoco, los sistemas de Rupunumi y Essequibo de las Guyanas. En el Perú se encuentra en las cuencas bajas de los ríos Napo, Putumayo, Marañon, Pastaza y Ucayali, con abundancia en la reserva Nacional Pacaya Samiria; habita en ríos caudalosos de la selva y las lagunas de tercer orden de tipo eutrófico, cuya productividad biológica se encuentra en aumento debido al aporte orgánico que acarrearán las aguas. El pirarucú (*A. gigas*), presenta condiciones fisiológicas especiales para el cultivo a altas densidades de siembra como: respiración aérea, que permitiría su adaptación a aguas pobres en oxígeno o de gran concentración de CO₂, amonio, nitritos y nitratos y en condiciones de cautiverio pueden crecer en promedio 10 kg/año, con producciones calculadas de 8.000 kg/Ha/año. Sin embargo no se han realizado estudios en Colombia sobre la producción de esta especie y solo existen informes sobre estadísticas de pesca natural que demuestran ampliamente la sobreexplotación del recurso y destrucción de su hábitat por avance de la frontera agrícola, y explotación del recurso forestal en límites con el Brasil colocando esta especie en riesgo de extinción, ubicándose en el Apéndice II, Especies Vulnerables, de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES). A pesar de las medidas de protección existentes, la pesca está colocando en riesgo, la continuidad de la especie, ya que es practicada de forma predatoria, agravada por el hábito gregario de los alevinos, largo período de protección de la prole, la necesidad fisiológica de subir a la superficie para captar aire y el alto valor económico de este recurso.

El propósito de la investigación fue evaluar el efecto de distintas densidades de siembra en el crecimiento de alevinos de pirarucú (*A. gigas*) alimentados con peces vivos, tendiente a estandarizar en los próximos un paquete tecnológico de manejo y cultivo en condiciones de cautiverio para promoverlo y difundirlo en la cuenca Orinoco - Amazonas de tal manera que esta especie íctica se constituya en una alternativa real de

la cadena alimenticia no solo de la acuicultura agrícola extensiva, sino también generadora de divisas en acuicultura intensiva y superintensiva.

Objetivo general

. Evaluar el efecto de tres densidades de siembra en el crecimiento de alevinos de pirarucú (*A. gigas*), levantados en estanques excavados del Centro Experimental Amazónico (CEA), Putumayo.

Objetivos específicos

- . * Determinar los incrementos de peso y talla en los distintos tratamientos durante el periodo experimental
- * Calcular la conversión alimenticia en los diferentes tratamientos.
- * Establecer la relación de eficiencia proteica (REP). * Analizar la tasa de crecimiento específico (TCE).
- * Determinar la tasa de mortalidad. * Realizar el análisis beneficio costo para determinar el mejor tratamiento desde el punto de vista económico.

Metodología

La investigación se realizó en la Estación Piscícola del Centro Experimental Amazónico CEA, de CORPOAMAZONIA, ubicado al sur - occidente de Colombia limitando al sur con el Ecuador. Esta localizado en la vereda San Carlos a 8,0 Km. de la ciudad de Mocoa departamento del Putumayo, vía Villagarzón, coordenadas: latitud; 1°0.5' 16", longitud; 76°37'53" O, a 530 m.s.n.m, temperatura promedio de 24 °C, un brillo solar de 822 horas / sol / año y una humedad relativa del 80%.

Se estudiaron 116 animales capturados del medio natural en el puerto de Leticia departamento del Amazonas, previa autorización del INCODER - Instituto Colombiano de Desarrollo Rural - Subdirección de pesca y acuicultura y financiado por CORPOAMAZONIA durante un periodo de 365 días. El peso promedio de los ejemplares fue de 172.97 gr., longitud total de 30.45 cm., edad de 3 meses y se distribuyeron en un diseño irrestrictamente al azar conformado por 3 tratamientos de la siguiente forma:

T1 (1 animal/4m²) : 40 animales en 160 m²

T2 (1 animal/8m²) : 44 animales en 352 m²

T3 (1 animal/12m²): 32 animales en 384 m²

Fig. 1 Estanques del T1, T2 y T3 con las cuatro replica.





Se suministró una comida diaria de peces forrajeros (alevinos de *Oreochromis* sp). La ración inicial fue del 10% de la biomasa, cantidad que se ajustó mensualmente. El alimento se congeló el día anterior y se proporcionó picado y al boleado al día siguiente. Se efectuó el análisis de los parámetros físico químicos durante los meses de estudio.

Tabla 1. Promedio de los parámetros físico - químicos por tratamiento.

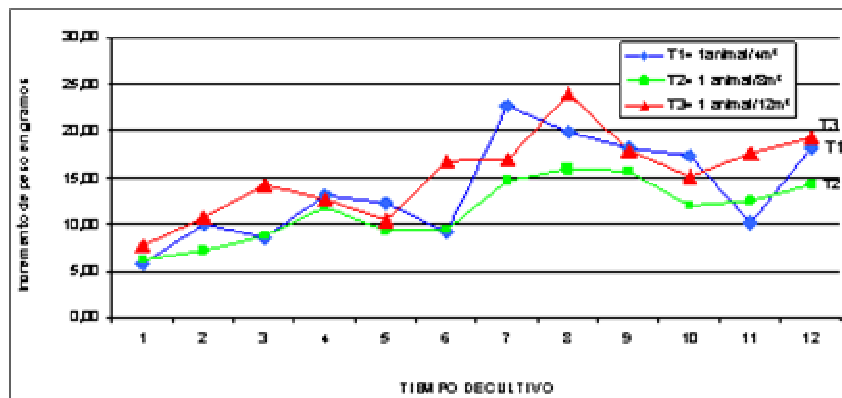
Temperatura			pH			Oxígeno			Amonio			Dureza			Alcalinidad		
T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
25.91	25.98	25.96	6.81	6.79	6.77	8.82	9.19	8.86	0.23	0.17	0.23	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1

Las variables evaluadas fueron: Incremento de peso, incremento de longitud, conversión alimenticia, relación de eficiencia proteica, tasa de crecimiento específico, porcentaje de mortalidad y se calculó la relación beneficio costo para determinar la viabilidad de los tratamientos.

Resultados

La variable incremento de peso diario presentó diferencias significativas entre los tratamientos según análisis de varianza al 95% de confiabilidad y registró el mejor resultado con 15,26 gr/día con relación a los tratamientos 1 y 2 con 13.76 y 11.44 gr/día respectivamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 95% de confianza; sin embargo el tratamiento 1 con una producción proyectada de 12.900 kilos/Ha/año, presenta en comparación con los tratamientos 2 y 3 con producciones de 5287.5 y 4675 kilos/Ha.

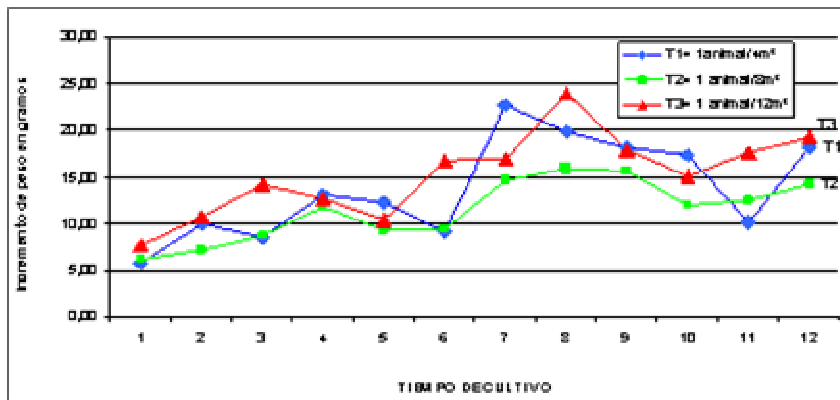
Fig.2 Pirurucú al inicio y final del estudio.



El incremento de longitud, según el análisis de varianza, reportó diferencias significativas entre los tratamientos y según la prueba de Tukey al 95% de confianza el T3 presentó el mejor resultado con 0.16 cm día en comparación con el tratamiento 1 y 2

con 0.14 cm/día cada uno. Los resultados de conversión alimenticia, (T1, 3.55; T2, 3.51; T3, 3.42). no fueron estadísticamente significativos según el análisis de varianza, por lo tanto la densidad de siembra no afectó esta variable.

Fig. 3 Comportamiento del incremento de peso día, durante los 12 meses de evaluación



El análisis de varianza para la tasa de crecimiento específico, demostró que no existían diferencias estadísticas. En promedio los resultados fueron de 0.92 para el T1, 1.02 para el T2 y 1.08 para el T3.

Fig. 4 Comportamiento del incremento de longitud día, durante los 12 meses de evaluación.

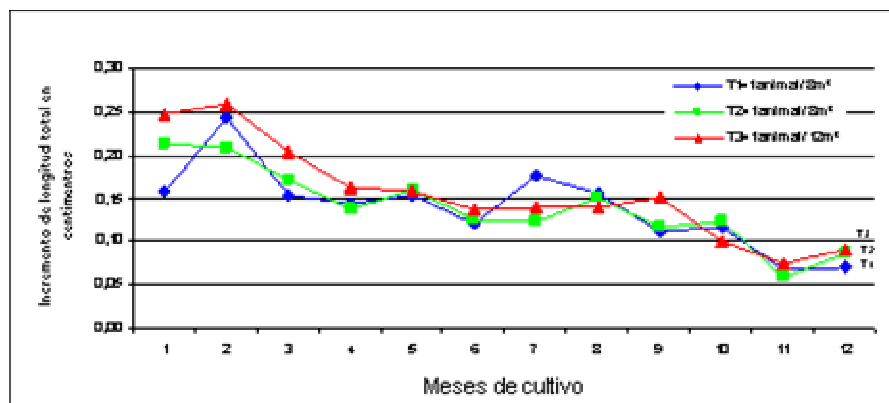
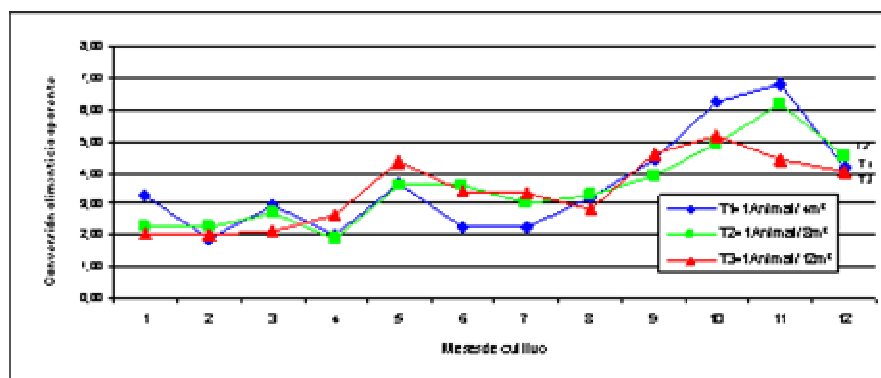


Fig. 5 Comportamiento de la conversión alimenticia, durante los 12 meses de evaluación.



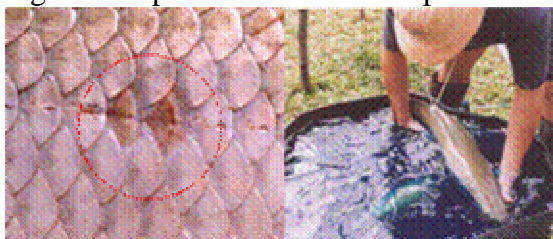
La Relación Eficiencia Proteica (REP), para los alevinos de Pirarucú, alimentados con pescado picado con un porcentaje de proteína bruta de 15.03 % en base húmeda presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos según análisis de varianza al 95% de confiabilidad y según la prueba de Tukey al 95% de confianza el T3 presento el mejor resultado con 2.86 en comparación al T1 y el T2 con 2.22 y 2.09 respectivamente.

Tabla 2. Análisis bromatológico del músculo de juveniles de tilapia roja.

Análisis	% Base húmeda	% Base seca
Humedad	74.80	
Materia seca	25.20	
Ceniza	4.63	18.37
Extracto etéreo	4.65	18.45
Fibra cruda	0.16	0.62
Proteína	15.03	59.64
Extracto libre de nitrógeno	0.73	2.91

La mortalidad fue de 0%, para los 3 tratamientos durante todo el periodo experimental, debido a la gran rusticidad y tolerancia del pirarucú a las diversas practicas culturales de manejo y censo donde se presento perdida de escamas, los animales no indicaron ningún tipo de ataque por bacterias u hongos y se comprobó que los ejemplares recuperaban las escamas en un periodo de treinta días aproximadamente, lo cuál demuestra el potencial acuícola de esta especie íctica para cultivarlo en condiciones de cautiverio.

Fig. 6 Recuperación de escamas perdidas durante la manipulación.



El crecimiento del pirarucú según el análisis de regresión en los tres tratamientos es de tipo potencial, igualmente la regresión entre las dos variables es interdependiente y la asociación entre estas es excelente con un $R^2 = 0.96$. La relación beneficio costo del T1 fué 1.98, el T2 - 1.80 y el T3 - 1.79. Lo que significa que los tres tratamientos económicamente son viables, pero el mejor tratamiento desde el punto de vista económico fue el T1.

Tabla 3. Comparación de resultados con otras investigaciones.

Autores	Lucero & Sanguino Mocoa Putumayo (2004)			Bustos & Hernández Leticia - Amazonas (2002)			García & Bardales Loreto - Perú (2000)			Aldea Iquitos - Perú (2003)		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Tiempo en días	270	270	270	47	47	47	120	120	120	180	180	180
Densidad de siembra (Animales / m ²)	1/4	1/8	1/12	4.16/1	4.16/1	4.16/1	3.3/1	3.3/1	3.3/1	2.5/1	2.5/1	2.5/1
Incremento de peso en gr.	13.27	10.96	14.7	3.24	6.89	4.66	28.24	-21	-5.34	6.66	12.62	13.36
Incremento de longitud en cm	0.19	0.16	0.18	0.42	0.70	0.59	0.034	0.013	0.031	0.18	0.18	0.18
Tipo de alimento.	Pescado picado	Pescado picado	Pescado picado	Pellet seco	Pellet seco	Pellet seco	Peces vivos	Ensilado biológico	Pellet seco	Pellet seco	Pellet seco	Pellet seco
Porcentaje de proteína del alimento.	15.03	15.03	15.03	30	40	45	44.06	30.04	36.4	45	50	55
Conversión alimenticia.	2.90	2.95	3.04	3.88	1.76	2.23	4.2	35.8	25	5.49	4.27	5.31
Tasa de crecimiento especifico.	1.12	1.24	1.34	2.38	3.53	2.78	0.17	-0.16	-0.05	0.97	1.38	1.3
Relación eficiencia proteica.	2.46	2.56	2.56	0.93	1.54	1	....	.....	.....	....	.....	.....
Mortalidad en %	0	0	0	33	33	67	6.7	90	90	66.66	73.3	60
Temperatura °C	26.10	24.16	26.13	29.6	29.6	29.6	23.28	23.28	23.28	29	29	29
Oxígeno disuelto en mg/l	9.13	9.19	9.22	8	8	8	3.6-4.8	3.6-4.8	3.6-4.8	5.56	5.56	5.56
Ph	6.8	6.79	6.77	6.5	6.5	6.5	6.5-7	6.5-7	6.5-7	6.4	6.4	6.4
Amonio mg/l	0.15	0.17	0.15	0.5-1	0.5-1	0.5-1	...	....	.....	....	....	....

Conclusiones.

Se encontró diferencias significativas (95%) en las variables de I.Peso, I.Longitud total y en la REP, donde según la prueba de Tukey (95%) demostró que el mejor tratamiento es el 3, el cuál obtuvo mayores resultados con una densidad de siembra de 1 anima/12m². Las variables Conversión alimenticia y Tasa de crecimiento específica, demostraron con un 95% de confianza según el análisis de varianza que los tres tratamientos se comportaron con respecto a estas variables de manera similar. El coeficiente de variación en el momento de la siembra presentaba dispersión superior al 50%, el cuál disminuyo en el transcurso de la investigación al 24%, esto se debe a las prácticas implementadas durante el estudio para evitar otras fuentes de error y la tendencia de esta especie de favorecer el crecimiento longitudinal. No se presentó mortalidad en los tres tratamientos y se observó alta resistencia a la manipulación y estrés causado por los censos. A pesar de que durante la manipulación se presentó perdida de escamas los animales no presentaron ningún tipo de ataque por bacterias u hongos y se comprobó que los ejemplares recuperaban las escamas en un periodo de treinta días aproximadamente. Los alevinos de pirarucú, se adaptan fácilmente a las condiciones físico químicas, registradas durante la evaluación, permitiendo de esta manera su cultivo. El pirarucú presenta mayor rendimiento en canal, que otra especie como Sábalo, Cachama blanca y Tilapia roja, que actualmente se cultivan en el departamento del Putumayo.

Tabla. 4 Rendimiento en canal de cuatro especies comerciales comparadas con pirarucú.

Sábalo <i>Salmo mexicanus</i>	%	Cachama <i>Parachanna obsoletus</i>	%	Tilapia <i>Oreochromis sp</i>	%	Pirarucú <i>Arapaima gigas</i>	%
1685,2	100	1677,6	100	676,6	100	3780	100
1390,6	81,71	1291,2	83,11	452,5	89,9	3466,39	92,45
194,7	12,28	236,3	16,38	99	11	289,56	7,66
199,6	12,58	232,5	15,22	139,6	26	396,5	10,57
1190,96	76,13	1026,71	67,19	3428,2	639	3069,56	81,88

La densidad de siembra no afectó negativamente la calidad del agua, debido a que los parámetros evaluados permanecieron constantes, lo cual indica que alevinos de pirarucú pueden adaptarse a mejores densidades de siembra sin alterar ostensiblemente las condiciones fisicoquímicas, bacteriológicas y por ende la salud de la población de animales. La investigación demostró el potencial piscícola del pirarucú, especie amazónica en peligro de extinción y su capacidad para adaptarse a mayores densidades de siembra.

Recomendaciones.

Implementar un programa de producción de alevinos para cubrir la demanda y además disminuir los costos de producción para este factor y garantizar de esta manera mejores rentabilidades. Ejecutar proyectos para la industrialización de su carne, para lograr obtener mayor valor agregado de este producto. Fomentar y promover el cultivo de pirarucú, especie en peligro de extinción como alternativa de desarrollo acuícola para los países de la cuenca amazónica. Cultivar el pirarucú a densidades de 1 pez por m² con el propósito de obtener las mayores rentabilidades. Continuar la línea de investigación del pirarucú en los aspectos alimentación, reproducción, sanidad y mercadeo, con el fin de estandarizar el paquete tecnológico acuícola de esta especie. Motivar a los futuros profesionales de ingeniería en producción acuícola de efectuar investigaciones en el potencial acuícola con el propósito de no enfrentar los peligros ecológicos y ambientales que representa cultivar especies exóticas. Se recomienda

realizar un balance de masas para poder proyectar cultivos superintensivos, de tal manera que no afecte la salud de los animales.

Bibliografía.

ALCÁNTARA, Fernando y GUERRA, Humberto. Cultivo de paiche, (*Arapaima gigas*) utilizando bujurqui, (*Cichlasoma bimaculatum*) como presa. En: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Iquitos. Vol. 4, No. 1 (ene. 1992); p.150.

ALDEA, María. Cultivo de paiche (*Arapaima gigas*) con dietas artificiales en jaulas flotantes. Perú, 2002. Trabajo de grado. (Biólogo). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana – Facultad de Ciencias Biológicas. Disponible en internet: <http://www.siamazonia.org.pe/Publicaciones/2003/Enero/PDF/ARTICULO%20MARY.pdf>

BARD, J. & IMBIRIBA, E.P. Piscicultura do pirarucú, *Arapaima gigas*. Circular Técnica No. 52. Brasil: EMBRAPA-CPATU. 1986. 52 p.

BASTOS, N.A. Conhecimento atual sobre pirarucú. *Arapaima gigas* (Cuvier, 1871). En: Boletín do Museo Paraense Emilio Goeldi. 1995. p. 11.

BETANCOURTH, Ermelita y otros. Diagnostico sobre el estado actual de la piscicultura realizado en ocho municipios del departamento del Putumayo. Colombia: Centro de servicios de información ambiental CSIA – CORPOAMAZONIA (Código 85). 2004. p. 12.

BUSTOS, Omar y LOPEZ, Natalia. Evaluación de tres niveles 35, 40 y 45% de proteína en el pirarucú (*Arapaima gigas*) durante la fase de alevinaje, con la utilización de harina de pescado y torta de soya como fuentes de proteína. Santa Fé de Bogotá, 2002, 141 p. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

CAMPOS, Luis. Historia biológica del paiche o pirarucú (*Arapaima gigas*, Cuvier) y bases para su cultivo en la Amazonia. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana - Publicaciones. Iquitos, 2001. 22 p. Disponible en internet: <http://www.siamazonia.org.pe/Publicaciones/2003/Junio/Arapaima%20gigas-ultima.pdf>.

CEBALLOS, R. Leonel. Convenio N° 0004 del 9 de Febrero de 1998 INPA – CORPOAMAZONIA. Informe de actividades realizadas durante la vigencia año 2001. Bogotá D.C. 2002. Centro de documentación CORPOAMAZONIA. Hemeroteca. Código HI- 4.230. p. 45.

CONTRERAS, Marco. Formulación y evaluación de proyectos. Bogotá: Editorial Produmedios. 1998. 592 p.

CORPOAMAZONIA. Centro Experimental Amazónico. Centros Experimentales. Disponible en internet: http://www.corpoamazonia.gov.co/ce_mocoa.htm

CRICYT. Población mundial. Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas/ Argentina. (Citado el 3 de Mayo de 2003. Disponible en internet: <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/PoblacMund.htm>

ESTÉVEZ, Mario. La cachama. Cultivo en estanques. Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables y del Ambiente - Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Bogota: INDERENA, 1986. 29 p.

FAO. La Acuicultura en Pequeños Embalses en América Latina y el Caribe. Chile. (Citado 15 Mayo de 2003). Disponible en internet: <http://www.red-arpe.cl/document/PaperRemedios.pdf>. May. -15-2003.

GARCIA, Luis y BARDALES, Flor de María. Influencia de tres tipos de dietas en el crecimiento de alevinos de Paiche (*Arapaima gigas*, Cuvier 1870). En: UNAP. Facultad

- de Ciencias Biológicas. Iquitos-Perú: 2000. I Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. 518-528 p. Disponible en internet: <http://www.civa2002.org/coms/listado.asp?cod=39>.
- HEPHER, Balfour. Nutrición de peces comerciales en estanques. México: Editorial Limusa, 1993. 406 p.
- HURTADO, Johana. Aspectos biológico - pesqueros del pirarucú (*Arapaima gigas*) en el sistema de varzea en el municipio de Puerto Nariño. Amazonas, 1998, 84 p. Trabajo de grado (Biólogo). Universidad del Valle. Facultad de Ciencias Naturales.
- IMBIRIBA, E.P. et al. 1993. Bioecología e manejo sustentado de pirarucú na bacía amazónica, Belém, EMBRAPA-CPATU .27 p.
- JUNK, W.J. Ecology, fisheries and fish culture in Amazonia. En: The amazon limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Brasil: 1986. p. 443 – 476.
- LÓPEZ, Jorge. Nutrición Acuícola. Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Zootecnia Pasto, 1997. 210 p.
- MARTINEZ, Ciro. Estadística y muestreo. Bogotá : Editorial ECOE ediciones. 2002. Onceava edición actualizada. 879 p.
- MOJICA, José y otros. Libro Rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del medio Ambiente, Bogotá, Colombia. 2002. 288 p.
- PEREZ, Cesar. Estadística práctica con Statgraphics plus. Madrid – España: Prentice Hall. 2002. 712 p.
- PINTO, Carlos Augusto. Proyecto pirarucú y validación de paquetes tecnológicos en peces de consumo y ornamentales en la estación piscícola de Leticia Amazonas – código 0770. Colombia: Centro de documentación – CORPOAMAZONIA. 2000. 150 p.
- PORTAL AMAZONIA. Sobre Amazonia. Disponible en internet: <http://portalamazonia.globo.com/sobre-amazonia.php?i...>
- REBAZA, Mariano y otros. Manual de piscicultura del paiche, (*Arapaima gigas*). Venezuela: Secretaria Pro Tempore 1999. 72 p.
- SAGRATZKI, C, Bruno Adán y otros. Biomassa sustentable de juvenil de pirarucú em taques – rede de pequeno volume. Brasil: (Citado junio de 2003). Disponible en internet: <http://atlas.sct.embrapa.br/pdf/pab2003/junho/v38n6a08.pdf>
- SALARO, Ana y otros. Diferentes densidades de estocagem na produção de alevinos de trairão (*Hoplias cf. lacerdae*). Revista brasileira de zootecnia. Brasil. (Citado 8 de enero de 2003). Disponible en internet: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982003000500001&lng=pt&nrm=iso.
- SANCHEZ, J.R. Pirarucú. Aspectos de su historia natural ecología y aprovechamiento. Lima – Perú: Ministerio de agricultura. Servicio de pesquería 1961. 48 p.
- SANTOS, André y de MOURA, Cristiano. Estudo anatômico do crâneo de *Arapaima gigas* (Cuvier) (Actinopterygii, Osteoglossidae). Disponible en internet: <http://www.propp.ufu.br/revistaeletronica/E/ESTUDO%20ANA.PDF>.
- SIAMAZONIA. Donde se encuentra el Paiche. Sistema de Información de la Diversidad de octubre de Biológica y Ambiental de La Amazonia Peruana. Perú. (Citado el 17 de octubre de 2002). Disponible en internet: http://www.siamazonia.org.pe/Publicaciones/Manej_Prod_Alev_Paiche/generalidades.htm
- TORRES, Delia. El Pirarucú o *Arapaima gigas*. Curso de Vertebrados. Colombia: Universidad de los Andes, 1975. 13 p.

UNIÃO EUROPEA. Política Exterior y de Seguridad Común. Brúcelas. (Citado el 16 de enero de 2003. Disponible en internet: <http://europa.eu.int/abc/doc/off/bull/es/200010/p106010.htm>)

VENTURIERI, Rossana. Pirarucú, especie amenazada pode ser salva a través do cultivo. En: Revista Panorama da Acuicultura. Vol 9. p. 13-21. Brasil: 1999.

VENTURIERI, Rossana y BERNARDINO, Geraldo. Potencialidade e criacao do pirarucú. Brasil: 14 p.

WUST y BALAGUER. Arapaima el gigante de los ríos. Reportajes Terra Incógnita. Disponible en internet: <http://terraincognita.perucultural.org.pe/report/arapaima.htm>