

# Producción sostenible del pirarucú\*

## Sustainable Production of Pirarucu

GUSTAVO CORREA ASSMUS

Investigador del programa ZEDEO de la Vicerrectoría de Investigaciones  
y Transferencia de la Universidad de La Salle  
gcorrea@unisalle.edu.co

LUIS MIGUEL SILVA COLMENARES

Administrador de empresas agropecuarias  
miguel.silva1985@hotmail.com

### RESUMEN

El pirarucú (*Arapaima gigas*) es considerado una rareza natural por sus características físicas; es el pez con escamas de agua dulce más grande de la tierra; endémico de la gran cuenca del Amazonas y su clima ecuatorial con abundantes lluvias; es carnívoro, pulmonado, su lengua posee hueso y aunque los datos revelan una baja participación en la captura continental, se encuentra reportado en el *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia* en la categoría vulnerable, lo que denota su fragilidad ecológica, en virtud de la alta mortalidad, en estado alevino, unida a la pesca de individuos que aún no cuentan con la talla mínima de captura. La tarea de investigar su producción en cautiverio ha sido un interés de los gobiernos de Brasil y Perú; sin embargo, en Colombia, el establecimiento de los protocolos de manejo y producción aún son incipientes, sin que la población comprenda el potencial económico, social y ecológico de la especie. Por ello, en este artículo se presentan los resultados de un ejercicio experimental de producción seminatural y semintensiva, junto con la reflexión económica y prospectiva de sostenibilidad para la especie.

**Palabras clave:** *Arapaima gigas*, pirarucú, piscicultura, producción sostenible.

### ABSTRACT

The pirarucu (*Arapaima gigas*) is considered a rare natural species due to its physical characteristics; it is the largest scaled freshwater fish on Earth, endemic from the Amazon basin and its equatorial climate and abundant rain. It is a carnivore air-breather and has a bony tongue, and although data reveals a low participation in continental capture, the pirarucu is reported as vulnerable in the *Red Book of Freshwater Fish in Colombia*, which shows its ecologic vulnerability due to the high mortality and capture of young fish that have not reached the minimum size to be captured. The task of investigating its reproduction in captivity has interested the governments

— \* Este artículo sintetiza elementos relevantes de investigaciones sobre producción semintensiva y el establecimiento de estanques seminaturales para la ceiba del *Arapaima gigas*, como estrategia de diversificación productiva y sostenibilidad de la especie, en el piedemonte amazónico de Colombia.

of Brazil and Peru; however, in Colombia there are still a few management and production protocols, and the population does not understand the species' economic, social and ecologic potential. Therefore, this article presents the outcome of an experimental exercise of semi-natural and semi-intensive production, together with an economic analysis and a sustainability forecast.

**Keywords:** *Arapaima gigas*, pirarucu, fish farming, sustainable production.

## Introducción

El pirarucú (*Arapaima gigas*), es un recurso pesquero tradicional para los habitantes de la cuenca amazónica colombiana; su importancia económica local radica en la calidad y cantidad de carne que un solo animal puede aportar. Científicamente es de gran interés por ser una especie primitiva única en su género. Se le considera el mayor pez de escama de agua dulce conocido en la tierra, pues alcanza tallas alrededor de los 3 m y pesos superiores a los 200 kg (Franco y Peláez, 2007).

Generalmente, se le encuentra en los ríos que inundan la Amazonia; su medio natural preferido son los ecosistemas lénticos con abundante vegetación acuática flotante para protegerse de los rayos solares a determinadas horas del día. Es un pez de clima ecuatorial, con temperaturas ambiente elevadas todo el año (un promedio de 26 °C), y por encima de 2000 mm de precipitación anual.

Según Imbiriba y Bard (1986), taxonómicamente, el pirarucú se clasifica en el orden de los *Osteoglossiformes*; suborden: *Osteoglossidei*; superfamilia: *Osteoglossoidae*; familia de los *Osteoglossidae*; género: *Arapaima* y especie: *Arapaima gigas* Cuvier 1817. Los nombres vulgares más conocidos son: en Colombia, pirarucú o arapaima; en Brasil, pirarucú; en la Guyana, arapaima; y en el Perú, paiche.

Morfológicamente, su cabeza es achata-da y pequeña, en relación con el cuerpo representa tan solo un 10% de su peso total y está constituida por 56 placas fuertes. Su cuerpo es alargado con una sección circular y otra elipsoidal, revestido con escamas cicloideas;<sup>1</sup> posee dos aletas pectorales separadas de su aleta ventral, que junto con la aleta dorsal terminan bastante cerca a la aleta caudal. En estado adulto, el color de su cuerpo en el dorso es negro o azul acero (oscuro), en su parte ventral es amarillento y la mitad posterior del cuerpo presenta visos rojizos en sus escamas; cuando

<sup>1</sup> Son grandes, corrugadas y fuertes, hasta el punto de ser objeto de investigación en el ámbito de los nuevos materiales, dada la resistencia demostrada frente a los ataques de pirañas (*Serrasalminae*) y la fabricación de elementos para uso cotidiano como limas, por parte de los indígenas.

son jóvenes (hasta los 8 meses de edad aproximadamente), el dorso puede ser azul negruzco o verduzco, su parte ventral amarillenta y la aleta caudal es negra con puntos amarillos.

Rebaza, Alcántara y Valdivieso (1999) consideran que el sistema respiratorio branquial del pirarucú no es capaz de abastecer la totalidad del oxígeno requerido por el animal, lo que compensa con una vejiga natatoria que se asemeja a un pulmón, constituyéndose en su órgano respiratorio principal. En estado de alevino, con un tamaño de 2,5 cm, sube a respirar a la superficie cada 2 o 3 segundos; cuando tiene 5 cm de tamaño, respira cada 6 a 8 segundos; hacia los 10 cm respira cada minuto y en estado adulto generalmente lo hacen cada 15 minutos (Guerra, 2002).

Tiene un sistema digestivo que se inicia en una boca superior grande, oblicua con dientes pequeños y una lengua bien desarrollada, posee hueso hioides, su tubo digestivo es corto, característico de los peces carnívoros. Estudios adelantados por Fontenele (1948), machos y hembras de pirarucú presentan una sola gónada desarrollada, que se encuentra en su lado izquierdo; un macho adulto de 1,86 m

de largo, cuenta con un testículo de aproximadamente 260 mm de longitud.<sup>2</sup> Por su parte, una hembra de 2 m de largo cuenta con un ovario foliar de color verde (en época de celo) que puede pesar entre 495 g a 1300 g; además. Es de anotar que, una hembra de 1,90 m de largo y 62 kg de peso tiene un promedio de 180.000 óvulos, de los cuales el 25% presentan maduración total.<sup>3</sup>

La reproducción o fenómeno económico de la producción<sup>4</sup> del pirarucú, se caracteriza por varias condiciones de importancia: es una especie heterossexual, cuya diferenciación entre sexos no es fácil dada la ausencia de rasgos fenotípicos evidentes que permitan identificar un macho o una hembra; la fertilización de las ovas es externa y, tanto el ovario como el testículo, terminan en un orificio hacia el exterior (Campos, 2001).

El desove del pirarucú es fraccionado, lo cual implica que presenta diferentes desoves durante el año; sin que se haya determinado hasta el momento el número de ellos. En el medio natural la moda estimada para la profundidad en que se encuentran sus nidos es de 1,50 m preferentemente en sustratos fangosos. En la etapa de alevinos y juveniles nadan

<sup>2</sup> El testículo de un macho maduro es de color marrón, mientras que el testículo inmaduro es color rosado claro (Campos, 2001).

<sup>3</sup> La madurez de los óvulos se puede diferenciar por su coloración. Los óvulos maduros son de color verde, en proceso de maduración presentan un color gris plomo y los inmaduros son amarillentos o blancos.

<sup>4</sup> Objeto de estudio de la bionomía.

en cardumen como mecanismo de defensa debido a una mortalidad del orden del 10% por depredación natural (Franco, 2003).

En la reproducción el macho se torna negro en la parte superior de su cabeza, lomo y aleta dorsal, como parte de una estrategia para proteger a las crías que son de igual color. El resguardo de las crías lo realiza el macho, las crías nadan sobre su cabeza y al menor indicio de peligro se esconden en sus agallas. También se observa que en esta época, el vientre y la región caudal del macho toman un color rojizo bastante llamativo.

El pirarucú es un pez carnívoro que se alimenta al amanecer o al atardecer con peces de menor tamaño al suyo; según Hurtado (1997), sus capturas se orientan hacia *Prochilodus* (bocachicos o coporos), *Tetragonopterus* (pacú, mojarrita o pecha),<sup>5</sup> *Carácidos* (tetra), *Cíclidos* (ángel, disco, óscar, entre otros); *Curimátidos* (sardina de aguadulce) y principalmente los *Panaques* (cuchas); los peces constituyen el 80% de su dieta, los crustáceos (cangrejos de agua dulce) el 10%, los vegetales (algas de río) el 6%, y otros alimentos es el 4% restante. En estado juvenil consume entre el 8% al 10% de

su peso vivo diariamente, alcanzando en su primer año de vida los 10 kg de peso; en estado adulto consume alrededor del 6% de su peso corporal. Rebaza, Alcántara y Valdivieso (1999) consideran al pirarucú un depredador dinámico en toda la columna de agua, que no manifiesta diferencias alimenticias entre sexos.

Al evaluar la producción pesquera nacional con base en las estadísticas y proyecciones del Incoder (2006), se puede decir que la cuenca del río Amazonas en Colombia aporta el 46% de la pesca continental del país, superando a la cuenca del Magdalena que reporta el 38%, la del Atrato con 9%, Orinoco con 6% y el Sinú con el 1%. En la cuenca del Amazonas las especies con mayor captura son los bagres con el 88% y bocachicos 2%, quedando un 10% de la captura para todas las demás especies, entre ellas las cachamas y el pirarucú. Aun así, el *Arapima gigas* se encuentra reportado en el *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia* en la categoría VU-vulnerable<sup>6</sup> (Mojica, Castellanos, Usma y Álvarez, 2002).

Desde el punto de vista de la producción piscícola de las especies amazónicas, tan solo se reporta una oferta del 0,6% sobre el total de la producción regional; de

<sup>5</sup> Actualmente se produce en el estado de la Florida (Estados Unidos) como pez forraje.

<sup>6</sup> Vulnerable se traduce en un riesgo alto de extinción, debido a que el taxón cumple al menos uno de los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), como son: rápida reducción en el tamaño de la población; areal muy pequeño, fragmentado o en disminución constante; población muy pequeña, fragmentada o en disminución constante; análisis de viabilidad de poblaciones no favorable.

ella, un 12% se orienta a la producción de peces diferentes a los bocachicos y cachamas, incluyendo una participación inferior al 1% del pirarucú.<sup>7</sup>

Desde esta perspectiva, el presente artículo ofrece resultados experimentales de un proceso productivo seminatural y semiintensivo, llevado a cabo en la región de la Amazonía colombiana, como alternativa para lograr la sostenibilidad económico-ecológica de la especie.

## Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en un predio ubicado en el departamento del Caquetá, vereda Guayabal, región del piedemonte amazónico con 25 °C a 29 °C de temperatura; suelos planos, aluviales, del piso térmico cálido (1000 msnm), influenciados por vientos alisios del sureste que traen la humedad durante junio-agosto, constituyéndose así un sistema de lluvias monomodal con precipitaciones medias de 4000 mm, característico de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT).

El modelo adoptado de producción tiene dos grandes componentes; por una parte, es seminatural debido fundamental-

mente a que se toma un pozo bebedero para ganado y con la menor adaptación infraestructural, se acondiciona a la producción piscícola; y por otra parte, es semintensivo debido a que se adopta un nivel de siembra correspondiente a 1 pez/15 m<sup>2</sup>.

Para el desarrollo infraestructural se contó con un estanque de 153 m de largo por 43 m de ancho, con un área total de 6.579 m<sup>2</sup>, lo que determina una capacidad de siembra de 438 peces. El manejo de las aguas tanto para su ingreso, salida y mantenimiento de los niveles, demanda la construcción de cajas (alcantarillas) de cemento con tubería y codos PVC, que facilitan su manejo solamente conectándolos o desconectándolos. En la tabla 1 se presentan los rangos máximos y mínimos registrados para las variables limnológicas del estanque.

Cabe anotar que los rangos de las variables limnológicas evaluadas, tienen en cuenta la articulación de los medioambientes requeridos, tanto por el pez forraje *Oreochromis* sp., como por el pez producto *Arapaima gigas*. Complementariamente, en la tabla 2 se observa el protocolo de manejo relacionado con la siembra y la ceiba llevado a cabo.

<sup>7</sup> Los primeros estudios sobre el cultivo de la especie *Arapaima gigas* en cautiverio se llevaron a cabo en Belém do Pará (Brasil), en la década de los años 40; época en la que Osmar Fontenele logró realizar la primera producción en cautiverio controlada; pero la Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA) y el Centro de Investigación Agropecuaria del Trópico Húmedo (CPATU) fueron los primeros organismos brasileños que ejecutaron proyectos de producción masiva en cautiverio.

Tabla 1. Rangos de las variables limnológicas

Indicador	Medida	Nivel menor	Nivel mayor
Alcalinidad	ppm	90	250
Amonio no ionizado	ppm	0,1	0,2
Amonio total	ppm	0	1
Dióxido de carbono	ppm	0	20
Dureza	ppm	60	150
Nitrito	ppm	0	0,05
Oxígeno disuelto	ppm	5	9
Transparencia	cm	35	100
Conductividad	Umhos/cm	10	30
pH	unidades	6,5	8,0
Temperatura	°C	24	29

Tabla 2. Protocolo de manejo del estanque

Semana	Tarea	Resultado
1ª	Secado del estanque	Retirar el agua, permitir que se seque el fondo del estanque.
	Limpieza del estanque	Retirar basura que haya podido caer, retirar malezas hasta 0,50 m por encima del nivel del agua, retirar excesos de barro o lodo. Afirmar un poco el piso.
2ª	Encalado (20 g/m <sup>2</sup> )	Desinfectar el estanque y subir el pH de 5,3 a 7,1.
3ª	Llenado	Llenar al nivel requerido. Dejar en reposo para permitir el desarrollo de la producción biológica.
	Abonamiento (30 g/m <sup>2</sup> de bovinaza)*	Aumentar la productividad del estanque.
4ª	Siembra de peces presa (2,5 peces/m <sup>2</sup> y en proporción con la capacidad de carga de arapaimas objeto de alimentación)	Sembrar tilapia roja <i>Oreochromis</i> sp. (residuo de cultivo), con tallas de 3 cm a 10 cm a fin de que haya forraje para alimentar los alevinos de Pirarucú. Resiembras cada 4 meses.
	Abonamiento (50 g/m <sup>2</sup> /15 días con bovinaza)*	Aumentar la productividad del pez presa.
8ª	Siembra del pirarucú	Iniciar la ceba de los alevinos (150 g, alrededor de 25 cm de largo).

(\*) También se recomienda gallinaza o porquinaza en la misma proporción.

Para efectos de la toma de datos que permiten adelantar el estudio y mantener simultáneamente el control sobre el proceso de producción del pirarucú, se

descontó de la población sembrada  $M = 438$  peces, la tasa por mortalidad que fue del 2% en los primeros días de siembra. Luego, sobre el neto poblacional de 429

peces, se aplicó la fórmula estadística correspondiente para la determinación de la muestra ( $m$ ), que cumple con las exigencias de confiabilidad propias del estudio.

$$M = 429$$

$$m = K^2NPQ/K^2PQ + NE^2$$

Donde:

$$PQ = 0,25$$

$$K = 1,96$$

$$E = 0,036$$

Por lo tanto:

$m = 277$  peces objeto de muestreo; con tal fin, fueron debidamente marcados mediante chips insertados en la décima escama dorsal derecha (CH10DD).

## Resultados

La consecución de la semilla (natural o de estación) en la región amazónica de Colombia se facilita entre los meses de febrero a junio, con especial intensidad en abril, pues es el mes donde la reproducción alcanza el orden del 33%, mientras que en febrero y marzo es del 22% y para mayo y junio decae al 11%. Una vez realizada la siembra, las medidas de protección y control aplicadas, permitieron que la mortalidad fuera baja (2%), pues en estado de alevinos son vulnerables al

cambio de temperatura del agua y a la predación por las aves.

Desde el punto de vista productivo, se establecieron tres indicadores zootécnicos, así: los dos primeros con el fin de verificar si la conversión alimenticia del pirarucú conduce a una buena ganancia de peso y tamaño; el tercer indicador, permite verificar el bienestar animal (BA) en el estanque donde se llevó a cabo su proceso de ceba:

- Tasa de crecimiento absoluto (TCA): 162% denota un animal de tamaño grande, que aprovecha su capacidad de conversión alimenticia para ganar peso y tamaño.
- Tasa de crecimiento relativo (TCR): 109% denota una buena tasa de ganancia de peso y tamaño, a partir de los mismos datos que presentaba en el momento de siembra.
- Factor Fulton (K): 1,23 lo cual representa un bienestar favorable, ya que para esta especie el indicador varía, entre un mínimo de 0,80 a un máximo de 1,50.

Debido a que el proyecto no tiene en cuenta el proceso de producción de semilla (alevinos), ni el de levante; los resultados bionómicos parten desde la etapa de ceba propiamente dicha, cuyos

indicadores más relevantes se exponen en la tabla 3.

Tabla 3. **Indicadores bionómicos en Pirarucú**

<i>Indicador</i>	<i>Unidad</i>	<i>Resultado</i>
Área de siembra	m <sup>2</sup>	6,579
Tiempo de cultivo	meses	14
Densidad de siembra	m <sup>2</sup>	1pez/15 m <sup>2</sup>
Siembra total	peces	438
Supervivencia	%	98
Mortalidad	%	2
Siembra neta	peces	429
Peso inicial	g	150
Peso final	g	12,300
Ganancia de peso	g	12,150
Ganancia día	g	28,6
Biomasa inicial	kg	65,7
Biomasa inicial/área	kg/m <sup>2</sup>	0,01
Biomasa final	kg	5.276,7
Biomasa final/área	kg/m <sup>2</sup>	0,80
Ganancia biomasa	kg	5,211
Ganancia biomasa/área	kg/m <sup>2</sup>	0,79
Consumo alimento	kg	21,332
Consumo alimento/día	g	117
Consumo alimento/pez	g	49,724
Conversión alimenticia	proporción	4:1

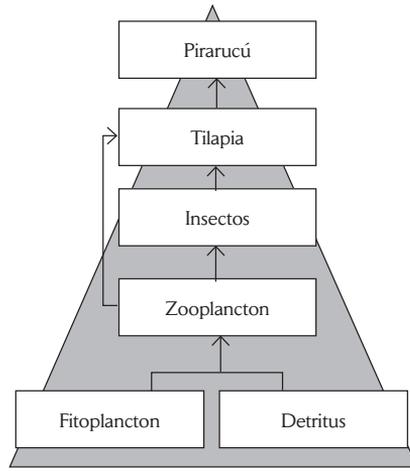
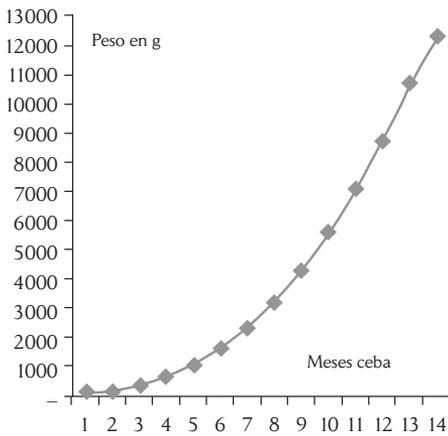
El momento de la cosecha reviste cierta peligrosidad, pues el pirarucú es un pez fuerte que al sentirse acorralado por la malla o chinchorro con la que se efectúa el barrido de lado a lado del estanque,

tiende a escapar de dos maneras: la primera, es abalanzándose contra la malla y la segunda es saltándola; en cualquier situación, un recolector puede ser golpeado causándole contusiones, heridas abiertas o lesiones graves. En la figura 1, se presenta el resultado productivo junto con la cadena trófica administrada en el estanque, para efectos de lograr la producción.

Al final del proceso se pudo establecer desde una perspectiva de competitividad productiva, que la ceiba de pirarucú es más rentable que la ceiba de ganado bovino, debido fundamentalmente a que en una hectárea se pueden obtener 8,021 kg de pirarucú en un año, frente a 450 kg de carne vacuna en dos años para la misma área, con dos consideraciones complementarias: la primera es que, el kilogramo de carne de pirarucú en el mercado de carne para peces de agua dulce, alcanza un precio promedio para el año 2011 de \$20.000, mientras que el precio promedio por kilogramo de carne vacuna<sup>8</sup> para el mismo año, alcanzó los \$3000. Lo anterior denota una mayor eficiencia en el uso del suelo a favor de la producción del pirarucú. Por su parte, la segunda consideración tiene que ver con la calidad comparada de su carne, la que, como se puede apreciar en la tabla 4, su composición cumple debidamente con las condiciones de un alimento sano,

<sup>8</sup> Datos para vacuno macho en pie y de primera.

Figura 1. **Ganancia de peso y cadena trófica del estanque**



acorde con las tendencias del consumo contemporáneo.

En términos económicos, se observa que los costos fijos representan alrededor del 25% sobre el total de los costos, mientras que el 75% restante lo constituyen los

costos variables. Además, se estima que el margen de utilidad resultante de la producción del pirarucú está en el rango del 40% al 50%; la determinación del valor presente neto (VPN) alcanza hasta el 100% sobre la tasa de oportunidad (o rendimiento mínimo aceptable) con

Tabla 4. **Composición comparada de la carne de pirarucú**

Origen	Humedad (%)	Proteína total (%)	Grasa (%)	Minerales (%)	Calorías (100g)
Pirarucú	67	41	5	19	223
Vacuno	64	19	12	5	160
Búfalo	72	23	52	2	105
Cerdo	49	12	36	3	170
Cordero	70	19	10	5	170
Gallina	57	21	22	3	303
Pollo	69	20	10	3	178
Pavo	67	19	20	3	240
Conejo	69	18	8	5	140
Chigüiro	63	22	5	5	135

Fuente: Autores con base en Correa (2007); Silva (2009); Saavedra (2003) y Franco (2005).

16

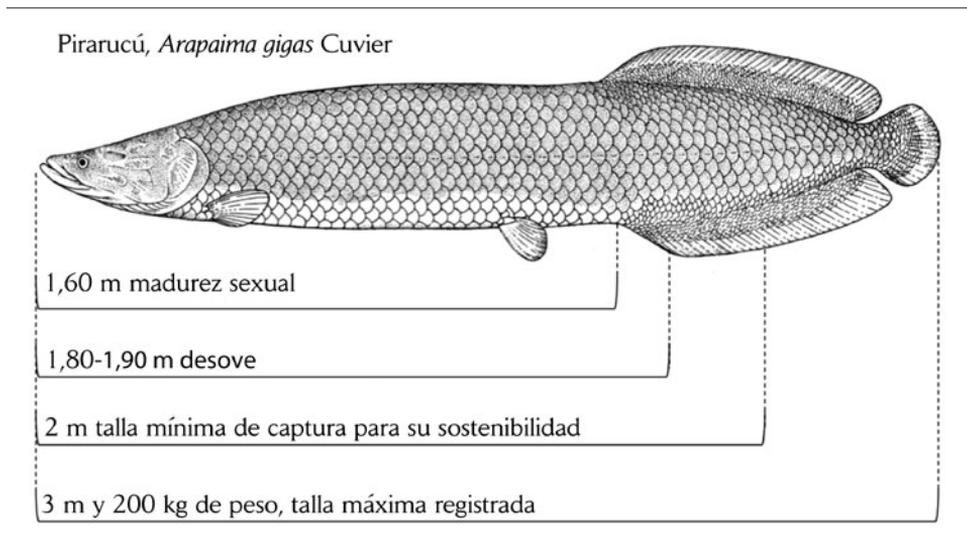
que se mida la inversión; por su parte, la tasa interna de retorno (TIR), se establece alrededor del 8%, manifestando ser más sensible ante caídas en el precio de venta (1,3 puntos contractivos), que ante variaciones en el incremento de los costos (0,7 de punto contractivo). En cuanto al indicador beneficio/costo (B/C), igualmente se manifiesta favorable, pudiendo variar entre 1,5 a 2.

Desde la sostenibilidad del pirarucú, es necesario tener en cuenta su principio básico, que establece que la tasa de extracción debe ser inferior a la tasa de reposición natural de la especie ( $\xi < 1$ ), si se suma el hecho de tener una mortalidad entre el 75% a 80% en estado alevino por predación natural y otros factores naturales; el resultado, con su pesca intensiva conduce a la captura de

individuos jóvenes que no tienen la talla mínima de captura (TMC) (figura 2), que garantiza que al menos ya se han reproducido una vez; observándose un proceso contractivo de la población, indicativo de su posible extinción de continuar las condiciones de explotación existentes.

Por lo anterior, es necesario articular acciones desde lo cultural, técnica y operativamente, encaminadas a promocionar y consolidar los protocolos de reproducción y producción en cautiverio; simultáneamente, con el avance en políticas y marcos jurídicos mediante los cuales el Estado, la sociedad y el ecosistema tengan la oportunidad de integrarse racionalmente de cara a la conservación de la especie (figura 3). Para ello es necesario que cada actor asuma la participación que le corresponde en la estrategia, te-

Figura 2. Talla mínima de captura



niendo en claro que el ecosistema de hecho ya lo está haciendo, y tomando en cuenta que, la gestión de la pesca como la gestión del ecosistema pesquero deben ir de la mano.

### Discusión

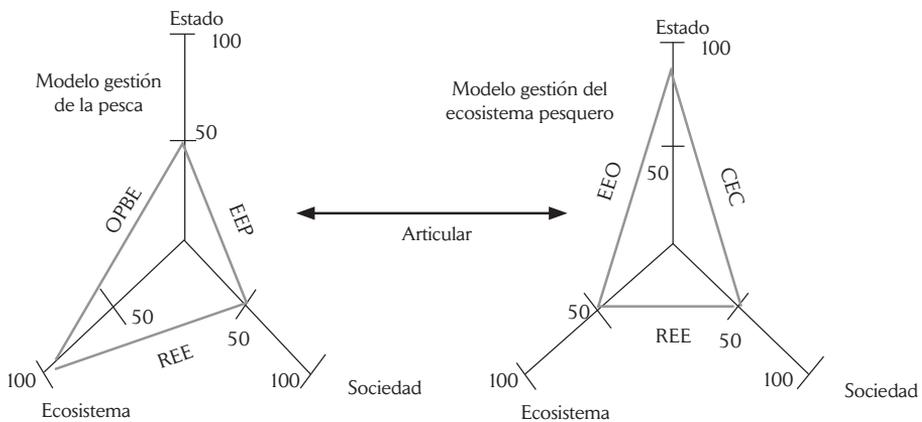
Como resultado de las observaciones productivas en campo, se puede plantear que el inadecuado manejo de la especie vía captura directa del medio natural, así como el poco interés y la falta de estrategias de fomento o emprendimiento empresarial en torno a su producción en cautiverio, tienen a la especie en la categoría UICN de vulnerable (VU); aunque Rebaza, Alcántara y Valdivieso (1999) sostienen que la piscicultura del pirarucú ofrece la posibilidad de disminuir la presión de captura sobre las poblacio-

nes naturales, facilita su recuperación y permite satisfacer la demanda proteica de orden local, nacional e internacional, debido fundamentalmente a la calidad de su carne.

Por otro lado, el desarrollo de la agroindustria del pirarucú favorece significativamente la intensificación del uso del suelo generando un aprovechamiento ambiental sostenible y constituyéndose en una respuesta natural ante las áreas deforestadas de la Amazonía, con rendimientos cercanos a los 7000 kg/ha/año, mientras que el ganado ofrece alrededor de 200 kg/ha/año, de acuerdo con Imbiriba, De Brito y Dutra (1994).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2010), la agricultura es una

Figura 3. Estrategia de sostenibilidad para el pirarucú



OPBE: Ordenación Pesquera Basada en el Ecosistema; EEP: Enfoque Ecosistémico de la Pesca; REE: Racionalidad Económico-Ecológica; EEO: Enfoque Ecosistémico de la Ordenación; CEC: Conservación de Ecosistemas Continentales y su Equilibrio

Fuente: autores con base en FAO (2010).

fuerza importante de ingresos monetarios y medio de subsistencia para millones de personas en el mundo entero, con tasas de crecimiento en la generación de empleo para las dos últimas décadas, superiores a las reportadas por la agricultura. Situación que no sorprende cuando la TIR es del 8% y su B/C entre el 1,5 a 2, datos similares a los reportados por Guerra (2002), de 5,65% y 1,51 respectivamente. Cabe resaltar que el mismo autor, considera que la recuperación de la inversión en piscicultura del pirarucú es más sensible a las caídas de precios de mercado que a los incrementos en costos, situación que para el presente estudio se manifiesta igual.

Desde el punto de vista del mercado, se observa un encadenamiento de ciclos productivos entre Perú y Colombia, lo que favorece el comercio internacional de carne de pirarucú de los dos países. Mientras que en Perú la época reproductiva se manifiesta de octubre a febrero (Guerra, 2002); en Colombia, y más exactamente en el piedemonte caquetense es de febrero a junio; esto permite deducir que, si Colombia asume la producción comercial en cautiverio del pirarucú, podría establecer acuerdos estratégicos de mercado especialmente europeos, para mantenerlos abastecidos durante todo el año, ofreciéndole estabilidad de precios y sostenibilidad comercial a los productores de los dos países.

Es de anotar que el estudio de Franco y Peláez (2007), reporta una tasa de mortalidad del 1%, mientras que en el presente ejercicio los datos arrojan una tasa del 2%; de donde se establece la necesidad de mejorar los protocolos, a fin de reducir la tasa en un punto porcentual y sus efectos productivos.

Finalmente, es importante tener en cuenta que la sostenibilidad ( $\xi < 1$ ) en medio natural de la especie requiere de una alta participación del Estado en los procesos de ordenación (EEO) y conservación ecosistémica (CEC) acompañado de la racionalidad social frente a lo económico y lo ecológico (REE). En relación con esta segunda parte, la racionalidad se debe articular y construir con el enfoque ecosistémico de la ordenación pesquera continental (OPBE+EEP) en las áreas de hábitat de la especie, con el fin de que esta pueda sustentar tasas altas de reproducción y densidad en términos demoecológicos (REE).

## Referencias

- Campos, L. (2001). *Historia biológica del Pai-che Arapaima gigas y bases para su cultivo en la Amazonía*. Iquitos: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Programa de Biodiversidad.
- Correa, G. (2007). *Administración sostenible de la producción del chigüiro*. Bogotá: Universidad de La Salle.

- FAO (2010). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Roma: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO.
- Franco, H. (2005). *Contribución al conocimiento de la reproducción del pirarucú Arapaima gigas en cautiverio*. Florencia: Universidad de la Amazonía.
- Franco, H. y Peláez, M. (2007). *Cría y reproducción de pirarucú en cautiverio*. Caquetá: Digital Editores, 47 p.
- Franco, L. C. (2003). *Ecología y seguimiento-manejo de postlarvas, alevinos y juveniles de Arapaima gigas en condiciones de cautiverio*. Florencia: Tesis, Facultad de Biología, Universidad de la Amazonía.
- Fontenele, O. (1948). *Contribuição o conhecimento da Biología do Pirarucu "Arapaima gigas" (Cuvier) em Cativerio* (Actinopterygii, Osteoglossidae). Ministério da Viação e Obras Públicas. Publicação No.165, serie 1-C. Brasil, 35p.
- Guerra, H. (2002). *Manual de producción y manejo de alevino de Paiche*. Lima: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), 98 p.
- Hurtado, A. (1997). *Aspectos del Arapaima gigas en el sistema de várzea en el municipio de Puerto Nariño, Amazonas* (Tesis de grado). Cali: Departamento de Biología, Universidad del Valle. 84p.
- Imbiriba, E. P. y Bard, J. (1986). *Piscicultura do Pirarucu, (Arapaima gigas)*. Belém: *Circular técnica*. 52, 16-18, EMBRAPA y CPATU, 103p.
- Imbiriba, E. P., De Brito, J. L. y Dutra, S. (1994). *Rendimiento de carne de Pirarucú Arapaima gigas Cuvier*. *Boletín de Pesquisa*, 150, 34-67. Belem: CPATU.
- INCODER (2006). *Producción pesquera de Colombia*. Bogotá: Subgerencia de Pesca y Acuicultura.
- Mojica, J., Castellanos, C., Usma, J. y Álvarez, R. (2002). *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Rebaza, M., Alcántara, F. y Valdivieso, M. (1999). *Manual de piscicultura del Paiche, (Arapaima gigas Cuvier)*. Caracas: FAO, Tratado de Cooperación Amazónica.
- Saavedra, A. (2003). *Producción controlada de pirarucú (Arapaima gigas)*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Silva, L. M. (2009). *Estudio para el establecimiento de estanques seminaturales para la ceiba de pirarucú (Arapaima gigas), como estrategia de diversificación productiva en fincas de piedemonte amazónico*. Bogotá: Universidad de La Salle.

