



ISSN 1018 - 5674

# FOLIA Amazónica

Vol 16 N° 1-2

2007



ACUICULTURA

AGRONOMÍA



CIENCIAS SOCIALES

BOTÁNICA



CIENCIAS FORESTALES

CIENCIAS DEL AMBIENTE



GENÉTICA

ZOOLOGÍA

IQUITOS, PERÚ



ISSN 1018 - 5674

# FOLIA Amazónica

VOL. 16

Nº 1 - 2

Enero - Diciembre 2007

---



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
DE LA AMAZONÍA PERUANA

IQUITOS - PERÚ

**PRESIDENTE DEL IIAP**

Luis Campos Baca

**GERENTE GENERAL**

Roger Beuzeville Zumaeta

**COMITÉ EDITORIAL**

Luis Wilman Gutiérrez Morales  
Victor Hugo Montreuil Frías  
Filomeno Encarnación Cajañaupa  
Jorge Gasché Sues  
Fernando Rodríguez Achung  
Fred Chu Koo

Presidente  
Miembro  
Miembro  
Miembro  
Miembro  
Miembro

Impresión:  
Imagen Amazonia

© **IIAP**

Av. José A. Quiñones km. 2.5

Apartado 784, Teléfono: (065) 265515 - 265516 Fax: (065) 265527. Iquitos - Perú

<http://www.iiap.org.pe>

# SUMARIO

## ACUICULTURA

- VELÁSQUEZ, Javier. DEL RISCO, Magali. CHU-KOO, Fred. ALCÁNTARA Bocanegra, Fernando. CHÁVEZ Veintemilla, Carlos. PADILLA, Palmira. MARICHÍN Ayambo, Hugo. TELLO Martín, Salvador. Protocolo de adaptación de alevinos de paiche *Arapaima gigas* al consumo de alimento artificial en cautiverio .....7
- CHU-KOO, Fred William. DAÑINO Pérez, Astrid M.. Biología y cultivo del fasaco *Hoplias malabaricus* Bloch 1794 (Characiformes: Erythrinidae).....11
- MATHEWS Delgado, Patrick. CHU-KOO, Fred William. DE OLIVEIRA Malta, José Celso. SILVA Gomes, Ana Lúcia. BEZERRA Varela, Ángela María. TELLO Martín, Salvador. Fauna ectoparasitaria en alevinos de paiche *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) cultivados en el Centro de Investigaciones de Quistococha, Loreto, Perú.....23
- VÁZQUEZ, Narda Dinis. MATHEWS Delgado, Patrick. CHU-KOO, Fred William. TELLO Martín, Salvador. ISMIÑO Orbe, Rosa. Fauna parasitaria de juveniles de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* (Vandelli, 1829) cultivados en el Centro de Investigaciones de Quistococha, Loreto, Peru.....29
- SOBERÓN Minchán, Luis Eloy. CHU-KOO, Fred William. ALCÁNTARA Bocanegra, Fernando. Parámetros hematológicos, crecimiento y composición corporal de juveniles de gamitana *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivados en tres densidades.....35
- GUTIERREZ, Felix Walter. QUISPE, Máximo. VALENZUELA, Luz. CONTRERAS, Guadalupe. ZALDÍVAR, Javier. Utilización de la proteína dietaria por alevinos de “gamitana” *Colossoma macropomum* Cuvier 1818, alimentados con dietas isocalóricas.....47
- ALCÁNTARA Bocanegra, Fernando. CHU-KOO, Fred William. CHÁVEZ Veintemilla, Carlos Alberto. TELLO Martín, Salvador. BANCES Chávez, Karin Cristina. TORREJÓN Meza, Marco Antonio. GÓMEZ Noriega, Jorge Luis. NORIEGA Murrieta, Javier. La pesquería ornamental de la arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* (Osteoglossidae) en Loreto, Perú y posibilidades de su cultivo.....55

- MATHEWS Delgado, Patrick. DE OLIVEIRA Malta, José Celso. ISMIÑO Orbe, Rosa. CHU-KOO, Fred William. SILVA Gomes, Ana Lúcia. TELLO Martín, Salvador. Metazoarios parásitos de paiches adultos, *Arapaima gigas* (Osteoglossiformes: Arapaimidae), cultivados en la amazonía peruana.....63
- ISMIÑO Orbe, Rosa. VASQUEZ, Narda Dinis. MATHEWS Delgado, Patrick. CHU-KOO, Fred William. Avances en el cultivo de *Apistogramma panduro*, Römer, 1997 (Perciformes: Cichlidae) en la amazonía peruana.....69

## AGRONOMÍA

- SOTERO Solís, Víctor Erasmo. GARCÍA de Sotero, Ena Velazco Castro. Estabilidad del ácido ascorbico en pulpa deshidratada de camu camu (*myrciaria dubia* hbk mc vaugh) a diferentes temperaturas.....75

## CIENCIAS SOCIALES

- GASCHÉ, Jorge. ¿Para qué sirve el concepto de “Sociedad Bosquesina”?.....81
- GASCHÉ, Jorge. Cuatro cantos - adivinanzas huitoto.....89

## BOTÁNICA

- ARCE Urrea, Carmela. Dinámica de descomposición y mineralización de macronutrientes en hojarasca de plantaciones de *Ormosia coccinea* (Aubl.) Jackson, “huayruro” y *Vochysia lomatophylla* Standl, “quillosa”, Iquitos, Loreto, Perú .....101

## CIENCIAS FORESTALES

- HONORIO Coronado, Eurídice N. DÁVILA Cardozo, Nállarett M.. Producción y crecimiento de raíces aéreas de *Thoracocarpus bissectus* (Cyclanthaceae) en Jenaro Herrera, Loreto, Perú.....107
- YEPES Alza, Federico. LINARES Bensimón, Carlos. Rendimiento de trozas aserradas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke obtenidas del raleo silvicultural de plantaciones en Jenaro Herrera, Loreto – Perú.....115
- OTÁROLA Acevedo, Federico. MARTINEZ Davila, Percy. Análisis de rentabilidad económica y desarrollo de ecuaciones alométricas de los bosques aluviales de *Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker F. Ex Schumann “capirona” para determinación del valor maderable y del carbono almacenado para servicios de REDD.....121

## CIENCIAS DEL AMBIENTE

CORREAT., Melba. MONTALVÁNI., Bertha. PEZO D., Roberto. VERDI O., Lorgio. Estudio de impacto ambiental del proyecto de relleno sanitario en la comunidad de Moralillo, propuesto para la ciudad de Iquitos, Loreto-Perú .....137

## GENÉTICA

RODRÍGUEZ Bravo, Javier. IGLESIAS Vásquez, Adriana. FRANÇOIS Renno, Jean. ALCÁNTARA, Fernando. GARCÍA Dávila, Carmen. Variabilidad genética de *Pseudoplatystoma punctifer* (Castelnau, 1855) y *Pseudoplatystoma tigrinum* (Valenciennes, 1840), en la amazonía peruana.....145

## ZOOLOGÍA

SUÁREZ Benvenuto, Marne. VÁSQUEZ Ruesta, Pedro. GÓMEZ Bravo, Carlos. Evaluación de dos niveles de subproducto de trigo en dietas de ronsocos (*Hydrochaeris hydrochaeris*) bajo cautiverio.....153

# PRESENTACIÓN

En este número, Folia Amazónica presenta sus artículos agrupados por disciplinas científicas y, además abre un nuevo rubro temático, en el cual el IIAP viene investigando desde más de 10 años: el de las Ciencias Sociales que hasta ahora han sido ausentes de la revista.

Las ciencias sociales están representadas por dos artículos que fueron redactados por el responsable de las investigaciones socioculturales y lingüísticas en el IIAP y que son de enfoques distintos.

El primero contiene un resumen programático de los principios fundadores de una socioantropología que pretende volverse *operativa* para pensar y concebir políticas y proyectos de desarrollo para la población rural amazónica que construyan el desarrollo sobre y con las cualidades socioculturales positivas del “bosquesino” - término que justifica Jorge Gasché precisamente en el primer artículo. Para que tal construcción se vuelva posible, es necesario haber cuestionado y superado la visión siempre negativa y despreciativa, es decir: *etnosuficiente*, que tienen la élite regional y los ciudadanos urbanos del poblador rural amazónico. Son estos principios - además, expuestos con mayores detalles en varios textos ya producidos por el equipo del IIAP - los que orientan la *investigación-acción participativa* (IAP)<sup>1</sup> que este equipo realiza en cooperación con comunidades “bosquesinas” (indígenas y mestizas). El rol de una antropología amazónica “operativa” es: crear en los responsables políticos y administrativos y en los planificadores y ejecutores de proyectos de desarrollo la comprensión adecuada de las condiciones objetivas de vida y de la lógica de vida subjetiva del bosquesino, a fin de que estas políticas y proyectos respondan a las motivaciones, acciones, finalidades y priorizaciones bosquesinas - no expresadas, sino manifestadas ante el observador en las actividades cotidianas. Lo que una persona dice, es una cosa, lo que hace, a menudo, es otra. No es suficiente responder a lo que el bosquesino nos dice; hay que observar lo que hace, para comprender su lógica y sus motivaciones *reales*. Con este esfuerzo, el equipo del IIAP trata de dar un contenido concreto y explícito a la noción de “desarrollo propio” al que, de acuerdo al Convenio 169 de la Organización Internacional de Trabajo, ratificado por el Congreso peruano, los pueblos originarios de la Amazonía tiene derecho.

Los conceptos analíticos y su articulación lógica, interpretativa, hasta ahora formulados siempre son hipotéticos, mientras que su aplicación en la práctica, a

través de una cuidadosa metodología, no los haya verificado. En este proceso está el pequeño grupo de investigadores (1 antropólogo, 1 ingeniero agrónomo, 1 bachiller forestal, 1 bachiller agrónomo) del proyecto “Uso y conservación de territorios comunales” realizado en el marco del Programa de Biodiversidad y que trabaja en convenio con la Universidad Nacional de Colombia (proyecto “Sociodiversidad bosquesina”). Un producto de esta cooperación binacional es el banco de datos socioculturales que documenta el censo, las genealogías, las migraciones, la escolaridad, la vivienda, las relaciones con el Estado, la producción y la horticultura en 29 comunidades amazónicas de Colombia (10) y del Perú (19).

El banco de datos, que cada año se va ampliando, será accesible al público en un futuro no lejano vía la página web del IIAP. Estos datos permiten comprender con precisión la sociodiversidad bosquesina en la Amazonía y deben impedir los planificadores de persistir en su visión simplificadora de la realidad sociocultural amazónica.

El segundo artículo quiere ilustrar otro aspecto del estudio y comprensión de las sociedades bosquesinas: la necesaria interdisciplinariedad. Analizando e interpretando cuatro cantos-adivanzas huitoto, descubrimos, en medio de - o *implícito* en - palabras, actos, situaciones rituales y valores sociales, el más sutil conocimiento indígena de la naturaleza y su uso social sofisticado, - un conocimiento, que - procura a los investigadores en ciencias naturales un rico abanico de hipótesis que deben orientar sus observaciones hacia aspectos de la naturaleza hasta ahora no percibidos. Pero el artículo ilustra un aspecto más de las exigencias que plantea el estudio de la sociedad bosquesina: la importancia que tiene para el investigador - y por ende, para la calidad de su comprensión y de sus productos - el manejo de la lengua indígena. Sin saber la lengua, el universo indígena queda para nosotros, habitantes de la ciudad, un “libro con siete sellos”, y como, en la Amazonía peruana, la élite intelectual regional nunca hace el esfuerzo de este aprendizaje, sigue ignorando soberbiamente su propia “riqueza cultural regional”, a la que, sin embargo, se refiere con grandilocuencia cuando se lanza a afirmar “su identidad”. Pero ¿se la puede culpar de esta ignorancia, si ninguna de las cuatro universidades amazónicas peruanas tiene una facultad de ciencias humanas, ni ofrece la formación en las carreras de: antropólogo, sociólogo, historiador, lingüista? - El IIAP, hasta la fecha, es la única

institución amazónica del Perú que presta atención a esa “riqueza”, la documenta, la difunde, la valora mediante su descripción e interpretación, la integra en materiales pedagógicos y la anima en las comunidades bosquesinas en el marco de su proyecto de cooperación con ellas.

El cuidadoso análisis de cuatro cantos huitotos quiere suscitar en el lector - más que el interés y la curiosidad - la comprensión, la admiración y el amor por la altura del pensamiento de las sociedades bosquesinas y por su gusto de convivir y celebrar fiestas en sociedad, - en una palabra: por su *arte de vivir*.

El Comité Editorial

## PROTOCOLO DE ADAPTACIÓN DE ALEVINOS DE PAICHE *Arapaima gigas* AL CONSUMO DE ALIMENTO ARTIFICIAL EN CAUTIVERIO

Javier Velásquez<sup>1</sup>, Magali Del Risco<sup>1</sup>, Fred Chu-Koo<sup>2\*</sup>, Fernando Alcántara Bocanegra<sup>2</sup>, Carlos Chávez Veintemilla<sup>2</sup>, Palmira Padilla<sup>2</sup>, Hugo Marichín Ayambo<sup>2</sup> y Salvador Tello Martín<sup>2</sup>

### RESUMEN

El paiche, *Arapaima gigas*, es un pez amazónico de régimen carnívoro y que en su medio natural se alimenta de peces y otros animales acuáticos. Una de las principales limitaciones que se observa en el manejo de paiche en cautiverio es la alimentación de los alevinos debido a que ellos solo aceptan peces forraje lo que eleva los costos de producción. El objetivo del trabajo fue establecer un protocolo eficaz de adaptación de los alevinos de paiche al consumo de alimento balanceado (peletizado o extrusado), procedimiento que será de mucha ayuda para los piscicultores, empresarios acuaristas y la comunidad académica de la región amazónica interesados en la cría, comercialización e investigación del paiche. En el presente estudio, un total de 48 alevinos de paiche que solo aceptaban alimento vivo (peces) fueron adiestrados exitosamente al consumo de alimento inerte (ración artificial balanceada) en un periodo de 23 días. El protocolo consta de 12 pasos y es usado en el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Este procedimiento se basa en el suministro de carne de pescado fresco conjuntamente con alimento balanceado, realizando reducciones graduales en la proporción de carne y un aumento progresivo del alimento balanceado hasta que los alevinos de paiche aceptan la ración balanceada al 100%. El periodo de adaptación y las proporciones de mezcla de alimentos pueden variar y ser particulares para cada nueva experiencia de adaptación pues estos dependerán de la calidad de agua y la edad o grado de desarrollo de los peces.

**PALABRAS CLAVE:** Paiche, *Arapaima gigas*, alevinos, protocolo, destete, alimento artificial.

## PROTOCOL FOR ADAPTING PAICHE *Arapaima gigas* FINGERLINGS TO FEED ON ARTIFICIAL DIETS IN CAPTIVITY

### ABSTRACT

The paiche, *Arapaima gigas*, is a carnivore Amazonian fish which in the wild feeds on fish and other aquatic animals. Feeding their fingerlings is one of the main limitations observed when raising paiche in captivity since they only accept live fish which elevates the production costs. The objective of the present study was to provide an effective protocol for adapting paiche fingerlings to the consumption of artificial balanced foodstuff (pelleted or extruded diets) oriented to fish farmers, private entrepreneurs, aquarists and academic community of the Amazon region interested in raising, trading or researching paiche. A total of 48 fingerlings were trained successfully to the consumption of an artificial balanced foodstuff in a period of 23 days. The current protocol is based on 12 steps and it is used in the Peruvian Amazon Research Institute (IIAP). This procedure can also be denominated as a "progressive weaning", which is based on giving balanced food jointly with meat of fresh fish, carrying out gradual reductions in the meat proportion and a progressive increase of the balanced food until the fingerlings do accept the artificial foodstuff to 100%. The period of adaptation and the proportions of mixture of foods could vary and may be particular for each new experience of adaptation, so that it will also depends on environmental factors such as, water quality and the age or developmental degree of the fingerlings.

**KEYWORDS:** Paiche, *Arapaima gigas*, fingerlings, protocol, artificial foodstuff.

1 Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). Tesista del Programa de Ecosistemas Acuáticos del IIAP. Iquitos, Perú. e-mail: javiervelasquez@hotmail.com

2 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Programa de Ecosistemas Acuáticos (PEA). Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ). Carretera Iquitos - Nauta, Km. 4.5, Iquitos, Perú. e-mail: fchuk20@yahoo.com

\* Autor para correspondencia. Dirección: Urbanización Juan Pablo II, Módulo 50A, Dpto. 101. San Juan Bautista, Iquitos. E-mail: fchuk20@yahoo.com. Celular: (065) 979-6120. RPM #700038

## 1. INTRODUCCIÓN

El paiche, *Arapaima gigas*, es una especie oriunda de la Amazonía peruana, sujeto a importantes estudios para su incorporación al cultivo como una forma de asegurar su uso sostenible y conservación debido a la alta presión de pesca que afecta seriamente a sus poblaciones en medio natural. Es uno de los peces de mayor tamaño en los cuerpos de agua dulce tropicales, alcanzando 2.5 metros de longitud total y hasta 250 kilos de peso. (Saint-Paul 1986; Rebaza *et al.* 1999; Padilla *et al.* 2003).

El paiche es un recurso pesquero de gran importancia económica, tanto por la calidad y cantidad de carne por individuo, como por las posibilidades de comercialización de los aionomorfos (larva y alevinos) producidos en ambientes controlados. La carne, además de ser deliciosa, prácticamente esta desprovista de espinas, su textura permite la elaboración de diversos platos para el consumo humano. El filete de paiche tiene alta aceptación en el mercado nacional e internacional por su calidad organoléptica (e.g. sabor y ausencia de espinas). El cuero del paiche que representa el 10% del peso del animal puede ser aprovechado en la industria, como materia prima para carteras, zapatos y cinturones, contribuyendo de manera importante al incremento económico del cultivo de esta especie (Imbiriba *et al.* 1996).

En los últimos años el paiche se ha perfilado como una especie de gran importancia para la piscicultura por su alto valor comercial en el mercado nacional e internacional en razón a la excelente calidad de su carne carente de espinas intramusculares (Imbiriba, 2001). En condiciones de cultivo, este pez puede superar los 12 kg de peso al primer año, con un crecimiento que casi triplica al del salmón y es incluso superior a la cobia que alcanza entre 7 a 10 kg en el mismo periodo (Chu-Koo *et al.* 2007).

En este orden, desde hace algunos años el Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP) viene desarrollando una serie de investigaciones enfocadas en aspectos de cultivo, nutrición, genética y reproducción impulsando, además, un programa de crianza de esta especie en estanques de productores de los departamentos de Loreto, San Martín, Ucayali y la provincia de Leoncio Prado (Huánuco) con el fin de incrementar la producción de alevinos para engorde y producción de filete y fundamentalmente, para reducir la presión de pesca sobre las poblaciones naturales.

A pesar de que normalmente las conversiones alimenticias de especies carnívoras son elevadas, la ganancia del peso diario del paiche es notable, lo que confirma su excelente potencial para el cultivo (Venturieri & Bernardino, 1999). Sin embargo la

crianza del paiche se dificulta por tratarse de un pez carnívoro que consecuentemente no acepta de manera voluntaria raciones balanceadas (Cavero *et al.* 2003). En tal sentido, para desarrollar un proceso de cultivo en base a una dieta artificial, es necesario tener un sistema de adaptación de los alevinos de paiche al consumo de dicho alimento; en el presente informe se describe la metodología empleada para lograr una aceptación total de alimento balanceado en 23 días de tratamiento.

El presente protocolo es solo uno de los productos del esfuerzo dedicado por el Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ), sede del Programa de Ecosistemas Acuáticos del IIAP orientados a mejorar el conocimiento existente sobre el manejo de los recursos piscícolas de la Amazonia peruana en condiciones controladas.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDIO

El trabajo se realizó en las instalaciones del CIQ, ubicado en la comunidad de Quistococha, km. 4.5 de la carretera Iquitos-Nauta en la, provincia de Maynas, departamento de Loreto.

### MATERIALES Y EQUIPOS

- Tanques de cemento de 1.5 x 0.7 x 0.9 m, revestidos con mayólicas con una profundidad (altura) de agua variable (entre 30 a 40 cm)
- 45 alevinos de paiche *Arapaima gigas*
- Peces forraje de las especies: mojarrita (*Moenkhausia dichroua*) o guppy (*Poecilia reticulata*)
- 10 kg de filete de doncella (*Pseudoplatystoma fasciatum*) o mota (*Callophysus macropetrus*)
- 15 kg de alimento artificial para peces del tipo extrusado con 45% de proteína bruta formulada y elaborada en la Planta de Producción de Alimento Extrusado del IIAP.
- Molino de mano.

### PROCEDIMIENTO

Antes de iniciar el estudio los 45 alevinos fueron criados y alimentados estrictamente con peces forraje de 2 cm de longitud en un solo tanque de cemento revestido de mayólicas. Al iniciarse el estudio, grupos de cinco peces de aproximadamente 80 gramos de peso fueron colocados en nueve tanques (45 peces en total) y fueron alimentados cada dos horas, desde las 8:00 a.m. hasta las 4:00 p.m. en raciones *ad libitum* (hasta la saciedad aparente).

Según lo recomendado por Person-Leruyet *et al.* (1993) se inició la alimentación artificial realizando el

“destete progresivo”, suministrando peces forraje de 1 a 2 cm de longitud muertos para adaptar a los peces al consumo de alimento inerte.

Luego de la aceptación total del alimento inerte, en la siguiente etapa se les proporcionó pellets elaborados con carne molida de filete de bagres (porque no poseen espinas intramusculares que puedan dificultar el consumo por los alevinos). Al principio se notó poca aceptación del alimento pero en las horas subsiguientes, hubo aumento gradual de la oferta de la dieta. El proceso ha continuado hasta que observamos la aceptación total del alimento al segundo día de tratamiento.

El objetivo de la siguiente etapa fue el reconocimiento del alimento balanceado y la aceptación del sabor y textura por los alevinos. Para la prueba, la dieta fue elaborada con un 95% de carne molida de pescado y un 5% de polvo de alimento extrusado preparado en pellets y secado parcialmente para que los peces comiencen a reconocer la textura

menos blanda y más seca. Los pellets fueron mayores al medio centímetro de diámetro para facilitar la ingestión del producto.

Luego de la aceptación total del pellet, fue reducida la pasta de pescado a un 90% y el aumento del polvo de alimento extrusado a un 10%. Este producto final fue secado en mayor tiempo para obtener una consistencia más sólida y similar al alimento estrusado puro. Este tratamiento continuó hasta lograr la aceptación total del producto, para luego modificar nuevamente los porcentajes de los ingredientes aplicados en una nueva etapa.

Hasta el día 22 se elaboró raciones con 60% de polvo de alimento balanceado y 40% de pasta de pescado observándose buena aceptación. Finalmente el día 23 se proporcionó alimento extruido puro y entero observándose su aceptación total.

Los pasos simplificados para lograr la adaptación de los alevinos de paiche al alimento balanceado se muestran en la (Tabla 1).

**Tabla 1.** Resumen del proceso de adaptación de alevinos de paiche al alimento balanceado (peletizado o extrusado) realizado en el Centro de Investigaciones de Quistococha del IIAP, Loreto, Perú.

ADAPTACIÓN DE ALEVINOS DE PAICHE					
1-3 día	4-5 día	6 día	7-8 día	9-10 día	11-12 día
peces forraje estrujados	trocitos de filete de pescado	95% pasta pescado y 5% polvo de balanceado	90% pasta pescado y 10% polvo de balanceado	85% pasta pescado y 15% polvo de balanceado	80% pasta pescado y 20% polvo de balanceado
13-14 día	15-16 día	17-18 día	19-20 día	21-22 día	23 día
75% pasta pescado y 25% polvo de balanceado	65% pasta pescado y 35% polvo de balanceado	60% pasta pescado y 40% polvo de balanceado	50% pasta pescado y 50% polvo de balanc. + alimento balanc. puro en pequeñas cant.	40% pasta pescado y 60% polvo de balanc. + alimento balanc. puro en pequeñas can.	100% alimento balanceado puro

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### ADAPTACIÓN DE ALEVINOS DE PAICHE AL CONSUMO DE ALIMENTO ARTIFICIAL

Según afirma Queiroz (1999), el paiche es una especie especializada en comer peces, de modo que no acepta de manera instantánea y voluntaria un alimento artificial siendo necesario desarrollar un proceso de adaptación al consumo del mismo. Sin embargo, Venturieri & Bernardino (1999) y Crescêncio (2001) reportan que entrenar alevinos de paiche a consumir raciones secas es relativamente fácil en comparación con otras especies carnívoras.

Siguiendo a las recomendaciones de Person-Leruyet *et al.* (1993), fue constatada la efectividad del “destete progresivo” como estrategia para la adaptación al alimento artificial. En nuestra experiencia, utilizando porciones decrecientes de carne molida de pescado sin espinas mezclada con

polvo de alimento artificial del tipo extrusado en proporciones crecientes, demostró una gran efectividad logrando la adaptación total de los peces al consumo de una dieta extrusada en alrededor de tres semanas. Este resultado guarda relación con García *et al.* (2002), quienes afirman que los periodos de adaptación a los alimentos balanceados en paiche generalmente comprenden de 7 a 30 días.

Por otro lado, Aldea (2002), consiguió la adaptación del paiche al alimento balanceado en dos meses de entrenamiento, aplicando un proceso gradual de suministro de pescado y alimento balanceado por separado. Nuestro protocolo combina ambos insumos haciendo que la adaptación sea más rápida y menos estresante para los peces. En el cultivo de estas especies una adaptación rápida al alimento balanceado es muy importante para poder obtener la mayor ganancia de peso en el menor tiempo posible.

#### 4. RECOMENDACIONES

Los resultados del protocolo aplicado en el presente trabajo pueden ser aplicados para desarrollar un proceso de adaptación rápida al consumo de alimento balanceado. Sin embargo el cronograma y las proporciones de los insumos, pescado y balanceado, pueden variar y ser particulares para cada nueva experiencia de adaptación porque los tiempos de aceptación dependerán además de los factores ambientales, del grado de desarrollo de los alevinos.

El proceso de adaptación debe ser ejecutado en jaulas o en corrales de precria instalados en el estanque definitivo, para evitar el estrés por traslados y variaciones en la calidad de agua.

Finalmente, es importante considerar que la adaptación al alimento artificial debe iniciarse cuando los alevinos alcanzan entre los 8 a 10 cm y nunca dejar que sobrepasen los 15 cm puesto que en tallas superiores a este límite el adiestramiento es más difícil de lograr.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

ALDEA GM. Cultivo de paiche, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) con dietas artificiales en jaulas flotantes. Tesis para optar el Título de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos-Perú. 54 pp. 2002.

CAVERO BAS, PEREIRA-FILHO M, ROUBACH R, ITUASSU DR, GANDRA AL, CRESCÊNCIO R. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. *Pesq. Agropec. Bras.*, 2003; 38: 103-107.

CHU-KOO F, VALDIVIESO M, TELLO S, REBAZA M, REBAZA C, DEZA S, ALCÁNTARA F. Cría de paiche en jaulas flotantes. *Análisis económico. Infopesca Internacional*, 2007; 30 (abril – junio): 28-31.

CRESCÊNCIO R. Treinamento alimentar de alevinos de pirarucú, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829), utilizando atrativos alimentares. *Disertação de Maestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus-Brasil*. 2001.

GARCÍA L, BARDALES F, MORI L. Influencia de tres tipos de dietas en el crecimiento de alevinos de paiche *Arapaima gigas* (CUVIER, 1870). I Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. 2002. [Consultado el 11 de noviembre del 2006] 10 pp. Disponible en: [www.civa2002.org](http://www.civa2002.org)

IMBIRIBA E, LOURENÇO J, MOURA L, BRANDÃO L. Criação de pirarucú. Coleção Criar. Brasília, Brasil. Nº 264 pp. 1996.

IMBIRIBA EP. Potencial de criação do pirarucu *Arapaima gigas* em cativerio. *Acta Amazonica*, 2001; 31(2):299-316.

PADILLA P, ALDEA M, ALCÁNTARA F. Adaptación del paiche, *Arapaima gigas* a la alimentación con dieta artificial. *Informe Técnico PEA – IIAP. Iquitos – Perú*. 22 pp. 2003.

PERSON-LERUYET J, ALEXANDRE J, THEBAUD L, MUGNIER C. Marine fish larvae feeding: Formulated diets or live prey?. *Journal of the World Aquaculture Society*, 1993; 42:211–224.

QUEIROZ S. A preservacao e o uso sustentados dos pirarucus em Mamirahuá. Em: *Estratégias para o manejo de recursos pesqueiros em Mamirahuá*. 115 pp. 1999.

REBAZA M, ALCÁNTARA F, VALDIVIESO GM. *Manual de Piscicultura del paiche Arapaima gigas*. Edit. Manatí Gráfico S.A. Caracas – Venezuela. 72 pp. 1999.

SAINT-PAUL U. Potential for aquaculture of South American fresh water fishes: a review. *Aquaculture*, 1986; 54(1):205-240.

VENTURIERI R, BERNARDINO G. Pirarucú, espécie ameaçada pode ser salva através do cultivo. *Revista Panorama da Aqüicultura*, 1999; 53:13-21.

## BIOLOGÍA Y CULTIVO DEL FASACO *Hoplias malabaricus* Bloch 1794 (CHARACIFORMES: ERYTHRINIDAE)

Fred William Chu-Koo<sup>1\*</sup> y Astrid M. Dañino Pérez

### RESUMEN

El presente artículo resume el conocimiento actual sobre la biología (rasgos de vida, hábitat, distribución geográfica, genética, reproducción, alimentación, comportamiento, fisiología, enfermedades y parásitos, etc.) de la especie *Hoplias malabaricus*, conocido en la Amazonía Peruana con el nombre común de fasaco, así como las experiencias de domesticación o cultivo de esta especie en piscicultura. Este pez eminentemente neotropical que alcanza un porte máximo de 65 cm está disperso en casi todas las cuencas hidrográficas cálidas de Sudamérica y es fácilmente encontrado en lagunas, ciénagas, charcos, riachuelos y pantanos. Son peces carnívoros por excelencia y en su hábitat natural se alimentan de insectos cuando pequeños pero cuando alcanzan tallas mayores se alimentan de mojarras, carácidos y pequeños bagres. *H. malabaricus* es un pez muy resistente al manipuleo y puede habitar cuerpos de agua con bajas concentraciones de oxígeno disuelto gracias a sus sorprendentes adaptaciones anatómicas y fisiológicas. En la Amazonía peruana esta especie no tiene ninguna importancia comercial o en la piscicultura donde por el contrario se le considera una plaga por su capacidad depredadora, invasora y colonizadora de ambientes destinados a la cría de especies omnívoras como gamitana *Colossoma macropomum* y paco *Piaractus brachypomus* o detritívoras como el boquichico *Prochilodus nigricans*. En el Brasil se han realizado algunos estudios pioneros de adaptación de alevinos de esta especie al alimento artificial cuando están en cautiverio y se han ejecutado estudios experimentales evaluando densidades de siembra, frecuencia de canibalismo y resistencia al estrés.

PALABRAS CLAVE: *Hoplias malabaricus*, fasaco, biología, cultivo.

## BIOLOGY AND CULTURE OF FASACO *Hoplias malabaricus* Bloch 1794 (CHARACIFORMES: ERYTHRINIDAE)

### ABSTRACT

This paper summarizes the current knowledge about the biology (life history, habitat, biogeography, genetics, reproduction, feeding, physiology, behavior, diseases and parasites, etc.) of *Hoplias malabaricus*, a fish known in the Peruvian Amazon as fasaco, as well as the latest experiences of its domestication and culture. This eminently Neotropical fish, which can reach up to 65 cm of total length is very disperse in almost all the warm water river basins of South America and it is easily found in lagoons, swamps and streams. They are carnivore fishes by excellence. In the nature they feed on insects when they are small but when they grow can prey on small fishes like mojarras, little characids and catfishes. *H. malabaricus* is a very resistant fish and may live in aquatic ecosystems with low dissolved oxygen levels thanks to its amazing anatomical and physiological adaptations. This fish does not have any commercial, ornamental or aquaculture importance in the Peruvian Amazon where by the contrary it is regarded as a plague fish due to its predatory, invasive and colonizing behavior into ponds oriented to the culture of omnivores fishes such as gamitana *Colossoma macropomum* and paco *Piaractus brachypomus* or detritivores such as boquichico *Prochilodus nigricans*. Whereas in Brazil some pioneers studies has been done adapting fingerlings to balanced diets and executing experimental studies evaluating stocking rates, cannibalism and stress resistance.

KEYWORDS: *Hoplias malabaricus*, fasaco, biology, culture.

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Programa de Ecosistemas Acuáticos (PEA). Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ). Carretera Iquitos - Nauta, Km. 4.5, Iquitos, Perú.

\* Autor para correspondencia. Dirección: Urbanización Juan Pablo II, Módulo 50A, Dpto. 101. San Juan Bautista, Iquitos. E-mail: fchuk20@yahoo.com. Celular: (065) 979-6120. RPM #70003

## 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de peces en condiciones controladas (estanques, tanques, artesas, jaulas, tanques-red, etc.) conocido con el término técnico de piscicultura es una actividad productiva que viene incrementándose año tras año en la región amazónica peruana y en el resto del mundo con el afán de cubrir el déficit de proteína animal existente debido a la disminución de la oferta de pescado proveniente de las pesquerías comerciales tanto marinas como continentales las cuales probablemente ya han alcanzado sus rendimientos máximos sostenibles.

En la región amazónica del Perú, la piscicultura está restringida a la crianza de contadas especies, en especial de la gamitana (*Colossoma macropomum*) y el paco (*Piaractus brachyomus*) a los cuales la comunidad científica ha dedicado importantes estudios conociéndose lo suficiente acerca de sus aspectos reproductivos, alimenticios, taxonómicos, nutricionales, ecológicos, parasitológicos, fisiológicos y genéticos (e.g. Chellapa et al. 1995; Val & Honczaryk, 1995; Gonzáles & Gonzáles, 1996; Gutiérrez et al. 1996; Araújo-Lima & Goulding, 1997; Van der Meer et al. 1997; Alcántara et al. 2001; Arbeláez-Rojas et al. 2002; Vásquez-Torres et al. 2002; Alcántara et al. 2003; Chagas & Val, 2003; Inoue et al. 2003; Brandão et al. 2004; Fernández et al. 2004; Campos & Kohler, 2005; Chu-Koo & Kohler, 2005; Chuquipiondo & Galdós, 2005; Aride et al. 2006; Casado et al. 2006; Chu-Koo & Alván, 2006; Gomes et al. 2006; Suárez et al. 2006; Chu-Koo & Alcántara, 2007).

Por otro lado, muchas especies de los ecosistemas acuáticos amazónicos y con potencial para su utilización en acuicultura no han sido hasta el momento debidamente aprovechadas por la falta de conocimientos acerca de su biología, o porque, si bien existen informaciones o literatura, estas se encuentran dispersas en libros, documentos técnicos y revistas científicas a las cuales muchas veces los profesionales y estudiantes latinoamericanos no tienen fácil acceso.

Este es el caso del fasaco (*Hoplias malabaricus*) una especie muy abundante en la cuenca amazónica, bien conocida por su rusticidad y por las interesantes adaptaciones anatómicas y fisiológicas con las que cuenta para sobrevivir a situaciones extremadamente adversas en su medio. Existe una importante cantidad de estudios publicados sobre este pez pero aún se conoce poco en nuestro medio, sea por la dificultad en acceder a revistas internacionales o por la relativa poca importancia económica que este pez posee en nuestra región.

El objetivo de este manuscrito fue revisar y sintetizar la literatura existente sobre la biología y las

experiencias de cultivo de este interesante pez amazónico de manera que este documento se transforme en una herramienta obligatoria de consulta para los investigadores y académicos interesados en esta especie.

Cabe indicar también que este artículo es el primero de una serie de revisiones que se vienen preparando en el Programa de Ecosistemas Acuáticos del IIAP y que serán sometidos a Folia Amazónica para su consideración. De esta manera pensamos recabar y al mismo tiempo sistematizar la mayor cantidad de información actualizada existente sobre los aspectos biológicos y experiencias de cultivo del mayor número de especies icticas del ámbito amazónico.

## 2. DISTRIBUCIÓN Y POSICIÓN TAXONÓMICA

El fasaco *Hoplias malabaricus* (Erythrinidae) es un pez Neotropical, con una amplia distribución geográfica en casi todas las cuencas de América Central y del Sur (Oyakawa, 2003). Su área de dispersión comprende desde México hasta Argentina, en tanto que las demás especies de la familia Erythrinidae están restringidas a pequeñas áreas. Recibe el nombre común de fasaco en la región amazónica del Perú donde normalmente habita en ambientes lénticos y también riachuelos de aguas negras y pH ácidos.

Es un pez muy exitoso en lo que a dispersión y colonización de nuevas áreas se refiere pues incluso es muy común encontrar a ejemplares de esta especie invadiendo estanques para la cría de peces (piscigranjas) a lo largo de la Amazonia peruana. En el Brasil lo llaman traíra, en Argentina y Uruguay lo denominan tararira y en Colombia se le conoce con el particular nombre de moncholo, siendo un pez muy común en las cuencas de los ríos Magdalena (Miles, 1947; Dahl, 1971), Sinú (Dahl & Medem, 1964; Dahl, 1971), Putumayo (Castro, 1997) y Catatumbo de dicho país (Galvis et al. 1997).

En Sudamérica es considerada una especie de verano, cuya área de dispersión comprende desde el norte, en Brasil hasta la Cuenca del Plata. Su pesca en forma deportiva atrae a innumerable cantidad de pescadores, su calidad de predador nato y la violencia con que ataca todo tipo de cebos es realmente espectacular.

Taxonómicamente el fasaco está clasificado de la siguiente manera:

Clase	:	Osteichthyes
Serie	:	Teleostei
Orden	:	Characiformes
Familia	:	Erythrinidae
Género	:	<i>Hoplias</i>
Especie	:	<i>Hoplias malabaricus</i>

A lo largo del tiempo, el fasaco *H. malabaricus* tuvo una serie de nombres los cuales pueden ser consideradas como sinonimias y que son presentadas en detalle líneas abajo:

- *Hoplias malabarica* (Bloch 1794)
- *Esox malabaricus* (Bloch 1794)
- *Macrodon malabaricus* (Bloch 1794)
- *Hoplias malabaricus* (Bloch 1794)
- *Synodus palustres* (Bloch & Schneider 1801)
- *Synodus tareira* (Bloch & Schneider 1801)
- *Erythrinus macrodon* (Spix & Agassiz 1829)
- *Erythrinus trahira* (Spix 1829)
- *Macrodon tareira* (Valenciennes 1847)
- *Macrodon ferox* (Gill 1858)
- *Macrodon intermedius* (Günther 1923)
- *Esox tararira* (Larrañaga 1923)

### 3. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

El fasaco es un pez de mediano porte y según Crossa (1994) puede alcanzar hasta 64.5 cm de longitud estándar (en otras palabras llega a medir un poco más de 65 cm de longitud total) y llegar a pesar hasta 5.34 kilogramos de peso. Su cuerpo es cilíndrico, cubierto de escamas medianamente grandes y resistentes, su esqueleto es óseo, donde se destacan las placas que cubren y forman su cabeza, seguido de una columna vertebral y costillas muy robustas, y entre costilla y costilla se intercalan espinas con forma de "Y". Su cola y aletas poseen rayos bien marcados y gruesos dándole rigidez, que a la hora de atacar una presa le confieren un gran impulso y velocidad. Su color varía del gris verdoso al verde oscuro, casi negro, se notan manchas verticales más oscuras; esto depende del fondo donde habita (en canales con fondo de tosca o arena son más claras y en fondos barrocos de lagunas son oscuras). Su cabeza está formada por placas óseas, con los ojos ubicados ligeramente hacia arriba, adaptados a cazar al acecho y unas poderosas mandíbulas cubiertas de dientes cónicos y muy filosos, adaptados a su forma de cazar.

En un estudio realizado en La Ciénaga Grande de Lórica (Colombia), el fasaco alcanzó 48.1 cm de longitud total (LT), con un peso de 1380 g (Tordecilla-Petro *et al.* 2005). En este mismo estudio los autores trataron de determinar una clave que relacione la edad y talla de esta especie cuyos resultados pueden apreciarse en la (Tabla 1).

Otra característica interesante es que el tamaño inicial de las larvas son relativamente mayores en comparación a lo observado en otras especies reofilicas (Sato 1999).

**Tabla 1.** Clave talla – edad del fasaco *Hoplias malabaricus* (tomado de Tordecilla–Petro *et al.* 2005).

EDAD (años)	LONGITUD TOTAL (cm)
0.0	6.5
1.0	17.0
2.0	24.8
3.0	30.7
4.0	35.1
5.0	38.3
6.0	40.8

### 4. COMPORTAMIENTO Y ASPECTOS ECOLÓGICOS

El fasaco es un pez de hábitos diurnos y crepusculares que prefiere las corrientes menores, ciénagas, pantanos, charcas de poca profundidad, lagunas, estanques y llanuras de inundación. Prefiere los lugares con escasa o nula corriente y generalmente se ubica en los márgenes con abundante vegetación subacuática como juncos, tamalones, gramalotales, algas, etc. (Dahl, 1971; Godoy, 1975; Castro, 1997; Taphorn, 1992; Nelson, 1994; Galvis *et al.* 1997).

Es un pez que descansa entre la vegetación durante el día y es activo en la noche, disminuyendo sus actividades en el invierno que es la época en que se refugia dentro del lodo para la hibernación en zonas más frías como el sur del Brasil, Argentina y Uruguay. Según Oliveira y Nogueira (1999) el fasaco no presenta migración reproductiva en las aguas bajas y épocas de sequía, manteniéndose en las ciénagas por lo cual se convierte en presa fácil de los pescadores que lo pescan en ausencia de las especies reofilicas de tal modo que la presión pesquera sobre esta especie se ha incrementado significativamente en algunas zonas de Sudamérica.

En Uruguay, *H. malabaricus* habita en ambientes dulceacuícolas con temperaturas oscilando entre 10 a 35 °C, pH entre 4.8 y 8.0 y alcalinidades totales del agua entre 105 a 315 ppm. De acuerdo con Andrade *et al.* (1998), este pez en zonas más tropicales precisa de agua con temperaturas entre 24 a 32 °C y pH entre 6 a 8.

En la Amazonía peruana este pez vive generalmente en ambientes de agua negra, ligeramente ácida, con alto contenido de material húmico derivado de la descomposición de la materia orgánica de origen vegetal, ya sea del entorno del ambiente acuático, o de las macrófitas flotantes, propias de estos ecosistemas.

Físicamente el fasaco no es un gran nadador, caza a

sus presas al acecho escondido entre la vegetación o algún accidente del fondo o de la zona litoral. Ataca a su presa de una dentellada matando o inmovilizándolas, para luego acomodarla y tragarla. Según Botham & Krause (2005) el *H. malabaricus* prefiere atacar a sus presas cuando éstas se encuentran nadando en grupos y en su estudio discuten este tipo de preferencia mostrada por este pez depredador.

## 5. RÉGIMEN ALIMENTICIO Y NUTRICIÓN

Según varios estudios revisados, *Hoplias malabaricus* presenta una dieta carnívora con tendencia a la ictiofagia (Taphorn, 1992; Nelson, 1994; Galvis *et al.* 1997; Sánchez *et al.* 2003; Banquett-Cano *et al.* 2005) y de acuerdo a un estudio realizado en la zona la Ciénaga Grande de Lórica (Colombia) este pez consume principalmente peces de menor porte como los cíclidos *Aequidens pulcher* y *Caquetaia kraussii*, el anostómido *Leporinus muyscorum*, y *Hoplosternum magdalenae* (Banquett-Cano *et al.* 2005).

Por su parte, Bistoni *et al.* (1995), mencionan que este pez comienza a constituir su dieta principal al alcanzar los 20 cm de longitud aproximadamente, siendo los insectos los ítems alimenticios más importantes para aquellos especímenes de menor tamaño (<50 mm). Juveniles hasta los 10 cm consumen zooplancton, crustáceos, camarones y larvas de insectos. Por otro lado, la dieta de *H. malabaricus* cambia radicalmente cuando alcanza tallas cercanas a 200 mm, siendo las mojarras del género *Astyanax*, carácidos como *Odontostible microcephala* y el pequeño bagre *Pimelodus albicans* los principales componentes de su dieta. Los mismos autores afirman que el tipo de presa varía según la talla del pez. En épocas calurosas *H. malabaricus* consume mayor cantidad de alimento y las tasas de digestión igualmente son mayores en temperaturas altas. El régimen alimenticio es interrumpido durante la época reproductiva (primavera) y durante las épocas frías la actividad alimenticia decrece notablemente.

Recientes investigaciones sin embargo han demostrado que esta especie puede ser entrenada al consumo de dietas artificiales (Luz *et al.* 2002), presentando altas tasas de supervivencia y óptima conversión alimenticia en estanques de cultivos y en acuarios acepta pescado triturado, artemia y lombrices de tierra (Sakabe *et al.* 2000; Luz *et al.* 2001).

Ríos *et al.* (2004) ejecutaron un estudio donde varios fasacos adultos fueron sometidos a diferentes periodos de abstención de comida (de 30 a 240 días) y luego realimentados. En dicho estudio observaron que la longitud del estómago permaneció constante durante todo el período experimental. Sin embargo, la

longitud del intestino se acortó significativamente después de los 30 días de la abstención de comida. La longitud normal no fue recobrada después de realimentarse. El número de ciegos pilóricos no cambió significativamente. Inversamente, el espesor de los ciegos disminuyó después de 150 días de hambruna y su longitud disminuyó después de 180 días. Después de realimentarse, no obstante, los ciegos pilóricos recobraron su espesor original. En peces realimentados después de 240 días de hambruna la longitud de estas estructuras pareció presentar crecimiento compensatorio, volviéndose más largo en el grupo testigo.

## 6. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y RENDIMIENTO DE LA CARNE

En un estudio realizado por Batista *et al.* (2000), para determinar la composición química y el rendimiento de carne del fasaco, los autores utilizaron 32 ejemplares, siendo 21 de ellos machos y 11 hembras. Los machos presentaron un rendimiento de carne de 48.63%, en cuanto que las hembras obtuvieron un rendimiento de carne de 46.12%, habiendo diferencias significativas entre ambos sexos ( $p < 0.05$ ). El mayor rendimiento de carne en los machos ocurrió posiblemente a que las hembras estaban en un avanzado desarrollo gonadal coincidiendo el periodo de captura con la época de reproducción de la especie.

En relación a la composición química de la carne del fasaco, es factible afirmar que esta especie es un pez magro (Tabla 2), conforme lo descrito por Stansby (1965) y con un valor extremadamente alto de proteínas (>20%).

**Tabla 2.** Composición bromatológica de la carne de fasaco *Hoplias malabaricus*, obtenidas en materia húmeda y materia seca. Tomado de Batista *et al.* (2000).

NUTRIENTES	COMPOSICIÓN EN ESTADO FRESCO (%)	COMPOSICIÓN EN MATERIA SECA (%)
Proteína Bruta	20.27	81.34
Extracto Etéreo	0.84	3.37
Cenizas	1.39	6.23
Humedad	77.71	10.58
Calcio	0.09	0.37
Fósforo	0.05	0.19

## 7. BIOLOGÍA REPRODUCTIVA Y DINÁMICA POBLACIONAL

El fasaco es un pez que posee la estrategia reproductiva del tipo K, es decir es una especie de desove parcial e independiente del ciclo de lluvias (Betancourt-Vásquez *et al.* 2004), que brinda cuidado parental a sus crías, la cual está generalmente a cargo del macho (Godoy, 1975; Hensley & Moody, 1975; Cogollo-Bula *et al.* 2001) y las tallas medias de madurez sexual son de 28.7 y 29.3 cm, LT para hembras y machos, respectivamente (Betancourt-Vásquez *et al.* 2004).

Alcanza la madurez sexual a los 12 meses y las hembras ponen entre 2500 a 3000 huevos, aunque la fecundidad puede ser variable según el área geográfica donde vive el pez, el porte y edad de la hembra. Por ejemplo, Prado *et al.* (2006) al realizar un estudio del comportamiento reproductivo y el cuidado parental del fasaco en los pantanos sureños de Brasil, observaron que *H. malabaricus* construye nidos sobre terreno arenoso y en áreas pantanosas con un promedio de  $8197 \pm 2204$  huevos ( $N=4$ ) por nido; siendo el promedio de diámetro de los huevos de  $1.44 \pm 0.09$  mm ( $N= 400$ ). De once nidos estudiados, ocho fueron protegidos por los machos y tres por la pareja. Un macho permaneció dentro del nido por seis días, y dos parejas permanecieron protegiendo los huevos por lo menos tres días antes de ser capturados. Las hembras capturadas en el nido contenían ovocitos en sus ovarios. Las observaciones sugieren que el cuidado parental por parte de los machos es una forma normal de cuidado de la prole en esta especie aunque también es frecuente observar un cuidado biparental.

El área preferida para la reproducción y refugio de las crías en el medio natural son las zonas litorales con abundante vegetación. Las larvas y juveniles se localizan en ambientes semilóticos o léticos debido a que los desoves están asociados a zonas donde se encuentran abundantes macrófitas.

## 8. ASPECTOS FISIOLÓGICOS

El fasaco es una especie que soporta bajos niveles de oxígeno disuelto en su ambiente acuático pues tiene la capacidad de respirar el aire atmosférico y transportar las moléculas de oxígeno al torrente sanguíneo través de una vejiga gaseosa fuertemente vascularizada (Driedzic *et al.* 1978), el cual es una interesante adaptación anatómica que está acompañada de adaptaciones fisiológicas y bioquímicas que hacen esto posible. Aquel que ha pescado alguna vez un ejemplar de esta especie puede sorprenderse del prolongado tiempo de supervivencia fuera del medio acuático. Gracias a su capacidad de

tomar y utilizar el oxígeno atmosférico pueden atravesar caminos de tierra y vegetación húmeda para pasar de una charca a otra tal como lo hace el shuyo *Erythrinus erythrinus*. Toleran ambientes acuáticos confinados y poco profundos, donde las concentraciones de oxígeno disuelto disminuyen dramáticamente e incluso pueden vivir en aguas salobres.

Machado *et al.* (1989) realizaron pruebas intravenosas de tolerancia de glucosa, de la tasa de reemplazo de glucosa, tiempo de tránsito, y la masa de glucosa del cuerpo en *Hoplias malabaricus* alimentados y ayunados. Ambos niveles de glicemia y la tasa de disminución de glucosa en la sangre seguida de una administración intravenosa de 500 mg/kg de glucosa fueron significativamente inferiores en 60 días de ayuno que en peces alimentados. La tasa promedio de reemplazo de glucosa fue de  $0.71$  ( $0.66 - 0.77$  mg.kg-1.min-1) en peces alimentados y decreció para  $0.51$  mg.kg-1.min-1 después de 60 días sin comida, con una reducción simultánea de la masa de glucosa. En peces desnutridos la tasa de reemplazo de glucosa y masa de glucosa del cuerpo se redujo hasta  $0.35$  ( $0.29-0.42$ ) mg.kg-1.min-1 y  $57$  mg/kg, respectivamente. Por tanto, una disminución progresiva en la tasa de utilización de glucosa contribuye a la adaptación del pez para el ayuno prolongado.

Sundin *et al.* (1999) realizaron un estudio midiendo el ritmo cardíaco, presión arterial sanguínea, frecuencia de ventilación y amplitud de movimientos operculares durante la exposición a la hipoxia en el fasaco. Los resultados sugieren que la hipoxia produce como respuesta una bradicardia que proviene de los receptores internos localizados en el primer arco de agalla. También indican la presencia de branquias y de quimiorreceptores branquiales adicionales que reflexivamente enardecen el sistema vascular resistente durante la hipoxia. La hipoxia indujo incrementos en la frecuencia de ventilación ascendiendo primordialmente los receptores externos localizados exclusivamente dentro de las agallas mientras que el incremento en la amplitud respiratoria también involucra a receptores branquiales adicionales. Además, los autores sugieren que hay quimiorreceptores sensitivos localizados en el primer arco de agalla que atenúan las respuestas respiratorias.

Por su parte, Quagio-Grassiotto *et al.* (2001) explican que la diferenciación de las espermátidas en *H. malabaricus* es caracterizada por la compresión de cromatina, el desarrollo del flagelo, la rotación nuclear, la formación de la fosa nuclear y la eliminación excedente de citoplasma. En el espermatozoide resultante, el núcleo contiene cromatina compactada en filamentos gruesos,

periféricamente organizada hacia un área central y el acrosoma está ausente. La fosa nuclear es excéntrica pero no pronunciada. El centriolo proximal lo penetra y es oblicuo al flagelo. A lo largo de la parte media tiene varias vesículas expandidas convergentes formando aros membranosos en el segmento inicial del flagelo, pero no tiene canal citoplasmático. La mitocondria es expandida y bifurcada o conformada y localizada alrededor del segmento inicial del axonoma. El flagelo lateral no muestra proyecciones laterales. Según las características ultraestructurales observadas en el espermatozoide de *H. malabaricus* los autores consideran que son muy similares a los de los peces Cypriniformes.

En esa misma temática, Cunha-Negrao *et al.* (2002) describieron el proceso de formación de espermatozoides en el fasaco, considerando desde la forma del espermatogonio, pasando por las divisiones mitóticas correspondientes y las posteriores diferenciaciones de espermatocitos I y espermatocitos II, asimismo discuten las similitudes encontradas con las células germinales de otros peces teleosteos.

En un interesante estudio, Luz & Portella (2005) indican que para el establecimiento de parámetros de evaluación para larvas y juveniles es altamente necesario la estimación de la tasa de resistencia al estrés (Re). En ese sentido, post-larvas de 13, 16, 19, 23 y 26 días de vida fueron sometidas a pruebas de Re. Grupos de veinte animales fueron puestos en vasos de laboratorio de capacidad 1 litro y conservados entre 27-28.5 °C. Cinco tratamientos fueron evaluados: E3: 3 min; E5: 5 min; E7: 7 min; E10: 10 min y E15: 15 min en papel secante demostrando que los valores de Re se incrementan en aquellas post-larvas de 13 a 19 días de vida en todos los tratamientos, indicando un incremento a la resistencia relacionada con el período de desarrollo larval. Altas tasas de Re fueron observadas durante la totalidad del experimento. En conclusión, el fasaco en las etapas de post-larva y juvenil es también muy resistente a la exposición al aire atmosférico.

## 9. ASPECTOS FISIOLÓGICOS

Debido a los escasos estudios existentes en el área del río Ctlamochita (Argentina), Grassi *et al.* (2007) caracterizaron citogenéticamente a las poblaciones de *H. malabaricus* y relacionaron los resultados obtenidos con otros citotipos existentes. Ellos manifiestan que *H. malabaricus* representa a un grupo de especies crípticas las cuales están bien caracterizadas a nivel citogenético (diagnóstico de 7 citotipos distintos hasta el presente, A hasta la G). Sus diferencias se basan especialmente en la diversidad de números diploides (2n:39 y 2n:42) y a la presencia de

sistemas de determinación sexual cromosómica simples como el sistema XX/XY, y múltiples, como los sistemas X1X1X2X2/X1X2Y y XX/XY1Y2. Las técnicas empleadas fueron la coloración convencional con Giemsa. Ellos analizaron 32 ejemplares los cuales presentaron en su totalidad un número diploide de 42 cromosomas y la ausencia de cromosomas sexuales morfológicamente diferenciados. De acuerdo al número y a las características cariotípicas, la población de Ctlamochita pertenecería al citotipo denominado "A". La ocurrencia de este citotipo en la citada cuenca podría explicarse por varias hipótesis, las cuales no son necesariamente mutuamente excluyentes. La más consistente de ellas plantea la dispersión de poblaciones de este citotipo (aparecido hace aproximadamente 23 millones de años), mediada por los efectos de glaciaciones recientes y a través de antiguas conexiones fluviales.

En otro interesante estudio, Bertollo *et al.* (1997), sugiere que la diversificación del cariotipo y su distribución entre las poblaciones de *H. malabaricus* deberían ser replanteadas. Ellos encontraron dos citotipos denotados como A y B. Aunque ambos tuvieron 2n=40 cromosomas meta-submetacéntricos, estos dos citotipos presentaron algunas características que permiten distinguirlos claramente entre sí al ser más evidente el tamaño relativo del primer par de cromosomas. En el citotipo A este cromosoma fue mayor que los pares inmediatamente siguientes, un hecho no observado en el citotipo B. Esta diferencia no puede ser atribuida a regiones heterocromáticas adicionales, como lo mostrado por el cromosoma de la banda C. La distribución geográfica del citotipo B parece ser más amplia comparando con el del citotipo A, siendo más disperso entre zonas hidrográficas brasileñas, alcanzando el del Noreste argentino. Sin embargo, el citotipo A también puede ser encontrado en otros países, como lo es el caso de la población de Paramaribo, en Surinam. Este estudio sostiene la hipótesis de que *H. malabaricus* es una especie compleja.

Por su parte, Dergam *et al.* (1998) realizaron un amplio estudio sobre los aspectos biogeográficos del fasaco en los ríos Iguazú, Tibagi y Paraná usando herramientas moleculares (análisis de muestras de peces con marcadores genómicos RAPD-PCR). Debido a la alta diversidad genética encontrada en las muestras de los ríos Paraná y Tibagi, los autores sugieren que en esas zonas existe una fuerte estructuración poblacional y hasta la posible ocurrencia de especies no descritas. Por otro lado, todos los alelos de las muestras colectadas de las cabeceras del río Tibagi estuvieron presentes en las muestras del Iguazú lo cual sugiere que una antigua población o alguna otra con similar estructura genética

a las del río Tibagi podría haber sido la que dio origen a la población del río Iguazú.

## 10. ENFERMEDADES Y PARÁSITOS

Pavanelli *et al.* (2000) realizaron un estudio en la planicie de inundación del alto río Paraná, donde capturaron 499 especímenes de peces de 57 especies diferentes, entre los cuales se encontraba el fasaco, especie de la cual capturaron 59 ejemplares, estando 42 de ellos completamente parasitados con un porcentaje de prevalencia de 71.2%. Entre los principales parásitos del fasaco encontrados en este trabajo de investigación podemos mencionar la siguiente lista:

- Monogenea
- Digenea (metacercaria)  
*Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum*
- Digenea
- Nematoda
- Acantocephala  
*Quadrigyrus machadoi*
- Copepoda

La ocurrencia de *Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum* era conocido normalmente en *Plagioscion squamosissimus* (corvina), sin embargo en dicho estudio el parásito fue registrado en *Hoplias malabaricus* (fasaco), *Cichla monoculus* (tucunaré) y en el cíclido *Satanoperca pappaterra* (bujurqui). Esta larva de digeneo ataca el globo ocular del pez (humor acuoso) y muestra una baja especificidad por el hospedero.

Otro parásito que demostró lo mismo fue el acantocéfalo *Quadrigyrus machadoi* que fue registrado en varios hospederos como *Hoplias malabaricus*, *Cichla monoculus* y *Hemisorubim platyrhynchos*. Este parásito fue encontrado tanto en forma larval como en forma adulta infestando al fasaco. Estudios más detallados sobre el ciclo de vida del parásito serían necesarios para entender este fenómeno. Los autores sugieren que probablemente exista algún ítem alimenticio en común entre estas especies de peces que sea utilizado por el parásito como hospedero intermediario.

## 11. EXPERIENCIAS DE CULTIVO

El fasaco presenta en su crianza en cautiverio una limitación debido a problemas relacionados al hábito alimenticio carnívoro, el cual conlleva altos índices de mortalidad en los primeros días de vida (Luz *et al.* 2000), ya que asociado al canibalismo, las densidades

de siembra es otro factor importante a ser considerado por interferir en el crecimiento y eficiencia alimenticia y sobre todo en la sobrevivencia (Iwamoto, 1986).

En ese sentido, Luz *et al.* (2003) desarrollaron un estudio probando diferentes densidades de siembra en el cultivo de alevinos de fasaco, con peso y longitud total promedio de 12.52 g de 10.5 cm, respectivamente, previamente adiestrados a recibir dietas artificiales. Los peces fueron distribuidos en 6 tanques de 5 m<sup>2</sup>, a una densidad de 1 y 4 peces/m<sup>2</sup>, respectivamente y fueron alimentados *ad libitum* dos veces al día (8 y 14 h) con una ración comercial extrusada de 42% de proteína. Durante el estudio observaron que a mayor densidad de siembra, los alevinos forman cardúmenes para la captura de las raciones, no registrándose agresividad entre los peces. El aumento de la densidad de siembra contribuye al no territorialismo entre los peces, y consecuentemente a una disminución del canibalismo.

Se observó también que a menor densidad existe mayor heterogeneidad de tamaño entre los peces lo que coincide con Luz *et al.* (2000), que mencionan ser uno de los factores que llevan al canibalismo. La heterogeneidad encontrada en este tratamiento podría contribuir para una menor sobrevivencia de los peces.

Los datos de sobrevivencia, conversión alimenticia, ganancias de peso diario y crecimiento de los diferentes tratamientos durante el periodo experimental fueron sometidos a la prueba de *t* de Student, resultados que pueden observarse en la (Tabla 3).

**Tabla 3.** Sobrevivencia, ganancia de peso diario, ganancia en longitud total, y conversión alimenticia de alevinos de fasaco *H. malabaricus* cultivados en diferentes densidades. Tomado de Luz *et al.* (2000).

	DENSIDAD DE CULTIVO	
	1 pez/m <sup>2</sup>	4 peces/m <sup>2</sup>
Sobrevivencia (%)	86.7 ± 11.5	96.7 ± 2.8
Ganancia en peso diario (g)	0.70 ± 0.45	0.38 ± 0.07
Ganancia en longitud (cm)	8.0 ± 2.8	7.3 ± 0.5
Conversión alimenticia	1.6 ± 0.46	1.2 ± 0.18

En base a los resultados obtenidos en este estudio, se puede afirmar que los alevinos de fasaco pueden ser criados en densidades de 1 y 4 peces/m<sup>2</sup> sin ser afectado su desempeño productivo, siendo que a densidades de 4 peces/m<sup>2</sup> presenta mejores índices de sobrevivencia.

En el Brasil, Luz *et al.* (2002) ejecutaron un estudio de larvicultura del fasaco en agua dulce y agua salina utilizando 3 tratamientos: T1: cultivo en agua dulce, T2: en agua a 2% de salinidad, y T3: en agua a 4% de

salinidad, a una densidad de 10 larvas/L en 12 recipientes con volumen de agua de 1.5 L dotados de un sistema de aireación. Los recipientes fueron totalmente cubiertos con lona plástica manteniendo un ambiente interno oscuro y los peces alimentados con proporciones diarias de 300 náuplios de *Artemia*/larva del 1° al 5° día, de 600 náuplios de *Artemia*/larva del 6° al 10° día, y de 900 náuplios de *Artemia*/larva del 11° al 15° día, siendo la cantidad diaria de náuplios divididas en 3 raciones (8, 11 y 17 h). Antes de la última alimentación del día, era realizada una limpieza de los recipientes, los detritos del fondo eran sifoneados, y el 75% del volumen de agua era renovado con agua a temperatura semejante. En este momento se observaba la ocurrencia de mortalidad.

Seguidamente realizaron pruebas de resistencia al estrés según donde de cada recipiente se capturaban de 6 a 10 alevinos los cuales eran colocados en papel secante por 180 segundos para luego devolverlos a sus recipientes donde se los dejaba en calma por un período de 2 horas, observando su comportamiento y mortalidad. Al final de ese período verificaban el estado de los individuos, considerando como “debilitados” a aquellos que se encontraban vivos pero perdían la postura en el sustrato de los acuarios, y “recuperados” a aquellos que se encontraban nadando normalmente en la columna de agua. Con esos datos calcularon la tasa de resistencia al estrés (%).

Al final del experimento la alta tasa de sobrevivencia en los 3 tratamientos indican que el sistema de cultivo (densidad de 10 larvas/L, ambiente interno oscuro, y alimentación con náuplios de *Artemia*, en las proporciones utilizadas) mostró ser eficiente para el desenvolvimiento inicial de ésta especie, considerada carnívora, voraz y predadora. También afirman que los alevinos de fasaco no presentaron signos o síntomas de falta de adaptación a los tratamientos de salinidad, sino que se permitió la utilización de medios salinizados en su larvicultura, con el propósito de evitar la aparición de hongos y bacterias.

Finalmente las condiciones de cultivo mostraron ser eficientes, posibilitando altas tasas de sobrevivencia (valores medios superiores a 91.6%), siendo la *Artemia* un alimento atractivo y eficiente. También se probó que distintos niveles de salinidad utilizados no afectaron el desenvolvimiento de las larvas y alevinos.

En otro estudio realizado por Luz *et al.* (2003), ellos evaluaron el efecto del diámetro del pellet en la supervivencia y crecimiento de juveniles de fasaco, utilizando dos grupos (T1 y T2) de peces los cuales fueron de peso y tallas homogéneas. Los cultivaron a una densidad de 3 juveniles/L en 10 L de agua con flujo medio de 0.3 L/min, aireación artificial y régimen de

oscuridad total. Los dos grupos fueron alimentados con una dieta comercial de 45% PB y 10% EE y con diámetros de <0.8 mm (D1) y 2.8 mm (D2), con los cuales fueron definidos 4 tratamientos (T1D1, T1D2, T2D1, T2D2), obteniendo como resultado que los peces del T2D2 tuvieron mejores crecimientos en peso y longitud en comparación al T2D1, mientras que los peces del T1D1 y T2D1 (peces alimentados con la dieta D1) no mostraron diferencias significativas. Si bien la dieta D2 generó los mejores resultados de crecimiento en este pez, su efecto se pudo enmascarar parcialmente debido a que los lotes alimentados con ella presentaron mayor canibalismo, existiendo diferencias significativas entre los 2 tipos de pellets en cuanto a la supervivencia y canibalismo.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

- ALCÁNTARA FB, CHÁVEZ CV, RODRÍGUEZ LC, CAMARGO WN, KOHLER CC, COLACE M, TELLO S. Gamitana (*Colossoma macropomum*) and Paco (*Piaractus brachyomus*) culture in floating cages in the Peruvian Amazon. World Aquaculture Magazine, 2003; 34(4): 22-24.
- ALCÁNTARA FB, DE JESÚS M, KOHLER CC, CAMARGO WN. Manual de reproducción inducida de Gamitana y Paco. PD/A/CRSP. Iquitos, Perú. 12 pp. 2001.
- ARAÚJO-LIMA CARM, GOULDING M. So Fruitful a Fish: Conservation and Aquaculture of the Amazon's Tambaqui. Columbia University Press. New York City. 1997.
- ARBELÁEZ - ROJAS G, MACHADO-FRACALOSI D, FIM JI. Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. Rev. Bras. Zootec., 2002; 31(3):1059-1069.
- ARIDE PHR, ROUBACH R, NOZAWA SE, VAL AL. Tambaqui growth and survival when exposed to different photoperiods. Acta Amazonica, 2006; 36(3):381-384.
- BANQUETT-CANO C, JURIS-TORREGROSA G, OLAYA-NIETO CW, SEGURA-GUEVARA FF, BRÚ-CORDERO SB, TORDECILLA-PETRO G. Hábitos alimenticios del moncholo *Hoplias malabaricus* Bloch (Pisces: Erythrinidae) en la Ciénaga Grande de Lórica, Sistema río Sinú, Colombia. Dalia – Rev. Asoc. Colomb. Ictiol., 2005; 8:79-88.
- BERTOLLO L, MOREIRA-FILHO O, SOARES M. KARYOTYPIC diversity and distribution in *Hoplias malabaricus* (Pisces, Erythrinidae):

- Cytotypes with  $2n=40$  chromosomes. Brazilian Journal of Genetics, 1997; 20(2): 237-242.
- BETANCOURT-VÁSQUEZ B, HUMANEZ JC, OLAYA-NIETO CW, TORDECILLA-PETRO G, SÁNCHEZ-BANDA SE, SEGURA-GUEVARA FF, BRÚ-CORDERO SB. Tallas y edades de madurez sexual del moncholo (*Hoplias malabaricus* Bloch 1794) en la Ciénaga Grande de Lórica (Colombia). III Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. 2004. [Consultado el 12 de agosto del 2007] 7 pp. Disponible en: [www.civa2006.org](http://www.civa2006.org)
- BISTONI M, HARO J, GUTIÉRREZ M. Feeding of *Hoplias malabaricus* in the wetlands of Dulce river (Córdoba, Argentina). Hidrobiología, 1995; 316(2): 103-107.
- BOTHAM MS, KRAUSE J. Shoals receive more attacks from the wolf-fish *Hoplias malabaricus* Bloch 1794). Ethology, 2005; 111(10): 881-890.
- BRANDÃO FR, GÓMES LC, CHAGAS EC, DE ARAÚJO LD. Stocking density of tambaqui juveniles during second growth phase in cages. Pesq. Agropec. Bras. 2004; 39(4):357-362.
- CAMPOS LC, KOHLER CC. Aquaculture of *Colossoma macropomum* and related species in Latin America. American Fisheries Society Symposium, 2005; 46:541-561.
- CASADO P, ALCÁNTARA FB, RODRÍGUEZ LA, CHU-KOO FW. Uso de la harina de trigo regional en la alimentación de gamitana *Colossoma macropomum*. En: IIAP editores. Memoria Institucional IIAP 2006. Investigación para el Desarrollo de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. Páginas 29-30. 2006.
- CASTRO D. Peces del río Putumayo: sector de Puerto Leguizamo. CORPOAMAZONIA. Mocoa, Colombia. 174 pp. 1997.
- CEZAR G, MASSATO R, MIYUKI P, PÉREZ M, KAYOKO L, MARCOLINO G, ISACC A, DE CARVALHO S, GALVAO J. Ictioparasitología. Relatório Técnico. Universidade Federal do Paraná. NUPELIA, 181 pp. 2000.
- CHELLAPA S, CHELLAPA NT, BARBOSA WB, HUNTINGFORD FA, BEVERIDGE MCM. Growth and production of the Amazonian tambaqui in fixed cages under different feeding regimes. Aquaculture International, 1995; 3(1):11-21.
- CHU-KOO FW, ALCÁNTARA FB. De la selva su acuicultura. Sobre los Avances en Acuicultura en la Amazonía Peruana y las Oportunidades de Inversión. Perú Económico, 2007; 30(1):11-12.
- CHU-KOO FW, ALVÁN. Uso de alimento extrusado en la alimentación de gamitana (*Colossoma macropomum*) y del híbrido pacotana (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) en Loreto. En: IIAP editores. Memoria Institucional del IIAP 2006. Investigación para el Desarrollo de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. Páginas 24-25. 2006.
- CHU-KOO FW, KOHLER CC. Factibilidad del uso de tres insumos vegetales en dietas para gamitana *Colossoma macropomum*. En: Renno JF, García CR, Duponchelle F, Nuñez J, editors. Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura. 184-191p. 2006.
- CHUQUIPIONDO JM, GALDÓS A. Influencia de la harina de plátano *Musa paradisiaca* L. en el crecimiento de alevinos de gamitana *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). Tesis para optar el título de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. UNAP. Iquitos, Perú. 79 pp. 2005.
- COGOLLO-BULA A, RODRÍGUEZ-PEROZA B, OLAYA-NIETO CW, MERCADO-SILGADO J. Conducta reproductiva del moncholo (*Hoplias malabaricus*) en condiciones naturales. En: Memorias VI Simposio Colombiano de Ictiología. P 28. 2001.
- CROSSA N. Aspectos relacionados a produção pesqueira no reservatório Rincón del Bonete no rio Negro (Durazno - Tacuarembó, Uruguay). Dissertação de Mestrado en Ciencias Biológicas. Universidade Estadual Paulista (UNESP). 1994.
- DAHL G. Los peces del norte de Colombia. Inderena. Bogotá, Colombia. 1971.
- DAHL G, MEDEM F. Informe sobre la fauna acuática del río Sinú. Corporación Autónoma Regional de los Valles del Magdalena y del Sinú. Departamento de Investigaciones Ictiológicas y Faunísticas. Bogotá, Colombia. 1964.
- DERGAM JA, SUZUKI HI, SHIBATTA OA, DUBOC LF, JÚLIO JHF, GIULIANO-CAETANO L, BLACK IV WC. Molecular biogeography of the Neotropical fish *Hoplias malabaricu*

- FERNANDES JBK, LOCHAMANN R, ALCÁNTARA FB. Apparent digestible energy and nutrient digestibility coefficients of diet ingredients for pacu *Piaractus brachypomus*. *Journal of World Aquaculture Society*, 2004; 35:237-244.
- GALVIS G, MOJICA JL, CAMARGO M. Peces del Catatumbo. Asociación Cravo Norte. Bogotá, Colombia. 1997.
- GODOY M. Peixes do Brasil. Subordem Characoidei, Bacia do rio Mogi Guassu. Editora Franciscana. Piracicaba. Brasil. Vol. 3. 1975.
- GÓMES LC, CHAGAS EC, MARTINS-JUNIOR H, ROUBACH R, ONO EA, DE LOURENCO JN. Cage culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon floodplain lake. *Aquaculture*, 2006; 253(1-4):374-384.
- GONZÁLES AR, DE GONZÁLES EMG. Tasa de consumo de alimento por *Colossoma macropomum* (Pises: Characidae) cultivados en jaulas flotantes. *Zootecnia Tropical*, 1996; 14(1):79-88.
- GRASSI D, FENOCCHIO A, PASTORI M, RONCATI H. Caracterización citogenética de poblaciones de *Hoplias malabaricus* en el río Ctlamochita. Cátedra de Citogenética General. FCEQyN-UNAM-Posadas-Misiones. Departamento de Gestión Ambiental. Municipalidad de Río Tercero. Provincia de Córdoba. 2007.
- GUTIÉRREZ W, ZALDÍVAR J, DEZA S, REBAZA M. Determinación de los requerimientos de proteína y energía de juveniles de paco *Piaractus brachypomus* (Pisces, Characidae). *Folia Amazonica*, 1996; 8(2):35-44.
- HECHT T, PIENAARA. A review of cannibalism and its implications in fish larviculture. *Journal of World Aquaculture Society*, 1993; 24(2): 247-261.
- HENSLEY DA, MOODY DP. Occurrence and possible establishment of *Hoplias malabaricus* (Characoidei: Erythrinidae) in Florida. *Florida Scientist*, 1975; 38: 122-128.
- IWAMOTO R, MYERS J, HERSHBERGER W. Genotype-environmental interactions for growth of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Aquaculture*, 1986; 57(14): 151-153.
- INOUE LAKA, SENHORINI JA, FILHO EZ. Growth of pacu juveniles in nightly aerated system. *Acta Scientiarum*, 2003; 5(1):45-48.
- JACQUOT R. Organic constituents of fish and foods. In: Fish and food. Vol. I. Borgsrom G. editors. Academic Press, New York, USA. 144-192 p. 1961.
- LUZ RK, SALARO AL, SOUTO EF. Avaliação de canibalismo e comportamento territorial de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*). *Acta Scientiarum*, 2000; 22(2): 465-469.
- LUZ, RK, SALARO AL, SOUTO EF, REIS A, SAKABE R. Desenvolvimento de alevinos de trairão com dietas artificiales em tanques de cultivo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2001; 30(4): 1159-1163.
- LUZ RK, PORTELLA MC. Larvicultura de trairão (*Hoplias lacerdae*) em agua doce e agua salinizada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2002; 31(2): 829-834.
- LUZ RK, PORTELLA MC. Utilização de alimento vivo e alimento inerte na larvicultura de trairão *Hoplias lacerdae* (Abstract). XXIV Congresso Brasileiro de Zoologia Itajai, SC, Brazil. CD Rom. 2002.
- LUZ RK, SALARO AL, SOUTO EF, OKANO WY, LIMA RR. Condicionamento alimentar de alevinos de trairão (*Hoplias cf. Lacerdae*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2002; 31(5): 1881-1885p.
- LUZ RK, MUÑOZ AP, GUERRERO CE, PORTELLA MC, CARNEIRO DJ. Efecto del diámetro del pellet en la supervivencia y crecimiento de juveniles de trairão (*Hoplias lacerdae*). II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. 2003. [Consultado el 22 de octubre del 2007] 8 pp. Disponible en: [www.civa2003.org](http://www.civa2003.org)
- LUZ RK, PORTELLA MC. Tolerance to the air exposition test of *Hoplias lacerdae* larvae and juveniles during initial development. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 2005; 48(4): 567-573.
- MACHADO C, GAROFALO M, ROSELINO J, KETTELHUT I, MIGLIORINI R. Effect of fasting on glucos turnover in a carnivorous fish (*Hoplias* sp.). *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 1989; 256:612-615.
- MILES C. Peces del río Magdalena. Ministerio de Economía Nacional. Sección de Piscicultura, Pesca y Caza. Bogotá, Colombia. 1947.
- NEGRÃO JN, CARVALHO E, FORESTI F, QUAGIO-GRASIOTTO I. Spermatogonia and spermatocyte ultrastructure in *Hoplias malabaricus* (Teleostei, Characiformes, Erythrinidae). *Journal of Zoology*, 2002; 257(6): 287-293.
- NELSON JS. Fishes of the world. John Wiley and Sons. New York, USA. 1994.
- OLAYA-NIETO CW, BRÚ-CORDERO SB, SEGURA-GUEVARA F, TORDECILLA-PETRO G. Estimación de los parámetros biológicos

- básicos de peces comerciales del río Sinú – Fase I. Informe final. Documento de Trabajo. Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP. Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba. Lórica, Colombia. 2004.
- OLIVEIRA R, NOGUEIRA F. Characterization of fishes and subsistence fishing in the pantanal de Mato Grosso, Brazil. *Rev Bras Biol.*, 1999; 6(3): 433-445.
- OYAKAWA OT. Checklist of the freshwater fishes of South and Central America. Family Erythrinidae (Trahiras). In: Reis RE, Kullander SO, Ferraris Jr. CJ. editors. Editora da Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – EDIPUCRS. Porto Alegre, Brasil. 238-240 p. 2003.
- PIENAAR A. A study of coeval sibling cannibalism in larval and juvenile fishes and its control under cultura conditions. Master of Science Thesis. Rhodes University. Grahamstow. South Africa. 162 pp. 1990.
- QUAGIO-GRASIOTTO I, NEGRÃO JN, CARVALHO E, FORESTI F. Ultraestructura of spermatogenic cells and spermatozoa in *Hoplias malabaricus* (Teleostei, Characiformes, Erythrinidae). *Journal of Fish Biology*, 2001; 56(6): 1494-1502.
- RÍOS F, KALININ A, FERNANDES M, RANTIN F. Changes in gut morphology of traira, *Hoplias malabaricus* (Teleostei, Erythrinidae) during long-term starvation and after refeeding. *Brazilian Journal of Biology*, 2004; 64(3b): 683-689.
- SAKABE R, SALARO AL, LUZ RK, SOUTO EF. Densidade de estocagem de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*), cultivados durante o periodo de inverno. En: XI Simpósio Brasileiro de Aquicultura, Florianópolis. CD Rom. 2000.
- SÁNCHEZ RM, GALVIS G, VICTORIANO PF. Relación entre características del tracto digestivo y los hábitos alimentarios de peces del río Yucao, sistema del río Meta (Colombia). *Gayana*, 2003; 67(1): 75-86.
- SATO Y. Reprodução de peixes da Bacia do Rio São Carlos. Tese de Doutorado em Ecología e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos. 179 pp. 1999.
- SUÁREZ J, PEREYRA GP, CHU-KOO FW. Utilización de la torta de castaña brasileira en la alimentación de gamitana *Colossoma macropomum*. En: IIAP editores. Memoria Institucional IIAP 2006. Investigación para el Desarrollo de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. Páginas 28-29. 2006.
- SUNDIN L, REID S, KALININ A, RANTIN F, MILSOM W. Cardiovascular and respiratory reflexes; the tropical fish, traira (*Hoplias malabaricus*) O<sub>2</sub> chemoresponses. *Respir. Physiol*, 1999; 116(2-3): 181-199.
- TAPHORN D. The characiform fishes of the Apure River drainage. Venezuela. 1992.
- TORDECILLA-PETRO G, SÁNCHEZ-BANDA S, OLAYA-NIETO C. Crecimiento y mortalidad del moncholo (*Hoplias malabaricus*) en la Ciénaga Grande de Lórica, Colombia. *MVZ – Córdoba*, 2005; 10(2): 623-632.
- VAL AL, HONCZARYK A. Criando peixes na Amazonia. Edit. INPA. Manaus, 160 pp. 1995.
- VANDER MEER MB, ZAMORA JE, VERDERGEM MCJ. Effect of dietary lipid level on protein utilization and the size and proximate composition of body compartments of *Colossoma macropomum* (Cuvier). *Aquaculture Research*, 1997; 28:405-417.
- VASQUEZ-TORRES W, PEREIRA-FILHO M, ARIAS-CASTELLANOS JA. Estudos para composição de uma dieta referência semipurificada para avaliação de exigências nutricionais em juvenis de pirapitinga, *Piaractus brachypomus* (Cuvier 1818). *Rev. Bras. Zootec.*, 2002; 31(1): 283-292.



## FAUNA ECTOPARASITARIA EN ALEVINOS DE PAICHE *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822) CULTIVADOS EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE QUISTOCOCHA, LORETO, PERÚ

Patrick Mathews Delgado<sup>1\*</sup>, Fred William Chu-Koo<sup>2</sup>, José Celso de Oliveira Malta<sup>3</sup>, Ana Lúcia Silva Gomes<sup>3</sup>, Ângela Maria Bezerra Varella<sup>3</sup> y Salvador Tello Martín<sup>2</sup>

### RESUMEN

No obstante la importancia económica de la acuicultura a nivel mundial, existen serias limitantes que frenan su crecimiento; destacando entre ellas las enfermedades causadas por ectoparásitos del grupo Monogenea y Protozoa, que en afecciones severas además de restar la calidad al producto, son capaces de reducir la rentabilidad del cultivo; surgiendo la necesidad de un constante monitoreo para diagnosticar y controlar las infecciones parasitarias que puedan afectar la salud y el comportamiento de estos animales. El presente estudio caracterizó la fauna ectoparasitaria presente en alevinos de paiche, *Arapaima gigas*, cultivados en ambientes controlados de la Amazonía Peruana. Los peces presentaron elevada prevalencia de *Dawestrema cycloancistrum* (100%), protozoarios *Trichodina farii* (82.5%) y *Ichthyophthyrus multifiliis* (60%). La intensidad parasitaria de *Dawestrema cycloancistrum* fue muy elevada en las branquias pero sin presencia en la piel de los peces. La intensidad de *I. multifiliis* a nivel de la piel fue relativamente alto con ausencia en las branquias. Los parásitos encontrados en los peces ocasionaron signos aparentes de enfermedad lo que indica un claro desequilibrio en la relación hospedero – parásito – ambiente.

**PALABRAS CLAVE:** Paiche, *Arapaima gigas*, ectoparásitos, Monogenea, Protozoa, Amazonía peruana.

## ECTOPARASITOLOGICAL FAUNA IN PAICHE *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822) FINGERLINGS CULTURED AT THE RESEARCH CENTER OF QUISTOCOCHA, LORETO, PERU

### ABSTRACT

Although the current economic importance of the aquaculture, there exist serious restrictions that might delay its growth, including between them, the infestations caused by external parasites of the Monogenea and Protozoa groups which in severe affections may decrease the quality of the product, and also be capable of reducing the profitability of the culture; showing the necessity of a regular fish survey for the diagnosis and control of the parasitic infestations that can affect the health and the behaviour of the fish. The present study researched the external parasitic fauna present in *Arapaima gigas* (paiche) cultured at the Quistococha Research Centre of the Institute of Investigations of the Peruvian Amazon (IIAP), located at Iquitos, Peru. Fish studied presented high prevalence for Dactylogyridae: *Dawestrema cycloancistrum* (100%), and Protozoa, *Trichodina farii* (82.5%) and *Ichthyophthyrus multifiliis* (60%). Intensity of *D. cycloancistrum* was higher in the fish gills but it was absent in the skins, meanwhile *I. multifiliis* intensity levels were relatively higher in the skins. According to our results, the parasites found caused signs of apparent fish illness, what suggests an imbalance in the relationship host - parasite – environment.

**KEYWORDS:** Paiche *Arapaima gigas*, external parasites, Monogenea, Protozoa, Peruvian Amazon.

1 Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), Iquitos, Perú. Tesista del Programa de Ecosistemas Acuáticos del IIAP. e-mail: patrickmathews83@gmail.com

2 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Programa de Ecosistemas Acuáticos (PEA). Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ). Carretera Iquitos - Nauta, Km. 4.5, Iquitos, Perú. e-mail: dirpea@iiap.org.pe

3 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Coordenação de Pesquisas em Biologia Aquática (CPBA), Laboratório de Parasitologia de Peixes (LPP), Caixa postal 478, Manaus, Amazonas, Brasil

\* Autor para correspondencia. E-mail: . Celular: (065) 979-6120.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la práctica piscícola, la explotación intensiva permite el manejo de altas densidades de organismos por unidad de superficie; sin embargo, este manejo favorece el que con frecuencia se rompa el equilibrio establecido entre patógenos y huéspedes, trayendo como consecuencia la aparición de enfermedades infecciosas y parasitarias que ocasionan diversos problemas, que van desde un lento crecimiento, con reducción de la tasa de fertilidad, aunque sin presentar manifestaciones patológicas, hasta la aparición de severas epizootias, caracterizados por mortalidades elevadas (Scholz, 1999).

Las enfermedades son factores limitantes para el crecimiento de poblaciones de peces, principalmente en ambiente confinado, debido a que el ambiente acuático puede facilitar el acceso y la invasión de los peces por agentes patógenos, ya que en la piscicultura no existe el efecto predatorio sobre los parásitos, como ocurre en ambiente natural (Thatcher & Brites 1994). Por lo general, los daños causados al hospedero están relacionados a la especie de parásito, la forma de alimentación, el órgano o tejido del hospedero afectado, la intensidad parasitaria y al estado general del hospedero (Tavares *et al.* 1999).

Uno de los más serios problemas que enfrentan los criadores de paiche en las fases de alevinaje y cría de juveniles son las altas mortalidades ocasionadas por ectoparásitos de los grupos Monogenoidea y Protozoa. Esto sugiere que es de gran relevancia realizar estudios de diagnóstico y control de enfermedades en peces cultivados puesto que éstas pueden causar grandes perjuicios económicos al productor.

El objetivo del presente estudio fue investigar los ectoparásitos asociados a un importante pez de la región, el *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) vulgarmente conocido como paiche, cultivado en el Centro de Investigaciones Quistococha del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

### PECES Y CONDICIONES DEL CULTIVO

Cuarenta alevinos de paiche *Arapaima gigas* ( $4.8 \pm 0.62$  cm. y  $0.29 \pm 0.20$  g de longitud y peso promedio, respectivamente) fueron utilizados en el estudio. Los peces nacieron en estanques del Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ) y fueron criados en tanques de concreto revestidos con mayólicas blancas con capacidad de albergar hasta  $0.8 \text{ m}^3$  de agua. El CIQ pertenece al Programa de Ecosistemas Acuáticos (PEA) del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y está ubicado a la margen izquierda del Km. 4.5 de la

carretera Iquitos-Nauta en Loreto, Perú.

Los alevinos seleccionados para el estudio generalmente presentaban síntomas de enfermedad y fallecieron al cabo de unos días. El agua de los tanques de crías presentó las siguientes características físico-químicas: niveles de oxígeno disuelto de  $5.6 \pm 0.3$  mg/l; pH  $6.43 \pm 0.10$ ; temperatura de  $26.23 \pm 1.5^\circ \text{C}$ ; conductividad eléctrica de  $106.1 \pm 14.0$   $\mu\text{S/cm}$  y amonio total de  $0.84 \pm 0.1$  mg/l.

### EXAMEN PARASITOLÓGICO

La superficie corporal, aletas, fosas nasales, cavidad bucal y branquias fueron examinadas microscópicamente para la verificación de posibles lesiones, exceso de producción de mucus y presencia de parásitos. Se realizaron raspados de piel y aletas con la ayuda de un bisturí los cuales fueron observados en microscopio para la identificación y cuantificación de posibles parásitos.

Las branquias fueron retiradas y colocadas en placas Petri con agua destilada para ser analizados con la ayuda de microscopios y estereoscopios. Los índices parasitarios fueron determinados según Bush *et al.* (1997); de ese modo, la prevalencia, intensidad, intensidad media, abundancia y abundancia media fueron utilizados para la evaluación del nivel de infestación parasitaria en los peces.

Los componentes de la comunidad parasitaria fueron clasificados de acuerdo con Bush & Holmes (1986), en especies centrales (presentes en más de dos tercios de los hospederos), especies secundarias (presentes en uno a dos tercios del hospedero) y satélites (presentes en menos de un tercio de los hospederos).

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### PARÁSITOS IDENTIFICADOS

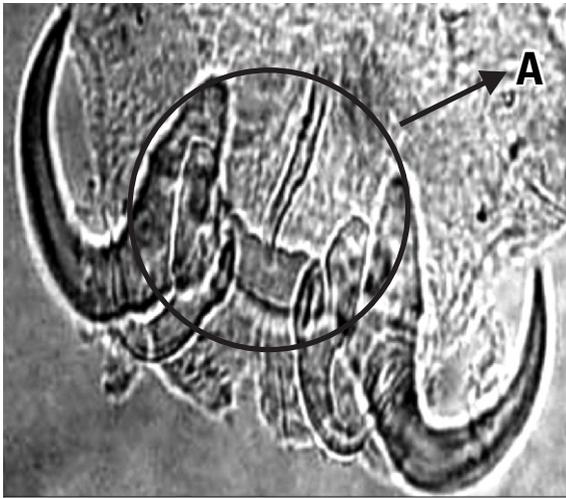
Los parásitos son los principales causantes de infecciones severas en peces cultivados, especialmente en el Neotrópico debido a las características climáticas peculiares de esta región, que permiten una rápida y constante propagación (Thatcher & Brites, 1994).

En los ejemplares examinados de *A. gigas* se logró identificar tres especies de parásitos (Tabla 1), un monogeno, *Dawestrema cycloancistrum* de la familia Dactylogyridae (Figura 1), en branquias; dos protozoos, *Ichthyophthyrus multifiliis* y *Trichodina farii* (Protozoa, Ciliophora) parasitando la piel.

Estos parásitos son reportados por primera vez en *A. gigas* provenientes de acuicultura para el área de Iquitos. Anteriormente, otros autores reportaron estos parásitos en peces provenientes del medio natural y de

**Tabla 1.** Ubicación taxonómica de los parásitos identificados en alevinos de paiche *Arapaima gigas* provenientes de tanques de cultivo del Centro de Investigaciones de Quistococha del IIAP. Iquitos, Perú.

MONOGENEOS	CILIADOS
Filo – Platyhelminthes	Filo – Ciliophora
Clase – Monogenea	Clase – Oligohymenophorea
Familia – Dactylogyridae	Género – <i>Ichthyophthyrus</i>
Género – <i>Dawestrema</i>	Especie – <i>Ichthyophthyrus multifiliis</i>
Especie – <i>Dawestrema cycloancistrum</i>	Género – <i>Trichodina</i>
	Especie – <i>Trichodina fariai</i>



**Figura 1.** A: barra ventral de *Dawestrema cycloancistrum* parásito encontrado infestando las branquias de alevinos de paiche *Arapaima gigas* (Foto: Patrick Mathews).

sistemas de cultivo para otras áreas del Perú y Brasil (Córdova, 1974; Tantaleán *et al.* 1985).

Los protozoos, *I. multifiliis* y especies del género *Trichodina* han sido reportados parasitando a una gran variedad de hospederos de agua dulce en Latinoamérica. Por otro lado, el efecto patogénico del género *Trichodina* ha sido ampliamente discutido en la literatura, debido a que pueden desencadenar epizootias en ambientes de confinamiento, donde generalmente están asociadas a la presencia de bacterias como *Aeromonas* sp. y *Flavobacterium columnare* (Moraes & Martins, 2004).

Los monogeneos encontrados en el paiche pertenecen al género *Dawestrema* descrito por Price & Nowlin (1967). Helmintos pertenecientes a este género ya fueron reportados parasitando a ejemplares de la especie *A. gigas* especialmente en la Amazonía

brasileña. Por ejemplo, Kritsky *et al.* (1985), reportaron y describieron tres especies pertenecientes al género *Dawestrema*: *D. cycloancistrum*, *D. cycloancistroides* y *D. punctata* en las branquias de *A. gigas* colectados del río Solimões cerca de la ciudad de Manaus. De igual forma, Andrade *et al.* (2006) encontraron a la especie *Dawestrema cycloancistrum* infestando las branquias de alevinos de paiche provenientes de cultivo semi-intensivo en el estado de Amazonas (Brasil). Por su parte, Gomes & Simões, (2006) reportan a *D. cycloancistrum* y *D. cycloancistroides* en branquias de paiche, colectados de la Reserva de Desarrollo Sustentable de Mamirahú (Amazonas, Brasil).

En lo que respecta a los parásitos del género *Trichodina*, Andrade *et al.* (2006) reportaron por primera vez a este género en paiche. Tavares-Días *et al.* (2001) lo reportaron en paco *Piaractus brachypomus* y en el híbrido pacotana (*Piaractus brachypomus* x *Colossoma macropomum*) cultivados en el Brasil. Finalmente, Eiras *et al.* (1995) encontraron a *Trichodina* sp., infestando a ejemplares de gamitana *Colossoma macropomum* criados en sistemas semi-intensivos.

#### ÍNDICES PARASITARIOS

Los índices parasitarios son utilizados para realizar el análisis cuantitativo de los parásitos que son encontrados en un determinado hospedero (Bush *et al.* 1997).

Como puede observarse en la (Tabla 2), el 100% de ejemplares de *A. gigas* analizados estuvieron parasitados al menos por una especie de parásito metazoario. Un total de 25,594 ejemplares pertenecientes a 3 especies de parásitos fueron colectados. De acuerdo a su prevalencia, *Dawestrema cycloancistrum* y *Trichodina fariai* fueron consideradas especies centrales, mientras que *Ichthyophthyrus multifiliis* fue clasificada como una especie secundaria.

Asimismo, se encontró una elevada prevalencia de *D. cycloancistrum* (100%), *T. fariai* (82.5) y *I. multifiliis* (60). Una similar prevalencia de *D. cycloancistrum* (100%) y *Trichodina fariai* fue reportada por Andrade *et al.* (2006) para *A. gigas* cultivado en régimen semi-intensivo en el estado de Amazonas, Brasil. Por su parte, Eiras *et al.* (1995), estudiando los ectoparásitos de la gamitana, *Colossoma macropomum*, criados en sistemas semi-intensivos, también encontraron una elevada

**Tabla 2.** Índices parasitarios y estatus comunitario de tres parásitos encontrados en alevinos de paiche *A. gigas* provenientes de tanques de cultivo del Centro de Investigaciones de Quistococha del IIAP. Iquitos, Perú.

ÍNDICES EVALUADOS	<i>Dawestrema cycloancistrum</i>	<i>Trichodina fariai</i>	<i>Ichthyophthyrus multifiliis</i>
Nº peces examinados	40	40	40
Nº peces parasitados	40	33	24
Prevalencia (%)	100	82.5	60
Intensidad	150 - 730	90 - 360	84 - 200
Intensidad media	356.0	227.8	159.7
Abundancia media	356.0	188.0	95.8
Estatus comunitario	Central	Central	Secundaria

presencia de Dactylogyridae (100%) además de *Trichodina* sp. (67.0%). Por otro lado, Mujica (1982), reporta una prevalencia de 19.1% para el ciliado *Trichodina* sp. en branquias de gamitana cultivadas en Venezuela.

Por otro lado, se observa que la intensidad media de *D. cycloancistrum* en las branquias fue de 356.0 (150 – 730). En la piel la intensidad media de *T. fariai* fue 227.8 (90-360), mientras que la intensidad media de *I. multifiliis* fue 159.7 (84 – 200).

#### 4. CONCLUSIONES

A la luz de los resultados obtenidos concluimos que los ejemplares de *A. gigas* en la fase de alevinos son muy propensos a sufrir infestaciones de ectoparásitos metazoarios como los descritos en el presente estudio.

Existió una alta susceptibilidad a los parásitos en los ambientes de cultivo al observarse que la prevalencia de monogéneos fue de 100% en los ejemplares cultivados.

Considerando el estadio de vida de los peces examinados, los signos clínicos observados y los valores elevados de los índices parasitarios para monogéneos y tricodinos, asociados a las infecciones bacterianas, se sugiere una posible influencia de estos organismos patógenos en la mortandad de los hospederos en las condiciones estudiadas.

Esto sugiere que es imperativa la necesidad de monitoreos constantes en los diferentes sistemas de cultivo para el rápido diagnóstico, profilaxis y control de los parásitos a fin evitar enfermedades que causen grandes pérdidas económicas al productor, si es que la relación hospedero-parasito-ambiente se rompe.

#### 5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, a través del proyecto “Tecnología para el Cultivo de Especies Hidrobiológicas” por el apoyo brindado en la ejecución del trabajo. Al responsable del Laboratorio de Parasitología y Patología de peces del Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). A los bachilleres Cristiham Silva y Narda Dinis por su colaboración en la necropsia y colecta de parásitos. A la Dra. Carmen Rosa García Dávila del IIAP por los equipos y materiales prestados del Laboratorio de Biología Molecular y Biotecnología.

#### 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE SMS, LOPES LPC, GOMES ALS, COSTA AB, MALTA JCO, TAVARES M., Registro de mortalidade em alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) No Estado do Amazonas. In: IX Encontro Brasileiro de Patologistas de Organismos Aquáticos. 23-26 outubro 2006. Anais do IX Encontro Brasileiro de Patologistas de Organismos Aquáticos. Maceió, 2006.
- BUSH AO, HOLMES JC. Intestinal Helminths of lesser scaup ducks: an interactive community. *Canadian Journal of Zoology*, 1986; 54: 142 – 154.
- BUSH AO, LAFFERTY KD, LOTZ JM, SHOSTAK AW. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* Revisited. *Journal of Parasitology*, 1987; 83(4):575-583.
- CÓRDOVA RV. Incidencia de bacterias y parásitos en “paiche” *Arapaima gigas* (Cuvier). IV Congreso Nacional de Biología, Trujillo, Perú. Libro de Resúmenes, 121-122. 1974
- EIRAS JC, RANZANI-PAIVA NJT, ISHIKAWA CM, ALEXANDRINO AC. Ectoparasites of semi-intensively farmed tropical freshwater fish

- Piaractus mesopotamicus*, *Prochilodus lineatus* and *Colossoma macropomum*. Bulletin European Association of Fish Pathology, 1995; 15: 148-151.
- KRITSKY DC, BOEGER A, THATCHER VE. Neotropical monogenea. 7. Parasites of the pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier), with descriptions of two new species and redescription of *Dawestrema cycloancistrum* Price and Nowlin, 1967 (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae). Proceedings of the Biology Society of Washington, 1985; 98(2):321-331.
- MORÃES FR, MARTINS ML. Condições predisponentes e principais enfermidades de teleósteos em piscicultura intensiva. In: Cyrino, JEP, Urbinati EC, Fracalossi DM, Castagnolli N. editores. Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 533 pp. 2004.
- MUJICA ME. Estudios preliminares sobre enfermedades que afectan a los peces de aguas calidas continentales aptos para el cultivo en la Estación Hidrobiológica de Guanapito, Estado Guárico, Venezuela. Tesis. Universidad Central de Venezuela (UCV). Caracas. 100p. 1982.
- SCHOLZ T. Parasites in cultured and feral fish. Vet. Parasitol., 1999; 84 (3-4): 317-335.
- TAVARES-DÍAS M, SCHALCH SHC, MARTINS ML, SILVA ED, MORAES FR, PERECIN D. Hematologia de teleósteos brasileiros com infecção parasitária. I. Variáveis do *Leporinus macrocephalus* Garavello & Britski, 1988 (Anostomidae) e *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Characidae). Acta Scientiarum, 1999; 21: 337-42.
- TAVARES-DÍAS M, MARTINS ML., MORAES FR. Fauna parasitária em peixes oriundos de “pesque-pague” do municipio de Franca, São Paulo, Brasil I. Protozoários. Revista Brasileira de Zoologia, 2001; 18: 67-79.
- THATCHER VE, BRITES NJ. Diagnóstico, prevenção e tratamento das enfermidades de peixes neotropicais de água doce. Revista Brasileira de Zoologia e Medicina Veterinaria, 1994; 16: 111-28.
- THATCHER VE. Amazon Fish Parasites. 2nd Edition. Bulgaria: Pensoft Publishers, 508 pp. 2006.
- TANTALEÁN M, HUIZA A, HURTADO E. Helmintos parásitos de agua dulce del Perú. Informe Técnico. Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Instituto de Investigaciones para el Desarrollo Social del Altiplano, Puno. 1985.



## FAUNA PARASITARIA DE JUVENILES DE ARAHUANA, *Osteoglossum bicirrhosum* (VANDELLI, 1829) CULTIVADOS EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE QUISTOCOCHA, LORETO, PERU

Narda Dinís Vázquez<sup>1</sup>, Patrick Mathews Delgado<sup>1</sup>, Fred William Chu-Koo<sup>2</sup>, Salvador Tello Martín<sup>2</sup> y Rosa Ismiño Orbe<sup>2</sup>

### RESUMEN

La arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum*, es un pez del orden Osteoglossiformes que se distribuye por toda la planicie inundable de la cuenca Amazónica. Puede alcanzar un metro de longitud y pesar hasta cinco kilogramos. Es considerado un predador generalista caracterizado por realizar saltos fuera del agua para capturar presas en el follaje próximo de la zona litoral. Es importante en la pesca comercial, deportiva y acuariofilia. El presente estudio tuvo como objetivo estudiar la fauna parasitaria de 60 juveniles de arahuana cultivados en el Centro de Investigaciones de Quistococha del IIAP. En total fueron identificadas tres especies de parásitos metazoarios infestando a los peces en estudio. Todos los peces analizados presentaron presencia de al menos un parásito metazoario. El mayor porcentaje de prevalencia lo presentó el nematodo *Camallanus acaudatus* (83.33%) y *Gonocleithrum cursitans* presentó el mayor valor de abundancia (10,453 ejemplares por pez).

PALABRAS CLAVE: Monogeneos, nematodos, parásitos, arahuana, pez ornamental; acuicultura.

## PARASITOLOGICAL FAUNA OF ARAHUANA, *Osteoglossum bicirrhosum* (VANDELLI, 1829) JUVENILES CULTURED AT THE RESEARCH CENTER OF QUISTOCOCHA, LORETO, PERU

### ABSTRACT

Arowana *Osteoglossum bicirrhosum* is a fish belonging to the Osteoglossiformes order, which is distributed throughout the Amazon River basin. It can reach up to 1 meter in length and about 5 Kg. It is considered a generalist predator which jumps out from the water to capture its preys located on tree branches. This fish is important in commercial and sport fishing and very valuable as ornamental fish. The aim of the present research was to study the parasitological fauna of 60 juveniles reared at the Quistococha Research Center of IIAP. Three species of metazoan parasites were identified infesting the Arowana juveniles. All fish analyzed were parasitized by one or more metazoan parasites. The nematode *Camallanus acaudatus* occurred with the highest prevalence (83.33%) and *Gonocleithrum cursitans* was the most abundant parasite infesting this fish (10,453 individuals per fish).

KEYWORDS: Monogenea, Nematode, parasites, Arowana, ornamental fish, aquaculture.

1 Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), Iquitos, Perú. Tesista del Programa de Ecosistemas Acuáticos del IIAP. e-mail: patrickmathews83@gmail.com

2 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Programa de Ecosistemas Acuáticos (PEA). Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ). Carretera Iquitos - Nauta, Km. 4.5, Iquitos, Perú. e-mail: fchuk20@yahoo.com

## 1. INTRODUCCIÓN

La arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* (Vandelli, 1829) es un pez de agua dulce, perteneciente a la familia Osteoglossidae. Esta especie se distribuye desde la Guyana hasta la cuenca del río Amazonas y el Orinoco Oriental (Saint-Paul *et al.* 2000). Puede alcanzar un metro de longitud y hasta cinco kilogramos de peso. Habita preferentemente toda la planicie inundable amazónica en la época de creciente de los ríos (Chaves *et al.* 2005).

Esta especie es considerada un depredador del tipo generalista caracterizado por realizar saltos fuera del agua para capturar presas arborícolas como insectos, arañas y pequeños vertebrados (Goulding, 1980). Además de insectos, este pez incluye en su dieta a pequeños peces, vegetales, moluscos y crustáceos. La importancia comercial de esta especie radica en la gran demanda que tiene como pez ornamental, siendo sus crías muy apreciadas en el mercado asiático y por acuaristas de todo el mundo (Brown, 1995; Crampton, 1999). Sin embargo, también suelen ser utilizadas en la pesca deportiva y también para el consumo humano directo, principalmente en las poblaciones ribereñas del Brasil, Colombia y el Perú (Chaves *et al.* 2005, Argumedo, 2005).

Los peces tanto en condiciones naturales como en cultivo, son susceptibles al ataque e invasión de agentes virales, bacterianos, fúngicos y parasitarios, conocidos como agentes patógenos facultativos, que ingresan a las instalaciones de cultivo, conviviendo con los peces muchas veces sin ocasionarles daño alguno, ya que son combatidas por las defensas inmunológicas del hospedero y de esta manera no se presentan manifestaciones clínicas de la enfermedad. Sin embargo, si las condiciones del medio se tornan desfavorables y las defensas naturales del pez se ven disminuidas, pronto el organismo atacante invadirá desmedidamente al hospedero comportándose como un patógeno, ocasionando altas tasas de mortalidad en las piscifactorías. En el Perú son escasos los estudios referentes a enfermedades de peces y no existe información sobre agentes patológicos que infestan a la especie arahuana *O. bicirrhosum* tanto en el ámbito silvestre como en sistemas de cultivo.

Considerando que el cultivo de la arahuana vienen siendo sugerida como medida de mitigación al impacto negativo de la explotación de crías de esta especie en el medio natural, el presente estudio tuvo como objetivo estudiar y cuantificar los organismos parásitos que atacan a la arahuana en condiciones de cultivo o piscicultura.

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

### PECES Y CONDICIONES DEL CULTIVO

Sesenta juveniles de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* de  $19.87 \pm 3.52$  cm de longitud y  $57.67 \pm 27.2$  g de peso, provenientes de estanques de tierra del Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ) fueron utilizados en el presente estudio. Los peces provienen del medio natural y fueron criados desde la fase de post-larvas en estanques de 60 m<sup>2</sup>. El CIQ pertenece al Programa de Ecosistemas Acuáticos (PEA) del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y está ubicado a la margen izquierda del Km. 4.5 de la carretera Iquitos-Nauta en Loreto, Perú.

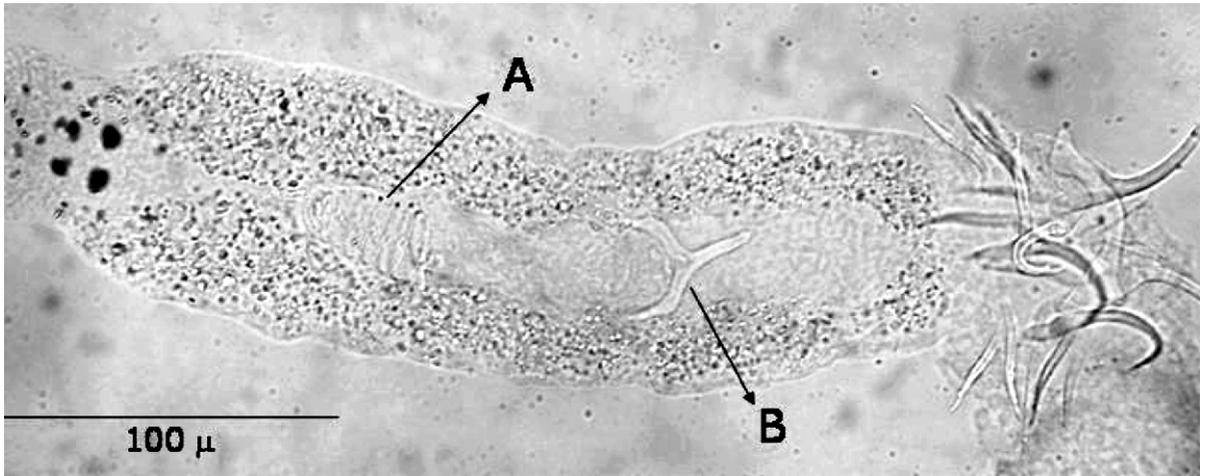
Los 60 peces seleccionados fueron colocados en cuatro peceras de vidrio de 300 L de capacidad a una densidad de 15 peces por pecera (1 pez/20 L) a fin de simular las condiciones de mantenimiento de cualquier acuario comercial que operan en la ciudad de Iquitos. Los peces fueron alimentados con peces forraje, generalmente mojarritas (*Moenkhausia* sp.). Los principales parámetros de calidad de agua fueron periódicamente monitoreadas presentando las siguientes características: niveles de oxígeno disuelto de  $7.09 \pm 0.29$  mg/l, pH de  $7.12 \pm 0.23$ , temperatura de  $26.23 \pm 0.52$ ° C y amonio total menor a 0.2 mg/l.

### EXAMEN PARASITOLÓGICO

Fueron realizadas láminas temporales de raspado de piel, aletas, fosas nasales, opérculo, branquias y de la mucosa de los órganos internos. Los arcos branquiales y los órganos internos fueron removidos y separados en placas Petri, con agua destilada, siendo examinados en estereoscopio y microscopio. Para el estudio de monogéneos y nemátodos fueron realizadas láminas permanentes con montaje total de los parásitos de acuerdo con el método de Thatcher, denominado "HYP". Láminas de estregado de sangre fueron hechas en 25% de los peces muestreados para verificar la presencia de parásitos en la sangre y coloreados por el método de Giemsa (Bier, 1975).

Para el estudio de individuos de la clase Monogonoidea además de "HYP" fue utilizado el método denominado Gray & Wess, para evidenciar las estructuras esclerotizadas y partes internas. La identificación de los monogéneos fue basada en los trabajos realizados por Kritsky & Thatcher (1983) y Thatcher (2006).

Los índices parasitarios fueron expresados conforme Bush *et al.* (1997). Los índices utilizados para estimar el tamaño de las poblaciones de parásitos en los peces fueron prevalencia, intensidad media y abundancia media.



**Figura 1.** *Gonocleithrum cursitans* (Kritsky & Thatcher, 1983), parásito de las branquias de la arahuana *O. bicirrhosum*. A) Complejo copulatorio evidenciando el cirrus; B) Barra gonadal, característica del género *Gonocleithrum* (Foto: Patrick Mathews).

### 3. RESULTADOS

De los 60 peces analizados, un 83.33% estaban parasitados con nemátodos y el 21.67% con monogéneos, habiéndose encontrado también una gran cantidad de protozoarios en los individuos muestreados. Los exámenes macroscópicos de los juveniles de arahuana revelaron signos clínicos o anomalías en el aspecto externo de los peces (piel con aspecto sangrante y deterioro de aletas).

Los análisis de las láminas de sangre no mostraron señales de parásitos sanguíneos en los 60 peces muestreados. Las láminas temporales de raspado de branquias, aletas y piel evidenciaron la presencia del protozoario *Trichodina* sp. y masivas infestaciones del monogéneo *Gonocleithrum cursitans*, acompañado de abundante producción de mucus (Figura 1).



**Figura 2.** *Camallanus acaudatus* parásito encontrado en estómago, intestinos y ciegos pilóricos de juveniles de arahuana *O. bicirrhosum* (Foto: Patrick Mathews).

El examen parasitológico interno reveló la presencia de nemátodos adultos y de larvas del 3° y 4° estadio de la especie *Camallanus acaudatus*, los cuales se encontraban parasitando el estómago, intestinos y ciegos pilóricos; siendo que la mayor cantidad fue encontrado en los intestinos (Figura 2).

Los nemátodos presentaron la prevalencia más alta parasitando al 83.33% de los peces. Los demás índices: abundancia, intensidad media y abundancia media fueron más altos para el monogéneo *Gonocleithrum cursitans*. Los índices parasitarios de las especies de parásitos de la arahuana se muestran en detalle en la (Tabla 1).

**Tabla 1.** Prevalencia, abundancia, intensidad media y abundancia media de los parásitos presentes en 60 juveniles de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* cultivados en el Centro de Investigaciones de Quistococha del IIAP, Loreto, Perú.

INDICES PARASITARIOS	<i>Gonocleithrum cursitans</i>	<i>Camallanus acaudatus</i>
Prevalencia (%)	21.67	83.33
Abundancia	10,543	431
Abundancia media	174.22	7.18
Intensidad media	804.08	8.62

### 4. DISCUSIÓN

El estudio de la parasitofauna en peces provenientes de cultivo es de gran importancia en el campo de la parasitología y la piscicultura, pues permite levantar conocimientos acerca de las enfermedades y los organismos patógenos que las

ocasionan, evitando de esta manera grandes mortalidades que pueden poner en riesgo la rentabilidad de la actividad piscícola.

Según Kritsky & Thatcher (1983) las especies registradas parasitando a la arahuana en el medio natural pertenecen a los grupos Nematoda (*Camallanus acaudatus*) y Platyhelminthes, siendo cinco parásitos pertenecientes a la clase Monogenoidea: *Gonocleithrum planacrus*; *G. aruanae*, *G. cursitans*, *G. coenoideum* y *G. planacroideum* y una a la clase Trematoda: *Caballerotrema aruanense*.

Adultos y larvas del nematodo *Camallanus acaudatus* (Ferraz & Thatcher, 1990), ya habían sido registrados en la naturaleza infectando a *O. bicirrhosum* (Ferraz & Thatcher, 1990). Pero no había registros de este parásito infectando a ejemplares provenientes de cultivo.

En este trabajo, los nemátodos fueron los parásitos más frecuentes en los peces muestreados, con una prevalencia de 83.33%. Este fue el primer registro de esta especie parasitando ejemplares provenientes de ambientes de cultivo. Sin embargo, no se pudo observar ningún síntoma de molestia crónica o aguda en el lugar de infección.

Los valores de prevalencia e intensidad media de nemátodos en adultos de arahuana provenientes de ambientes naturales, registrado por Pelegrini I. *et al.* (2006) fueron de 73.3 % y 29.2, respectivamente. En el presente estudio, se registró una prevalencia de 83.33% y una intensidad 8.62 en juveniles. Estas diferencias pueden a ver sido influenciadas por el estadio de vida y a las condiciones de cultivo en que los peces se encontraban al momento de la colecta.

Peces en los estadios de alevinos y juveniles son más susceptibles a las enfermedades branquiales, los cuales pueden ser desencadenados por factores exógenos (Branson, 1993). Infestaciones parasitarias son comunes en sistemas de cultivos de peces debido al confinamiento y a las altas densidades que elevan los niveles de estrés; similar suceso es observado en el medio natural cuando se dan alteraciones en el medio ambiente tornando a los peces más propensos a adquirir infecciones (Roberts, 1978).

Pelegrini *et al.* (2006) observaron altos índices parasitarios de monogéneos del género *Gonocleithrum* (Kritsky & Thatcher, 1983) siendo cinco las especies identificadas, con una prevalencia de 83.3% y abundancia media de 450.75. En el presente estudio, se identificó una sola especie de este género *Gonocleithrum cursitans*, cuyos valores de prevalencia (21.67) y abundancia media (174.22) fueron inferiores a los reportados por el autor antes mencionado. Este es el primer reporte de *G. cursitans*

parasitando a la arahuana proveniente de acuicultura en la región amazónica peruana.

El protozoario, *Trichodina* sp., tiene una amplia distribución e infesta a la mayoría de peces de agua dulce y marinos. La enfermedad causada por este animal muestra signos típicos como, excesos en la producción de mucus, erosión en las branquias, aletas y la piel. Su población aumenta rápidamente cuando el pez está visiblemente debilitado o expuesto a aguas de pobre calidad. Estos protozoarios son considerados parásitos facultativos, que en condiciones favorables se tornan parásitos (Souza *et al.*, 1997). La prevalencia de *Trichodina* sp. en arahuana fue muy alta (100%) y evidenciada en los individuos con infestación del monogéneo *G. cursitans*; probablemente el exceso de mucus en las branquias se deba a la infestación conjunta de esos dos parásitos.

Los índices parasitarios, abundancia, abundancia media e intensidad media no fueron calculados en este estudio debido a la ausencia del material para conteo de protozoarios. Este es el primer reporte de *Trichodina* sp. parasitando a juveniles de arahuana provenientes de cultivo en la Amazonía peruana.

## 5. CONCLUSIONES

Se identificó tres especies de parásitos parasitando a los juveniles de *O. bicirrhosum*: *Camallanus acaudatus* (Nematoda), *Gonocleithrum cursitans* (Monogenoidea) y *Trichodina* sp. (Ciliata).

La especie *Camallanus acaudatus* presentó el mayor valor de prevalencia (83.33) en los peces muestreados.

*Gonocleithrum cursitans* presentó los mayores valores de abundancia (10,453) e intensidad media (804.08).

## 6. AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Ecosistemas Acuáticos (PEA) del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana por el financiamiento completo del estudio y la subvención de tesis otorgada para el primer autor del trabajo. Al staff profesional y técnico del PEA que colaboró en la realización del presente estudio.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRANSON E. Environmental aspects of aquaculture. In: Brown, L. (Ed.). Aquaculture for veterinarians: fish husbandry and medicine. Pergamon Press. New York, USA. p. 57-67. 1993.
- BIER O. Bacteriología e inmunología, em suas aplicações a medicina e a higiene, 16 ed. Edições

- Melhoramento. Editorial da Universidade de São Paulo, SP, Brasil. 1056 pp. 1975.
- BROWN CL. Raising the silver arowana Publication of Center for Tropical and subtropical Aquaculture, 1995; 117: 1-4.
- BUSH AO, LAFFERTY KD, LOTZ JM, SHOSTAK AW. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* Revisited. *Journal of Parasitology*, 1997; 83(4), 575-583.
- CHAVES R, CAMARGO M, QUIROZ H, HERCOS A. Ritmo de atividade diária de *Osteoglossum bicirrhosum* (peixes osteoglossiformes) em quatro lagos da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, AM. *Uakari*, 2005; 1(1):49-55.
- FERRAZ E, THATCHER VE. *Camallanus acaudatus* sp. n. (Nematoda, Camallanidae) e uma descrição de *Camallanus tridentatus* Drashe, 1884, parasitas de peixes da Amazônia brasileira. *Amazoniana*, 1990; 11(2):135-45
- GOULDING M. The fishes and the forest: explorations in Amazonian natural history. University of California Press, Los Angeles. 280 pp. 1980.
- KRITSKY DC, THATCHER VE. Neotropical Monogenea. 5. Five new species from the aruanã, *Osteoglossum bicirrhosum*, a freshwater teleost from Brazil, with the proposal of *Gonocleithrum* n. gen. (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae). *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 1983; 96(3): 581-597.
- MARGOLIS L, ESCH GW, HOLMES CJ, KURIS AM, SCHAD GA. The use of ecological terms in Parasitology (report of an ad Hoc committee of the American Society of parasitologists). *Journal of Parasitology*, 1982; 68(1): 131-133.
- PELEGRINI LS, GOMES ALS, MALTA JCO. Infestações maciças por Monogeneoidea em aruanãs *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) Coletados em ambiente natural. In: Maceio IX ENBRAPOA. 2006.
- ROBERTS RJ. *Fish Pathology*. 2ª ed., Balliere Tindal, Philadelphia, USA. 318 pp. 1978.
- SAINT-PAUL U, ZUANON J, CORREA M, GARCÍA M, FABRÉ N, BERGER U, JUNK W. Fish communities in central Amazonian white and blackwater floodplains. 2000.
- SOUZA MLR, MARTINS ML. Scanning electronic microscopy of *Trichodina* spp. in branchiae of the pacu *Piaractus mesopotamicus*. *Acta Microscopica*, 1997; 6: 516-517.
- THATCHER VE. *Amazon Fish Parasites*, 2nd Ed. Bulgaria: Pensoft Publishers, 508 pp. 2006.



## PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS, CRECIMIENTO Y COMPOSICIÓN CORPORAL DE JUVENILES DE GAMITANA *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818) CULTIVADOS EN TRES DENSIDADES

Luís Eloy Soberón Minchán<sup>1</sup>, Fred William Chu-Koo<sup>1</sup> y Fernando Alcántara Bocanegra<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se evaluaron los posibles efectos de emplear tres densidades de cultivo en jaulas (T1: 10, T2: 20 y T3: 30 peces/m<sup>3</sup>) sobre el crecimiento, la composición corporal de grasa y proteína y los parámetros hematológicos de juveniles de gamitana *Colossoma macropomum* (83 g y 16.5 cm de peso y longitud promedio) alimentados con una dieta extrusada de 25% de proteína bruta. El ensayo tuvo una duración de 90 días y se ejecutó en el Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ) del IIAP en Loreto, Perú. Se monitoreó el peso y la longitud quincenalmente para evaluar el crecimiento y reajustar las raciones. Los análisis bromatológicos (proteína bruta y extracto etéreo) y hematológicos (glucosa, hemoglobina, hematocrito, número de eritrocitos y leucocitos) se realizaron al inicio y al final del estudio. La calidad de agua (transparencia, dióxido de carbono, alcalinidad, dureza, amonio, nitritos, temperatura, oxígeno disuelto y pH) fue monitoreada periódicamente. Se utilizó el ANOVA (P<0.05) para el análisis de los datos.

No se registró diferencias significativas (P>0.05) en cuanto al peso final, ganancia de peso, tasa de crecimiento específico, tasa de crecimiento relativo y factor de condición entre los tratamientos evaluados. Sin embargo, hubo diferencias significativas (P<0.05) en el índice de conversión alimenticia aparente. Respecto al análisis bromatológico, solamente se registran diferencias significativas (P<0.05) en el contenido final de proteína bruta. El análisis hematológico solo reportó diferencias significativas (P<0.05) en los niveles de glucosa. Según los resultados, los peces del T2 (20 peces/m<sup>3</sup>) tuvieron mejores índices de conversión alimenticia y de contenido corporal de proteína respecto a los peces de los otros tratamientos.

**PALABRAS CLAVE:** Gamitana, *Colossoma macropomum*, acuicultura, densidad de cultivo, jaulas, crecimiento, composición corporal, hematología.

## HEMATOLOGICAL PARAMETERS, GROWTH AND BODY COMPOSITION OF GAMITANA *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818) JUVENILES RAISED UNDER THREE STOCKING RATES

### ABSTRACT

The possible effects of three different stocking rates (T1: 10, T2: 20 y T3: 30 fish/m<sup>3</sup>) on juvenile gamitana *Colossoma macropomum* (83 g y 16.5 cm of average total weight and length) growth, the lipid and protein body composition and hematological parameters were assessed when raised in cages and fed an extruded diet with 25% of crude protein. The study was conducted during 90 days at the Research Center of Quistococha of IIAP in Loreto, Peru. Fish weight and length was sampled biweekly to evaluate growth. Proximal (protein and lipids) and hematological analysis (glucose, hemoglobin, hematocrit, red blood cells and leukocytes) were carried out both at the beginning and at the end of the trial. Water quality parameters (transparency, carbon dioxide, alkalinity, hardness, ammonia, nitrite, temperature, dissolved oxygen, and pH) were monitored periodically. One-way ANOVA (P<0.05) was used for data analysis.

No significant differences in final fish body weight, weight gain, daily weight gain, specific growth rate, relative growth rate or condition factor were found (P>0.05). However, significant differences in feed conversion ratio was found (P<0.05). Regarding the body composition of the fishes, significant differences were found in final protein content only (P<0.05). The hematological analysis showed and significant increase in final glucose levels (P<0.05). According with the results, the fish raised under T2 (20 fish<sup>3</sup>) had a better feed conversion ratio and body protein content than fish cultured under the other two treatments.

**KEYWORDS:** Gamitana, *Colossoma macropomum*, aquaculture stocking rate, cages, growth, body composition, hematology.

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Programa de Ecosistemas Acuáticos (PEA). Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ). Carretera Iquitos - Nauta, Km. 4.5, Iquitos, Perú. e-mail: dirpea@iiap.org.pe

## 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales factores causante de estrés en piscicultura está asociado a inadecuados niveles de densidad de cultivo y en esas situaciones los peces generalmente presentan bajo crecimiento, hipersecreción de cortisol e hiperglicemia, consideradas como típicas respuestas primarias y secundarias al estrés, respectivamente (Wedemeyer *et al.* 1990). En tal sentido, las respuestas fisiológicas de los peces en cultivo y sus implicancias en la producción piscícola son temas de sumo interés actual.

La creciente demanda por productos de la acuicultura a nivel mundial a hecho que la intensificación de los sistemas de cultivo vaya en aumento. En ese sentido, se han adoptado sistemas de cultivo intensivo y superintensivo (ej. circuitos cerrados, invernaderos, jaulas flotantes y tanques-red) donde la elevada densidad de peces puede propiciar el desarrollo de factores estresantes, debilitamiento inmunológico y deficiencias nutricionales que comprometen el crecimiento y el estado fisiológico de los peces y por ende los predispone a diferentes tipos de patologías.

Los parámetros hematológicos indican el estado fisiológico de un organismo y se emplean con frecuencia en peces de cultivo para valorar el manejo del cultivo, la efectividad del control de enfermedades infecciosas, posibles desbalances nutricionales, efectos tóxicos, condiciones anóxicas, cambios ambientales y factores generadores de estrés que se pueda presentar en el proceso de crianza (Hrubec *et al.* 2000; Aydin *et al.* 2000).

Considerando la importancia de la densidad de cultivo como uno de los factores determinantes en el estado fisiológico de los peces cultivados, el presente estudio está orientado a evaluar los posibles efectos de tres densidades de cultivo, sobre el crecimiento, composición corporal y el estado fisiológico de juveniles de gamitana *Colossoma macropomum* criados en jaulas sumergidas, mediante la determinación de los principales índices zootécnicos, contenido nutricional de la carne y la cuantificación de los principales parámetros hematológicos de los peces, respectivamente.

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

### LUGAR DE ESTUDIO, PECES Y UNIDADES EXPERIMENTALES

El estudio se ejecutó en las instalaciones piscícolas del Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ) del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). El CIQ está localizado en la margen derecha del Km. 4.5 de la Carretera Iquitos – Nauta.

Políticamente está ubicado en el Distrito de San Juan Bautista, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto. Esta zona tiene una temperatura media de 28 °C y una precipitación promedio anual de 2727 mm.

Se utilizó 180 juveniles de gamitana provenientes de estanques de cultivo del IIAP y obtenidos por reproducción inducida vía inducción hormonal realizada en el Laboratorio de Reproducción de Peces del CIQ. Como unidades experimentales se utilizó nueve (9) jaulas experimentales de 1 x 1 x 1.2 m de largo, ancho y alto respectivamente (1.2 m<sup>3</sup>) constituidas de PVC de 1 pulgada de diámetro, las cuales fueron ubicadas dentro de un estanque piscícola de 5000 m<sup>2</sup> (estanque 1B) del CIQ.

### DISEÑO EXPERIMENTAL

Tres densidades de cultivo (T1: 10, T2: 20 y T3: 30 peces/m<sup>3</sup>) fueron empleadas como tratamientos experimentales y fueron distribuidas al azar por triplicado en las nueve jaulas disponibles. Los efectos de las densidades de cultivo fueron evaluados a través del crecimiento, la composición corporal y los parámetros hematológicos de los peces en cultivo, durante 90 días.

### ALIMENTACIÓN DE LOS PECES

Durante el tiempo que duró el experimento, los peces fueron alimentados con una dieta comercial extrusada con un tenor de 25% de proteína bruta y 2.6 Mcal/Kg. de energía digerible, formulada y elaborada en la Planta de Producción de Alimentos Balanceados del IIAP.

**Tabla 1.** Composición porcentual y proximal de la dieta extrusada utilizada en el cultivo de juveniles de gamitana *Colossoma macropomum* en jaulas flotantes.

INSUMOS	VALORES PORCENTUALES
Harina de pescado	1.02
Torta de soya	42.87
Harina de maíz amarillo	50.00
Sub producto de trigo	0.70
Premix acuicultura	0.12
DL – Metionina	0.04
L – Lisina	0.06
Cloruro Colina 60%	0.10
Carbonato de calcio	2.50
Fosfato monodivale	2.07
Antioxidante	0.02
Antimicrobico	0.15
Sal Común	0.35
Total	100.00

VALOR NUTRICIONAL	CONTENIDO (%)
Materia seca	88.96
Humedad	11.04
Proteína	25.00
Grasa	3.53
Carbohidratos	49.15
Fibra	2.54
Ceniza	8.58
Energía digestible Mcal/kg.	2.60

La tasa de alimentación empleada fue del 5% de la biomasa total existente en cada unidad experimental para el primer mes y 3% desde el segundo mes hasta el final del cultivo, con una frecuencia de alimentación de tres veces al día (08:00, 12:00 y 16:00 h) los siete días de la semana.

### DATOS BIOMÉTRICOS

Quincenalmente se evaluó el peso y la longitud de todos los peces de cada unidad experimental. Para este proceso se dejó en ayuno a los peces un día antes del muestreo. Momentos antes de la toma de datos se anestesió a los peces con 2-phenoxy-ethanol (0.02%) y posterior a las mediciones, los peces recibieron un baño profiláctico durante tres minutos para luego ser devueltos a sus unidades de origen.

### ÍNDICES ZOOTÉCNICOS

Los índices zootécnicos evaluados fueron: el Índice de Conversión Alimenticia Aparente (ICAA), la Tasa de Crecimiento Específico (TCE), Tasa de Crecimiento Relativo (TCR), el Factor de Condición (K) y la Supervivencia (S).

### ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Se realizó en el Laboratorio de Bromatología y Limnología del IIAP. Se determinaron los tenores de proteína bruta (PB) y extracto etéreo o grasa (EE) de un pez (completo y triturado) al inicio y al final del experimento. Los análisis bromatológicos fueron realizados siguiendo las recomendaciones de la A.O.A.C modificado (1998).

### ANÁLISIS HEMATOLÓGICO

Se realizó en el Laboratorio de Bromatología y Limnología del IIAP. Para la toma de muestras se anestesió a los peces con 2-phenoxy-ethanol (0.02%) y la sangre se extrajo de la arteria caudal con jeringas previamente heparinizadas. Se determinó los valores de glucosa sanguínea, hemoglobina, hematocrito, número de eritrocitos y leucocitos, al inicio y al final del estudio, según los métodos propuestos por Bush (1982).

Adicionalmente se calculó algunos índices de anemia como:

- Volumen corpuscular medio (VCM)

$$VCM (fl) = \frac{\text{(porcentaje de hematocrito)}}{\text{número de eritrocitos}} \times 10$$

- Hemoglobina corpuscular media (HCM)

$$HCM (pg/cel) = \frac{\text{(hemoglobina)}}{\text{número de eritrocitos}} \times 10$$

- Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM)

$$CHCM (\%) = \frac{\text{(hemoglobina/porcentaje de hematocrito)}}{\text{de hematocrito}} \times 10$$

### CALIDAD DEL AGUA

Se realizó el monitoreo periódico de los factores físico-químicos del agua, con monitoreos diarios (8, 12 y 16 h) de temperatura, oxígeno disuelto y pH, utilizando un medidor multiparámetros YSI modelo MPS 556. Los valores de amonio, nitrito, dureza, alcalinidad, y CO<sub>2</sub> fueron monitoreados quincenalmente por las mañanas, utilizando un kit completo para análisis de aguas dulces marca LAMOTTEAQ-2.

### ANÁLISIS DE LOS DATOS

Los datos resultantes de las evaluaciones de crecimiento, bromatología y hematología fueron procesados en planillas de Excel y analizados a través de ANOVA. Cuando se observó significancia en esta prueba, se aplicó la prueba de comparación de promedios de Tukey (alpha = 0.05) con la ayuda del programa estadístico JMP IN versión 4.0.4. Los valores o resultados expresados en porcentajes fueron transformados por el método del arco seno previo a su análisis en ANOVA. Los resultados son mostrados como el promedio ± la desviación estándar en cada tratamiento.

## 3. RESULTADOS

### CRECIMIENTO DE LOS PECES

Como se indica en la Tabla 2, el peso y la longitud inicial de los peces empleados en el estudio no mostró diferencias significativas (P>0.05) lo que significa que el peso y la talla de la población inicial en estudio fueron homogéneas.

Los resultados de la investigación muestran que el crecimiento de los peces fue homogéneo en los tres tratamientos, sin observarse efecto alguno en el peso final, la ganancia de peso corporal ni en la ganancia de peso diario de los peces según ANOVA (P>0.05).

## ÍNDICES ZOOTÉCNICOS

En la Tabla 3 se muestran los índices zootécnicos obtenidos en el estudio. No se reportan diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en TCE, TCR y K por efecto de las densidades. Sin embargo, se observó una probable influencia de los tratamientos experimentales en el ICAA, siendo la conversión alimenticia más apropiada (1.19) obtenida en los peces del T2 respecto a los T3 y T1 (1.75 y 1.91 respectivamente) según Tukey ( $P < 0.05$ ). No se registró mortalidad de peces durante la ejecución del estudio.

## COMPOSICIÓN CORPORAL

Se observa una posible influencia de los tratamientos experimentales en la composición corporal de proteína bruta (74.53%), siendo mayor en los peces del T2 respecto a los peces de T3 y T1 (71.47 y 70.49%, respectivamente) según Tukey ( $P < 0.05$ ). En la Tabla 4 se observa que todos los tratamientos presentaron significativamente un mayor tenor de proteína bruta respecto al valor inicial (67.51) no mostrando diferencias en el contenido corporal de grasas.

**Tabla 2.** Crecimiento en peso y longitud de juveniles de gamitana *C. macropomum* (promedio  $\pm$  desviación estándar) cultivados en tres densidades (10, 20 y 30 peces/m<sup>3</sup>) durante 90 días (peso corporal inicial: PCI, peso corporal final: PCF, peso corporal ganado: PCG, ganancia de peso diario: GPD, longitud total inicial: LTI, longitud total final: LTF, longitud total ganada: LTG).

VARIABLE	TRATAMIENTO			PROB.
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	
PCI (g)	83.06 $\pm$ 0.86a	85.53 $\pm$ 8.64a	83.50 $\pm$ 9.56a	0.9117
PCF (g)	152.21 $\pm$ 5.84a	170.65 $\pm$ 20.58a	162.27 $\pm$ 16.50a	0.4259
PCG (g)	69.15 $\pm$ 5.62a	81.20 $\pm$ 13.01a	78.77 $\pm$ 9.31a	0.3420
GPD	0.77 $\pm$ 0.06a	0.90 $\pm$ 0.14a	0.87 $\pm$ 0.10a	0.3570
LTI (cm)	16.50 $\pm$ 0.10a	16.85 $\pm$ 0.49a	16.47 $\pm$ 0.68a	0.6745
LTF (cm)	20.33 $\pm$ 0.06a	21.40 $\pm$ 0.56a	21.40 $\pm$ 0.70a	0.0889
LTG (cm)	3.83 $\pm$ 0.12a	4.55 $\pm$ 0.07b	4.93 $\pm$ 0.06c	0.0001

Valores promedio de la misma fila que comparten la misma letra, no muestran diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

**Tabla 3.** Índices zootécnicos obtenidos en juveniles de gamitana *C. macropomum* (promedio  $\pm$  desviación estándar) cultivados en tres densidades (10, 20 y 30 peces/m<sup>3</sup>) durante 90 días (índice de conversión alimenticia aparente: ICAA, tasa de crecimiento específico: TCE, tasa de crecimiento relativo: TCR y factor de condición: K).

VARIABLE	TRATAMIENTO			PROB.
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	
ICAA	1.91 $\pm$ 0.10a	1.19 $\pm$ 0.38b	1.75 $\pm$ 0.16ab	0.0327
TCE	0.67 $\pm$ 0.04a	0.72 $\pm$ 0.04a	0.74 $\pm$ 0.06a	0.3204
TCR	8.24 $\pm$ 6.27a	90.46 $\pm$ 6.94a	94.73 $\pm$ 10.05a	0.3120
K	1.81 $\pm$ 0.06a	1.74 $\pm$ 0.07a	1.65 $\pm$ 0.06a	0.0772
S	100.00	100.00	100.00	

Valores promedio de la misma fila que comparten la misma letra, no muestran diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

**Tabla 4.** Composición corporal (%) de juveniles de gamitana *C. macropomum* (promedio  $\pm$  desviación estándar) cultivados en tres densidades (10, 20 y 30 peces/m<sup>3</sup>) durante 90 días (proteína bruta: PB, extracto etéreo: EE).

VARIABLE	TRATAMIENTO				PROB.
	Inicio	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	
PB	67.51 $\pm$ 0.68a	70.49 $\pm$ 0.65b	74.53 $\pm$ 0.29c	71.47 $\pm$ 0.86b	0.0001
EE	14.28 $\pm$ 1.03a	18.75 $\pm$ 5.89a	17.94 $\pm$ 6.32a	17.20 $\pm$ 3.04a	0.6712

Valores promedio de la misma fila que comparten la misma letra, no muestran diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

**Tabla 5.** Parámetros hematológicos de gamitana *C. macropomum* (promedio  $\pm$  desviación estándar) cultivados en tres densidades (10, 20 y 30 peces/m<sup>3</sup>) durante 90 días (Glucosa mg/dl. = Gluc; hemoglobina g/dl. = Hb; hematocrito % = Ht; # de eritrocitos cel/mm<sup>3</sup> x 10<sup>6</sup> = RBC; volumen corpuscular medio fl/cel. = VCM; hemoglobina corpuscular media pg/cel. = HCM; concentración de hemoglobina Valores promedio de la misma fila que comparten la misma letra, no muestran diferencias significativas (P>0.05).

VARIABLE	TRATAMIENTO				PROB.
	Inicio	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	
Gluc.	72.67 $\pm$ 7.93a	90.75 $\pm$ 8.22ab	109.42 $\pm$ 0.12b	97.35 $\pm$ 23.26b	0.0017
Hb	8.81 $\pm$ 1.87a	8.74 $\pm$ 0.88a	9.23 $\pm$ 1.22a	9.12 $\pm$ 0.83a	0.8871
Ht	29.17 $\pm$ 4.22a	32.00 $\pm$ 2.83a	30.67 $\pm$ 5.16a	31.83 $\pm$ 4.36a	0.6376
RBC	2.28 $\pm$ 0.05a	2.14 $\pm$ 0.10a	2.30 $\pm$ 0.22a	2.18 $\pm$ 0.04a	0.1078
VCM	128.36 $\pm$ 19.9a	149.46 $\pm$ 9.86a	134.31 $\pm$ 24.82a	146.55 $\pm$ 21.21a	0.2356
HCM	38.72 $\pm$ 7.32a	40.85 $\pm$ 3.54a	40.25 $\pm$ 4.95a	41.93 $\pm$ 3.59a	0.7439
CHCM	30.69 $\pm$ 7.69a	27.29 $\pm$ 0.72a	31.21 $\pm$ 9.39a	29.11 $\pm$ 4.70a	0.7279
Leu	2.45 $\pm$ 0.25a	2.26 $\pm$ 0.38a	2.44 $\pm$ 0.24a	2.49 $\pm$ 0.10a	0.4464

corpuscular media % = CHCM y # de leucocitos cel/mm<sup>3</sup> x 10<sup>3</sup> = Leu).

Valores promedio de la misma fila que comparten la misma letra, no muestran diferencias significativas (P>0.05).

## PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS

Se observó la influencia de los tratamientos experimentales en el parámetro indicador de estrés, glucosa sanguínea (Gluc) (109.42 mg/dl), mostrando diferencias significativas (P<0.05), siendo mayor para el tratamiento dos respecto a los tratamientos tres y uno (97.35 y 90.75 mg/dl, respectivamente). A su vez, los tratamientos dos y tres presentaron significativamente un mayor nivel de glucosa sanguínea respecto al valor inicial (72.67 mg/dl). Sin embargo, el T1 presentó un valor semejante al valor inicial. Los parámetros indicadores de anemia (Hb, Ht, RBC, VCM, HCM y CHCM) y el indicador de defensa

inmunológica (# de leucocitos) mostraron valores similares entre tratamientos e inclusive respecto al valor inicial, sin presentar diferencias significativas (P>0.05) tal como se observa en la Tabla 5.

## CALIDAD DE AGUA

De acuerdo a los resultados reportados en la Tabla 6, los valores de calidad de agua registrados en la ejecución del estudio se mantuvieron dentro de los rangos normales para el cultivo de gamitana.

## 4. DISCUSIÓN

### CRECIMIENTO DE LOS PECES

El crecimiento observado en el presente estudio fue superior al obtenido por Padilla *et al.* (1996) quienes cultivaron juveniles de gamitana de 27.4 g de peso en tanques circulares (1 pez/20 L) durante 85 días y reportan pesos finales y ganancias de peso máximos de 72.5 g y 43.7 g, respectivamente. Por otro lado, Chagas & Val (2003) reportan ganancias de peso similares a las del presente estudio al evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión de vitamina C como suplemento alimenticio en gamitana. Sin embargo, otras investigaciones reportan mejores niveles de crecimiento en gamitana cultivada en jaulas flotantes. Entre ellos podemos mencionar a Alcántara *et al.* (2004) quienes consiguieron ganancias de peso superiores a 300 gramos en gamitana y paco (peso inicial de 12 g) aunque en ocho meses de cultivo. Por su lado, Calderón & Baltazar (2006) registraron pesos finales entre 119.43 y 352.53 g como mínimo y máximo, respectivamente, en un cultivo de gamitana (8 g) durante 180 días bajo seis diferentes densidades.

**Tabla 6.** Parámetros físicos y químicos (promedio  $\pm$  desviación estándar) registrados en el cultivo de juveniles de gamitana *C. macropomum* bajo tres densidades (10, 20 y 30 peces/m<sup>3</sup>) durante 90 días.

PARÁMETROS	VALOR
Temperatura (°C)	29.68 $\pm$ 0.90
Oxígeno disuelto (mg/l)	3.24 $\pm$ 0.80
pH (UpH)	5.84 $\pm$ 0.20
Transparencia (cm)	42.00 $\pm$ 3.65
Dióxido de carbono (mg/l)	4.86 $\pm$ 1.21
Alcalinidad (mg/l)	17.14 $\pm$ 1.07
Dureza (mg/l)	21.71 $\pm$ 1.80
Amonio (mg/l)	< 0.20
Nitrito (mg/l)	< 0.05

## ÍNDICES ZOOTÉCNICOS

Los ICAA obtenidos en el estudio están dentro del rango normal para el cultivo de gamitana y son evidentemente mejores que los reportados por otros autores como Roubach & Saint-Paul (1991), quienes alimentando a la misma especie con frutos y semillas de áreas de inundación obtuvieron ICAA mínimos de 1.8 y máximos de 8.9.

Por su lado, Padilla (2000) obtuvo ICAA de 2.7 y 2.9 al evaluar el contenido proteico-energético de dietas en alevinos de gamitana. En otro estudio, Padilla *et al.* (2000) obtuvieron ICAA de 3.1 a 3.6 al evaluar la sustitución de la harina de pescado por el ensilado biológico de pescado en raciones para juveniles de gamitana. Del mismo modo, los ICAA del presente estudio obtenidos superan a los obtenidos por Chagas & Val (2003), quienes obtuvieron entre 1.7 a 3.9 y a Chuquipiondo & Galdós (2005), quienes obtuvieron ICAA entre 2.1 a 2.2 al evaluar la influencia de la harina de plátano en el crecimiento de alevinos de gamitana, y finalmente a los de Calderón & Baltazar (2006), quienes obtuvieron ICAA entre 1.3 a 3.2 al evaluar el efecto de seis densidades de cultivo en alevinos de gamitana.

Otros autores reportan ICAA semejantes a los del presente estudio, tales como Gomes *et al.* (2003) quienes obtuvieron ICAA de 1.27 en alevinos de gamitana cultivada en jaulas flotantes; así también, Chu-Koo & Chen (2006), quienes registraron ICAA entre 1.8 a 1.9 al evaluar la inclusión tres dietas en el crecimiento, conversión alimenticia y parámetros hematológicos de juveniles de gamitana.

Los niveles de GPD del presente estudio son superiores a los reportados por Padilla *et al.* (1996) quienes obtuvieron entre 0.44 y 0.52 g/día y similares a los obtenidos por Saint-Paul (1984) quien alimentando gamitana con dos raciones conteniendo 27.5 y 42.1% de PB, registró GPD entre 0.8 y 0.9 g/día. Sin embargo son muchos los autores que reportan valores superiores a los del presente estudio. Por ejemplo, Padilla (2000) reportó valores entre 1.1 y 1.8 g/día. Padilla *et al.* (2000) registraron GPD entre 2.24 y 2.65 g/día. Del mismo modo, Chu-Koo & Alván (2006) reportan GPD de 2.35 y 2.78 g/día en el cultivo de gamitana y pacotana respectivamente. Finalmente, Chu-Koo & Chen (2006) reportan GPD entre 2.4 y 2.6 g/día.

Valores de TCE muy superiores a los del presente estudio fueron registrados por Gomes *et al.* (2003) los cuales variaron entre 5.62 y 9.25%. Del mismo modo, Roubach & Saint-Paul (1991) reportaron TCE que variaron entre 0.80 y 2.53%.

La tasa de sobrevivencia reportada en el presente estudio pone en evidencia el alto grado de

aclimatación de esta especie a nuevos ambientes de cultivo como las jaulas flotantes. Estos resultados son también corroborados por Chagas & Val (2003). Por el contrario, Moya & Bances (2001), Rebaza *et al.* (2002), Rodríguez *et al.* (2004) y Chuquipiondo & Galdós (2005) reportaron niveles más bajos de sobrevivencia.

## COMPOSICIÓN CORPORAL

Por naturaleza propia la composición nutricional del pescado es extremadamente variable. En el estado fresco contiene entre 70 a 85% de humedad, 15 a 24% de proteína, 0.1 a 22% de grasa y de 1 a 2% de material mineral (Ogawa & Koike, 1987).

Estos porcentajes varían de una especie a otra y también dentro de una misma especie (variación intraespecífica) dependiendo de la época del año, del tipo y cantidad de alimento disponible, de la calidad de la dieta consumida, del estadio de maduración sexual, de la edad, de las condiciones de cultivo y de la parte del cuerpo analizada (Lagler *et al.* 1977; Castagnolli, 1979; Machado, 1984; Junk, 1985). Asimismo, factores endógenos y/o exógenos pueden influenciar simultáneamente en la composición corporal de los peces (Reinitz & Hitzel, 1980; Shearer, 1994).

En el presente estudio, el aumento del contenido proteico en la composición corporal de los peces al final del estudio y en especial en los peces del T2 (20 peces/m<sup>3</sup>) indica que este tratamiento tuvo la densidad de cría más adecuada entre las tres densidades evaluadas, lo que a su vez concuerda con la observación reportada por Moya & Bances (2001) y Ayllón & Payahua (2003). El incremento significativo del tenor proteico final respecto al tenor inicial también se puede deber a que los peces como organismos acuáticos gastan menos energía en locomoción y sumado al hecho de tener el alimento a su disposición tres veces al día reducen notablemente su gasto energético para actividades como desplazamiento y búsqueda de alimento, incidiendo en el uso eficiente de las proteínas para la formación de tejidos.

A esto también se suma que probablemente los carbohidratos de la dieta fueron transformados y almacenados como grasas pues se hizo evidente el incremento de grasa (EE) en los peces al final del estudio en comparación a los niveles iniciales, pero sin llegar a presentar diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) lo cual concuerda con las experiencias realizadas por otros autores (Cantelmo & Souza, 1987; Eckman, 1987; Ximenes-Carneiro, 1991 y Padilla, 1996).

## HEMATOLOGÍA

El aumento de la densidad de cultivo es una opción promisoría en piscicultura, la cual combina el máximo

uso del agua de cultivo así como el aumento de la producción de peces, siempre teniendo en cuenta que es una fuente potencial de estrés (Barton & Iwama, 1991; Wedemeyer, 1997) especialmente el estrés crónico, situación en la cual los peces pierden la capacidad homeostática adaptativa (Urbinati & Carneiro, 2004). Además de ello, las respuestas fisiológicas según indicadores hematológicos, pueden también estar relacionadas a la deficiencia nutricional y metabólica del hierro, causando cuadros de anemia en los peces, lo cual es traducido como retraso en el crecimiento y disminución de la defensa inmunológica, haciéndolos susceptibles a diversas patologías (Roberts, 1981; Shephers & Bromage, 1988).

En el presente estudio los tratamientos experimentales influyeron en el nivel de glucosa sanguínea (Gluc) registrando diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), siendo los peces del T2 (109.42 mg/dl.) los que mostraron el mayor nivel de glucosa respecto a los demás tratamientos (T3: 97.35 mg/dl y T1: 90.75 mg/dl) y muy por encima del nivel de glucosa inicial (72.67 mg/dl.).

Otros autores también reportan incrementos en el nivel de glucosa respecto al nivel inicial o control en diferentes situaciones en gamitana y especies cercanas. Así tenemos a Tavares-Dias *et al.* (2002) que observaron un significativo incremento de glucosa producto de la exposición de *P. mesopotamicus* a concentraciones crecientes de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ), un químico usado como medicamento.

La glucosa presente en la sangre de gamitana es una biomolécula principalmente encargada de proporcionar energía; sin embargo cuando los niveles de glucosa son elevados (hiperglicemia), se puede considerar como un indicador importante en la producción de hormonas relacionadas al estrés en peces en cautiverio, tales como el cortisol y la adrenalina (Gustavenson *et al.* 1991).

En el presente estudio el alto nivel de glucosa reportado en el T2 no fue suficiente para alterar la fisiología de la gamitana, puesto que la mejor ganancia de peso, índice de conversión alimenticia aparente y tenor proteico fueron registradas en los peces de dicho tratamiento, concordando con valores obtenidos por Tavares-Dias *et al.* (2002) que obtuvieron valores de glucosa de 74.8, 96.5 y 107.8 mg/dl en ejemplares de pacú *P. mesopotamicus* tratados con el terapéutico sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ).

Otras experiencias realizadas con gamitana, demuestran que niveles de glucosa sanguínea superiores a 109.42 mg/dl (nivel máximo reportado en el presente estudio) no influyen en el normal crecimiento y estado fisiológico de los peces. Por

ejemplo, Roubach *et al.* (2002) reportaron niveles máximos de glucosa entre 110 mg/dl a 30 °C y 170 mg/dl a 32 °C; en un cultivo de 60 días de duración realizado a las temperaturas antes mencionadas, registrando ICAA y ganancias de pesos dentro de los rangos normales para el cultivo de gamitana.

Del mismo modo, Affonso *et al.* (2006) reportan niveles de glucosa entre 80 mg/dl y 150 mg/dl al cultivar gamitana durante 150 días bajo dos densidades de cultivo (1 y 3 peces/m<sup>3</sup>), registrando pesos finales de 400 g. Caso contrario sucedió con Castro-Pérez *et al.* (2002); Chagas *et al.* (2003); y Chagas *et al.* (2006), quienes en sus experiencias con gamitana registran niveles de glucosa entre 46.00 mg/dl y 74.2 mg/dl.

En cuanto a los parámetros hematológicos indicadores de anemia: hemoglobina (Hb), hematocrito (Ht); número de eritrocitos (RBC), volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular media (HCM) y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM), observamos que no fueron influenciados por los tratamientos experimentales, mostrando valores semejantes a los del valor inicial ( $P > 0.05$ ) y son muy semejantes a los obtenidos por autores como Chagas & Val (2003); Chagas *et al.* (2006). Sin embargo, los valores de Hb, Ht y RBC obtenidos son ligeramente superiores a los valores de referencia establecidos para esta especie en condiciones de cultivo intensivo en jaulas flotantes (Bastardo & Ravelo, 2004).

Otros autores como Chagas *et al.* (2003); Silva *et al.* (2004); Chu-Koo & Chen (2006); Affonso *et al.* (2006), obtuvieron resultados de Ht, Hb VCM, HCM y CHCM evidentemente superiores a los del presente estudio. Caso contrario ocurrió con Seibert *et al.* (2001); Castro-Pérez *et al.* (2002); Vásquez *et al.* (2005), quienes reportaron valores de Hb por debajo del rango de referencia antes mencionado.

El número de leucocitos en la sangre de los peces, indicadores de defensa inmunológica, no presentó diferencia alguna entre tratamientos, mostrando valores semejantes a los niveles iniciales ( $P > 0.05$ ). La cantidad de leucocitos sin embargo es evidentemente inferior a los reportados por Tavares-Dias *et al.* (2002) en gamitana (4600 cel/mm<sup>3</sup>) y De Andrade *et al.* (2006) en matrinxã *Brycon amazonicus* (4200 cel/mm<sup>3</sup>).

## CALIDAD DE AGUA

Los parámetros de temperatura, pH y concentración de oxígeno durante los 90 días de cultivo permanecieron dentro de los rangos normales para el cultivo de gamitana ( $29.68 \pm 0.90$  °C;  $5.84 \pm 0.20$  UpH y  $3.24 \pm 0.80$  mg/l de O<sub>2</sub> disuelto respectivamente) lo cual es corroborado por Guerra *et*

al. (1996); Padilla (2000) y Rodríguez *et al.* (2004), quienes reportaron resultados similares.

La acidez del agua registrada se debe a que un manantial natural (aguajal) fue la fuente principal del suministro de agua al estanque donde se colocaron las jaulas. La transparencia del agua varió entre  $42 \pm 3.65$  cm, valor que está dentro del rango normal de transparencia para aguas originarias de la floresta amazónica (aguas negras) según Araújo-Lima & Goulding (1998) y Alcántara *et al.* (2002) quienes mencionan que los estanques de piscicultura que presentan una transparencia entre 30 y 60 cm son los más productivos.

En cuanto al  $\text{CO}_2$ , este parámetro fluctuó entre  $4.86 \pm 1.21$  mg/l no teniendo aparentemente ningún efecto negativo sobre los peces al estar dentro de los valores permisibles según Guerra *et al.* (1996). La alcalinidad y dureza variaron durante el cultivo entre  $17.14 \pm 1.07$  mg/l y  $21.71 \pm 1.80$  mg/l respectivamente; estos valores están sujetos a la concentración de iones carbonato y bicarbonato para la alcalinidad y de cationes divalentes especialmente del calcio y magnesio para la dureza y están dentro de los rangos normales según Guerra *et al.* (1996).

Por su lado, los compuestos nitrogenados, producto de la descomposición de material orgánico anduvo por el orden de 0.20 mg/l y 0.05 mg/l (de amonio y nitritos, respectivamente) estando dentro de los límites permisibles según Alcántara *et al.* (2002)

## 5. CONCLUSIONES

A los noventa días de cultivo experimental, los peces ganaron en promedio alrededor de 76.37 g. de peso corporal y el desempeño durante el cultivo fue homogéneo.

No se registró mortalidad y los ICAA obtenidos se encuentran dentro de los rangos reportados para el cultivo intensivo de gamitana en jaulas flotantes.

Al final del experimento se observó un incremento del contenido de proteína bruta en la composición corporal de la gamitana.

Los parámetros hematológicos evaluados a excepción del nivel de glucosa sanguínea no fueron influenciados por las densidades de cultivo.

Los parámetros de calidad de agua, permanecieron dentro del rango normal para el cultivo de peces amazónicos.

De las tres densidades evaluadas se observó un desempeño ligeramente más apropiado en los peces del T2 (20 peces/m<sup>3</sup>) los cuales presentaron mejores índices de conversión alimenticia y un contenido corporal de proteína mayor respecto a los peces de los otros tratamientos.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Ecosistemas Acuáticos (PEA) del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana por el financiamiento completo del estudio y la subvención de tesis otorgada para el primer autor del trabajo. Al responsable del Laboratorio de Análisis Clínico de la Clínica Adventista Ana Stahl por la capacitación brindada al primer autor en el área de Hematología y Bioquímica. Al Blgo. M.Sc. Carlos Chávez Veintemilla y al staff técnico del PEA que colaboraron en la realización del presente estudio.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU J, URBINATI E. Physiological responses of matrinxã (*Brycon amazonicus*) fed different levels of vitamin C and submitted to air exposure. *Acta Amazónica*, 2006; 36(4):519-524.
- ALCÁNTARA, F, CHÁVEZ C, RODRÍGUEZ L, KOHLER C, KOHLER S, CAMARGO W, COLACEM, TELLOS. Gamitana *Colossoma macropomum* and Paco Piaractus *brachypomus* culture in floating cages in Peruvian Amazon. *World Aquaculture Society Magazine*, 2004; 34(4): 22-24.
- ALCÁNTARA F, KOHLER C, KOHLER, S, CAMARGO W. Cartilla de Acuicultura en la Amazonía Peruana. IIA P/PD/A CRSP/SIUC/FIAC. 47 pp. 2002.
- AFFONSO E, DE OLIVEIRA S, PAULA A, BAPTISTA R, WAICHMAN A, FIM J, ONO E. Caracterização fisiológica de tambaqui, *Colossoma macropomum* (Characidae) em duas densidades de estocagem. IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. 2006. [Consultado el 20 de noviembre del 2007] 8 pp. Disponible en: [www.civa2006.org](http://www.civa2006.org)
- A.O.A.C. Official Methods of Analysis. International 16th Edition. 4th Revision. 1236 pp. 1998.
- ARAÚJO-LIMA C, GOULDING M. Os frutos do tambaqui. *Ecologia conservação e cultivo na amazônia*. SCM/MCT-CNPq. Brasil. 186 pp. 1998.
- ARBELÁEZ-ROJAS G, MACHADO, INDRUSIAK J. Composição corporal de tambaqui *Colossoma macropomum* y matrinxã *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em Igarapé e semi-intensivo, em viveiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2002; 38(3):1059-1069.
- AYDIN S, GUTELPEAND N, YILDIZ H. Natural and experimental infections of pathology and chemotherapy. *Fish Pathology*, 2002; 35(3):117-123.
- BANZATO DA, KRONKA S. Experimentação

- Agrícola. Departamento de Ciências Exatas. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. UNESP. Jaboticabal. SP. 247 pp. 1989.
- BARTON B, IWAMA G. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Annual Review of Fish Diseases*, 1991; 1(1):3-26.
- BASTARDO A, RAVELO C. Control de la anemia en el híbrido *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* cultivados mediante el suministro de hígado y harina de sangre de ganado vacuno. III Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. 2004. [Consultado el 25 de octubre del 2007] 4 pp. Disponible en: [www.civa2004.org](http://www.civa2004.org)
- BEVERIDGE MCM. Cage aquaculture. Fishing News Books. Oxford. 346 pp. 1996.
- BRACK EA. Paradigmas en desarrollo sostenible: Ciencia y tecnología en la Amazonía. CONCYTEC. Lima – Perú. 2002.
- BUSH BM. Manual del Laboratorio Veterinario de Análisis Clínicos. Editorial ACRIBIA Zaragoza - España. 680 pp. 1982.
- CALDERÓN C, BALTAZAR P. Cultivo de gamitana (*Colossoma macropomum*) em jaulas flotantes con diferentes densidades. Resúmenes de Exposiciones. 2do Congreso Nacional de Acuicultura. 2006. UNALM-Lima. 7 pp.
- CANTELMO A, SOUZA JA. Influencia da alimentação em diferentes níveis protéicos para o desenvolvimento inicial do pacu *Colossoma mitrei*. In: Síntese de trabalhos realizados com espécies do gênero *Colossoma*. Projeto Aqüicultura. CPTA. Pirassununga. 1987.
- CARNEIRO P, URBINATI E. Salt as a stress response mitigator of matrinxã *Brycon cephalus* (Günther), during transport. *Aquaculture Research*, 2001; 32(1):297-304.
- CASTAGNOLLI N. Fundamentos de nutrição de Peixes. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP. Campus de Jaboticabal. SP. 189 p. 1979.
- CASTAGNOLLI N. Fatores que influenciam a absorção de energia nos peixes. In: Fundamentos de Nutrição de Peixes. São Paulo: Livroceres. 108pp. 1979.
- CASTRO-PÉREZ C, SAMPAIO-SOUZA A, DA SILVA R, MOURA L, VAL A. Effects ultraviolet radiation exposure on the swimming performance and hematological parameters of tambaqui *Colossoma macropomum*. *Proceedings of Sixth International Congress on the Biology of Fish. Fish Culture Performance in the Tropics*. Manaus, Brazil. 2002; p.133-137.
- CHAGAS E; DE GOMES L, MARTINS H, LAURENÇO J, ARAÚJO L, DA SILVA, A. Chagas E; De Gomes L, Martins H, Laurenço J, Araújo L, Da Silva, A.
- CHAGAS E, LOURENÇO J, DE GOMES L, VALA. Desempenho e estado de saúde de tambaquis cultivados em tanques-rede sob diferentes densidades de estocagem. In: Ubinati E, Cyrino J. Editores. XII Simpósio Brasileiro de Aqüicultura. Aquabio, Jaboticabal, SP. 2003; p. 83-93.
- CHAGASE, VALA. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. EMBRAPA Amazônia Ocidental – INPA. Brasil. *Pesq. Agropec. Brás.*, 2003; 38(3):397-402.
- CHAGAS E, DE ARAÚJO L, DA SILVA A, GOMES L, BRANDÃO F. Respostas fisiológicas de tambaqui a banhos terapêuticos com mebendazol. *Pesq. agropec. Bras.*, 2006; 41(4):713-716.
- CHU-KOO F, CHEN R. Parâmetros hematológicos de gamitana (*Colossoma macropomum*) alimentada com dietas a base de harinas de yuca, plátano y pijuayo. Resúmenes de Exposiciones. 2do Congreso Nacional de Acuicultura. UNALM-Lima, Perú. 2006. p. 12-13.
- CHU-KOO F, ALVÁN J. Resultados preliminares del uso del alimento extrusado en la alimentación de la gamitana *Colossoma macropomum* y el híbrido pacotana (*C. macropomum* x *Piaractus brachypomus*) en Loreto. Resúmenes de Exposiciones. 2do Congreso Nacional de Acuicultura. UNALM-Lima. 2006. p. 6-7.
- CHUQUIPIONDO JML, GALDÓS RAP. Influencia de la harina de plátano, *Musa paradisiaca* L. en el crecimiento de alevinos de gamitana *Colossoma macropomum* (Cuvier 1818). Tesis para optar el Título de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 2005. 78 pp.
- DE ANDRADE J, BRASIL E, ONO E, MATSUMURA T, DE MENEZES G, FERNANDES E, DE OLIVEIRA S, TAVARES-DÍAS M, AFFONSO E. Influencia de dieta suplementada com vitamina C nas respostas fisiológicas do matrinxã (*Brycon amazonicus*) após infecção por *Aeromonas hydrophila*. IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. 2006. [Consultado el 17 de octubre del 2007] 7 pp. Disponible en: [www.civa2006.org](http://www.civa2006.org)
- ECKMAN R. Growth and body composition of juvenile *Colossoma macropomum* CUVIER 1818 (Characidae) feeding artificial diets. *Aquaculture*, 1987; 64:293-303.

- GOMES L, BRANDÃO F, CHAGAS E, FERREIRA M, LOURENÇO N. Efeito do volume do tanque-rede na produtividade de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante a recria. Acta Amazônica, 2004; 34(1):111-113.
- GUERRA H, ALCÁNTARA F, CAMPOS L. Piscicultura amazônica con especies nativas. Tratado de Cooperación Amazônica – TCA. Secretaría Pro Tempore. 169 pp. 1996.
- GUSTAVENSON A, WIDORSKI R, WEDEMEYER G. Physiological-response of largemouth bass to angling stress. Trans. American Fisheries Society, 1991; 120(5):29-36.
- HRUBEC T, CARDINALE J, SMITH S. Hematology and plasma chemistry reference intervals for cultured tilapia (*Oreochromis hybrid*). Veterinary Clinical Pathology, 2000; 29(1):7-12.
- JUNK JW. Temporary fat storage, an adaptation of some fish species to the water level fluctuations and related environmental changes of the Amazon river. Amazoniana, 1985; 9(3):315-351.
- LAGLER K, BARDACH J, MILLER E. Ictiología. México: John Wiley & Sons. 489 pp. 1977.
- MACHADO ZL. Tecnologia de recursos pesqueiros: parâmetros, processos, produtos. Recife: Superintendência de Desenvolvimento da Região Nordeste - Divisão de Recursos Pesqueiros. 277pp. 1984.
- MARTINS M, ONAKA E, TAVARES-DÍAS M, BOZZO F, MALHEIROS E. Características hematológicas do híbrido tambacu, 6 e 24 horas após a injeção de substancias irritantes na bexiga natatoria. Revista de Ictiología, 2001; 9(1-2):25-31.
- MARTINS M, MORAES F, FUJIMOTO R, NOMURAD, FENERICK J. Respostas do híbrido tambacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 macho x *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 fêmea) a estímulos simples ou consecutivos de captura. Bol. Inst. Pesca, São Paulo, 2002; 28(2):195-204.
- MELO L, IZEL A, RODRIGUES F. Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/barragens no Estado do Amazonas. EMBRAPA. Documento 18. 30 pp. 2001.
- MOYA LC, BANCES KC. Sustitución de la harina de maíz (*Zea mays*) por la harina de almendro de umarí (*Poraqueiba sericea*) en raciones para alevines de gamitana *Colossoma macropomum* Pisces, Serrasalmidae. Tesis para optar el Título de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 70 pp. 2001.
- OGAWA M, KOIKE J. Manual de pesca. Fortaleza: Associação dos engenheiros de pesca do estado do Ceará. 800 pp. 1987.
- PADILLA P, PEREIRA-FILHO M, MORI L. Influencia del ensilado biológico de pescado y pescado cocido en el crecimiento y la composición corporal de alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum*. Folia Amazônica, 1996; 8(2):91-103.
- PADILLA P, ALCÁNTARA F, GARCÍA J. Sustitución de la harina de pescado por ensilado biológico de pescado en raciones para juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*). Folia Amazônica, 2000; 10 (1-2):225 – 240.
- PADILLA P. Efecto del contenido proteico y energético de dietas en el crecimiento de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*). Folia Amazônica, 2000; 10 (1-2):81-90.
- PÉREZ M, DOMITROVIC H. Evaluación de dos parámetros indicadores de estrés en Pacú (*Piaractus mesopotamicus*). Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2004, Universidad Nacional del Nordeste. Argentina. 3 pp.
- REBAZA C, VILLAFANA E, REBAZA M, DEZA S. Influencia de tres densidades de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachyomus*. “paco” en segunda fase de alevinaje en estanques seminaturales. Folia Amazônica, 2002; 13 (1-2):122–134.
- REINITZ G, HITZEL F. Formulation of practical diets for rainbow trout base don desired performance and body composition. Aquaculture, 1980; 19(1):243-252.
- ROBERTS R. Patología de los peces. Madrid: Ediciones Mundiprensa. 210 pp. 1981.
- RODRIGUES F, CARVALHO L, CAMPOS E, DANTAS L. Densidade de estocagem de juvenil de tambaqui durante a recria em tanques-rede. Pesq. Agropec. Bras., Brasilia. 2004; 39(4):357–362.
- ROUBACH R, DE OLIVEIRA A, DE OLIVEIRA N, CHAGASE. Aquaculture of tambaqui and its vitamin C requirements. Proceedings of Sixth International Congress on the Biology of Fish. Fish Culture Performance in the Tropics. Manaus, Brazil. 2002; 5 pp.
- ROUBACH R, SAINT-PAUL U. Use of fruits and seeds from Amazonian inundated forests in feeding trials with *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Pisces, Characidae). Journal of Applied Ichthyology, 1994; 10(1):134-140.
- SAINT-PAUL U. Ecological and physiological investigations on *Colossoma macropomum*, a new

- specie for fish culture in Amazonas. Mems. Assoc. Latinoamerica. Acuicult, 1984; 5(3):501-518.
- SAINT-PAUL U. Potential for aquaculture of South American fresh water fishes: a review. Aquaculture, 1986; 54(1):205-240.
- SEIBERT C, GUERRA-SHINOARA E, DE CARVALHO E, MARQUESE. Red blood cell parameters and osmotic fragility curve of *Colossoma macropomum* (Pisces, Osteichthyes, Myleinae) in captivity. Acta Scientiarum, 2001; 23(2):515-520.
- SHEARER KD. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. Aquaculture, 1994; 119(1):63-88.
- SHEPHERS J, BROMAGE N. Intensive Fish Farming. Madrid: Professional Books. 126 pp. 1988.
- SILVA E, ONO E, AFFONSO E. Caracterização hematológica do tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), criado em sistema intensivo em viveiros escavados com e sem renovação de água. XIV Jornada de iniciação científica do PIBIC/CNPq/FAPEAM/INPA. 2004. 2 pp.
- SILVA E, MENEZES G, DE CARVALHO C, NUNES E, ITUASSÚ D, MARCON J, FIM J, AFFONSO E. 2005. Blood parameters assessment of matrinxã (*Brycon cephalus*) fed on vitamin supplemented diet. 10pp. Pesq. Agropec. Bras., 2005; 41(1):320-330.
- TAVARES-DÍAS M, LATERÇA M, CANELLO S, MAKOTO E, FLORES C, ENGRÁCIA J, RUAS F. Alterações hematológicas e histopatológicas em pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887. (Osteichthyes, Characidae), tratado com sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>). Acta Scientiarum, 2002; 24(2):547-554.
- TAVARES-DÍAS M, MATAQUEIRO M. Características hematológicas, bioquímicas e biométricas de *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae) oriundos de cultivo intensivo. Acta Scientiarum, 2004; 26(2):157-162.
- URBINATI E, CARNEIRO P. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. Em: Cyrino J, Urbinati E, Fracalossi D, Castagnolli N. editores. Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: TecArt. 2004.
- VAL A, SILVA M, ALMEIDA-VAL V. Hypoxia adaptation in fish of the Amazon: a never-ending task. South African Journal of Zoology, 1998; 33(1):107-114.
- VÁSQUEZ R, BASTARDO A, MUNDARAIN I. Ensayo de toxicidad aguda CL<sub>50</sub> - 96 h con acetato de cadmio y parámetros hematológicos en el híbrido cultivado *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*. Zootecnia Tropical, 2005; 23(3):247-257.
- WEDEMEYER G, BARTON B, MCLEAY D. Stress and acclimation. In: Schreck CB, Moyle PB. Editors. Methods for fish biology. American Fisheries Society, Bethesda, 1990; p. 451-490.
- WEDEMEYER G. Effects of rearing conditions on the health and physiological quality of fish in intensive culture. In: Iwama G, Pickering A, Sumpter J, Schreck C. editors. Fish stress and health in aquaculture. Cambridge: University Press. 1997.
- XIMENES-CARNEIRO AR. Elaboração e uso de ensilado biológico de pescado na alimentação de alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade de Amazonas. Manaus, Brasil. 81 pp. 1991.



## UTILIZACIÓN DE LA PROTEÍNA DIETARIA POR ALEVINOS DE “GAMITANA” *Colossoma macropomum* CUVIER 1818, ALIMENTADOS CON DIETAS ISOCALÓRICAS

Felix Walter Gutierrez<sup>1</sup>, Máximo Quispe<sup>1</sup>, Luz Valenzuela<sup>1</sup>, Guadalupe Contreras<sup>1</sup>, Javier Zaldívar<sup>1</sup>

### RESUMEN

Un experimento fue conducido para evaluar los efectos de cinco niveles de proteína (25%, 27%, 29%, 31% y 33%) sobre el comportamiento productivo de alevinos de “gamitana” *Colossoma macropomum* alimentados con dietas isocalóricas (2.7 kcal de ED/g). Los parámetros medidos fueron ganancia de peso (GP), conversión alimenticia (CA), proteína retenida (PR), razón de eficiencia proteica (REP) y energía retenida (ER). En la preparación de las dietas experimentales se utilizaron como fuentes de proteína harina de anchoveta y harina de torta de soya y como fuentes de energía maíz amarillo duro, subproducto de trigo y aceite de pescado. Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos para los parámetros GP, PR, REP y ER. No se encontraron diferencias significativas para la CA. Los mejores rendimientos fueron obtenidos cuando “gamitanas” fueron alimentadas con niveles dietarios de 25%, 27% y 33% de proteína cruda. También se encontró que a medida que se elevó el nivel de proteína de la dieta, la REP decreció significativamente. Tomando en cuenta el costo de la proteína en la dieta, se concluye que la alimentación de la “gamitana” con niveles dietarios de 25% ó 27% de proteína cruda y 2.7 kcal de ED/g, garantizarán su exitoso crecimiento.

**PALABRAS CLAVE:** Utilización de la proteína, proteína dietaria, *Colossoma*, energía digestible.

## DIETARY PROTEIN UTILIZATION BY FINGERLING OF “GAMITANA” *Colossoma macropomum* CUVIER 1818, FED WITH ISOCALORIC DIETS

### ABSTRACT

An experiment was conducted to examine effects of five levels of dietary protein (25%, 27%, 29%, 31% y 33%) on performance by the “gamitana” *Colossoma macropomum*. The parameters measured were weight gain (WG), food conversion (FC), retained protein (RP), protein efficiency ratio (PER), and retained energy (RE). To prepare the experimental diets were used as protein sources anchovy meal and soybean meal, and as energy sources yellow corn, wheat bran and oil fish. Were found significant differences ( $P < 0.05$ ) between diets to the parameters WG, RP, PER, and RE. Were no found significant differences to FC. The best performances were obtained when “gamitanas” were fed with 25%, 27% and 33% of crude protein. Also was found a negative relationship between the PER and the dietary protein level. Taking in account the protein costs on the diet, it was concluded that feeding “gamitana” with dietaries levels of 25% or 27% of crude protein and 2.7 kcal de ED/g, will guarantee its successful growing.

**KEYWORDS:** Protein utilization, dietary protein, *Colossoma*, digestible energy.

1 Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos

## 1. INTRODUCCIÓN

Como toda especie cultivable, la "gamitana" necesita una dieta que cubra sus requerimientos nutricionales, especialmente de proteína y energía. La proteína es uno de los más importantes nutrientes que afectan el rendimiento piscícola, pero a su vez es uno de los componentes más costosos en la dieta. Al mismo tiempo, el nivel de energía en la dieta también es crítico debido a que altos niveles de energía en la dieta pueden reducir el consumo de alimento y por lo tanto la ingesta de nutrientes necesarios para obtener un excelente rendimiento. Por otro lado, bajos niveles de energía en la dieta pueden causar que la proteína deba ser usada como fuente de energía para satisfacer los requerimientos energéticos para metabolismo basal de los peces, en lugar de ser usada para el crecimiento. Por lo tanto, la proteína dietaria y los niveles de energía deben estar en balance para optimizar la producción piscícola. En este sentido se planteó este experimento, con el fin de evaluar la capacidad de utilización de cinco diferentes niveles dietarios de proteína cruda, tomando en cuenta el nivel energético de 2.7 kcal de ED/g encontrado por Gutierrez *et al.* (1996a) como el más adecuado para un mejor rendimiento de "gamitana".

En ambientes controlados, los trabajos sobre la utilización de la proteína dietaria en "gamitana" son escasos y con resultados muy variados (Castagnoli & Zuim, 1985), sin embargo existe considerable literatura sobre este aspecto en otros peces. Estudios con salmónidos, bagres y carpas han demostrado que los requerimientos de proteína son afectados por la cantidad y calidad de la energía dietaria (Pike & Brown, 1967; Tiemeier *et al.* 1965; Phillips *et al.* 1966; Hastings, 1966 y Page & Andrews, 1973). No se encontraron diferencias significativas en ganancia de peso cuando la "gamitana" fue alimentada con dietas isocalóricas (2.7 kcal de ED/g) y concentraciones de proteína de 30%, 35% y 40% respectivamente (Merola & Cantelmo, 1987). Macedo (1979) y Carneiro (1981) encontraron que el contenido óptimo de proteína de una dieta para "gamitana" fue de alrededor del 23%. En experimentos utilizando varias dietas con 30 % de proteína, se encontró que la mejor tasa de crecimiento en "gamitana" se alcanzó cuando la proporción de proteína vegetal fue más grande (Werder & Saint-Paul, 1978). Se han alcanzado resultados satisfactorios en Brasil con alimento comercial para pollos conteniendo 15% y 17% de proteína y con torta de palma hecha a partir de *Orbignya martiana* (Lowshin, 1980; Da Silva *et al.* 1984a). También en Brasil, se ha demostrado que la "gamitana" crece muy bien con alimento para cerdos y carpas (CEPTA, 1987). Además se encontró que el "pacu" *Colossoma mitrei*, creció adecuadamente con niveles de 25% de

proteína y 2,600 kcal de energía digestible/kg, cuando se utilizaron diferentes proporciones de proteína de origen animal y vegetal (CEPTA, 1987). Saint-Paul (1986) comparó dos niveles de proteína (27.5% y 42.1% de la dieta), encontrando mejor rendimiento con la dieta de más alto contenido proteico (0.9 g/día y una conversión alimenticia de 1.7). Eckman (1987), usando harina de sangre como fuente complementaria de proteína para dietas isocalóricas (2.9 kcal de ED/g) con 25% y 37% de proteína alcanzó Tasas Específicas de Crecimiento (TEC) entre 0.80% y 2.1%/día. Darmont & Salaya (1984) utilizando dietas con 50% de proteína obtuvieron una TEC de 1.28/día. Tomando en cuenta la preferencia de la "gamitana" por el arroz silvestre *Oryza perennis* (Gramínea) en su ambiente natural, fueron diseñados experimentos para evaluar el efecto del polvillo de arroz con 9.1% de proteína cruda, utilizado como alimento. En 43 días los peces crecieron desde 97.4 g a 117.6 g (0.47 g/día). La conversión alimenticia fue de 3.9. Con la dieta control (42.1% de proteína), los peces crecieron desde 91.5 g a 147.9 g (1.3 g/día), con una conversión alimenticia de 1.5 (Saint-Paul, 1984a).

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

El experimento se desarrolló en el ex Laboratorio Húmedo de Huachipa bajo el Convenio entre el Instituto del Mar del Perú y la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y el soporte económico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). El experimento fue realizado durante la estación de primavera. Se emplearon quince acuarios de vidrio de cincuenta litros de capacidad cada uno. Se utilizó una densidad de carga de 3 peces/acuario, con pesos promedios de  $6.73 \pm 0.86$  g. Siete días antes del inicio del experimento los peces fueron acostumbrados al alimento seco y peletizado a través de la ingestión de una dieta alta en proteína y fortificada con vitaminas y minerales. A manera de profilaxis, al inicio del experimento, los peces fueron tratados con una solución de verde de malaquita y oxitetraciclina a fin de evitar la presencia del hongo *Ichthyophthirius* y bacterias patógenas. Asimismo, después de cada muestreo se empleó una solución de violeta de genciana o azul de metileno diluido en el agua para evitar ataques bacterianos ó fúngicos. Los quince acuarios fueron alimentados con agua de la napa freática almacenada en un tanque elevado de 20 metros cúbicos de capacidad. La dureza del agua fue mantenida a una concentración de  $21.90 \pm 0.21$  mg/l, que es el nivel óptimo para "gamitana". Los acuarios se equiparon con calentadores y aireadores por lo que factores como la temperatura del agua y el oxígeno disuelto fueron muy estables. La temperatura alcanzó

un valor de  $27.40 \pm 0.21^{\circ}\text{C}$ , el oxígeno disuelto fue de  $4.94 \pm 0.10 \text{ mg/l}$  y el pH de  $8.42 \pm 0.04$  durante todo el experimento. La limpieza diaria de los desechos orgánicos del fondo de los acuarios y el recambio diario del agua ayudaron a mantener las condiciones ambientales adecuadas para la realización del experimento. Las dietas experimentales fueron isocalóricas (2.7 kcal de ED/g) y fueron formuladas por programación lineal (Programa LP88) para representar cinco niveles de proteína (25%, 27%, 29%, 31% y 33%). En la preparación de las dietas se utilizaron los insumos alimenticios harina de anchoveta, harina de torta de soya, maíz amarillo duro, subproducto de trigo, aceite hidrogenado de pescado y los aditivos premezcla de vitaminas y minerales, BHT y ácido propiónico. La energía digestible de las dietas fue calculada a partir de los valores calóricos de 3.5 kcal/g, 8.1 kcal/g y 2.5 kcal/g para proteínas, lípidos y carbohidratos respectivamente (Wilson, 1977). Para el cálculo de las concentraciones de lisina, metionina y metionina + cistina en las dietas experimentales se tomó en cuenta la información proporcionada por el NRC (1983) para los insumos utilizados. Se procuró que los niveles mínimos de lisina, metionina y metionina + cistina de las dietas experimentales fueran similares al contenido de éstos aminoácidos en la carcasa de “gamitana”, determinados a través del aminoograma correspondiente (AOAC, 1994), debido a que se ha encontrado una estrecha relación entre el patrón de requerimientos de aminoácidos esenciales de los peces y el patrón de aminoácidos esenciales de la proteína corporal (Nose, 1979; Mambrini & Kaushik, 1995). El análisis químico proximal (AOAC,

1990), se realizó para determinar los contenidos de humedad, proteína, lípidos, fibra, ceniza y extracto libre de nitrógeno (ELN) en los insumos alimenticios utilizados y en las dietas experimentales. La composición porcentual y el contenido de nutrientes de las dietas experimentales se observan en la Tabla 1. El análisis proximal y la composición de la premezcla de vitaminas y minerales empleadas en las dietas experimentales se observan en el Tabla 2. La composición química de la carcasa (análisis de proteínas, lípidos, cenizas y humedad expresadas en base húmeda) se determinó al inicio y al final del experimento sobre la base de una muestra total de 6 peces por tratamiento (AOAC, 1990). Los datos se utilizaron para calcular la energía retenida y la proteína retenida. El comportamiento productivo de la “gamitana” se evaluó a través de la ganancia de peso (Hopkins, 1992), conversión alimenticia, proteína retenida, energía retenida (Reinitz & Hitzel, 1980) y la razón de eficiencia proteica (Hepher, 1993). El alimento fue ofrecido ad-libitum, dos veces al día (8:00 y 16:00 horas). La duración del experimento fue de 83 días. Para los cálculos estadísticos del experimento fue utilizado el paquete estadístico Statgraphics, versión 5.1 (1991). Se empleó un diseño estadístico completamente al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. Los valores obtenidos fueron sometidos al Análisis de Variancia. Cuando se encontraron diferencias significativas se utilizó la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para identificar diferencias entre medias de tratamientos. El nivel mínimo de significancia aceptado fue de  $P < 0.05$ .

**Tabla 1.** Composición porcentual de las dietas experimentales.

INSUMOS ALIMENTICIOS	DIETAS EXPERIMENTALES				
	Niveles de Proteína (%)				
	25	27	29	31	33
Maíz	34.80	30.00	30.19	30.00	30.00
Sub. Trigo	19.73	24.63	17.24	10.52	3.36
H. Pescado	17.85	20.57	20.32	20.10	19.82
T. Soya	15.82	15.75	23.00	30.07	37.35
Aceite de Pescado	7.74	5.53	5.73	5.80	5.95
Fosfato Dicálcico	0.54	0.01	0.01	----	0.01
Premezcla					
Vitaminas y Minerales(1)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Bentonita	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
BHT	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015

(1) Vitaminas (como mg/kg de dieta): A, 5500 UI; D3, 1000UI; E, 50 UI; K, 10, Colina, 550; Niacin, 100; riboflavina, 20; Piridoxina, 20; Tiamina, 20; D-Pantetonato de Calcio, 50; Biotina, 0.10; Folacina, 5; B12, 20; Acido Ascórbico, 200; Inositol, 100.  
Minerales (como mg/kg de dieta): Manganeso, 115; Yodo, 2.80; Cobre, 4.30; Zinc, 88; Hierro, 44; Cobalto, 0.05; Calcio 90%; Fósforo Disponible, 0.45%.

**Tabla 2.** Análisis proximal de las dietas experimentales (en base seca). Los valores son promedios de muestras duplicadas por cada dieta.

PARÁMETRO	DIETAS EXPERIMENTALES Niveles de Proteína (%)				
	25	27	29	31	33
Humedad	11.27	11.68	10.94	10.92	11.00
Proteína	26.62	27.49	29.67	32.00	34.04
Lípidos	10.40	9.33	8.83	8.33	8.67
Fibra	4.20	4.47	4.17	4.00	3.10
Ceniza	8.00	8.10	8.20	9.10	8.15
ELN	39.51	38.83	38.18	35.65	35.04

ELN: Extracto Libre de Nitrógeno.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento productivo de la "gamitana" alimentada con diferentes dietas isocalóricas que variaron en los niveles de proteína se observan en el Tabla 3. Después de 83 días de alimentación, se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre dietas, en términos de ganancia de peso (GP). Conversión alimenticia (CA), proteína retenida (PR), relación de eficiencia proteica (REP) y energía retenida (ER). Las ganancias de peso de los peces alimentados con 25%, 27% y 33% de proteína fueron significativamente más altas que aquellos peces alimentados con 29% y 31% de proteína ( $P < 0.05$ ). Cuando se analizó la conversión alimenticia, no se encontraron diferencias significativas entre dietas. Con respecto a la proteína retenida, los peces alimentados con la dieta de 27% de proteína tuvieron

una retención de proteína significativamente más alta ( $P < 0.05$ ) que los peces alimentados con las dietas de 25%, 29%, 31% y 33% de proteína respectivamente. La más alta relación de eficiencia proteica fue encontrada cuando los peces fueron alimentados con la dieta de 25% proteína. La REP fue estadísticamente diferente ( $P < 0.05$ ) cuando se comparó con las dietas de 29%, 31% y 33% de proteína. También se encontró que a medida que el nivel de proteína en las dietas se incrementa, la REP decrece. La energía retenida en los peces que fueron alimentados con las dietas de 27% y 33% de proteína fue significativamente más alta que de aquellos peces alimentados con las dietas de 25%, 29% y 31% de proteína ( $P < 0.05$ ).

Los niveles dietarios de proteína cruda que han resultado en una máxima ganancia de peso fueron 25%, 27% y 33%. En similares condiciones, Eckman

**Tabla 3.** Ganancia de peso (GP), conversión alimenticia (CA), proteína retenida (PR), relación de eficiencia proteica (REP) y energía retenida (ER) de alevinos de "gamitana" alimentados con cinco dietas isocalóricas (2.7 kcal de ED/G)

PARAMETROS	NIVELES DE PROTEÍNA (%)				
	25	27	29	31	33
GP	59.88±2.57a	57.54±0.66a	43.18±0.38b	44.04±1.11b	56.84±6.09a
CA	1.07±0.05a	1.07±0.04a	1.07±0.04a	1.04±0.07a	1.04±0.02a
PR	66.82±6.74c	77.13±1.49a	66.28±2.60c	56.29±3.71b	67.04±1.14c
REP	4.19±0.30a	3.88±0.17a	3.69±0.14ab	3.37±0.22c	3.04±0.03c
ER	56.79±4.10b	68.73±1.20a	61.07±1.80b	56.50±3.74b	67.08±3.39a

GP: Peso Final – peso Inicial

CA: Gramos de alimento consumido por unidad experimental/gramos de ganancia en peso húmedo por unidad experimental

PR:  $(\text{Proteína corporal final} - \text{proteína corporal inicial} / \text{total de proteína consumida}) \times 100$

REP: Gramos de ganancia en peso húmedo por unidad experimental/proteína consumida por unidad experimental

ER:  $(\text{Energía corporal final} - \text{energía corporal inicial} / \text{total de energía dietaria consumida}) \times 100$

Los valores mostrados son promedios de grupos triplicados de peces. Los valores promedios seguidos por iguales letras no son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) por la Prueba de Duncan.

(1987) encontró una mejor respuesta en el crecimiento de “gamitana” utilizando dietas isocalóricas (2.85 kcal de ED/g) y con una alta proporción de proteína animal. Por otro lado Werder & Saint Paul (1978), alimentando a la “gamitana” con tres dietas isocalóricas (2.8 kcal de Ed/g) que contenían proporciones de 0%, 25% y 95% de proteína animal respectivamente, encontró que la dieta con la más alta proporción animal no tuvo buen rendimiento (conversión alimenticia de 13.6), sin embargo la dieta con 25% de proteína animal expresó una mejor respuesta en términos de crecimiento. Carneiro *et al.* (1984b) encontró la mejor tasa de crecimiento cuando alimentó *Colossoma mitrei* con una dieta de 23% de proteína cruda y 3200 kcal/kg de alimento. Gutierrez *et al.* (1996a) obtuvieron mejores ganancias de peso en “gamitana” con una dieta de 25.94% de proteína y 2700 kcal de ED/kg de alimento. La ganancia de peso fue mejor cuando el “paco” *Piaractus brachypomus* fue alimentado con una dieta de 29.8% de proteína bruta y 2700 kcal de ED/kg de alimento (Gutierrez *et al.* 1996b).

Cuando se analizó la conversión alimenticia, no se encontraron diferencias estadísticas entre dietas. Lovshin *et al.* (1974) obtuvieron índices de conversión alimenticia de 3.1 y 3.3 cuando alimentaron “gamitanas” con una dieta de 29.1% de proteína. Da Silva *et al.* (1978) encontraron una conversión alimenticia de 2.8 cuando administraron a la “gamitana” una dieta con 27% de proteína. Werder & Saint Paul (1978) encontraron una conversión alimenticia de 2.3 cuando alimentaron “gamitanas” con una dieta de 30% de proteína cruda.

La máxima proteína retenida se encontró con la dieta de 27% de proteína. Gutierrez *et al.* (1996a) encontraron la mejor proteína retenida cuando alimentaron “gamitanas” con una dieta de 25.94 % de proteína y 2700 kcal de ED/kg de alimento. En un experimento con “paco” *Piaractus brachypomus*, Gutierrez *et al.* (1996b) encontraron la mayor proteína retenida con una dieta de 29.8% de proteína bruta y 2700 kcal/kg de alimento.

En relación a la REP, son muy escasos o no existen trabajos realizados en “gamitana”, no obstante es importante comparar estos resultados con los encontrados en “tilapia”, especie tropical y de similar hábito alimenticio. Shiao & Ling Huang (1989), encontraron que para “tilapia híbrida”, el máximo crecimiento fue obtenido con una dieta de 24% de proteína, siendo la REP de 2.99, que fue decreciendo conforme fue incrementándose el nivel de proteína de las dietas. Clark *et al.* (1990), demostraron que la “tilapia roja” puede ser criada hasta su tamaño mercable con una dieta de 20% de proteína. Con este nivel de proteína los autores obtuvieron una REP de

2.41, indicando una mejor eficiencia de utilización de la proteína, al compararlas con las dietas de mayor nivel de proteína. Shiao & Ling Huang (1990), encontraron valores de 2.38 y 2.53 para la REP con dietas de 24% de proteína y 230 kcal de energía bruta/100 g y 21% de proteína y 310 kcal de energía bruta/100 g respectivamente, notándose una mejor REP cuando la dieta tuvo mayor nivel de energía. Santiago & Reyes (1991) alimentaron a la “carpa cabezona” *Aristichthys nobilis* con dietas isocalóricas (2.9 kcal de ED/g) y diferentes niveles dietarios de proteína. Los autores observaron que la mayor REP se encontró con un nivel de 25% de proteína dietaria, disminuyendo a medida que se incrementaron los niveles de proteína. El Sayed & Teshima (1992) probaron diferentes niveles de proteína y energía en dietas para “tilapia del nilo” *Oreochromis niloticus* y encontraron el más alto valor de la REP a un nivel de 45% de proteína y 3.0 kcal de energía bruta/g. A un nivel de 50% de proteína la REP disminuyó drásticamente. Similar decrecimiento de la REP fue encontrado cuando se incrementaron los niveles de proteína en otras especies de “tilapia” (Teshima *et al.*, 1978; Siddiqui *et al.*, 1988; Teshima *et al.*, 1985; Mazid *et al.*, 1979; Jauncey, 1982). Igual comportamiento fue encontrado en el presente estudio, disminuyendo la REP conforme fue incrementándose el nivel de proteína desde 25% hasta 33%.

De acuerdo con la literatura discutida, existe un amplio y variado rango de resultados cuando se usan diferentes niveles dietarios de proteína cruda en la alimentación de “gamitana” o peces de similares hábitos alimenticios como “tilapia”. En el presente estudio, niveles dietarios de proteína de 25%, 27% y 33% mostraron los mejores rendimientos en términos de ganancia de peso, proteína retenida, relación de eficiencia proteica y energía retenida. Es decir que el uso de cualquiera de estos niveles dietarios de proteína resultará en rendimientos estadísticamente similares. Por lo tanto, bajo las condiciones del experimento y tomando en cuenta el costo de la proteína sobre la dieta, se puede concluir que el uso de niveles dietarios de 25% ó 27% de proteína cruda por la “gamitana” garantizarán un exitoso crecimiento.

#### 4. LITERATURA CITADA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST (AOAC). 1990. Official methods of analysis. 15th edition. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, USA. 957 pp.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST (AOAC). 1994. Determination of

- amino acids in feeds: collaborative study. *Journal International*. 77(6).
- CARNIERO, D.J. 1981. Digestibilidade proteica em dietas isocalóricas para o tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, Pisces). An. 2. Simp. Bras. Aquicult. E 2 Enc. Nac. Ranicult., SUDEPE, Brasília, pp. 788-800.
- CARNEIRO, D.J., CASTAGNOLLI, N., MACHADO, C.R. AND VERARDINO, M. 1984b. Nutricio do pacú, *Colossoma mitrei* (Berg, 1895). III. Niveis do energia metabolizavel em dietas isoporteicas. An. Simp. Bras. Aquicult. III Sao Carlos-Sp, pp. 133-146.
- CASTAGNOLLI, N. AND S.M.F. ZUIM. 1985. Consolidacao do conhecimento adquirido sobre o pacú (*Colossoma mitrei* Berg 1895). Jabocatibal, FCAU, Bol. Tec., 30 pp.
- CENTRO DE PESQUISA E TREINAMENTO EM ACUICULTURA (CEPTA). 1977. Sintese dos trabalhos realizados com espécies do genero *Colossoma*. *Pirassununga*, Sao Paulo, Brasil. 37 pp.
- CLARK, A. E., W.O. WATANABE, B.L. OLLA AND R.I. WICKLUND. 1990. Growth, feed conversion and protein utilization of Florida red tilapia fed isocaloric diets with different protein levels in seawater pools. *Aquaculture* 88:75-85.
- DA SILVA A.B., D. CARNEIRO, F. SOBRINHO, R. MELO. 1978. Monocultivo del "tambaqui" *Colossoma macropomum*. CERLA, Brasil. 32 pp.
- DARMON, M. Y J.J. SALAYA. 1984. Ensayo de cultivo de la cachama *Colossoma macropomum* Cuvier 1818, en jaulas flotantes rígidas. Mem. Asoc. Latinoam. Acuicult. 5:465-479.
- ECKMAN, R. 1987. Growth and body composition of juvenile *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (Characoidei) feeding on artificial diets.
- EL-SAYED, A.F. AND S. TESHIMA. 1992. Protein and energy requirements of nile tilapia *Oreochromis niloticus* fry. *Aquaculture* 103:55-63.
- GUTIERREZ, F.W., J. ZALDÍVAR, J. REBAZA. 1996a. Utilización de dietas prácticas con diferentes niveles de aminoácidos azufrados totales para el crecimiento de gamitana (*Colossoma macropomum*), Pisces Characidae. *Folia Amazónica*, 7 (1-2):195-200.
- GUTIERREZ, W., J. ZALDÍVAR, S. DEZA, M. REBAZA. 1996b. Determinación de los requerimientos de proteína y energía de juveniles de "paco" (*Piaractus brachypomus*), *Folia Amazónica*, 8(2):35-45.
- HASTING, W. H. 1966. Progress in sport fisheries research feeds formulations, physical quality of pelleted feed, digestibility. U.S. Bur. Sport Fisheries and Wildlife. Res. Pub. 39: 137-141.
- HEPHER, B. 1993. Nutrición de peces comerciales en estanques. Primera Edición. Editorial Limusa, México. 406 pp.
- HOPKINS, K.D. 1992. Reporting Fish Growth: A review of the Basis. *Journal of the World Aquaculture Society*, 23(3): 173-179.
- JAUNCEY, K. 1982. The effects of varying dietary protein level on the growth, food conversion, protein utilization and body composition of juvenile tilapia (*Sarotherodon massambicus*). *Aquaculture*, 27:43-54.
- LOVSHIN, L.L., A.B. DA SILVA, J. FERNANDEZ, A. CARNEIRO. 1974. Preliminary pond culture test of "pirapitinga" *Colossoma bidens* and "tambaqui" *Colossoma macropomum* for the amazon river basin. FAO. Informe de Pesca N° 159, Vol I. 8 pp.
- LOVSHIN, L.L. 1980. Situación del cultivo de *Colossoma* sp. en Sud América. REv. Lat. Acuicult. Lima, Perú.
- MACEDO, E.M. 1979. Necesidade proteica na nutricao do tambaqui *Colossoma macropomum* Cuvier 1818 (Pisces Characidae). M.Sc. Thesis. Univ. Estadual Paulista, Jabocatibal, S.P. 71 pp.
- MAMBRINI, M., S.J. KAUSHIK. 1995. Indispensable amino acids requirements of fish: Correspondence between quantitative data and amino acids profile of tissue protein. *J. Applied Ichthyology*.
- MAZID, M.A., Y. TANAKA, T. KATAYAMA, M.A. RAHMAN, K.L. SIMPSON, C.O. CHICHESTER. 1979. Growth response of Tilapia *zilli* fingerling fed isocaloric diets with variable protein levels. *Aquaculture*, 18:115-122.
- MEROLA, N., O.A. CANTELMO. 1987. Growth, Feed Conversion, and Mortality of Cage reared "tambaqui", *Colossoma macropomum*, fed various dietary feeding regimes and protein levels. *Aquaculture*, 66:223-233.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, USA. 1983. Nutrient requirements of warm water fishes and shellfishes. Revised Edition. National Academy Press, Washington. D.C., USA. 102 p.
- NOSE, T. 1979. Summary report on the requirements of essential amino acids for carp. P. 145-156. In: *Finfish Nutrition and Fishfeed Technology*. J. E. Halver and K. Tiews Eds. Henemann, Berlin.
- PAGE, J.W., J.W. ANDREWS. 1973. Interaction of dietary levels of protein and energy on channel catfish *Ictalurus punctatus*. *J. Nutr.* 103:1339-

- 1346.
- PHILLIPS, A., M.P.L. LIVINGTON, H.A. POSTON. 1966. Use of caloric source by trout. *Prog. Fish Culturist*, 28:67-72.
- PIKE, R.I., M.L. BROWN. 1967. Nutrition: An integrated approach. J. Willey and Sons, Inc. N.Y.J. 42 pp.
- SAINT-PAUL, U. 1986. Potencial for aquaculture of South American freshwater fishes: a review. *Aquaculture*, 54:205-240.
- SANTIAGO, C.B., O.S. REYES. 1991. Optimum dietary protein level for growth of bighead carp *Aristichthys nobilis* fry in a static water system. *Aquaculture*, 93:155-162. N° 2.
- SHIAU, S.Y., S.L. HUANG. 1989. Optimal dietary levels for Irbid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) reared in seawater. *Aquaculture*, 81:119-127.
- SHIAU, S.Y., S.L. HUANG. 1990. Influence of varying energy levels with two protein concentrations in diets for Irbid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) reared in seawater. *Aquaculture*, 82:110-117.
- SIDDIQUI, A.Q., M.S. HOWLANDER, A.A. ADAM. 1988. Effects of dietary protein levels on growth, feed conversion and protein utilization in fry and young Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 70:63-73.
- STATIGRAPHICS, 1991. Statical Graphics System. Statical Graphics Corporation. MD. USA.
- TESHIMA, S., G.M.O. GONZALES, A. KANAZAWA. 1978. Nutricional requirements of tilapia: utilization of dietary by *Tilapia zilli*. *Mem.Fac.Fish. Kagoshima Univ.*, 27:49-57.
- TESHIMA, S., A.KANASAWA, Y. UCHIYAMA. 1985. Optimum protein levels in casein-gelatin diets for *Tilapia niloticus* fingerling. *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.* 34:45-52.
- TIEMEIER, O.W.C. DEYOE, S. WEARDON. 19965. Effects on growth of fingerling channel catfish on diets containing two energy, and two protein levels. *Trans, Kan. Acad. Sci.* 66(4): 379-392.
- WERDER, U. U., SAINT-PAUL. 1978. Feeding trials with herbivorous and omnivorous Amazonian fishes. *Aquaculture*, 15:175-177.
- WILSON, R.P. 1977. Energy relationships in catfish diets. P21-29. In: Nutrition and feeding of channel catfish. R.R. Stickney and R.T. Lovell (Editors). Southern Cooperative Series. Bull. 218 pp.



## LA PESQUERÍA ORNAMENTAL DE LA ARAHUANA *Osteoglossum bicirrhosum* (OSTEOGLOSSIDAE) EN LORETO, PERÚ Y POSIBILIDADES DE SU CULTIVO

Fernando Alcántara Bocanegra<sup>1\*</sup>, Fred William Chu-Koo<sup>1</sup>, Carlos Alberto Chávez Veintemilla<sup>1</sup>, Salvador Tello Martín<sup>1</sup>, Karin Cristina Bances Chávez<sup>2</sup>, Marco Antonio Torrejón Meza<sup>3</sup>, Jorge Luís Gómez Noriega<sup>4</sup> & Javier Noriega Murrieta<sup>4</sup>

### RESUMEN

La arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* (Osteoglossidae) es un pez de cuerpo grande, de color plateado, que en el área de Loreto, Perú se comercializa como pez ornamental al estado de larva. En este artículo se presenta un análisis sobre las zonas y épocas de pesca, los volúmenes de comercialización y las posibilidades del cultivo de la arahuana, en la región Loreto (Perú). La extracción de las larvas de esta especie se realiza principalmente en el sistema del río Ucayali y la Reserva Nacional Pacaya Samiria en donde operan doce unidades de pesca comunitaria que, durante el año 2005 han capturado 80,000 larvas por un valor de 80,000 dólares americanos. La reproducción de la arahuana es estacional, con mayor intensidad entre los meses de diciembre y enero, en aparente correlación con la creciente de las aguas. Cada hembra desova de 100 a 300 huevos, que el macho incuba en la boca, hasta que se convierten en pequeños alevinos. Los niveles de captura y demanda de larvas de arahuana se han incrementado durante los últimos quince años aumentando la presión de pesca sobre este importante recurso que significa un nivel de ingreso anual de 600,000 a 1'000,000 de dólares americanos, por lo cual, se propone establecer programas de cultivo en estanques, debido a su reproducción natural en estos ambientes.

**PALABRAS CLAVE:** Arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*, pesquería, cultivo.

## THE ORNAMENTAL FISHERY OF AROWANA *Osteoglossum bicirrhosum* (OSTEOGLOSSIDAE) IN LORETO, PERU AND FEASIBILITY OF ITS CULTURE

### ABSTRACT

The silver Arowana *Osteoglossum bicirrhosum* (Osteoglossidae) is a large fish whose larvae are being traded as a valuable ornamental fish in the Loreto region (Peru). The goal of this article is to provide a brief analysis of the fisheries, trading and feasibility of culturing this fish in the Loreto region (Peru). Larvae fisheries is practiced mainly in the Ucayali river system and into the Pacaya Samiria National Reserve where twelve community fisheries units operate legally and were the responsible of capturing 80,000 larvae from the nature making a profit of 80,000 American dollars in 2005. Arowana reproduction is seasonal with major intensity between December and January which apparently correlates to the raising water period. Each female Arowana can spawn between 100 to 300 eggs which will be entirely protected into the male's mouth until they become larvae. Arowana trade had increased in the last fifteen years in the Peruvian Amazon moving up the fishery pressure on this important ornamental resource and meaning an annual income of 600,000 to 1'000,000 USD for local fish traders. Therefore, it is extremely necessary to promote the culture of this important fish due to its ability of spawning naturally in terrestrial ponds if we want to make this activity sustainable.

**KEYWORDS:** Arowana, *Osteoglossum bicirrhosum*, fisheries, fish culture.

1 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Programa de Ecosistemas Acuáticos. Centro de Investigaciones Quistococha. Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5. Apartado Postal 784. Teléfonos: 26-5515, 26-5516. Telefax: 26-5527. E-mail: dirpea@iiap.org.pe

2 Dirección de Extracción y Procesamiento Pesquero. Dirección Regional de la Producción de Loreto (PRODUCE Loreto). Av. Ramírez Hurtado c/. Jirón San Martín. Teléfono: 23-2202. Iquitos, Perú

3 Dirección de Acuicultura. Dirección Regional de la Producción de Loreto (PRODUCE Loreto). Av. Ramírez Hurtado c/. Jirón San Martín. Teléfono: 23-2202. Iquitos, Perú

4 ONG Pro Naturaleza. Programa Regional Loreto. Calle Bermúdez 791. Iquitos. Teléfono: 60-0472. E-mail: jnoriega@pronaturaleza.org

\* Autor para correspondencia: Calle Arica 508, Iquitos, Loreto, Perú. Celular (065) 993-1025. E-mail: alcanf@iiap.org.pe

## 1. INTRODUCCIÓN

La arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* es un pez de origen amazónico que vive en ambientes de agua negra, ligeramente ácida, con alto contenido de material húmico derivado de la descomposición de la materia orgánica de origen vegetal, ya sea del entorno del ambiente acuático, o de las macrófitas flotantes, propias de estos ecosistemas.

La arahuana pertenece al orden Osteoglossiformes, familia Osteoglossidae y subfamilia Osteoglossinae por poseer una lengua ósea. Los dos miembros de la familia Osteoglossidae (*O. bicirrhosum* y *O. ferreirae*) están distribuidos en toda la cuenca amazónica y parte de la cuenca de los ríos Negro y Orinoco en Sudamérica (Nelson, 1979; Rabello, 1999; Sánchez y Vásquez, 2005). Las dos especies de arahuanas sudamericanas existentes, vienen siendo intensamente explotadas, al punto que en Colombia, ambas especies figuran en el Libro Rojo de las especies ícticas colombianas (Mojica *et al.* 2002; Argumedo, 2005).

Este pez se caracteriza por poseer un cuerpo alargado, grande y comprimido de un color plateado grisáceo, cubierto de escamas cicloideas grandes. La cabeza es grande, típica de un pez carnívoro, provista de una boca grande, oblicua, con dientes caniniformes, con presencia de dos barbillas en el mentón, característica de la familia Osteoglossidae y que, a la vez, lo diferencia de la familia Arapaimidae (Powell, 1998). Presenta aletas pélvicas sin espinas y aletas dorsal y anal alargadas.

Algunos estudios enfocados en la crianza en cautiverio, biología reproductiva y el aprovechamiento sostenido de la especie fueron realizados en la Amazonía Peruana, específicamente en el ámbito de la Reserva Nacional Pacaya Samiria (Alcántara, 1980; Tang y Gómez, 2005). En este artículo se presenta un análisis sobre las zonas y épocas de pesca, los volúmenes de comercialización y las posibilidades del cultivo de la arahuana, en Loreto, Perú.

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

En el presente artículo se analiza la información sobre niveles de desembarque de crías de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* entre los años 1989 y 1990 y datos de la comercialización de esta especie entre los años 1999 a 2007 en la región Loreto (Perú) procedente de los registros de la Dirección de Extracción y Procesamiento Pesquero de la Dirección Regional de la Producción de Loreto, del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) y de la ONG Pro Naturaleza, entidades con sede en la ciudad de Iquitos. Adicionalmente, informaciones relevantes

sobre niveles de desembarque fue proporcionada por el ex Director de la Dirección Regional de Pesquería, el Sr. Santos Rubiños y niveles de comercialización fue proporcionada por el Sr. Edgar Panduro de la empresa Ornamental Amazon Fish Aquarium (OÁFA). A su vez, la información correspondiente a cuotas de pesca de las unidades de pesca comunitaria de la Reserva Nacional Pacaya Samiria fue proporcionada por Cristian Tanchiva de INRENA y personal de la ONG conservacionista Pro Naturaleza.

## 3. RESULTADOS

### ANÁLISIS DEL DESEMBARQUE DE ARAHUANA ENTRE 1989-1990.

El desembarque de crías de arahuana procedente de los sistemas de los ríos Ucayali y Amazonas (Loreto, Perú) es estacional y cubre el periodo comprendido entre octubre y marzo, con un máximo en intensidad en enero, época en que la especie se reproduce en el sistema del río Ucayali. La reproducción de esta especie es periódica y comprendida entre los meses de Octubre a Marzo de cada año en relación directa con la época de expansión del ambiente acuático, como ya fue reportado por Dos Santos *et al.* (1984) en Brasil.

En la temporada de pesca comprendida entre 1989 y 1990 operaron, en Iquitos, 18 acuarios comerciales que reportaron un nivel de desembarque de 298,666 larvas (Tabla 1, Figura 1).

En el período mencionado, se declaró nueve zonas de pesca de arahuana: río Ucayali, Canal del Puinahua, río Tapiche, río Blanco, río Amazonas, río Nanay, río Napo, río Tigre y río Manítí, siendo la más importante, por el nivel de captura, el río Ucayali con cerca del 66% de los desembarques (Tabla 2, Figura 2).

Dieciocho empresas comerciales reportaron desembarques de arahuana en el periodo 1989 – 1990 y las que reportaron el mayor desembarque en Iquitos fueron Blue Acuario S. C. R. L. y Acuario C & J con 50,000 y 38,000 larvas cada una, respectivamente, superando de lejos a las demás empresas (Figura 3).

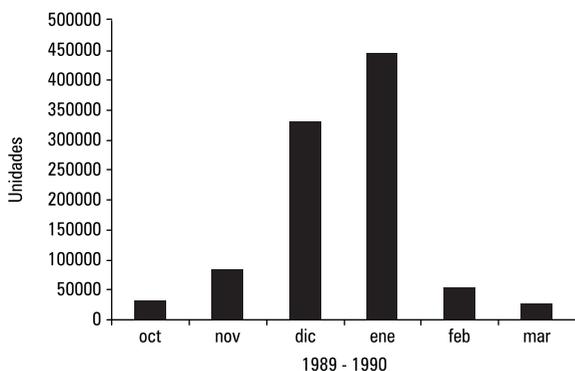
### ANÁLISIS DE LA COMERCIALIZACIÓN DE LA ARAHUANA ENTRE 1999 – 2007

En el período comprendido entre los años 1999 al 2007 se observa un nivel promedio de comercialización de larvas de arahuana en Iquitos, de aproximadamente 840,914 larvas por año, por un valor de 707,552 dólares americanos (Tabla 3).

Relacionando los desembarques procedentes del río Ucayali con el total desembarcado en el periodo comprendido entre octubre de 1989 y

**Tabla 1.** Desembarque de arahuana *O. bicirrhosum* en la ciudad de Iquitos entre los años 1989 - 1990.

Nº	ACUARIO	1889				1990				TOTAL GENERAL
		Oct	Nov	Dic	Total	Ene	Feb	Mar	Total	
1	C & J	0	2,420	17,850	20,270	7,950	4,810	3,988	16,748	37,018
2	Cría Pez S.C.R.L	0	4,000	14,950	18,950	4,400	0	0	4,400	23,350
3	Itaya	300	0	2,800	3,100	0	0	0	0	3,100
4	Luis Dávila P.	0	80	2,440	2,520	2,960	660	1,080	4,700	7,220
5	Sur América	0	350	11,100	11,450	800	0	0	800	12,250
6	Alberto Coriat	0	0	17,805	17,805	0	0	0	0	17,805
7	Blue Acuario S.C.R.L	365	3,400	20,100	23,865	10,360	7,650	6,000	24,010	47,875
8	Chullachaqui	143	2,580	3,670	6,393	0	1,010	65	1,075	7,468
9	Dolphin Peru Ltda.	6,660	0	4,500	11,160	0	0	0	0	11,160
10	Edgar Bustamante	0	0	5,000	5,000	80	70	0	150	5,150
11	Iquitos Fishery Ac.	0	11,100	12,803	23,903	0	0	0	0	23,903
12	José Saénz Manzur	0	2,250	6,500	8,750	1,000	500	0	1,500	10,250
13	Marcos Novoa	12	7,500	5,200	12,712	0	0	0	0	12,712
14	Peces de la Amaz.	0	1,500	14,900	16,400	2,000	800	500	3,300	19,700
15	Peru Fish S.C.R.L	210	510	6,600	7,320	0	0	0	0	7,320
16	Piscis Aquarium	0	130	5,550	5,680	0	0	0	0	5,680
17	Tropical E.I.R.L	1,500	3,775	16,100	21,375	1,600	120	5,000	6,720	28,095
18	Yacuruna S.C.R.L	6,220	3,600	6,600	16,420	0	780	1,410	2,190	18,610
TOTAL		15,410	43,195	174,468	233,073	31,150	16,400	18,043	65,593	298,666



**Figura 1.** Variación temporal del desembarque de arahuana *O. bicirrhosum* en Iquitos entre los años 1989–1990.

marzo de 1990, se tiene que el 67% de larvas procede del sistema del río Ucayali, en el cual se encuentra comprendida la Reserva Nacional Pacaya Samiria (RNPS), por lo que se asume que parte del desembarque declarado procede de dicha área. Este supuesto se sustenta en el hecho

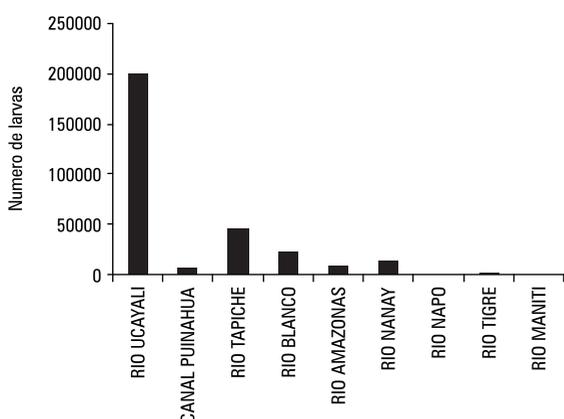
de que, con el correr de los años, han sido establecidas cuotas para los grupos organizados denominados Unidades de Pesca Comunitaria (UPC) que operan en el ámbito de esta reserva nacional, con autorización del Instituto Nacional de Recursos Naturales – INRENA y de la Dirección Regional de la Producción de Loreto, que se encargan de la administración y de los aspectos técnico normativos, correspondientes.

En el año 2006 operaron en el ámbito de la RNPS doce UPC, en su mayoría ubicadas en las localidades de Manco Capac, Bretaña y Yarina. Estas contaron con cuotas de pesca previamente establecidas por las entidades normativas y ejercieron una captura de cerca de 80,000 larvas de arahuana, por un valor de venta aproximado de más de 80,000 dólares americanos (Tabla 4).

Si en el período 1989 – 1990 operaron, en Iquitos, 18 empresas de exportación de peces ornamentales; en el 2005 operaron 35 empresas (Anónimo, 2005), con un crecimiento de 100%, lo que evidenció una tendencia creciente en la instalación y operación de empresas de comercialización de peces ornamentales

**Tabla 2.** Zonas de pesca de arahuana *O. bicirrhosum* en la región Loreto entre los años 1989 – 1990.

MES	Río Ucayali	Canal Puinahua	Río Tapiche	Río Blanco	Río Amazonas	Río Nanay	Río Napo	Río Tigre	Río Manití	TOTAL
Octubre '89	7,985	6,500	143	610	0	12				15,250
Noviembre '89	51,770	800	1,280	1,980	1,980	8,595				68,595
Diciembre '89	92,405		28,100	16,000	4,670	2,540	553	1,100		145,368
Enero '90	26,710		2,860	1,600	1,120	2,640			80	35,010
Febrero '90	10,950		3,870	0	1,010	500			70	16,400
Marzo '90	9,130		8,768	0	65	80				18,043
TOTAL	198,950	7,300	45,021	22,380	8,845	14,367	553	1,100	150	298,666



**Figura 2.** Larvas de arahuana desembarcadas en Iquitos por zona de pesca. 1989 – 1990.

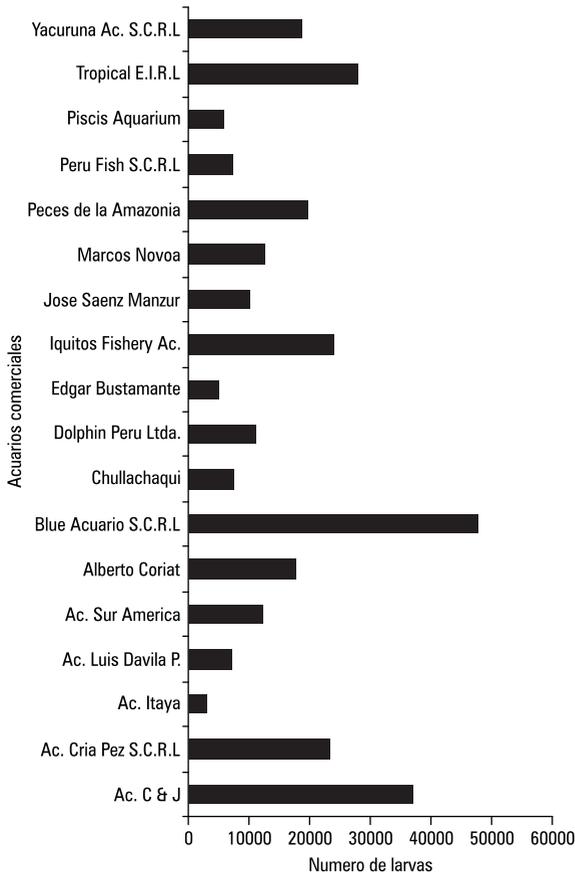
durante es período, en Iquitos. Sin embargo, el número de larvas comercializadas se ha mantenido más o menos estable en el periodo 1999 a 2005 lo que, aparentemente ha determinado el incremento de los precios de las larvas en el mercado de Iquitos.

Entre los años 2006 y 2007 solo 11 empresas exportaron crías de arahuana de la región Loreto: Dragom Fish Farm Trading E.I.R.L., Stingray Aquarium S.A.C., Ornamental Amazon Fish Aquarium S.A.C., Amazon Tropicals Aquarium E.I.R.L., Agafex, Fapex E.I.R.L., Sur America S.R.L., Aquarium Río Momón E.I.R.L., Myriam I, Peru Aquarium Group S.A.C. y Nijsseni's Corporation S.R.L., empero, los niveles de extracción y exportación de crías aumentó en más de 145,000 unidades entre el 2005 y el 2007.

Comparando el nivel de desembarque de crías de arahuana del periodo 1989–1990, con el de comercialización registrado en el 2007, se deduce un claro incremento en la presión de pesca del recurso en

**Tabla 3.** Larvas de arahuana *O. bicirrhosum* exportadas al extranjero desde Loreto (Perú) en los últimos nueve años (1999 - 2007).

Año	Unidades Comercializadas	Valor (En dólares USA)	Precio promedio (En dólares USA)
1999 <sup>1</sup>	749,907	310,999.21	0.414
2000 <sup>1</sup>	717,425	309,067.28	0.430
2001 <sup>1</sup>	1,007,460	559,614.75	0.555
2002 <sup>1</sup>	742,018	559,614.75	0.754
2003 <sup>1</sup>	1,200,785	1,113,701.68	0.927
2004 <sup>1</sup>	770,479	632,747.78	0.821
2005 <sup>1</sup>	708,613	740,768.35	1.045
2006 <sup>2</sup>	816,872	1,004,752.56	1.230
2007 <sup>2</sup>	854,666	1,136,705.78	1.330
Total	7,568,225	6,367,972	-----
Promedio	840,914	707,552.46	0.834



**Figura 3.** Larvas de arahuana *O. bicirrhosum* desembarcadas por acuario en la ciudad de Iquitos entre los años 1989 – 1990.

la región Loreto, especialmente en el sistema del Río Ucayali, y en el ámbito de la RNPS, incrementándose desde cerca de 300,000 unidades, en 1990 a 854,666, en el 2007, que se debe, a la mayor demanda del mercado, al incremento del precio unitario, como a la disponibilidad y accesibilidad a la captura en el ámbito de la RNPS, observada durante los últimos años.

#### 4. DISCUSIÓN

La reproducción de la arahuana generalmente ocurre durante la subida de las aguas, de diciembre a marzo y los progenitores proporcionan cuidados a la prole, alojando a los jóvenes en la cavidad bucal en caso de peligro, como lo reportaron Dos Santos *et al.* (1984, op cit.). Las larvas presentan un saco vitelino bastante grande y de color rojo naranja intenso que, alcanza un peso mayor al peso del cuerpo y les da un atractivo particular.

Por las características antes señaladas la arahuana es un pez altamente cotizado en el mercado internacional, en especial, asiático, por que se la relaciona con el dragón y determina un flujo de varios cientos de miles de dólares anuales para el Perú, por su exportación. Sin embargo, el comercio se sustenta, exclusivamente, de la extracción de larvas y alevinos del medio natural capturando los adultos con diversos aparejos, desde redes y balas, con una captura anual creciente que comercializan varias empresas localizadas en Iquitos.

Asimismo, tenemos que considerar que el número de crías que se exporta anualmente es en realidad solo

**Tabla 4.** Cuotas y captura de larvas de arahuana *O. bicirrhosum* por Unidad de Pesca Comunitaria, por comunidad y por cuenca. Fuente: INRENA (C. Tanchiva. 2006)

Nº	Grupo	Comunidad	Cuota asignada	Captura	Cuenca
1	Lobitos	Manco Cápac	5,603	8,003	Pacaya
2	Leones	Bretaña	10,888	12,479	Pacaya
3	Martín Pescador	Bretaña	2,153	2,722	Pacaya
4	Zungaritos	Bretaña	2,266	6,924	Pacaya
5	Tucanes	Bretaña	7,527	10,370	Pacaya
6	Guacamayos	Bretaña	9,032	5,050	Pacaya
7	Catalanes	Bretaña	9,732	5,066	Pacaya
8	Tibes	Bretaña	6,297	0	Pacaya
9	Lobos	Bretaña	6,707	8,170	Pacaya
10	UPC Yarina	Yarina	3,505	2,880	Yanayacu Pucate
11	Tibes	Manco Capac	7,199	5,242	Yanayacu Pucate
12	Yacutaita	Manco Capac	14,248	12,135	Yanayacu Pucate
Total			85,157	79,041	

un porcentaje de lo que se extrae del medio natural al cual hay que sumar los peces que se pierden desde el momento de la extracción, pasando por el manipuleo propio del transporte a Iquitos y el posterior manejo en manos de los acopiadores y de los exportadores. En el mismo sentido, los 6'367,972 dólares estadounidenses que se estima ha sido el valor en divisas derivados de la exportación de este recurso en los últimos nueve años probablemente sea una cifra mucho menor a los montos que se manejan en la realidad.

Desde cualquier punto de vista, la extracción de crías arahuana en la región Loreto es una actividad insostenible en el tiempo, debido a que generalmente se sacrifican los machos adultos que brindan el cuidado parental a las crías para de ese modo obtener las larvas, afectando negativamente la proporción sexual en las poblaciones naturales de esta especie. Algunos acuaristas locales sospechan que en la actualidad, la proporción sexual en las poblaciones de arahuana de la RNPS es de un macho por cada cuatro hembras (Edgar Panduro, entrevista personal). Adicionalmente, expertos del IRD (Francia) y del IIAP (Perú) vienen evaluando el recurso arahuana y estiman que el sex ratio de las poblaciones naturales continuará en deterioro por la pesca indiscriminada de ejemplares machos. En ese sentido, de continuarse utilizando los mismos métodos de extracción de crías, se estaría comprometiendo el futuro mismo de la especie, sobre todo en las zonas libres del control del Estado como las zonas de pesca localizadas fuera del ámbito de la RNPS (Putumayo, Tapiche, Ucayali, etc.).

## EL CULTIVO DE LA ARAHUANA COMO ALTERNATIVA

La arahuana se reproduce naturalmente en estanques, como lo observó Alcántara (1980) en el Laboratorio de Iquitos del IMARPE, en Quistococha, comprobando la producción de 100 a 300 crías por hembra (promedio de 220 crías según Argumedo 2005), por año, por lo cual, resulta técnicamente factible, la producción de crías de esta especie en piscicultura para así mejorar las condiciones de oferta y de ingresos del poblador regional. La demanda creciente de larvas del mercado, el buen precio de las larvas alcanzado durante los últimos años y la reproducción natural de la especie, en ambientes lénticos y estanques de cultivo, permite identificar la posibilidad de impulsar programas de cultivo y reproducción de esta importante especie para generar alternativas de desarrollo en la región amazónica que, de paso, requiere de nuevos enfoques dirigidos a promover el desarrollo sostenido, en función de la oferta ambiental.

El Instituto de Investigaciones de la Amazonía

Peruana (IIAP) y al menos un empresario privado del sector exportador de peces ornamentales de la ciudad de Iquitos están dando los primeros pasos para establecer las bases científicas y tecnológicas que conlleven a la consecución del paquete tecnológico del cultivo de esta especie en cautiverio y que de ese modo asegure en el mediano plazo el abastecimiento de crías de arahuana provenientes de acuicultura. Entre los años 2008 y 2010, el IIAP contando con el apoyo científico del IRD francés y la ayuda económica del Proyecto INCAGRO, desarrollará una serie de estudios (rasgos de vida, estructura genética, reproducción inducida, piscicultura y manejo de crías en condiciones controladas) con la finalidad de contribuir en el manejo sostenible de la especie y garantizar su conservación en los ecosistemas acuáticos de la región Loreto.

Por las consideraciones antes señaladas indicamos como recomendaciones: i) evitar en la medida de lo posible el sacrificio de los ejemplares adultos durante la pesca de las crías, ii) que la extracción de arahuana en la región Loreto sea regulada y permitida solo a los grupos organizados que cuenten con planes de manejo coherentes, sin perjuicio de su ubicación geográfica, determinándose una cuota anual de extracción tal como se hace en las UPC de la RNPS, iii) que las cuotas de comercialización señaladas para las empresas de exportación sean cotejadas con las cuotas de extracción de los grupos de manejo pesquero para prevenir excesos iv) propiciar el establecimiento de Unidades de Pesca Comunitaria (UPC) en todas las zonas de extracción de arahuana, v) procesar la información de extracción y comercialización de arahuana con eficiencia y rapidez para evitar la exportación de peces sobre las cuotas de extracción establecidas y vi) promover estudios de crianza, reproducción y manejo de crías de arahuana en ambientes controlados.

## 5. CONCLUSIONES

Las principales zonas de extracción de crías de arahuana con fines ornamentales son la Reserva Nacional Pacaya – Samiria, el sistema del Ucayali – Tapiche y parte de la cuenca del río Putumayo.

El período de pesca de las crías de arahuana coincide con la época de reproducción natural de la especie siendo más frecuente entre los meses de diciembre y marzo en la región Loreto.

De acuerdo a las estadísticas analizadas, 7'568,225 crías de arahuana han sido exportadas en los últimos nueve años desde la región Loreto, lo que hace un promedio de 840,914 crías por año y un total de 6'367,972 dólares estadounidenses.

El cultivo y la producción de crías de arahuana en

cautiverio (piscicultura) es una alternativa real para contribuir al manejo sostenible de esta actividad y a la conservación de la especie.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su especial agradecimiento a los señores Santos Rubiños y Edgar Panduro y al biólogo Cristian Tanchiva, Javier Noriega y Jorge Gómez, quienes proporcionaron gran parte de la información que se analiza en este documento.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÁNTARA BF. Informe anual de actividades. Instituto del Mar del Perú. Laboratorio de Iquitos. Informe interno. 5 pp. 1980.
- ANÓNIMO. Catálogo de Peces Ornamentales. IIAP. PROMPEX. 45 pp. 2005.
- ARGUMEDOTEG. Arawanas. Manual para la cría comercial en cautiverio. Asociación de Acuicultores del Caquetá (ACUICA) y Fondo para la Acción Ambiental. Edit. PRODUMEDIOS, Bogota, 105 pp. 2005.
- DOS SANTOS GM, JEGU M, DE MERONA B. Catalogo de peixes comerciais do Baixo Rio Tocantins. Centrais Eletricas Do Norte Do Brasil S. A. – Eletronorte. Conselho Nacional de Desenvolvimento Cientifico e Tecnológico – CNPq. Instituto Nacional de Pesquisas Da Amazonia – INPA. Projeto Tucuruí. 1ª edicao. 20 pp. 1984.
- MOJICA JI, CASTELLANOS C, USMA S, ALVAREZ R. Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. Serie: Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 2002.
- MONTREUIL VH. Sistematización y análisis del manejo de arahuana en la Reserva Nacional Pacaya Samiria. Informe de consultoría. Pro Naturaleza. Programa Nor Este. Iquitos, Peru. 51 pp. 2006.
- POWELL R. A Key to the Market Fishes of the Iquitos Region, Perú. Master of Science Thesis. Southern Illinois University at Carbondale. USA. 141 pp. 1998.
- RABELLO J. Biología reproductiva e alimentação do arahuana preto, *Osteoglossum ferreirae*, Kanazawa 1996 (Pisces, Osteoglossiformes) no Igarape Zamula, medio rio Negro, AM, Brasil. Tesis de Ingeniero de Pesca. Universidade do Amazonas, Brasil. 1999.
- SÁNCHEZ RH, VÁSQUEZ J. Peruvian Ornamental Fish. IIAP. PROMPEX. Primera Edición. 36 pp. 2005.
- TANG M, GÓMEZ J. Biología y aprovechamiento de la arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* en la micro cuenca de la cocha el Dorado: Reserva Nacional Pacaya Samiria. Tesis para optar Título de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 121 pp. 2005.



## METAZOARIOS PARÁSITOS DE PAICHES ADULTOS, *Arapaima gigas* (OSTEOGLOSSIFORMES: ARAPAIMIDAE), CULTIVADOS EN LA AMAZONÍA PERUANA

Patrick Mathews Delgado<sup>1\*</sup>, José Celso de Oliveira Malta<sup>3</sup>, Rosa Ismiño Orbe<sup>2</sup>, Fred William Chu-Koo<sup>2</sup>; Ana Lúcia Silva Gomes<sup>3</sup> & Salvador Tello Martín<sup>2</sup>

### RESUMEN

Junto al notable incremento de la infraestructura acuícola y a la expansión continua del cultivo de peces nativos en la región amazónica peruana, ha aumentado también la frecuencia de ocurrencia de enfermedades de los peces en cultivo, sobre todo en regímenes intensivos. Por ende, se ha tornado importante la identificación de las enfermedades parasitarias y de los agentes parasitarios más comunes asociados a peces de cultivo a fin de determinar las medidas preventivas o de control correspondientes. El presente estudio tuvo como objetivo describir la fauna parasitaria presente en ejemplares adultos de la especie paiche (*Arapaima gigas*) provenientes de cultivo.

Nueve ejemplares de  $89 \pm 8.81$  Kg y  $1.86 \pm 0.08$  m de peso y longitud promedio, criados en estanques de tierra del Centro de Investigaciones Quistococha del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) fueron sacrificados y todos sus órganos analizados para determinar la presencia de metazoarios parásitos. Todos los peces sacrificados para el estudio estaban parasitados por al menos una especie de metazoario. En total fueron registradas tres especies de parásitos (*Philometra senticosa*, *Dawestrema cycloancistrum* y *Caballerotrema arapaimense*) siendo el nematodo *P. senticosa* el más abundante (97) y prevalente (100%) en los peces estudiados.

**PALABRAS CLAVE:** Paiche, parásitos, Nematoda, Digenea, Monogenea, acuicultura.

## METAZOAN PARASITES OF ADULT PAICHE *Arapaima gigas* (OSTEOGLOSSIFORMES: ARAPAIMIDAE) CULTURED IN THE PERUVIAN AMAZON

### ABSTRACT

Along the notorious increase of the fish farm facilities and the continuous advance of the aquaculture of native fish species in the Peruvian Amazon, it has also increased the frequency of fish diseases, mostly in those fishes under intensively culture regimes. Therefore, identifying the most common diseases and their parasitic agents become an important factor in order to determine the right method for prevention or control. The goal of the present study was to describe the parasitic fauna associated to adult individuals of the fish species known as paiche (*Arapaima gigas*) from culture terrestrial ponds.

Nine earth-pond-raised fish averaging  $89 \pm 8.81$  Kg y  $1.86 \pm 0.08$  m of total weight and length, respectively, cultured at the Quistococha Research Center were sacrificed and their organs analyzed in order to determine the presence of metazoan parasites. All fish used in the study were infested by at least one parasite. Three parasitic species were recorded (*Philometra senticosa*, *Dawestrema cycloancistrum* y *Caballerotrema arapaimense*) being *P. senticosa* the most abundant (97) and prevalent (100%) into the fishes.

**KEYWORDS:** Paiche, parasites, Nematoda, Digenea, Monogenea, aquaculture.

1 Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), Iquitos, Perú. Tesista del Programa de Ecosistemas Acuáticos del IIAP. e-mail: patrickmathews83@gmail.com

2 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Programa de Ecosistemas Acuáticos (PEA). Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ). Carretera Iquitos - Nauta, Km. 4.5, Iquitos, Perú. e-mail: pea@iiap.org.pe

3 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Coordenação de Pesquisas em Biologia Aquática (CPBA). Laboratório de Parasitologia de Peixes (LPP). Caixa postal 478, Manaus, Amazonas, Brasil

\* Autor para correspondencia. E-mail: patrickmathews83@gmail.com

## 1. INTRODUCCIÓN

El pez *Arapaima gigas*, popularmente conocido como paiche, es el único representante de la familia Arapaimidae (Osteoglossiformes) que se encuentra en América del Sur. Este maravilloso pez alcanza cerca de los 200 Kg de peso y puede llegar a medir hasta 3 m de longitud. El paiche, es un importante recurso pesquero de la región amazónica y una de las principales especies de peces de agua dulce del mundo (Queiroz, 2000). Se caracteriza por ser una especie bastante promisorio para la crianza en sistema intensivo en la región amazónica debido a que por naturaleza es de crecimiento rápido, tiene una alta tolerancia al déficit de oxígeno, gran rusticidad al manipuleo, acepta ración balanceada comercial y tiene buena conversión alimenticia (Imbiriba, 2001; Ono *et al.* 2004, Chu-Koo *et al.* 2007).

A pesar de su excelente desempeño zootécnico y de su potencialidad para la piscicultura regional y nacional existe todavía una carencia de información sobre los tipos de parásitos que infestan a estos animales en ambientes de cultivo y de las patologías que pueden ser establecidas en estos ambientes como resultado de un manejo inadecuado (Andrade *et al.* 2006).

Uno de los problemas más serios que enfrentan los piscicultores son las alarmantes mortalidades ocasionadas por parásitos. En ese sentido, información exacta sobre las especies de parásitos que utilizan al paiche como hospedero son muy necesarias para conducir posteriores investigaciones que involucren el manejo de la especie en condiciones de cultivo intensivo. El objetivo del presente estudio fue investigar la fauna de metazoarios parásitos asociados a los ejemplares adultos de paiche *Arapaima gigas* (Schinz, 1822), un importante pez de la región, cultivado en el Centro de Investigaciones Quistococha del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

### PECES Y CONDICIONES DEL CULTIVO

Nueve ejemplares adultos de la especie paiche *Arapaima gigas* ( $64.89 \pm 8.81$  Kg y  $1.86 \pm 0.08$  m de peso y longitud promedio, respectivamente) provenientes de un mismo estanque fueron utilizados en el estudio. Los peces nacieron en cautiverio y fueron criados en estanques de tierra de 600 m<sup>2</sup> en el Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ) siendo alimentados con raciones extrusadas y peces forraje. El CIQ pertenece al Programa de Ecosistemas Acuáticos (PEA) del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y está ubicado a la margen

izquierda del Km. 4.5 de la carretera Iquitos-Nauta en Loreto, Perú.

El agua del estanque presentó las siguientes características físico-químicas: niveles de oxígeno disuelto de  $5.2 \pm 0.4$  mg/l; pH  $7.53 \pm 0.35$ ; temperatura de  $27.3 \pm 1.6$  °C; nitritos  $< 0.05$  ppm, amonio total de  $0.2 \pm 0.0$  mg/l y alcalinidad total de  $35 \pm 5$  ppm.

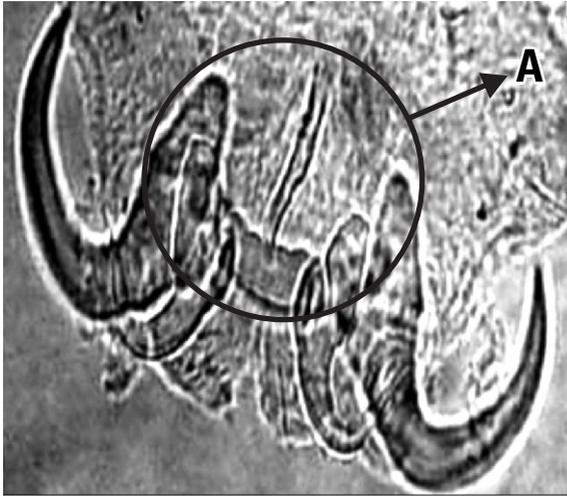
### EXAMEN PARASITOLÓGICO

Fueron realizadas láminas temporales de raspado de piel, aletas, fosas nasales, opérculo, branquias y de la mucosa de los órganos internos. Los arcos branquiales y los órganos internos fueron removidos y separados en placas Petri, con agua destilada, siendo examinados en estereoscopio y microscopio. Para el estudio de monogéneos, nemátodos y trematodos digéneos fueron realizadas láminas permanentes con montaje total de los parásitos, de acuerdo con el método de Thatcher, denominado "HYP". Para el estudio de individuos de la clase Monogonoidea además de "HYP" fue utilizado el método denominado Malmberg, para evidenciar las estructuras esclerotizadas y partes internas. La identificación de los monogéneos fue basada en los trabajos realizados por Kritsky *et al.*, (1985) y Thatcher (1991). Holotipos y paratipos depositados en la colección de Invertebrados del INPA fueron utilizados para auxiliar en la identificación. Los nematodos y trematodos fueron preparados e identificados conforme a las técnicas de Amato *et al.* (1991) y Thatcher (1991).

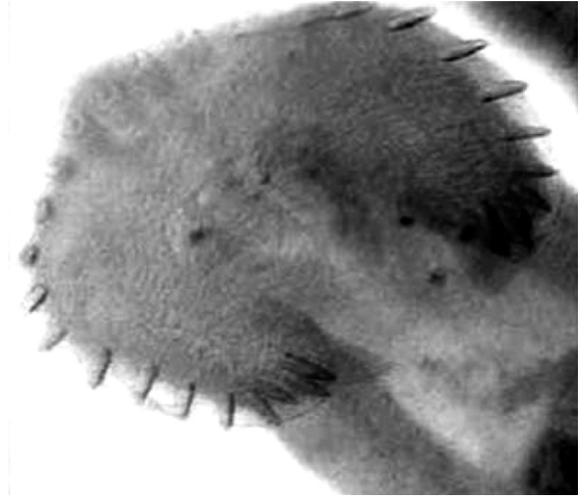
Los índices parasitarios fueron expresados conforme Bush *et al.* (1997). Los índices utilizados para estimar el tamaño de las poblaciones de parásitos en los peces fueron prevalencia, intensidad, intensidad media, abundancia, abundancia media y coeficiente de dominancia. Los componentes de la comunidad parasitaria fueron clasificados de acuerdo con Bush & Holmes (1986), en especies centrales (presentes en más de dos tercios de los hospederos), especies secundarias (presentes en uno a dos tercios del hospedero) y satélites (presentes en menos de un tercio de los hospederos).

## 3. RESULTADOS

En los exámenes macroscópicos de los adultos de *A. gigas* provenientes de piscicultura no se observó ninguna señal clínica o anomalía en el aspecto externo de los peces. Sin embargo, en las láminas temporales del raspado de las branquias se evidenció la presencia del monogéneo *Dawestrema cycloancistrum* acompañado de intensa producción de moco (Figura 1).



**Figura 1.** Vista posterior de *Dawestrema cycloancistrum* parásito encontrado infestando las branquias de paiches adultos *Arapaima gigas*. A: barra ventral que identifica a la especie (Foto: Patrick Mathews, IAP).



**Figura 2.** Vista anterior de *Caballerotrema arapaimense* (Foto: Patrick Mathews, IAP).

Por otro lado, en el examen parasitológico interno se registró la presencia de estadios adultos de trematodos digeneos de la especie *Caballerotrema arapaimense* (Thatcher, 1991), los cuales se encontraban fuertemente fijados en las paredes del estómago de los peces (Figura 2).

Asimismo, especímenes adultos del nematodo *Philometra senticosa* fueron colectados de la vejiga gaseosa de los *A. gigas* (Figura 3).

Los nematodos adultos presentaron la prevalencia más alta, parasitando el 100% de peces muestreados. La intensidad media fue más alta para el trematodo *Caballerotrema arapaimense*. Los índices parasitarios de los parásitos encontrados en nueve paiches adultos se muestran en la Tabla 1.



**Figura 3.** Vista de las espinas de *Nilomena senticosum* (Foto: Patrick Mathews, IAP).

**Tabla 1.** Índices parasitarios y estatus comunitario de tres parásitos (*Philometra senticosa*, *Caballerotrema arapaimense* y *Dawestrema cycloancistrum*) registrados en ejemplares adultos de paiche *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) cultivados en estanques de tierra del Centro de Investigaciones de Quistococha, Loreto, Perú.

Parásito Lugar de Colecta	<i>P. senticosa</i> Vejiga natatoria	<i>C. arapaimense</i> Estómago	<i>D. cycloancistrum</i> Branquias
Prevalencia (%)	100	75	50
Intensidad	19-32	15-40	11.28
Intensidad media	24.2	28.3	19.5
Abundancia	97	75	39
Abundancia media	24-25	21.5	4.9
Coefficiente de dominancia (%)	3.89	38.46	17.65
Estatus comunitario	Central	Central	Secundario

#### 4. DISCUSIÓN

En los ambientes naturales generalmente existe una relación estable entre el parásito y el hospedero. Normalmente esto se debe al buen estado nutricional y fisiológico del pez, evitando la manifestación de las enfermedades, al estar en equilibrio con el ambiente. Sin embargo en piscicultura, las condiciones pueden ser muy distintas, debido a factores como altas densidades poblacionales, tipo de alimentación, degradación de la calidad del agua y el excesivo manipuleo de los ejemplares, que provocan estrés en los hospederos (Obiekezie & Taeye, 1991).

Según los resultados obtenidos en el presente estudio, los endoparásitos pueden ser considerados como los principales componentes de la comunidad parasitaria de adultos de paiche, discordando del patrón de dominancia de los monogéneos estudiados en alevinos de paiche provenientes de piscicultura en la Amazonía central, lo cual fue reportado por Andrade *et al.* (2006). La dominancia de los endoparásitos, de acuerdo con Luque *et al.* (1996) puede estar relacionado con los hábitos alimentarios del hospedero. El paiche se alimenta en las primeras semanas de vida de la producción natural del estanque existiendo la posibilidad de que el pez se infecte al ingerir copépodos que previamente se alimentaron de larvas de nematodos del 3º y 4º estadio (Thatcher, 1991). A medida que los peces crecen son alimentados con peces forraje, pudiendo estos actuar como hospederos intermediarios de cestodos, digéneos y nematodos. Generalmente, las especies del filo Nematoda utilizan a los peces como hospederos intermediarios (larvas enquistadas en el músculo) o como definitivos (adultos en el intestino). En la literatura revisada, al menos siete especies de nematodos son citados como parásitos del paiche: *Camallanus tridentatus*, *Goezia spinulosa*, *Porrocaecun draschei*, *Philometra senticosa*, *Rumai rumia*, *Terranova serrata* y *Gnathostoma gracilis*, todos registrados para Amazonía, parasitando el intestino y la vejiga gaseosa (Vicente *et al.* 1985; Thatcher, 2006), sin embargo en el presente estudio solo *P. senticosa* fue registrada parasitando a los paiches adultos del Centro de Investigaciones Quistococha del IIAP.

*Philometra senticosa* fue registrada por Moravec *et al.* (2006) en juveniles de paiche provenientes de piscicultura en la Amazonía peruana. Sin embargo, no había registro de este nematodo infectando adultos de paiche; siendo el presente trabajo el primer reporte para el área de cultivo de la carretera Iquitos -Nauta. Entretanto, ningún efecto patógeno fue observado en el lugar de infestación. El mismo autor registró valores de prevalencia e intensidad del orden de 100% y de 1 a 7 respectivamente para el nematodo *P.*

senticosa en juveniles de paiche provenientes de piscicultura. En el presente estudio, se registró para la misma especie una prevalencia similar (100%) y una intensidad mayor (19-32) en peces adultos. La diferencia en la intensidad puede haber sido influenciada por el estadio de vida y las condiciones de cultivo en que los peces se encontraban.

La clase Digenea es representada en peces amazónicos por las familias Echinostomatidae, Bucephalidae y Paramphistomidae (Roberts & Janovy, 1996). Las dos últimas son encontradas en peces, anfibios y reptiles. La familia Echinostomatidae es una de las mayores familias de trematodos digéneos y el estadio adulto infecta principalmente aves. Yamaguti (1971) cita 49 géneros en aves, 12 en mamíferos y 3 en reptiles. Según la misma referencia, 12 especies representando 6 géneros ya fueron encontradas en el hombre en varias áreas del mundo. Por otro lado, las metacercarias de Echinostomatidae fueron encontradas con frecuencia enquistadas en los peces; sin embargo, los helmintólogos tenían dudas de que los peces sirvieran como hospedero definitivo de los estadios adultos de este parásito. Yamaguti (1958) cita a *Singhia thapari* (Singh, 1958) de la India como el único representante de la familia con estadios adultos en peces. Más tarde, Prudhoe (1960) describió como género y especie nueva a *Caballerotrema brasiliense* del paiche *Arapaima gigas*. Posteriormente Thatcher (1980) cita a *Caballerotrema arapaimense* también en paiche.

El género *Caballerotrema* se distingue de los demás géneros de la familia Echinostomatidae principalmente por la forma y tamaño del disco peristómico, que además de ser más grande, tiene lóbulos ventrales bien desarrollados y dos pares de espinas de cada lado, siendo el primero de cada grupo el mayor. Dorsalmente la hilera de espinas es continua (Thatcher, 1980). En el presente estudio, los estadios adultos fueron observados fijados en las paredes del estómago. Láminas temporales de los trematodos disecados, evidenciaron la presencia del disco peristómico con lóbulos ventrales bien desarrollados y dos pares de espinas a cada lado, mostrando que los individuos pertenecen al género *Caballerotrema*. Este es el primer registro de *Caballerotrema arapaimense* parasitando a paiches de ambientes controlados en la Amazonía peruana.

Los monogéneos, representados por gran cantidad de especies, parasitan tanto peces marinos como de agua dulce, ocasionando cuantiosas pérdidas económicas en los sistemas de producción piscícola del mundo (Jones, 2001). Las especies de Platyhelminthes de la clase Monogonoidea, también conocida como trematodos monogéneos, son ectoparásitos de peces y parasitan principalmente las

branquias. Son citadas como parásitos del paiche tres especies: *D. cycloancistrum* Price & Nowlin, 1967, *D. cycloancistrioides* Kritsky, Boeger & Thatcher, 1985 y *D. punctata* Kritsky, Boeger & Thatcher, 1985.

En el presente estudio se identificó una especie de monogéneo perteneciente al género *Dawestrema*, siendo la especie identificada: *Dawestrema cycloancistrum* coincidiendo solo con una especie de las tres descritas por los autores antes mencionados. Esta especie ha sido registrada parasitando alevinos y adultos de paiche del medio natural y en ambientes controlados en la Amazonía central (Andrade et al. 2006; Araujo & Gomes 2006; Gomes & Santos, 2006). Este trabajo es también el primer reporte de esta especie para el área de cultivo de la carretera Iquitos – Nauta.

Con el aumento de los cultivos intensivos de paiche y de otras especies en la región amazónica, habrá que tener mucho cuidado con la prevención de las enfermedades. Existe una variada fauna de organismos que utilizan a los peces como sustrato y viven en equilibrio con el hospedero. Sin embargo cuando los peces son mantenidos en cautiverio son sometidos a grandes niveles de estrés, lo cual altera la homeostasis de los peces tornándolos más sensibles y con menor resistencia a los patógenos. Esto ocasiona que el equilibrio que existía entre el hospedero y su fauna simbiote se quiebre surgiendo epizootias que son de difícil control y normalmente llevan a los peces a la muerte en poco tiempo.

## 5. CONCLUSIONES

Tres especies de parásitos fueron identificados parasitando a ejemplares adultos de la especie paiche provenientes de cultivo en estanques de tierra: *Philometra senticosa* (Nematoda) *Caballerotrema arapaimense* (Trematoda) y *Dawestrema cycloancistrum* (Monogenea).

*Philometra senticosa* fue el parásito más prevalente y de mayor abundancia en los ejemplares analizados y fue encontrado a nivel de vejiga natatoria.

El trematodo *Caballerotrema arapaimense* y el monogéneo *Dawestrema cycloancistrum* fueron registrados como parásitos del estómago y de las branquias, respectivamente.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana por las facilidades brindadas en la colecta y preservación de las muestras. A los investigadores del Laboratorio de Parasitología y Patología de Peces del Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA por el apoyo prestado.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- ANDRADE SMS, GOMES ALS, LOPES LPC, COSTA AB, ARAÚJO CSO, MALTA JCO, TAVARES-DÍAS M. Registro de mortalidade em alevinos de pirarucu *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) no Estado do Amazonas. In: IX Encontro Brasileiro de Patologistas de Organismos Aquáticos IX ENBRAPOA, Maceió. 2006.
- AMATO JFR, BOEGER WA, AMATO SB. Protocolo para Laboratório - coleta e Processamento de Parasitos de Pescado. 1ª ed. São Paulo. 81 pp. 1991.
- ARAÚJO CS. Parasitologia de Alevinos de Pirarucu *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) Cultivado em uma piscicultura semi – intensiva na Amazônia. In: I Simposio da SBPC/UFAM, No Amazonas – Desafios e Perspectivas da Realidade Amazônica. p. 24. 2006.
- BUSH AO, HOLMES JC. Intestinal Helminths of lesser scaup ducks: an interactive community. Canadian Journal of Zoology, 1986; 54: 142 – 154.
- BUSH AO, LAFFERTY KD, LOTZ JM, SHOSTAK AW. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* Revisited. American Society of Parasitologists. Journal of Parasitology, 1997; 83 (4):575-583.
- CHU-KOO FW, VALDIVIESO G, TELLO S, REBAZA M, REBAZA A, DEZA S, ALCÁNTARA F. Cría de paiche en jaulas flotantes. Análisis económico. Infopesca Internacional, 2007; 30(abril-junio): 28-31.
- GOMES ALS, SANTOS MS. Ecologia de Metazoários Parasitas de Brânquias de *Arapaima gigas* (Schinz, 1822): Riqueza de espécies e influencia sazonal na composição das espécies. Apresentação de trabalho/ comunicação. p.18. 2006.
- IMBIRIBA EP. Potencial de criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. Acta Amazônica, 2001; 31(2): 299-316.
- JONES SR. The occurrence and mechanisms of innate immunity against parasites in fish. Ved Comp Immunol., 2001; (8-9): 841-852.
- KRITSKY DC, BOEGER A, THATCHER VE. Neotropical monogenea. 7. Parasites of the pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier), with descriptions of two new species and redescription of *Dawestrema cycloancistrum* Price and Nowlin, 1967 (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae). Proceedings of the Biology Society of Washington, 1985; 98(2):321-331.
- LUQUE JL, AMATO JF, TAKEMOTO RM. Comparative analysis of the communities of

- Metazoan parasites of *Orthopristis ruber* and *Haemulon steindachneri* (Osteichthyes: Haemulidae) from the Southeastern Brazilian littoral: II. Diversity, interspecific associations and distribution of the gastrointestinal parasites. *Revista Brasileira de Biologia*, 1996; 56:293-302.
- MARGOLIS L, ESCH GW, HOLMES CJ, KURIS AM, SCHADGA. The use of ecological terms in Parasitology (report of an Ad Hoc committee of the American Society of parasitologists). *Journal of Parasitology*, 1982; 68(1): 131-133.
- MORAVEC F, SCHOLZ T, KUCHTA R, DYCOVA I, POSEL, P. New data on the morphology of *Nilonema senticosum* (Nematoda, Philometridae), a parasite of *Arapaima gigas* (Pisces), with notes on another philometrid, *Alinema amazonicum*, in Peru. *Acta Parasitologica*, 2006; 51(4): 279-285.
- OBIEKEZIEAL, TAEGER M. Mortalities in hatchery reared fry of the African carfish, *Clarias gariepinus* (Burchell), caused by *Gyrodactylus groschafii* Ergens, 1973. *Association of Fish Pathology*, 1991; 11: 82-85.
- ONO EA, HALVERSON MR, KUBITZAF. Pirarucu – O gigante esquecido. *Panorama Aqüícola*, 2004; 14(18):14-25.
- PRUDHOE S. On two parasitic worms from Brazil. Edit. Universidad Nacional Autónoma de México, 418 pp. 1960.
- QUEIROZ HL. Natural history and conservation of pirarucu, *Arapaima gigas*, at the Amazonian várzea: red giants in muddy waters. Ph. D. Dissertation. University of St. Andrews, UK. 225 pp. 2000.
- THATCHER VE. Duas novas espécies de *Caballerotrema* (Trematoda: Echinostomatidae) do pirarucu e do aruanã (Osteoglossidae), com uma redefinição do gênero e uma redescritção de *C. brasiliense* Prudhoe, 1960. *Acta Amazonica*, 1980; 10:419-423.
- THATCHER VE. Amazon fish parasites. *Amazoniana*, 1991; 9(3/4):263-572.
- THATCHER VE. Amazon Fish Parasites (Second edition). Pensoft Publishers. Sofia, Moscow, 508 pp. 2006.
- VICENTE JJ, RODRIGUES HO, GOMES DC. Nematóides do Brasil. 1ª parte: Nematóides de peixes. *Atas da Sociedade Biológica*, 87 pp. 1985.
- YAMAGUTI S. Systema Helminthum. The Digenetic Trematodes of Vertebrates. Vol. 1, Pts 1 & 2, Intersic. Pub. Co. 1575 pp. 1958.
- YAMAGUTI S. Synopsis of Digenetic Trematodes or Vertebrates. Keigaku Publ. Co., Tokio. 1772 pp. 1971.

## AVANCES EN EL CULTIVO DE *Apistogramma panduro*, RÖMER, 1997 (PERCIFORMES: CICLIDAE) EN LA AMAZONÍA PERUANA

Rosa Ismiño Orbe<sup>1</sup>, Narda Dinis Vasquez<sup>2</sup>, Patrick Mathews Delgado<sup>2</sup> & Fred Chu-Koo<sup>1</sup>

### RESUMEN

La comercialización de peces ornamentales es una actividad económica creciente en la Amazonía peruana, constituyéndose en una importante fuente de divisas para el país y de sustento para miles de familias de la región. A pesar de la enorme importancia socio-económica de la actividad pesquera ornamental en la región Loreto, pocos esfuerzos se ha dedicado a la producción en cautiverio de especies ícticas ornamentales, basándose la mayor parte de la exportación en animales extraídos de los diversos ecosistemas acuáticos naturales haciendo en muchos casos insostenible el manejo de dicho recurso. En el presente estudio se muestran los resultados preliminares de las condiciones de crianza, crecimiento y reproducción en ambientes controlados de *Apistogramma panduro*, una especie de la familia Cichlidae explotada como pez ornamental en la Amazonía peruana.

PALABRAS CLAVE: *Apistogramma panduro*, pez ornamental, acuicultura, Amazonía peruana

## ADVANCES IN THE AQUACULTURE OF *Apistogramma panduro* RÖMER, 1997 (PERCIFORMES: CICLIDAE) IN THE PERUVIAN AMAZON

### ABSTRACT

The international trade of native ornamental fishes is a growing economic activity in the Peruvian Amazon, which became an important source of revenues of foreign currencies for the country and of maintenance for thousands of families of the region. In spite of its great social and economic importance, there are few efforts dedicated to the culture of Amazonian ornamental fishes in controlled environments being the international trade based almost entirely on fish captured from the wild. The current study shows the preliminary results of the culture conditions, growth and reproduction of a Cichlidae species *Apistogramma panduro*, an important species exploited as ornamental fish in the Peruvian Amazon.

KEYWORDS: *Apistogramma panduro*, ornamental fish, aquaculture, Peruvian Amazon

1 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Programa de Ecosistemas Acuáticos (PEA). Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ). Carretera Iquitos - Nauta, Km. 4.5, Iquitos, Perú. e-mail: pea@iiap.org.pe

2 Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), Iquitos, Perú. Tesisista del Programa de Ecosistemas Acuáticos del IIAP. e-mail: patrickmathews83@gmail.com

## 1. INTRODUCCIÓN

La Amazonía peruana cuenta con una gran diversidad de peces tanto de consumo humano directo como para fines ornamentales. Dentro del grupo de peces de importancia ornamental se encuentran los ciclidos, entre los que se destacan el “pez disco” *Simphysodon discus* y el “oscar” o “acarahuzú” *Astronotus ocellatus*. Sin embargo, existe un grupo de pequeños ciclidos específicamente los del género *Apistogramma* que ha ganado bastante aceptación entre los acuariófilos por la amplia gama de vistosos colores que poseen y su accesibilidad económica. El objetivo del presente estudio fue evaluar la factibilidad técnica de criar y reproducir uno de los peces de este grupo, conocido localmente como “pandurini” (*Apistogramma panduro*) en sistemas de corrales en el Centro de Investigaciones de Quistococha del IIAP bajo diferentes densidades replicando la tecnología de reproducción en cautiverio lograda por el IIAP (en acuarios) entre los años 2005-2006 y de ese modo masificar la producción de crías de esta especie en piscicultura.

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

### LUGAR DE ESTUDIO, PECES Y UNIDADES

#### EXPERIMENTALES

Se utilizaron doce corrales de 5 m<sup>2</sup> construidos dentro de un estanque de tierra de 60 m<sup>2</sup> y de aproximadamente 80 cm de profundidad. Los corrales fueron limpiados, caleados y fertilizados previo a la siembra de los peces según criterios técnicos establecidos por el IIAP (2006). Ciento ocho parejas (216 ejemplares) del ciclido *Apistogramma panduro* obtenidas del medio natural (cuenca del río Nanay) fueron utilizadas en el presente estudio.

#### DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluó el efecto de la densidad de siembra en el desempeño reproductivo y el crecimiento de ejemplares adultos de *A. panduro* en un estudio de 60 días de duración. Con este fin se evaluaron cuatro tratamientos distribuidos al azar por triplicado:

- Tratamiento 1 (T1): 6 parejas/5 m<sup>2</sup>
- Tratamiento 2 (T2): 8 parejas/5 m<sup>2</sup>
- Tratamiento 3 (T3): 10 parejas/5 m<sup>2</sup>
- Tratamiento 4 (T4): 12 parejas/5 m<sup>2</sup>

#### ALIMENTACIÓN DE LOS PECES

Durante la fase de cultivo se fertilizó semanalmente cada corral con harina de pescado tipo FAQ para mantener una alta productividad planctónica (fitoplancton, protozoos y zooplancton)

en el agua y de ese modo garantizar la ingesta alimenticia de los peces.

#### MUESTREOS BIOMÉTRICOS

El crecimiento en peso (g) y longitud total (cm) del 100% de los individuos adultos sembrados en los corrales fue evaluado periódicamente cada 20 días a fin de determinar el incremento en talla y masa corporal. Asimismo, durante estos muestreos se realizó el conteo de ejemplares nuevos nacidos para determinar el crecimiento poblacional en cada corral.

#### CALIDAD DE AGUA

Periódicamente se realizaron monitoreos de la calidad del agua del estanque donde se instalaron los corrales a fin de detectar y/o prevenir cualquier cambio brusco en el ambiente de cultivo. Las variables evaluadas fueron: temperatura del agua, oxígeno disuelto, transparencia, conductividad eléctrica, amonio y pH.

#### ANÁLISIS DE LOS DATOS

Los datos fueron analizados a través de un Análisis de Varianza simple (One-way ANOVA) en el programa estadístico JMP IN versión, 4.0.4. Cuando se observó significancia en esta prueba, se aplicó la prueba de comparación de promedios de Tukey (alpha = 0.05) con la ayuda del programa estadístico. Valores expresados en porcentaje fueron transformados por el método del arco seno previo a su análisis.

## 3. RESULTADOS

### CALIDAD DE AGUA

El monitoreo permanente de los parámetros físicos y químicos del agua del estanque de cultivo es presentado en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Principales parámetros físicos y químicos (promedio ± desviación estándar) monitoreados en un estanque de cultivo de *Apistogramma panduro* en el Centro de Investigaciones de Quistococha (IIAP), Loreto, Perú.

PARÁMETROS LIMNOLÓGICOS	PROMEDIO ± DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Temperatura del agua (°C)	26.89 ± 0.86
Oxígeno disuelto (ml/L)	4.84 ± 0.84
pH	7.11 ± 0.57
Transparencia	38.21 ± 5.75
Conductividad eléctrica (µS/cm)	35.5 ± 6.21
Amonio (mg NH <sub>4</sub> /L)	0.20 ± 0.10

Cabe resaltar que estos valores están dentro de los rangos permisibles para las especies de ciclidos en la Amazonía (Andrews et al. 1996). Asimismo, los valores de temperatura y pH están dentro del rango para la reproducción de especies del género *Apistogramma* (23 a 30 °C) reportado por Kullander (1986). De igual forma, Ismiño & Padilla (2005) estudiando el comportamiento reproductivo de cinco especies de apistogramas reportaron valores de temperatura del agua del orden de 23.9 °C y pH de 7.4, logrando la reproducción de estos especímenes.

### CRECIMIENTO EN CORRALES

En la Tabla 2 se presenta la evolución del crecimiento en peso y longitud del *A. panduro* en el sistema de cultivo en corrales. Nótese que a simple vista la ganancia de peso expresada en gramos puede parecer insignificante si comparada con cualquier especie íctica cultivada para consumo humano directo; sin embargo no olvidemos que *A. panduro* es un pez de pequeño porte, de uso ornamental y que en el período de 60 días de cría mostró un incremento promedio entre 163.04 y 187.54% de longitud y entre 192.12 a 267.47% de peso total, respectivamente.

### COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO EN CORRALES

La especie *A. panduro* presenta dimorfismo sexual, siendo las hembras ligeramente más pequeñas que los machos y en el cuerpo presentan coloración amarilla y negra, en cuanto que los machos presentan una coloración celeste y un halo rojizo en la aleta caudal. En la época de reproducción se observa claramente una intensificación de los colores en ambos sexos (Figuras 1 y 2).

El comportamiento reproductivo observado en esta especie es similar al de otros ciclidos como *Cichlasoma istlanum* (Figueroa & Figueroa, 2000), *Cichlasoma cyanoguttatum* (Zarate, 1987), *Apistogramma eunotus*, *A. macmasteri* (Ismiño &

Padilla, 2005), *Cichla ocellaris* y *Astronotus ocellatus* (Fontenele, 1950).

Se pudo constatar que los ejemplares cultivados alcanzaron rápidamente su mejor estado fisiológico pues iniciaron su actividad reproductiva a las dos



**Figura 1.** Ejemplar macho adulto de *A. panduro* (Foto: Homero Sánchez, IIAF)



**Figura 2.** Ejemplar hembra adulta de *A. panduro* (Foto: Homero Sánchez, IIAF)

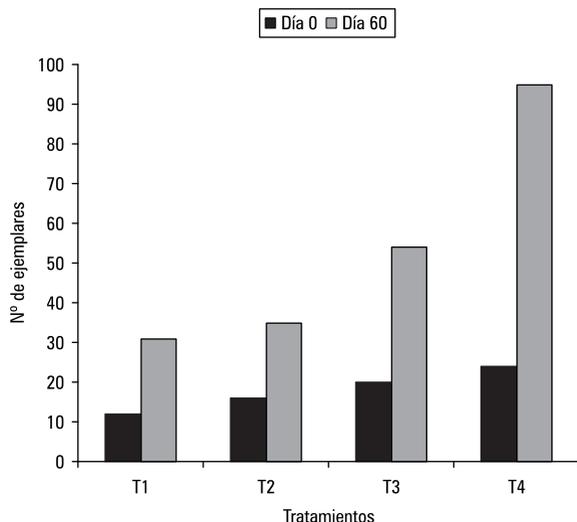
**Tabla 2.** Crecimiento en longitud (L) y peso (P) registrados en un cultivo de 60 días de *Apistogramma panduro* en corrales de tierra en el Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ-IIAP), Loreto, Perú.

CORRALES	DÍA 0		DÍA 20		DÍA 40		DÍA 60		CRECIMIENTO (%)	
	L (cm)	P (g)	L (%)	P (%)						
T1	3.47	1.47	4.60 b	1.72 b	5.35 b	2.42 c	5.66 c	2.78 c	163.04	192.12
T2	3.53	1.23	4.44 c	1.76 b	5.20 b	2.29 c	5.82 c	2.97 b, c	166.06	258.28
T3	3.59	1.57	5.60 a	2.21 a	5.97 a	2.97 a	6.19 b	3.24 a, b	172.85	209.19
T4	3.63	1.35	4.76 b	1.95 b	5.85 a	2.69 b	6.81 a	3.46 a	187.54	267.47
Error Estándar de la Media (Pooled SEM)	0.138	0.186	0.058	0.041	0.035	0.038	0.076	0.064	6.313	31.93
Valor de P	0.8576	0.6273	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	0.0959	0.3317

semanas post- siembra (mediados agosto y principios de septiembre) encontrándose huevos en las macrófitas acuáticas, siendo posteriormente observados lotes de crías a inicios del mes de octubre. Sin embargo, en un estudio realizado por Ismiño & Padilla (2005) estos autores reportaron que *A. panduro* presenta una actividad reproductiva a través del año a excepción de los meses de agosto y setiembre; por lo que podemos afirmar con los resultados obtenidos en este estudio que esta especie se reproduce durante todo el año. Por otro lado, la abundante presencia de alimento (plancton) en los corrales puede de algún modo haber propiciado o influido en la frecuencia de reproducción debido a que la disponibilidad de alimentos acelera la maduración sexual en los ciclidos según Fontanele (1950).

Tal parece que *A. panduro* mantiene sus características de comportamiento reproductivo a pesar de encontrarse en ambientes controlados, lo que significa que su estrategia reproductiva esta determinada genéticamente. Así, *A. panduro* estaría siguiendo los mismos patrones que desarrolla en los ambientes naturales garantizando su éxito reproductivo con periodos continuos de desove a través de todo el año sin presentar mucha relación con los niveles de las aguas en el medio natural (Ismiño *et al.* 2004), revelando el gran potencial para su producción intensiva en ambientes controlados.

En la Figura 3 se muestra el incremento de individuos en cada corral producto de la reproducción

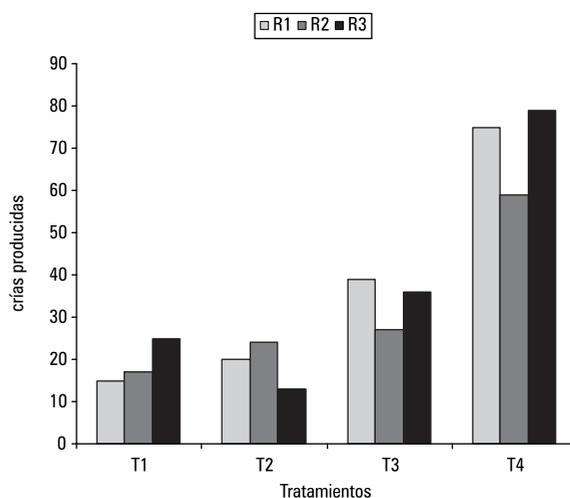


**Figura 3.** Incremento poblacional de *Apistogramma panduro* en un cultivo de 60 días en corrales de tierra del Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ-IIAP), Loreto, Perú.

natural de la especie en cautiverio en un período de sesenta días de cultivo.

Producto de la reproducción natural se observó un notorio incremento poblacional en todos los corrales. Las seis parejas estabuladas en cada una de las réplicas del T1 originaron entre 15 a 25 crías haciendo un total de 31 individuos por corral que a su vez significaron un incremento poblacional del orden del 258.3%. En contraste, las 12 parejas estabuladas en cada una de las réplicas del T4 originaron entre 59 a 79 crías haciendo un total de 95 individuos por corral que a su vez significaron un incremento poblacional del orden del 395.8%. Queda demostrado entonces que la densidad de siembra que mejor producción de crías tuvo fue el T4 (Figura 4).

Como conclusión del estudio realizado nos atrevemos a afirmar que es técnicamente posible la cría de adultos de *A. panduro* en piscicultura con fines de producción continua de crías para abastecer al mercado ornamental de Loreto.



**Figura 4.** Producción total de crías de *Apistogramma panduro* en un cultivo de 60 días en corrales de tierra del Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ-IIAP) bajo cuatro densidades de cultivo (R1, R2 y R3 = réplicas por tratamiento).

#### 4. AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Ecosistemas Acuáticos (PEA) del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana por el financiamiento completo del estudio y la subvención de práctica pre-profesional otorgado al tercer autor del trabajo. Al staff profesional y técnico del PEA que colaboró en la realización del presente estudio.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- ANDREWS C, EXELL A, CARRINGTON N. The Manual of Fish Health. Ed. Salamander. Book. Barcelona. 208 pp. 1996.
- FONTANELE O. Contribuição para o conhecimento da biologia dos tucunarés (Actinopterygii, Cichlidae), em cativeiro. Aparelho de reprodução. Hábitos de desova e incubação. Revista Brasileira de Biologia, 1950; 10(4): 503-519.
- IIAP. Cultivando peces amazónicos. Editorial IIAP. Lima, Perú. 199 pp. 2006.
- ISMIÑO RA, PADILLA PP. Comportamiento reproductivo de cinco especies del género *Apistogramma* (Cichlidae) en ambientes controlados. Comunicaciones del Coloquio Internacional Biología de las poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura. pp. 222-226. 2005.
- ISMIÑO RA, PADILLA P, SÁNCHEZ H. Fecundidad y desove de *Apistogramma panduro* "pandurini" Römer (1997) (Perciforme) (Cichlidae) en ambientes controlados. IIAP. Iquitos. VI Congreso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía. 2004; 125:119-120.
- KULLANDER SO. The cichlid fishes of Amazon River drainage of Peru: Swedish Museum of Natural History, Stockholm. 431 pp. 1986.
- FIGUEROA J, FIGUEROA TJ. Reproducción y crecimiento en cautiverio de la mojarra criolla *Cichlasoma istlanum* (Pisces: Cichlidae). Revista AquaTIC, 2000; 10: 1-11.
- REIS R, KULLANDER SO, FERRARIS C. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. 729 pp. 2003.
- ZARATE R. Algunas notas sobre la Guapota Tigre en: folleto para la explotación de poblaciones salvajes. Ed. Secretaria de Pesca México D. F. 225 pp. 1987.



## “ESTABILIDAD DEL ÁCIDO ASCORBICO EN PULPA DESHIDRATADA DE CAMU CAMU (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) A DIFERENTES TEMPERATURAS”

Víctor Erasmo Sotero Solís<sup>1</sup>, Dora Enith García de Sotero<sup>2</sup>, Ena Velazco Castro<sup>3</sup>

### RESUMEN

La pulpa de camu camu fue sometida a deshidratación en estufa de aire forzado a las temperaturas de 50, 60, 70, 80 y 90°C, en los tiempos de 0 a 10 horas, se tomaron alícuotas cada dos horas. Se observa una buena estabilidad del ácido ascórbico a temperaturas superiores a 50°C, se seleccionaron las muestras de 60 y 70°C a cuatro horas de iniciado el tratamiento, para ser envasadas al vacío y almacenadas a -20 y 8°C por 35 días. Se observa un velocidad de primer orden para el ácido ascórbico secado por cuatro horas a las temperaturas de 60 y 70°C.

PALABRAS CLAVE: Deshidratación, Secado, *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh, camu camu, ácido ascórbico.

## STABILITY OF ASCORBIC ACID IN DEHYDRATED PULP OF CAMU CAMU (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) AT DIFFERENT TEMPERATURES

### ABSTRACT

Pulp of camu camu was dehydrated in heated air at 50, 60, 70, 80 and 90°C by 0 to 10 hours, it was picked up samples every two hours, and the stability of the ascorbic acid was satisfactory at major of 50°C of temperature. It was selected two samples (60 and 70°C at four hours) for to be packed at vacuum and this were stored at -20 and 8°C. Acid ascorbic presents a first order kinetic for the pulp dried by four hours at 60 and 70°C.

KEYWORDS: Dehydration, Dry, *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh, camu camu, ascorbic acid

1 Programa PBIO -Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) – Av. Abelardo Quiñonez Km 2.5 – Iquitos, Teléfono 065-265515, fax: 085-265527, e-mail: vsotero@iiap.org.pe

2 Facultad de Ingeniería Química – Universidad Nacional de la Amazonia Peruana(UNAP) - Freyre 616 – Iquitos – Telefax: 065-234101, e-mail: dora@usp.br

3 Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia (UNIA) - Carretera San José Km 05, Yarinacocha – Ucayali, teléfono: cel 061-961917368, e-mail: enavelazco@yahoo.com

## 1. INTRODUCCIÓN

El agua es un contribuyente importante a las propiedades organolépticas de los alimentos. La pérdida de agua, en los alimentos ricos en ella, o la ganancia de agua en alimentos en que es escasa, reduce su calidad organoléptica y por tanto su aceptabilidad. Por otra parte, la presencia de agua, a ciertas concentraciones, en los alimentos facilita su deterioro por acción de los microorganismos y las enzimas, o a través de reacciones químicas o enzimáticas. Por lo tanto retirando agua de los alimentos o haciéndola menos disponible, se puede extender la vida útil de los mismos. La deshidratación es un método frecuentemente utilizado para reducir la actividad de agua y, consiguientemente, prolongar la vida útil de los alimentos. Además de facilitar la conservación del producto, reduce el peso e inhibe el crecimiento microbiano y la actividad enzimática (Brennan *et al.*, 1998).

La pulpa del fruto del camu camu es comestible, se utiliza en la preparación de refrescos, néctares, mermeladas, helados y paletas congeladas entre otros (Flores, 1997; Velazco 2001, García y Ríos, 2001). Los frutos del camu camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) se caracterizan por su alta concentración de vitamina C o ácido ascórbico, que puede llegar hasta 2900 mg/100 g de pulpa fresca., según el estado de recolección y madurez. (Flores, 1997), aunque no se observa grandes diferencias en esta vitamina en los frutos verdes a maduros (Pinedo, 2001). Ramos *et al.*, (2002) encontraron que la concentración de ácido ascórbico en pulpa de camu camu se incrementó en 1,9 veces al concentrarla hasta 35% de su volumen a fuego directo y de 16 veces al deshidratarla por liofilización. Dresch *et al.*, (2007), observa que la degradación del ácido ascórbico en yerba mate fortificada sigue una ecuación de primer orden y que depende de la actividad de agua del producto, encontrando que la concentración de ácido ascórbico disminuye a la mitad en 128 días de almacenamiento a 30°C y 73% de humedad relativa, en tanto que la misma disminución ocurre en 13,5 días de almacenamiento a 30°C y 80% de humedad relativa. Gutiérrez *et al.*, (2007a) al determinar el ácido ascórbico por cromatografía líquida de alta resolución, encuentra que soluciones de este compuesto, son muy estables y presentan una degradación de orden cero hasta las nueve horas, en cambio cuando se aumenta la temperatura presenta una velocidad de reducción muy elevada, siendo que la almacenada a 40°C no registra ácido ascórbico después de cuatro horas de almacenamiento. Del mismo modo Gutiérrez *et al.*, (2007b) observan la degradación del ácido ascórbico en la uchuva (*Physalis peruviana* L.) a 4 y 10°C, presenta una degradación de primer orden simple, midiendo por

450 horas. Sin embargo cuando se almacena este fruto a temperaturas superiores como 20 y 30°C, se mantiene la degradación de primer orden hasta aproximadamente hasta el séptimo día, y a partir de este se produce un incremento del ácido ascórbico siguiendo una cinética de primer orden, debido posiblemente a una reacción predominante que tiene como uno de sus productos a este ácido.

El ácido ascórbico, presenta una estructura bastante sencilla, pues se trata de la lactona de un azúcar-ácido, es muy sensible a degradarse, debido a ciertos factores como la temperatura, concentración de sal y azúcar, pH, oxígeno y enzimas, catalizadores metálicos, la concentración inicial de ácido y la relación de ácido ascórbico – ácido deshidroascórbico. Todos estos factores están relacionados con la técnicas de proceso y con la composición del producto que se procede (Pirone *et al.* 2003).

El ácido ascórbico sólo se precisa en la dieta de unos pocos vertebrados (el hombre, los monos, el murciélago frugívoro de la India y algunos peces). Algunos insectos y otros invertebrados necesitan también ácido ascórbico, pero la mayor parte de los demás animales superiores y de los vegetales pueden sintetizarlo a partir de la glucosa y de otros precursores sencillos. El ácido ascórbico es un potente reductor, pierde con facilidad átomos de hidrógeno y se transforma en ácido deshidroascórbico, que también posee actividad de vitamina C. Sin embargo, la actividad vitamínica se pierde cuando el anillo lactónico del ácido deshidroascórbico se hidroliza para rendir ácido dicetogulónico. El ácido ascórbico presente en los alimentos se destruye, en su mayor parte, por cocción (Lehninger, 1987)

El objetivo del presente trabajo es estudiar la estabilidad del ácido ascórbico cuando se deshidrata la pulpa de camu camu en estufa de aire forzado con control de temperatura y envasar, las pulpas de mejores resultados, en bolsas de polietileno y sobre estos productos obtener sus parámetros físico químicos y microbiológicos, durante un periodo de almacenamiento por 35 días a -20° y 8°C.

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

### MATERIAL

- Frutos maduros del camu camu proveniente de la provincia de Coronel Portillo
- Estufa de aire forzado.
- Equipo de envasado al vacío.

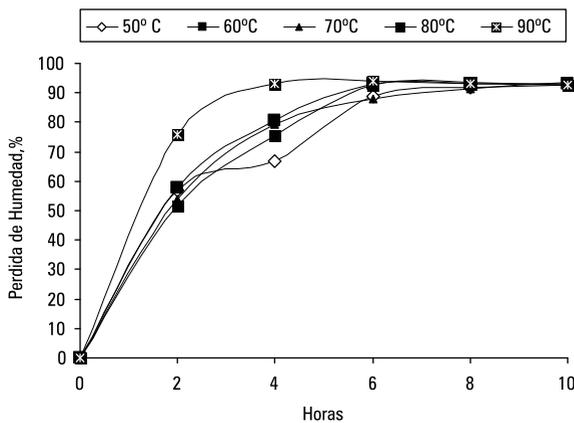
### MÉTODOS

- Deshidratado de pulpa a 50, 60, 70, 80 y 90°C de 0 a 10 horas.

- Humedad, Se coloca la muestra en estufa de aire circulante a 8 hrs. a 60°C por hasta peso constante.
- Acido ascórbico. Método del 2,6 diclorofenol indofenol (Ranganna, 1986)
- Grasas. Por extracción con el aparato de Soxhlet usando solvente éter etílico, según Adolfo Lutz (1985)
- Proteínas. Fue determinado utilizando el proceso de Kjeldahl modificado, según Adolfo Lutz (1985)
- Cenizas (minerales) La muestra fue desgrasada y sometida a incineración en mufla a la temperatura aproximada de 550°C, según Adolfo Lutz (1985).
- Análisis microbiológicos. Se determinó: Microorganismos aerobios mesófilo, Coliformes totales, *Staphilococcus aureus*, Mohos y Levaduras por Recuento en placas y coliformes totales y fecales por Fermentación en tubos múltiples.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

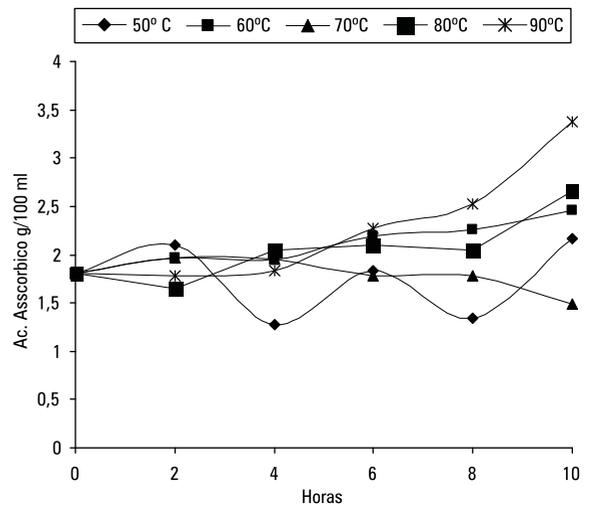
En la Figura 1, se presenta la pérdida de humedad de pulpa de camu camu secado en estufa de aire forzado, esta tiene una pérdida de humedad creciente entre la cuarta y quinta hora, y a partir de esta última hora, la curva se estabiliza, quedando solo ya el agua residual.



**Figura 1.** Pérdida de humedad de pulpa de camu camu secada en estufa de aire forzado.

En la Figura 2, se presenta la concentración de ácido ascórbico en el secado de la pulpa de camu camu a diferentes temperaturas, se puede apreciar que el descenso en concentración de este ácido es más notoria a la temperatura de 50°C, las pulpas secas a 60 y 70°C se incrementan hasta la cuarta hora, y a partir de esta última empieza a decrecer, la de 80°C permanece prácticamente invariable, en cambio la de 90°C mejora

a partir de la sexta. Este resultado puede ser debido al sinergismo con otros compuestos antioxidantes, como la presencia de compuestos fenólicos, según reporta Maeda y Andrade (2003) y la actividad de ciertas enzimas. Se asume que a baja temperatura (50 °C) ocurrió degradación enzimática del ácido ascórbico en función del tiempo de secado. Este caso también fue observado por Pirone *et al.*, (2003) al estudiar la deshidratación de frutos de la rosa mosqueta (*Rosa eglanteria* L), la cual en cambio si disminuye a concentración de este ácido conforme aumenta la temperatura. Se puede considerar que las mejores concentraciones se encuentran a las temperaturas de 60 y 70°C a cuatro horas y la de 90°C a diez horas, aunque en la industria se prefiere trabajar a 60°C.



**Figura 2.** Concentración de ácido ascórbico en el secado de la pulpa de camu camu en estufa de aire forzado.

En la Tabla 1 se muestra el análisis centesimal y de ácido ascórbico de la pulpa de camu sin tratamiento junto a las pulpas deshidratadas a 60 por cuatro horas, se observa un ligero incremento en la concentración de ácido ascórbico de 2330,0 original a 2990,0 y 2895,0 para las pulpas de 60 y 70°C respectivamente, y en los demás parámetros solo mejora la concentración de carbohidratos, debido a la reducción de agua.

En la Tabla 2, se presenta los coeficientes de velocidad y regresión de la pulpa de camu camu seca a 60, 70' y 90°C, donde se corrobora lo observado líneas arriba, en este sentido la mejor velocidad de incremento de concentración de ácido ascórbico lo de la pulpa secada a 60°C para las diez horas y la de 70°C hasta la cuarta hora; la pulpa seca a 90°C, mejora a partir de la cuarta hora. Estos coeficientes se obtienen mediante la ecuación de Arrhenius, utilizada por diversos autores (Pirone *et al.*, 2003; Gutiérrez *et al.*,

2007) para relacionar la temperatura con la constante de velocidad, se expresa de la siguiente manera.

$$C_t = C_0 e^{-kt}$$

Donde

$C_t$ : es la concentración final de ácido ascórbico,

$C_0$ : la concentración inicial de este ácido

k: la constante de velocidad, se expresa en  $\text{hrs}^{-1}$  y

t: el tiempo de la reacción.

Los valores de k se obtienen graficando  $\ln(C_t/C_0)$  vs t.

**Tabla 1.** Análisis centesimal y de ácido ascórbico de la pulpa de camu camu deshidratada por 4 horas a 60 y 70°C.

ACUARIO	PULPA MADURA	PULPA DESHIDRATADA	
		60°C	70°C
Humedad,%	84,10	19,33	12,37
Grasas,%	0,03	0,10	0,21
Cenizas,%	0,24	1,12	2,48
Proteínas, %	0,81	3,91	5,03
Carbohidratos,%	14,82	75,54	79,91
Acido ascórbico, mg/100ml	2330,0	2990,0	2895,0

**Tabla 2.** Coeficientes de velocidad y de regresión de la pulpa de camu camu secada a diferentes temperaturas.

TEMPERATURA °C	PULPA SECADA A 4 HRS		PULPA SECADA A 10 HRS	
	Constante de velocidad, $K \text{ hr}^{-1}$	$R^2$	Constante de velocidad, $K \text{ hr}^{-1}$	$R^2$
60	0.02	0.70	0.03	0.95
70	0.02	0.70	-0.02	0.52
90	0.00	0.16	0.06	0.86

**Tabla 3.** Análisis microbiológico de la pulpa deshidratada a 60 y 70°C de camu, envasada en bolsas de polietileno al vacío y almacenadas a -20 y 8°C.

PARÁMETROS	0 DIAS		35 DIAS			
			8°C.		-20°C.	
	60°C	70°C	60°C	70°C	60°C	70°C
Microorganismos aerobios mesófilos, ufc/ml	30	10	7	5	4	3
Coliformes totales, nmp/ml	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Coliformes fecales, nmp/ml	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Staphilococcus aureus, ufc/ml	<10	<10	2	<2	<2	<2
Mohos, ufc/ml	2	0	3	2	2	2
Levaduras, ufc/ml	0	0	1	<1	<1	<1

En la Tabla 3, se dan los análisis microbiológicos de la pulpa deshidratada a 60 y 70°C de camu; se observa que la mayor concentración de microorganismo se da al inicio, señal del mal manipuleo de los frutos desde su colecta, considerando además que las pulpas no han sido escaldadas o pasteurizadas. De todos modos la carga microbiana disminuye al envasar los productos al vacío y almacenarlos a temperatura de refrigeración (8°C) o en congelador (-20°C). De todos modos el recuento de microorganismos mesófilos y de mohos y levaduras se encuentran en muy por debajo de los límites indicados para este tipo de productos alimenticios que según Pascual (1992) están en los rangos de  $10^6 - 10^7$  ufc/ml para los primeros y de  $10^3$  ufc/ml para los segundos respectivamente y según los microbiológicos nacionales (Perú, 2003), los mohos y levaduras deben de ser menores de 10.

#### 4. CONCLUSIONES

El ácido ascórbico presenta una adecuada estabilidad al deshidratar la pulpa de camu camu, en estufa de aire circulante, las temperaturas de 60 a 90°C.

Se considera a 60 y 70°C a cuatro horas, como las temperaturas óptimas de deshidratado y el tiempo de secado, debido a una mejor concentración de ácido ascórbico y constante de velocidad.

A los 35 días, los productos envasados al vacío, se observa una buena estabilidad en la concentración de ácido ascórbico y alta resistencia al deterioro por microorganismos.

#### 5. AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria de Tingo Maria por el apoyo en el envasado de las muestras al vacío.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- ADOLFO LUTZ, 1985. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 2 ed. São Paulo. Vol. 1, 583 pp.
- BRENNAN, J.G. BUTTERS, J.R. COWELL, N.D.; LILLEY, A.E.V. 1998. Las Operaciones de la Ingeniería de Alimentos. Zaragoza: Ed. Acribia S. A. pp.377-418.
- DRESCH, G.; BENITEZ, J.; RAMALLO, A. 2007. Degradación del ácido ascórbico en yerba mate fortificada. 4º Congreso Sudamericano de la yerba mate. Misiones, 6pp.
- FLORES P. S. Cultivo de frutales nativos amazónicos. 1997 Manual para el Extensionista. Lima: Tratado de Cooperación Amazónica. Secretaría Pro Tempore. Enero pp. 55 -62.
- GARCÍA, R.; RIOS, A. 2001. Uso de la pulpa refinada de camu y arazá em la elaboración de paletas de plátano. En: *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*. (1) 1: 15-21.
- GUTIERREZ, T.; HOYOS, O.; PAEZ, M. 2007a. Determinación del contenido de ácido ascórbico en uchuva (*Physalis peruviana* L.) por cromatografía líquida de alta resolución (CLAR). En: *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, Cali. (5): 70 – 79.
- GUTIERREZ, T.; PAEZ, M. 2007b. Seguimiento de la degradación térmica del ácido ascórbico en uchuva (*Physalis peruviana* L.). En: *Sienta et Técnica*. Pereira. (13):3:211-215.
- LEHNINGER, A., 1987. Bioquímica. Las bases moleculares de la estructura y función celular. Barcelona: Ed. Omega. pp..357-358.
- MAEDA, R.N.: ANDRADE, J.S. 1998. Aproveitamento do camu camu (*Myrciaria dúbia*) para produção de bebida alcoólica fermentada. En: *Acta Amazônica*. Iquitos, 33(3): 489-498.
- PASCUAL, M.R., 1992. Microbiología alimentaria: Metodología analítica para alimentos y bebidas. Madrid: Ed. Diaz dos Santos, 360pp.
- PERÚ, 2003. Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. *El Peruano*, Lima. 20/06/2003, p. 246849-246862.
- PINEDO, M. 2001. Sistema de producción de camu camu en restinga. Iquitos: IIAP. 141pp.
- PIRONE, B.N.; OCHOA, M.R.; KESSELER, A.G.; DEMICHELIS, A. 2003. Evolución de la concentración de ácido ascórbico durante el proceso de deshidratación de frutos de la rosa mosqueta (*Rosa eglanteria* L.). En: *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, Buenos aires, 31(1):85-98.
- RAMOS, Z.; GARCIA, L.; PINEDO, M. SPUZA, R., 2002. Evaluación de factores de procesamiento y conservación de pulpa de *Myrciaria dúbia* H.B.K. (camu camu) que reducen el contenido de vitamina C (ácido ascórbico). En: *Revista Amazonica de Investigación Alimentaria*, Iquitos, 2(2): 89-99.
- RANGANNA, S. 1986. Analysis and quality control for fruit and vegetable products. New Delhi: Mc Graw Hill Publishing, , 1112pp.
- VELAZCO, E. 2004. Estabilidad del ácido ascórbico en productos elaborados de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh), tesis. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, 65pp.



## ¿PARA QUÉ SIRVE EL CONCEPTO DE “SOCIEDAD BOSQUESINA”?

Jorge Gasché,<sup>2</sup>

### RESUMEN

En el transcurso de nuestra experiencia de casi 40 años de trabajo con comunidades rurales amazónicas (en Perú y Colombia), hemos observado que los estudios antropológicos de corte académico han tenido y siguen teniendo muy poca aceptación – y menos uso – de parte de los responsables políticos y económicos del desarrollo. Por eso, contemplamos la necesidad de concebir una “antropología operativa”, cuyo lenguaje interpretativo utilice los términos corrientes de la “tecnocracia desarrollista”, pero sometiendo sus contenidos – generalmente implícitos en la ideología dominante de desarrollo – a una crítica, que contrapona a ellos los hechos y vivencias observados en las actividades cotidianas de las comunidades y la lógica de vida “propia” del sujeto “bosquesino” (sus motivaciones, acciones, finalidades y priorizaciones), – lógica que resulta de nuestra interpretación de las observaciones.

Justificamos el uso del término “sociedad bosquesina” para englobar en un lenguaje genérico de interpretación de la vida social en comunidades rurales amazónicas, a la vez, las comunidades llamadas “mestizas”, “ribereñas”, “caboclas” y las “indígenas”, “nativas”. Eso no excluye que a nivel de la observación de comunidades específicas, o de grupos de comunidades, identifiquemos lo que podemos llamar “tradiciones étnicas”, para integrarlas en nuestra interpretación.

Ilustramos nuestro propósito crítico con un cuestionamiento del sentido que los desarrollistas y la doctrina económica liberal dan a la noción de “necesidades”, ampliando esta noción a las “necesidades ontológicas”, de las que la sociedad bosquesina satisface algunas mejor que la sociedad urbana, “desarrollada”, “moderna”. Escasez de dinero no es pobreza, miseria e infelicidad.

**PALABRAS CLAVES:** Sociedad bosquesina, indígenas, mestizos, antropología operativa, desarrollo rural amazónico.

## FOR WHAT PURPOSE SERVES THE CONCEPT OF “RAINFOREST SOCIETY” OR “FOREST DWELLER SOCIETY”?

### ABSTRACT

In the course of nearly 40 years' experience working with rural Amazonian communities (in Peru and Colombia), we have observed that academic anthropological studies have had, and continue to have, very little acceptance - and still less use - amongst those politicians and economists responsible for development. As such, we consider the need to devise an “operational anthropology” whose interpretive language employs the terms current within the “developmentalist technocracy”, while subjecting their contents – usually implicit in the dominant ideology of development – to critique, contrasting them with the facts and experiences observed in the course of the communities' daily activities, and the “rainforest” subject's “own” logic of life (his or her motivations, actions, goals and priorities) – a logic that results from our interpretation of such observations.

We justify the use of the term “rainforest society” or “forest dweller society” (sociedad bosquesina) to encompass, within a generic language for the interpretation of social life in rural Amazonian communities, those communities designated “mestizo”, “ribereño” or “caboclo”, as well as “indigenous” or “native”. This does not exclude, at the level of observation of specific communities or groups of communities, the identification of what we may call “ethnic traditions”, to integrate them into our interpretation.

We illustrate our critical purpose with an investigation of the meaning ascribed by development specialists and neo-liberal economic doctrine to the notion of “needs”, extending this to include “ontological needs”, some of which are better satisfied by rainforest society than by urban, “developed”, “modern” society. Scarcity of money is not poverty, misery or unhappiness.

**KEYWORDS:** Forest dweller society, indians, mestizos, operative anthropology, rural amazonian development.

1 Es este el texto de la ponencia leída por el autor en el simposio “Sociedades del bosque tropical” del XXII Congreso de Antropología en Colombia, Bogotá, octubre 2007. – El texto fue elaborado en el marco del proyecto “Socio-diversidad bosquesina”/“Uso y conservación de territorios comunales” que el IIAP realiza en convenio con el Instituto Imani de la Universidad Nacional de Colombia, sede Leticia.

2 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Iquitos

Quien, hoy en día, va a una comunidad rural en el bosque amazónico para dedicarse a una investigación antropológica, ecológica, botánica, médica o cualquier otra, o quien visita tal comunidad para promover proyectos de desarrollo en cualquier campo que sea – productivo, educativo, sanitario, organizativo – se ve confrontado con una realidad socio-cultural que no se deja unívocamente calificar de indígena o mestiza. Elementos socio-culturales de origen indígena y de origen nacional y mestizo se entremezclan intrincablemente en un presente – en una forma actual se sociedad – que los términos de “mestiza” o “indígena” o “colona” no nos ayudan a comprender. Partiendo de la hipótesis que detrás de la gran variedad de configuraciones socio-culturales locales en el ámbito de la población selvática – subsumiendo también los aspectos llamados “étnicos” –, existe una serie de características genéricas comunes a todas ellas y que las distinguen, en su conjunto, de la sociedad urbana de tipo “occidental”, hemos acuñado el término de “sociedad bosquesina” para designar este “tipo de sociedad” distinto de la sociedad urbana, capitalista y neo-liberal; y, en base a nuestra variada y larga experiencia de convivencia en diferentes comunidades amazónicas, nos hemos esforzado a denominar y definir los rasgos genéricos que hemos visto presentes en todas, y a ilustrar, mediante descripciones etnográficas, los elementos materiales, las conductas sociales y las formas de discurso particulares a cada sitio observado que ilustran específicamente las nociones genéricas.

Es este un planteamiento propiamente antropológico cuyo interés podría limitarse al círculo estrecho de los colegas académicos, universitarios. Si tuviéramos la intención de insertarnos en el debate académico y hacer progresar la teoría antropológica en los cenáculos profesionales de las facultades de ciencias humanas, entonces tendríamos que empezar por hacer el balance del estado actual de conocimiento, de evaluar críticamente los conceptos teóricos y operativos en la literatura antropológica de los últimos años, tomar posición frente a ellos y plantear nuestras alternativas.

Quiero hoy proponer un enfoque antropológico distinto. Después de haber observado, desde muchos años, que los proyectos de desarrollo y las acciones del Estado llegan a las comunidades del bosque con justificaciones y objetivos que en nada toman en cuenta las descripciones, interpretaciones y diagnósticos escritos y publicados por antropólogos, y que estos proyectos y acciones siempre fracasan, es decir, nunca alcanzan sus objetivos, me parece urgente superar la falta de comunicación e intercomprensión entre los profesionales cuyo objetivo es comprender las sociedades bosquesinas y los que pretenden obrar

en beneficio de estas sociedades y del “progreso” en general, realizando “proyectos de desarrollo.” Para remediar a esta situación, algunos propondrían que se debería exigir de todos los políticos, administradores, tecnócratas y desarrollistas que quieren trabajar en la selva que estudien obligatoriamente antropología. Fuera del hecho que tal recomendación quedaría un voto pío, debemos de reconocer que la teoría antropológica, su lógica conceptual e interpretativa, no toma en cuenta la lógica de la política desarrollista, la deja del lado, no dialoga con ella, no le propone alternativas, de manera que un tecnócrata puede tener una formación intelectual antropológica y, al mismo tiempo, actuar conforme la lógica desarrollista con el objetivo de “superar el atraso de la población rural”, “fomentar el progreso”, “remediar a la pobreza y extrema pobreza”, “enseñar al bosquesino cómo debe trabajar y cómo debe organizarse”, “levantar el nivel de vida, es decir, de ingresos”, etc.

De esta constatación resulta una primera urgencia para una antropología que se propone salirse del academismo, el que circunscribe su eficiencia a los discípulos de su disciplina universitaria, y volverse operativa en el campo de la acción política, económica, social, cultural, lingüística, educativa, sanitaria, etc. Necesitamos de una antropología que se involucre profesionalmente en los proyectos de toda índole que se destinan a la población rural amazónica y, más que eso, que participe en la formulación de las políticas dirigidas hacia la Amazonía. Bien digo “necesitamos de una antropología”, no “de antropólogos”, que, teniendo su diploma en el bolsillo, se vuelven funcionarios del Estado o de ONGs y obran según la lógica desarrollista. Necesitamos de una teoría antropológica que describa y haga comprender a los encargados de políticas y proyectos de desarrollo las condiciones objetivas de vida de las sociedades bosquesinas y las lógicas de vida subjetivas del bosquesino de tal manera que cuestione la lógica desarrollista, sus a-prioris, sus objetivos y valores, de los que el desarrollista está imbuido, que acepta como “naturales” o “universales”, es decir, valederos para todos los seres humanos. El cuestionamiento de la lógica dominante del desarrollo y progreso consiste, precisamente, en demostrar que sus a-prioris, sus objetivos y valores no son universales, no son compartidos por todos los seres humanos, sino que hay sociedades y sujetos humanos que actúan según otra lógica de vida, orientándose en otros valores y motivándose por otros objetivos.

Pero no es suficiente afirmar, como hasta ahora lo hago, que hay sociedades diversas y lógicas de vida distintas, que el género humano no es uno sino diverso, socio-diverso. Este discurso genérico es harto conocido y no conmueve en nada a los tecnócratas del

desarrollo que sólo creen en los valores dominantes y disfrutan de las prebendas gubernamentales e internacionales de que viven y se enriquecen, a condición que sirvan los intereses dominantes.

Para que la tecnocracia se sienta concernida por nuestros cuestionamientos tenemos que someter sus a-prioris, su lógica y sus valores a una evaluación crítica, no en abstracto y genéricamente, sino utilizando los términos operativos mismos de la tecnocracia, sus nociones medulares en que se funda toda la retórica y justificación desarrollista. Desde luego, nuestra antropología, en vez de dialogar con las diferentes escuelas académicas para definir su nueva teoría, dialogará con el lenguaje de las políticas y de los proyectos de desarrollo y definirá su teoría en contraste con la lógica desarrollista dominante de pretensión universalista. Es ésta que sirve a nuestro antropólogo de referencia para formular su alternativa teórica derivada de la interpretación de los hechos que ha observado conviviendo con la sociedad bosquesina.

Acabo de mencionar la segunda urgencia: frente a una antropología simbólica, llena de sueños etnosuficientes, y post-moderna, complacida con discursos egocéntricos y narcisistas, exigimos un regreso a la etnografía, pero no a la etnografía objetivista de antes, sino a una etnografía convivencial sensible a los hechos – materiales, sociales, afectivos, discursivos – de la vida diaria experimentada en el seno de una comunidad o un caserío, compartiendo la vida, colaborando y ejerciendo la reciprocidad. Podríamos hablar de una etnografía intersubjetiva que da cuenta de las interacciones, los intercambios, los conflictos, las coincidencias entre el visitante foráneo y los habitantes locales y que capta las interpretaciones diferenciales entre ambos actores de los eventos cotidianos y excepcionales. Nuestra alternativa teórica a la ideología desarrollista debe sustentarse sólidamente en los hechos vividos, observados, meditados y descritos. La etnografía intersubjetiva es una noción que desarrollamos a partir del concepto de “ciencia intersubjetiva” formulado y fundamentado por Klaus Holzkamp, el fundador de la psicología crítica, y la práctica de esta etnografía intersubjetiva implica que formulemos explícitamente nuestras hipótesis sobre las motivaciones de las actividades de nuestros interlocutores bosquesinos a fin de verificarlas a posteriori en los hechos para ver si las acciones del bosquesino corresponden a nuestras previsiones hipotéticas iniciales. La etnografía intersubjetiva, desde luego, se fundamenta con prioridad en la observación del actuar del bosquesino que debe confirmar nuestras hipótesis, si éstas son verdaderas. Lo que dice el bosquesino no nos da un acceso directo a la comprensión de su actuar, pues tiene su significado real sólo en su relación – dialéctica

– con el actuar observable.

La etnografía intersubjetiva contempla también los afectos, sus manifestaciones gestuales y discursivas, ya que son parte sustancial de lo que llamamos los “valores sociales” implicados en las relaciones sociales. En este aspecto reconocemos habernos inspirado también por los planteamientos y resultados de los investigadores formados por Joanna Overing que surgieron en Inglaterra en los años 1990 de manera paralela a nuestras preocupaciones por un análisis y una comprensión más realistas y profundos de la cotidianidad vivencial de los bosquesinos – indígenas y mestizos – amazónicos.

Teoría contrastiva frente a la ideología desarrollista dominante y etnografía intersubjetiva son las dos metas que deben permitir a la antropología a inmiscuirse en el debate político y plantear alternativas políticas a favor de las sociedades bosquesinas en el contexto de dominación.

En este sentido hemos avanzado desde hace unos años en nuestra institución de investigación, el IIAP, en Iquitos. Y en este camino hemos encontrado compañeros en la UNAlCo en Leticia con los que estamos realizando en común el proyecto “Socio-diversidad bosquesina”.

Con el término de socio-diversidad bosquesina reconocemos que los rasgos socio-culturales genéricos comunes a todas las comunidades amazónicas – con exclusión de los Israelitas y colonos ganaderos –, se manifiestan, en la realidad observable hoy en día, en formas diversas, variables, específicas y propias a un lugar, a una cuenca o a una región. Y esta diversidad socio-cultural local y específica se caracteriza en grandes áreas de la Amazonía por lo que podemos llamar “tradiciones étnicas”, es decir, herencias socio-culturales de pueblos indígenas amazónicos. Desde luego, nuestra teoría de la sociedad bosquesina no ignora de ninguna manera la sociedad y cultura de los pueblos indígenas. Lo que afirma, sin embargo, es que detrás de esta diversidad social y cultural “étnica” hay formas, principios y valores que son comunes a todos e, inclusive, compartidos por los llamados “mestizos”, “ribereños” o “caboclos” amazónicos, a los que a menudo se refiere con la expresión “indígenas desculturizados”.

Frente al discurso de la élite urbana, de los políticos y tecnócratas que, por un lado, hablan de los indígenas precisando en seguida que hoy en día ya no hay indígenas porque todos “ya son civilizados”, y por otro lado, ven en los mestizos indígenas que han perdido su cultura, que, desde luego carecen de cultura, es decir, frente a la negación de la sociedad y cultura de la población rural amazónica actual, nos parece importante abrir los ojos, precisamente, sobre

la manera de vivir, de convivir, de producir, de compartir y de intercambiar que caracteriza la vida diaria en la comunidades bosquesinas de hoy, a fin de descubrir y comprender cuál es y cómo funciona, actualmente y muy concretamente, una comunidad bosquesina, qué es aquello que podemos llamar hoy en día "sociedad" y "cultura" bosquesinas.

Pero la negatividad que caracteriza la visión que las élites urbanas tienen del poblador rural amazónico no sólo se expresa en la ignorancia y el no-reconocimiento de su sociedad y cultura. Esta visión negativa es mucho más amplia, más general: el campesino, el mestizo, el ribereño, el caboclo o el indígena viven en la extrema pobreza, pues ganan menos de un dólar diario; por eso, dizque, no logran satisfacer sus necesidades; son necesitados, menesterosos; sufren de falta de ingresos monetarios; carecen del confort y de las condiciones de higiene urbanas; dizque, no viven, sólo sobreviven mediante sus prácticas de autosubsistencia, pues no saben trabajar, no saben producir; son los estigmas del atraso y del subdesarrollo del país. A estos rasgos negativos se han añadido otros más recientemente: el bosquesino acaba con los recursos naturales, depreda el bosque, perjudica a su alimentación, y sus hijos están desnutridos.

Esta visión negativa, despreciativa de la tecnocracia urbana frente al poblador rural amazónico podría tener un valor puramente anecdótico, y los antropólogos podríamos ser tentados de dejarla del lado, sin prestarle mayor atención, como simples prejuicios y expresiones de un racismo social y cultural de la sociedad dominante, si no fuera precisamente esta visión negativa, en toda su extensión, la que motiva las políticas y los proyectos de desarrollo y la que les fija sus objetivos: remediar a la extrema pobreza aumentando los ingresos del bosquesino: para eso hay que diversificar y aumentar la producción, pero de manera sostenible; de ahí las propuestas de eco-negocio, de etno- y eco-turismo, de manejo del bosque, de cultivos alternativos con salida al mercado, de crianza de aves, de peces en piscigranjas y de cerdos de raza, de chacras de pluricultivo etc. Se trata de proyectos que se diseñan en las oficinas de la ciudad, que se someten a concursos ante ONGs o instituciones financieras nacionales e internacionales y, si ganan, se ponen en obra por intermedio de expertos, ingenieros, técnicos y promotores, a menudo con el propósito de "transferir tecnologías" que se han elaborado en campos experimentales que en nada se parecen a los contextos socio-culturales y ambientales bosquesinos. Estos proyectos regularmente fracasan. La Amazonía es un campo de ruinas de proyectos. Podemos sugerir una nueva disciplina de investigación: la arqueología de

proyectos.

Nosotros sacamos dos conclusiones de la regularidad de estos fracasos. Primero: parece que la motivación fundamental que los promotores urbanos imputan a los bosquesinos – el anhelo de tener mayores ingresos, de ganar más dinero – no existe en el bosquesino, o no existe con la urgencia o prioridad que le atribuye el desarrollista urbano. El bosquesino quiere ganar más dinero, pero no está dispuesto a cambiar su ritmo de vida y sus actividades diarias – es decir, su forma de bienestar y de estándar de vida – con el sólo propósito de tener mayores ganancias. Podríamos sustentar esta afirmación con múltiples ejemplos observados, pero nuestro tiempo de intervención está limitado y me atengo a los puntos principales. Este planteamiento se entenderá mejor cuando, más adelante, presentaremos un cuadro de las necesidades bosquesinas que motivan su manera de actuar y que ubica el deseo de mayores ingresos en relación al conjunto socio-cultural de motivaciones.

A la segunda razón de los fracasos de los proyectos aludimos con una pregunta: ¿Puede ser exitosa la cooperación entre los promotores urbanos y los comuneros bosquesinos cuando los primeros tienen una visión y opinión tan negativas de sus interlocutores bosquesinos, como antes las describimos? – una visión que, además, va a la par con la total ignorancia y la negación de la sociedad y cultura bosquesinas? Cualquier proyecto que se quiera realizar junto con bosquesinos implica un proceso pedagógico, un proceso de aprendizaje; y todos los docentes sabemos que para hacernos comprender y poder enseñar algo con éxito necesitamos conocer al alumno, tomar en cuenta lo que él ya sabe, lo que le interesa y motiva, el lenguaje que entiende y el universo social y cultural del cual es parte. Pero los promotores urbanos, los técnicos y profesionales que van a propagar un proyecto en una comunidad no conocen las propiedades sociales y culturales, ni el lenguaje, ni los intereses y motivaciones de sus interlocutores bosquesinos. Sólo les animan su superioridad intelectual, la ignorancia y desprecio por la vida bosquesina y la convicción etnosuficiente que el bosquesino aspira a satisfacer las mismas necesidades que la persona urbana y que, por esta razón, estará motivado a participar en su proyecto y a hacerlo suyo. La falta de intercomprensión se vuelve manifiesta y el fracaso inevitable. Ninguna acción social positiva se construye sobre la soberbia, la ignorancia, los prejuicios y los errores de apreciación. Para superar la falta de comprensión mutua entre los dos actores pertenecientes a universos socio-culturales diferentes – el urbano y el bosquesino – deberíamos introducir en la metodología de los proyectos la noción de "interaprendizaje mediante la

convivencia” e integrar en esta perspectiva los logros de las experiencias educativas interculturales y la teoría que de ellas se ha derivado. No sólo el bosquesino debe aprender del profesional urbano, éste último debe bajar de su pedestal social prestigioso y ponerse de aprendiz en la comunidad bosquesina, conviviendo largo tiempo con ella, a fin de comprender la lógica de vida subjetiva de sus interlocutores, su forma de practicar la racionalidad, sus motivaciones y finalidades. Sólo comprendiendo esta lógica de vida bosquesina, logrará integrar sus aportes en la vida cotidiana de una comunidad, – si es que estos aportes realmente responden a motivaciones bosquesinas existentes. La condición de una cooperación mutuamente beneficiosa entre el promotor urbano y el comunero bosquesino es que, para el primero, el bosquesino se vuelva, a través de su investigación atenta y comprensión creciente, una persona con características positivas y un miembro de una sociedad con propiedades positivas, y que, para el segundo, a través del dialogo y la convivencia diarios, el promotor urbano se vuelva un socio que haya perdido su rol paternalista que siempre asume al inicio de un proyecto. Una cooperación mutuamente beneficiosa sólo se desarrolla si el miembro de la sociedad dominante interioriza en su visión del mundo una imagen positiva de la persona y sociedad dominadas y minorizadas, reconociendo como racionales y plenamente justificadas las motivaciones, los valores, los criterios de juicio y la priorizaciones del bosquesino, y si la persona dominada por ser miembro de una sociedad no reconocida e ignorada descubre en su interlocutor urbano, no una fuente directa de ingresos o dádivas, sino aportes y medios que amplíen el rayo de sus actividades y satisfacciones conforme a su noción de bienestar. La apreciación mutua positiva, basada sobre la comprensión de las condiciones objetivas y la lógica subjetiva de vida, es la base de cualquier proyecto de cooperación entre actores urbanos y bosquesinos que pueda pretender a tener éxito.

Hablando de la necesidad de este interaprendizaje, hemos llegado al punto en donde entendemos claramente la función social de la teoría de la sociedad bosquesina. Nuestro análisis genérico de las propiedades de la sociedad bosquesina y de la lógica de vida subjetiva que implica debe abrir los ojos al promotor que convive en una comunidad esforzándose en comprenderla y en comprender a las personas que la componen. Las categorías y conceptos que usamos pueden – así lo pensamos – guiarlo en su observación de la cotidianidad en la que el promotor conviviente está involucrado; pueden ayudarlo a identificar hechos materiales y conductas personales, formas de gestos y discursos, y a relacionarlos entre

ellos para darles sentido como partes de un conjunto social y cultural. Como vemos, la teoría sirve a propósitos prácticos para los que quieren aprender a comprender sus interlocutores bosquesinos y su sociedad en términos de su propia lógica de vida y evitando proyectar sobre ellos los a-prioris, valores, motivaciones y una racionalidad urbanas. Nuestro marco teórico debe darnos acceso a la comprensión de lo que llamamos la “alteridad bosquesina” (del lat. alter “otro”), pues se trata de un universo vivencial, socio-cultural, distinto del nuestro, el urbano. Y en este universo distinto del nuestro, el bosquesino tiene sus propias razones de vivir que, ni en la práctica ni en las representaciones, coinciden con las nuestras, urbanas; de ahí se plantea el reto a nuestra inteligencia y a nuestra imaginación sociológica de comprenderlo en sus propios términos.

Exponer nuestra interpretación objetiva y subjetiva de la sociedad bosquesina llena un libro, que está en preparación. Aquí sólo puedo escoger unos aspectos de nuestro análisis con el objetivo de ilustrar de qué manera éste da cuenta de las observaciones de la cotidianidad bosquesina y de la lógica de vida subjetiva del bosquesino y, al mismo tiempo, cuestiona los a-prioris y prejuicios de los tecnócratas urbanos frente al bosquesino. Una de las nociones más ambiguas, más críticas y que se presta fácilmente a un uso demagógico en el discurso de los políticos desarrollistas es la de las “necesidades”.

Según la doctrina económica liberal que inspira a todos los proyectistas, las necesidades se satisfacen en el mercado, mediante el dinero. La mayor satisfacción – y se sobreentiende, mayor felicidad – tengo cuanto más bienes puedo adquirir en el mercado. El bosquesino gana menos de un dólar al día, por consecuencia, no logra satisfacer sus necesidades y es un infeliz, un pobre o extremadamente pobre. Con este discurso y con esta lógica se hace política y se justifica proyectos de desarrollo. Pero ¿cuál es la realidad bosquesina vivida, y porqué los proyectos de desarrollo no elevan el nivel de ingreso del bosquesino, ni lo hacen feliz?

La convivencia prolongada en una comunidad bosquesina nos obliga a reconocer que el bosquesino, en su vida diaria, no se manifiesta como un ser infeliz, frustrado, agrio por su destino, hambriento, haraposos, resignado o apático. Al contrario, observamos las señas de su buen humor, de su alegría, de su convivencia armoniosa, de su apetito y sed satisfechos, de su buen trato a sus hijos por cuya alimentación, ropa y enseres escolares se preocupa, tiene energía y fuerza y trabaja todos los días, a su ritmo, y festeja cuando la oportunidad se presenta. En una palabra, el bosquesino en sus manifestaciones diarias aparece como un ser satisfecho y contento,

equilibrado y sociable. Se escuchan quejas, pero son escasas y circunstanciales y se refieren a problemas de salud, malestares físicos debidos a la vejez, a los precios bajos que le pagan en el mercado por sus productos y la carestía de los bienes mercantiles. Las satisfacciones que el bosquesino manifiesta cotidianamente están en fragante contradicción con la infelicidad en la cual él debería estar hundido en razón de su pobreza diagnosticada por los economistas y de las frustraciones e insatisfacciones que esa pobreza sugiere en el discurso de los desarrollistas.

Estas observaciones nos llevan a constatar que, al contrario de lo que afirman los tecnócratas, el bosquesino, sí, satisface sus necesidades, que son distintas de las del ciudadano urbano. Así como los Egipcios, los Romanos, los Incas, los Chibchas o los Boshimanes en su época han satisfecho sus necesidades, el bosquesino satisface las suyas de acuerdo a su estándar de vida, a su comprensión del bienestar. Por ser las necesidades relacionadas a un estándar de vida, su valor es relativo y no absoluto, como lo asumen los índices de bienestar de las instituciones gubernamentales e internacionales. Una consecuencia políticamente significativa de esta constatación es que el bosquesino ya no aparece como un ser inferior o menor de edad que no logra asumir las responsabilidades de alimentar su familia, de proporcionarle vivienda y vestimenta adecuadas, de educar a sus hijos y de cuidar su salud y que necesita del apoyo paternalista del Estado y otros organismos para vivir una vida digna y completa. Un padre y una madre bosquesinos que satisfacen sus necesidades y las de su familia, de acuerdo a su estándar de vida, son seres adultos que desarrollan sus actividades sociales, productivas, educativas y culturales cumpliendo plenamente con todas las responsabilidades que incumben a cualquier ciudadano del país. En este sentido, no es ese ser menesteroso, carente, pobre e infeliz que los tecnócratas ven en él. Es cierto, que el bajo nivel de ingreso monetario – lo que prefiero llamar “escasez de dinero” en vez de “pobreza” – limita el volumen de su consumo en el mercado, al cual hoy en día prácticamente todos los bosquesinos recurren para satisfacer ciertas necesidades o desiderata. Aquí, precisamente, conviene distinguir claramente entre estas dos nociones. Necesidades satisfacen aquellos bienes industriales que el modesto nivel de ingresos monetarios permite al bosquesino adquirir con regularidad. El inventario de estos bienes varía en función de la distancia y las oportunidades de mercado y abarca desde la ropa, las ollas y otros enseres de cocina, linterna, pilas, cartuchos, kerosén, sal, aceite, azúcar y equipos escolares hasta radio, calamina, pequepeque, motor fuera de borda, motosierra y televisor. Llamamos, en cambio,

“desiderata” aquellos bienes que el bosquesino desea, pero para cuya adquisición y mantenimiento no está dispuesto a invertir los esfuerzos productivos requeridos o a hacer ahorros. Eso no excluye que, cuando ha logrado aprovechar de una oportunidad de ingreso abundante – por ejemplo, vendiendo su cosecha de arroz, cancelando su cuenta por los labores de “raspachín” de coca o recibiendo el saldo de una faena de extracción maderera – utilice el dinero momentáneamente abundante para satisfacer tales deseos. Si el dinero, luego, nuevamente se vuelve escaso, no podrá conseguir los repuestos para reparar su máquina, ni la gasolina para hacerla funcionar; ocurre también que estos bienes codiciados se los roba, de manera que, de pronto, el bosquesino se encuentra nuevamente en el mismo estándar de vida de antes. Los fracasos de los proyectos productivos, que todos se han implementado con el acuerdo de los comuneros y en el supuesto que van a satisfacer necesidades, nos demuestran que los comuneros, al aceptar un proyecto, sólo han expresado un desideratum, para cuya satisfacción, como lo comprueba el abandono de las actividades productivas al finalizar el proyecto, no están dispuestos a invertir los esfuerzos laborales o monetarios que garantizarían su continuidad o el mantenimiento del equipo recibido. Las piscigranjas, galpones de gallinas, molinos de arroz, generadoras de luz abandonados y los paneles solares vendidos a los regatones son el testimonio de lo que afirmamos. En estos proyectos, el bosquesino ha sabido aprovechar de cierta bonanza en alimentos, ingresos o insumos, es decir, de una oportunidad de consumo inmediato; sus objetivos han despertado cierto deseo de imitar el modo de vida propagado por los promotores urbanos y al que atribuye cierto prestigio, pero, en la medida en la que su propio estándar de vida le satisface y le asegura su existencia, no está dispuesto a modificarlo, asumiendo nuevas actividades y sometiéndose a una nueva disciplina laboral que no le procura las satisfacciones cotidianas habituales.

En la boca de los políticos y desarrollistas, la palabra de “necesidades” sugiere cierta urgencia, un apremio al cual habría que responder con proyectos e inversiones. Relativizando el valor de esta palabra mediante la afirmación que el bosquesino satisface sus necesidades le quita su carácter apremiante y obliga al tecnócrata a superar sus prejuicios urbanos (en cuanto al bienestar bosquesino), a reconocer al bosquesino como una persona plenamente responsable (racional, trabajador) y a reflexionar en qué medida, de qué manera y con qué método tiene que responder a los desiderata bosquesinos, que, precisamente, no son necesidades desde el punto de vista vivencial del sujeto bosquesino.

Para que nuestra afirmación que el bosquesino satisface sus necesidades y lo que no satisface son desiderata se vuelva aceptable debemos precisar qué sentido damos a la palabra “necesidades”. Si consideramos el ser humano en sus atributos generales, podemos postular que este ser tiene necesidades ontológicas que resultan de su constitución física y de su naturaleza social. Consideramos como necesidades ontológicas las siguientes: alimentación, procreación o sexualidad, acomodación del cuerpo (vivienda, vestido...). Estas tres necesidades son generalmente aceptadas como básicas. Pero hay dos necesidades ontológicas que nuestra convivencia con comunidades bosquesinas nos ha exigido reconocer, pues a su satisfacción el bosquesino dedica tiempo, y más tiempo que le dedica el habitante urbano. Estas necesidades son la socialidad y la motricidad. ¿De qué se trata en concreto?

El ser humano es un ser social que nace y crece en un grupo social, luego, se desarrolla y hace sus actividades en interacción con otros. Observamos que en la sociedad bosquesina este interactuar ocurre no sólo cuando un grupo de bosquesinos coopera en una labor (p.ej. en una minga, en la preparación de una fiesta etc.) sino también en tiempos dedicados a visitas, a comidas o bebidas compartidas y a charlas y conversas entre familiares o vecinos. La satisfacción de la socialidad – que llamamos la sociabilidad – se hace manifiesta en todas las interacciones sociales, en su carácter armonioso y alegre; las bromas y chistes y la risa son frecuentes. Esta observación no excluye que existan conflictos y rencores entre personas o grupos de personas, pero, precisamente, en los encuentros e interacciones entre comuneros en la vida diaria, éstos quedan latentes, no se expresan, sin embargo, aparecen a espaldas de las personas concernidas, en forma de chismes. El ideal de la conducta social consiste en manifestar armonía, respeto al otro, buen humor y alegría y no elevar la voz. Dar libre expresión a su cólera o, aunque sea, hablar con voz fuerte son conductas asociales y temidas. Los estados de ebriedad – nada infrecuentes en las comunidades –, cuando la censura moral se relaja, dan a menudo lugar a agresiones y peleas, inclusive en el seno de las familias. De ahí que las fiestas, siempre acompañadas de un fuerte consumo de alcohol u otros estimulantes, siempre son ambivalentes por su componente de peligro del estallido de un conflicto. La sociabilidad – la satisfacción de la socialidad – en la sociedad bosquesina, ocupa, con sus vivencias placenteras, debidas a las reglas morales de conducta en la interacción social, un tiempo importante en toda la vida diaria, mientras que en la sociedad urbana esta satisfacción está relegada al tiempo de ocio, fuera del

trabajo: el retorno a la familia después del trabajo, las reuniones en las cantinas, las fiestas y los paseos en los días libres.

La sociabilidad bosquesina está sustentada en lazos de parentesco y afinidad, de compadrazgo, vecindad y amistad en función de los cuales se forman grupos de solidaridad distributiva – personas que comparten comida y bienes –, de solidaridad laboral – personas que suelen cooperar –, y de solidaridad ceremonial, es decir, personas que concelebran fiestas. Son estos grupos los que constituyen el telón de fondo de las prácticas sociales que satisfacen la socialidad – esta necesidad de interactuar entre personas – en una comunidad, y no la comunidad en su conjunto, como erradamente lo asumen a menudo los desarrollistas. Se podría hablar, en ciertos casos observados, de una solidaridad comunal incipiente, pero nunca plenamente asumida por todos los comuneros.

Es de notar que la sociabilidad permea gran parte de las actividades del bosquesino, quien prefiere trabajar con otros o rodeado de otros y no solo, y que, desde luego, esta satisfacción hace placenteras labores que sin ella serían penosas. La sociabilidad, podemos afirmar, es parte del “arte de vivir” bosquesino y un componente motivador de su bienestar.

Si la socialidad humana vincula la persona con otras con las que está ligada mediante una red de relaciones de parentesco, afinidad etc., la motricidad es una necesidad centrada en el cuerpo de la persona. La persona no vive sin mover su cuerpo y actuar. La satisfacción de esta necesidad ontológica es la movilidad. Pero la persona bosquesina se mueve en su sociedad, la que, en su concepción, engloba seres humanos y seres de la naturaleza. Las actividades físicas del bosquesino se desarrollan siempre en su sociedad y en su medio natural. En la medida en que la sociedad bosquesina se caracteriza por la autonomía de cada unidad doméstica, la que reposa sobre el hecho que ningún comunero puede dar una orden a otro comunero (hablando de adultos), la persona bosquesina es libre y dispone de su cuerpo. Sus esfuerzos laborales, desde luego, nunca obedecen a un constreñimiento ajeno, siempre son el resultado de su propia decisión e iniciativa. El bosquesino ejerce su motricidad a su gusto personal, y eso, lo observamos cuando, por ejemplo, tumba el bosque para preparar su nueva chacra: maneja el hacha con energía y demuestra alegría cuando los árboles caen; cuando se siente cansado y tiene sed, descansa, toma masato o cahuana y conversa con los que le colaboran, hasta que nuevamente siente renacer su energía y continúa el trabajo. Igual la mujer que cosecha y deshierba en la chacra: se esfuerza agachada bajo el sol, y descansa en la sombra cuando quiere. Nadie le manda a trabajar o le impone un horario; ella decide y trabaja a su gusto.

En este sentido podríamos decir que el bosquesino trabaja y se esfuerza como nosotros, los urbanos, hacemos deporte en nuestro tiempo libre. Eso nos hace entender que el ejercicio de la motricidad, sí, procura satisfacción a la persona, a condición que ella disponga libremente de su cuerpo y no tenga que cansarse bajo constreñimiento, como ocurre entre trabajadores sometidos a los ritmos de las máquinas y a horarios, es decir, para retomar a Marx, en un trabajo alienado.

Podríamos seguir hablando de la pasión que anima el cuerpo y toda la persona del cazador y pescador cuando se dedica a su actividad, que, conforme a sus categorías, no es "trabajo", sino más bien diversión; y podríamos sustentar en la teoría freudiana de la sublimación del deseo sexual (libido) la presencia del gusto y del placer en la interacción social y en los esfuerzos físicos que es tan característica de la satisfacción bosquesina de estas necesidades ontológicas y de su percepción del bienestar, pero nuestro tiempo está medido.

Lo que, para terminar, nos importa mencionar es que ningún proyecto dirigido a comunidades bosquesinas toma en cuenta estas dos necesidades ontológicas, la socialidad y la motricidad, cuya satisfacción, a través de todo lo que el bosquesino emprende y realiza cada día, es tan constitutiva de su bien vivir, su bien estar, que tenemos que ver en ella un factor motivador de la actividad bosquesina que da propiamente sentido y finalidad a todos sus quehaceres diarios. En la medida en que descubrimos, al mismo tiempo que observamos e interpretamos la sociedad bosquesina en términos positivos, como nos lo propusimos al inicio, que nuestra sociedad urbana,

capitalista y consumista sólo marginalmente satisface dos necesidades ontológicas humanas que el bosquesino satisface plenamente (lo que explica muchas frustraciones, desquicios mentales y obsesiones propios a nuestra sociedad), nuestro trabajo antropológico teórico también se vuelve un trabajo crítico de la sociedad dominante. La comprensión de la satisfacción de las necesidades ontológicas en la sociedad bosquesina – a la que, precisamente, los políticos y tecnócratas deniegan la capacidad de satisfacer sus necesidades – nos debe incitar a refutar totalmente el discurso desarrollista dominante. La comprensión de la lógica de vida subjetiva y de las motivaciones del bosquesino nos debe animar a concebir proyectos de colaboración entre actores urbanos y bosquesinos que acepten que el bosquesino satisface sus necesidades – inclusive algunas que la sociedad urbana logra a satisfacer a penas y con dificultad –; que asuman, por cierto, que el progreso técnico industrial puede aportar ciertas ventajas a la vida bosquesina (por ejemplo en el campo de la salud, de la comunicación y de la educación), pero que, en todos sus propósitos, el bienestar bosquesino, concebido en sus propios términos y con sus propios contenidos, debe ser la referencia constante de la interacción entre el promotor y el bosquesino. Los proyectistas han de ser conscientes que sus proyectos no pueden ser un pretexto para imponer su propio modelo social a una sociedad que encuentra sus satisfacciones – en un abanico más amplio que la sociedad urbana, capitalista y consumista – en su propio modo de vida y de organización de sus actividades sociales

## CUATRO CANTOS-ADIVINANZAS HUITOTO

Jorge Gasché, IIAP/Pbio-Perú<sup>1</sup>

### RESUMEN

Cuatro cantos-adivinanzas huitoto son presentados, traducidos, explicados y situados en su contexto ritual de *lluaki* "fiesta de frutas" y de *uuiki* "fiesta de la pelota". Las adivinanzas *eeiki* son un género pragmático de cantos, pues, con ellas, un invitado puede retar al "dueño de la fiesta" y su familia, poniendo a prueba sus conocimientos, pero también se las puede cantar simplemente para divertirse, sin provocar al "dueño". Al explicar la relación entre las palabras de una adivinanza y su solución, descubrimos a los Huitoto como finos y agudos observadores y conocedores de la naturaleza: de las plantas y los animales, sus comportamientos, sus ruidos, sus ritmos biológicos estacionales, su hábitat y su régimen alimenticio. Estos conocimientos, inclusive, pueden interesar y sugerir nuevas hipótesis a los investigadores en ciencias naturales.

PALABRAS CLAVES: Adivinanzas, cantos, huitoto, organización ritual

### FOUR WITOTO RIDDLE SONGS

#### ABSTRACT

We present four witoto riddle songs with their translation and interpretation, and we situate them in their ritual context, the fruit festival *lluaki* and the festival of ball game *uuiki*. The riddles *eeiki* are a pragmatic song genus, insomuch as, with them, a invited host can challenge the "owner" of the festival and his family by testing his knowledge, but he can also sing them simply for diversion, without any provocation of the festival owner. When we explain the relations between the words of a riddle and its solution, we discover the Witoto as fine and sharp observers of the nature: the plants, the animals (including insects), their behaviour, their noises, their biological seasonal rhythms, their habitats and their diets. This knowledge can also interest and suggest new hypothesis to researchers in natural sciences.

KEYWORDS: Vieldles, songs, ritual organization, witoto

<sup>1</sup> Antropólogo y lingüista, investigador del IIAP; jurgas@iQUITOS.net

Presentamos, comentamos e interpretamos en este artículo<sup>2</sup> unos testimonios de la literatura oral del pueblo indígena amazónico Huitoto. Se trata de una clase de cantos que retan la capacidad cognoscitiva, retórica, especulativa – y moral – de un “dueño de fiesta” entre los Huitoto: los cantos-adivanzas. Los acompañamos de una introducción que los sitúa en el contexto ritual de la sociedad huitoto, que es nuestro interlocutor y terreno de aprendizaje desde más de 30 años. Sin entrar en mayores debates científicos sobre el género discursivo de las adivanzas y sus propiedades retóricas, nos limitamos a un estudio propiamente etnográfico y esperamos que la materia misma que exponemos ilustre la riqueza de asociaciones metafóricas y metonímicas como nos la revela un pensamiento amerindio, amazónico, no literato, ni esotérico, sino realista, competitivo y operativo en los intercambios materiales y discursivos ceremoniales.

Los Huitoto de la Amazonía colombiana y peruana tienen una clase de danzas cantadas que llaman *eeiki*, – término que los mismos Huitoto traducen por “adivanza”. Mediante este tipo de canto, los bailarines invitados llaman a los “dueños de la fiesta” (*rafue naani*) – los hombres del patrilineaje de la cabeza de los anfitriones (*rafue naama*) y sus allegados – a acercarse a su ronda y a adivinar a qué aluden las palabras del canto. Generalmente, los hombres más jóvenes ensayan los primeros a encontrar la solución. Cada vez que fallan, el líder de los cantantes bailarines sigue repitiendo el canto con el coro de sus acompañantes, añadiendo a veces unas palabras para indicar la pista hacia la solución. Pero en última instancia, el reto está planteado al dueño de la fiesta cuyo conocimiento está puesto a prueba y que tiene que comprobar que es un “verdadero padre”, por tener el conocimiento adecuado al papel de dueño de la fiesta. Éste, durante la preparación y la celebración de la fiesta, representa el Padre-Creador, el Padre de toda la humanidad, figurada entonces por todos los participantes en la fiesta llamados *uruki*, – un sustantivo colectivo pariente de *urue* “niño, niña”. El etnógrafo alemán Konrad Theodor Preuss, quien estuvo recolectando la mitología huitoto en Colombia en 1914, también anotó un comentario sobre la fiesta *uuiki*, “fiesta de la pelota”, en la cual se cantan las adivanzas. Su informante dice lo siguiente sobre la función de ésta y de las adivanzas:

“Para nosotros la pelota es algo sagrado, es parte de nuestra alma, aunque todo parezca un simple juego. La pelota nos fue entregada en el comienzo (por el padre creador). Gracias a ella vivimos. Si no existiera, la gente estaría triste. Gracias a ella estamos contentos.

Durante la fiesta entonamos (colocamos, planteamos) los cantos *eeiki*. Son muy largos. Hacemos bailar a nuestros hijos así como el padre nos enseñó a bailar en el comienzo. Por esta razón, durante la fiesta *uuiki* se entonan los cantos *eeiki*. La persona que ofrece la fiesta es aclamada entre la gente. Si todo eso fuera olvidado, la gente estaría triste... Cuando traen uvas caimaronas (*Pourouma cecropiaefolia*) preguntan por el lugar donde se originó esa fruta y entonan los cantos *eeiki*. La gente viene a preguntarle al jefe la historia, para tener conocimiento de ella... Si no logra descifrar el canto, la gente se burla de él y dice: “No lo sabe.” – “¿Cómo es que no conoce el origen de la pelota y sin embargo organiza esta fiesta?” nos preguntamos. En cambio, si lo descifra, le creemos y estamos contentos: “... Cuando el jefe ha descifrado el canto *eeiki*, el grupo (de cantantes) se va. “El canto que presentaste ha sido descifrado.” – “El jefe es un gran sabedor, conoce la historia desde el comienzo, sabe mucho. Por eso organiza la fiesta *uuiki*. El dueño de esta maloca es un gran sabedor, por eso, él solo entiende el canto *eeiki*, pues no se cansa.”... Los cantos *eeiki* se entonan siempre en la noche.... Se celebra la fiesta sin disgustos, pues por la noche la gente baila y en el día se distrae jugando a la pelota (Preuss 1994, II: 722-4, 731, 734, 378).

En la fiesta *uuiki*, los invitados, de día, juegan en el patio delante la “maloca” – la gran casa plurifamiliar – con la pelota de caucho, llamada *uuiki*, tratando de mantenerla en el aire con las rodillas. Esta fiesta es parte de una de las varias “carreras ceremoniales” que distinguen los Huitoto y que se caracterizan por una curva ascendente, luego descendiente, en las prestaciones y cooperaciones ceremoniales, desde el momento en que un joven dueño de fiesta sucede a su padre y empieza con fiestas modestas hasta su fiesta de vejez, cuando, nuevamente, en una fiesta más modesta, trasmite, junto con su carrera, su nombre a su hijo y toma un nombre de viejo, pasando por el punto culminante de la madurez, en la que, gracias a sus numerosos hijos y aliados matrimoniales, es capaz de producir la mayor cantidad de yuca brava, yuca dulce,

2 Agradezco al colega Dr. Juan Álvaro Echeverri de la Universidad Nacional de Colombia su lectura y sus observaciones que me han permitido ajustar unos aspectos de la traducción y de la interpretación. – Este artículo fue redactado en el marco del proyecto “Documentación de las lenguas de la Gente del Centro” ejecutado en un convenio entre el IIAP, la Universidad Ruhr de Bochum, Alemania, y el Instituto Max-Planck para Sicología en Nimega, Holanda. El proyecto está financiado por la Fundación Volkswagen: Programa DOBES (Documentación de lenguas en peligro).

coca y tabaco que son los principales bienes con que debe pagar los servicios ceremoniales (cantos, instrumentos musicales, máscaras...) y los frutos, pescados o la carne traída por el gran número de invitados. La fiesta *uuiki* es celebrada cuando el dueño de la fiesta se encuentra en la cumbre de su carrera. A su inicio, en cambio, las fiestas que organiza se llaman *lluaki* y son de dimensiones modestas. Actualmente, la fiesta *uuiki* no se observa más en la práctica. Conocemos a un joven que ha heredado de esta tó, pero nunca hemos asistido a la fiesta de la pelota. En cambio, la fiesta *lluaki* es de aquellas que se han conservado hasta nuestros días, precisamente, por tener exigencias modestas y poder ser celebrada por cualquiera que tenga producción hortícola y quiera compartirla en una diversión. Es la que menos prestigio tiene por haber sido entregada al hijo menor del Creador, mientras que las fiestas de la viga de baile (*lladiko*) y de la morona (o bambú) (*siki*) han sido atribuidas al Padre e hijo mayor, respectivamente, al hijo segundogénito, por lo que son las más prestigiosas. Sus atributos son las grandes obras de madera que son, por un lado, la viga de baile (*lladiko*) de unos 12 metros de largo, cavada para su resonancia y tallada con las figuras de un caimán y de una cara de mujer, y, por el otro, el manguaré (*juuai, juuara*) – los dos pesados tambores monóxilos, macho y hembra –, o las dos estatuas de madera (*janara*) del tamaño de una persona, también hombre y mujer, según las variaciones de la carrera de *siki*. La pelota *uuiki* es el atributo más “liviano” de la carrera de este mismo nombre, y su confección exige mucho menos inversión de trabajo y cooperación que las mencionadas grandes obras de madera, cuya elaboración compromete una mano de obra numerosa dentro de relaciones de intercambio de prestaciones ceremoniales complejas.

Las carreras ceremoniales más prestigiosas de *lladiko* y de *siki* se distinguen de la de *lluaki* y *uuiki* por el tipo de intercambio ceremonial. En las fiestas de las primeras, los invitados traen carne fresca o ahumada a la maloca donde se celebra la fiesta; en las fiestas *lluaki* y *uuiki*, los invitados traen los frutos que el dueño de la fiesta les ha encargado, acompañados con pescado y, eventualmente – si la suerte les ha hecho encontrar animales en el bosque – carne ahumada. Por eso, la fiesta *lluaki* es llamada en castellano “fiesta de frutos”. En todas las fiestas, el dueño de la fiesta “paga” los aportes de los invitados con productos elaborados de la horticultura: casabe, tamales, maní (*Arachis hypogaea*), sacha-papa (*Dioscorea* sp.), piña (*Ananas sativa*). Caldo de yuca dulce (*juñoi*), cahuana (*jaigabi*), de parte de las mujeres, coca (*jiobie*) y ampiri (*llera*), de

parte de los hombres, deben ofrecerse a los invitados en abundancia. Todos los productos que ofrece el dueño de la fiesta han sido elaborados por las mujeres y hombres de la maloca (el patrilinaje y sus esposas) y por sus aliados matrimoniales que forman el grupo de los “trabajadores” (*nakollae, nakon*), a los que el dueño de la fiesta re-distribuye los frutos, los pescados o la carne que ha recibido de los invitados.

K. Th. Preuss ha publicado en su obra sobre la mitología huitoto una serie de cantos adivinanzas en lengua huitoto con traducción, y el Museo etnográfico de Berlín conserva los cilindros de cera grabados por él con esta clase de cantos atribuidos a la fiesta *uuiki*. Según el informante de Preuss, los clanes donde él investigó y que hablaban el dialecto *mika* en la región nor-occidental del territorio huitoto practicaban un intercambio ceremonial distinto al que observamos entre los clanes de habla *minika* y *buue*: “Así que la gente (los invitados) viene a jugar a la pelota y a comer carne” (Preuss 1994, II: 722). “El jefe recompensa a los grupos que han traído frutos dándoles de comer carne” (*ibid.*: 738). Además, entre los “frutos” que los invitados traen y que el informante de Preuss menciona, figuran la “yuca” (*Manihot esculenta*) (inclusive cocinada y transformada en “tamales”), la “sacha-papa” (*Dioscorea* sp.), el “dale-dale” (*Calathea allouia*) – es decir, tubérculos de la chacra – y la caña de azúcar y el plátano (*Musa* sp.), que en ninguna de las fiestas *lluaki* a las que hemos asistido fueron entregados al dueño de la fiesta; más bien, la yuca (en forma de casabe o de tamales), la “sacha-papa” y el “dale dale” cocinados eran parte del pago con que el dueño de la fiesta recompensó los frutos recibidos de los invitados.

El autor de estas líneas ha grabado, transcrito y traducido adivinanzas de la fiesta *lluaki* en 1969/79 y 1973/74 en el río Igaraparaná (Amazonía colombiana), entre los Huitoto que hablan el dialecto *minika*, y, nuevamente, en 2005 y 2006, con don Alfonso García, el curaca de Pucaurquillo en el río Ampiyacu (Amazonía peruana), que habla el dialecto *buue*. Las adivinanzas cantadas en coro, desde luego, son cantos de *lluaki* y de *uuiki*, es decir, de la fase inicial y de la fase madura de la misma carrera ceremonial. Un género a parte de adivinanzas son los *eeiki bitaraki* las “adivinanzas ‘colocadas’, planteadas” o “a propósito del fruto colocado: traído y entregado”<sup>13</sup>, que cantan sólo dos hombres para retar al dueño de la fiesta, que dor huitoto) van en el mismo sentido (*ibid.*). En el presente estudio, nos limitamos al examen y la interpretación de los *eeiki* simples, dejando el género del *eeiki bitaraki* para otra oportunidad.

Durante nuestra estadía en el Igaraparaná,

podimos asistir a dos fiestas *lluaki*, en las que ciertos de estos cantos – no todos – fueron presentados como reto al conocimiento del dueño de la fiesta quien respondió con la solución adecuada. En el Ampiyacu, vimos una fiesta *lluaki* en 2005, pero en ésta las adivinanzas fueron cantadas “por cantar nomás”, sin retar al dueño de la fiesta. Con eso constatamos una tendencia al abandono de la función competitiva de estos cantos debido al fallecimiento de los sabedores rituales, los ancianos, y la falta de transmisión de sus conocimientos discursivos a las generaciones más jóvenes.

Los cantos que se cantan y bailan en las fiestas *lluaki* y *uuki* son de cuatro géneros, que se distinguen por su inventario de cantos, de melodías, de pasos de baile y de atuendos rituales. Los invitados que llegan a la fiesta de río abajo cantan cantos *muinaki* y bailan con un palito largo (*radosi, tooirai*) en las dos manos; los que vienen de río arriba, *muruiki* (*idui*), entre los Huitoto del dialecto *mika* estudiados por Preuss), agitando en sus manos un ramo de helecho (*jokome*) al ritmo del baile; los del centro Norte del bosque, *jaioki*, bailando con una hoja de la palmera chambira (*jaioforo, jaioti*), y los del centro Sur del bosque, *jimoki* vistiéndose con fibras de chambira (*jimoti*). Cada género usa un dialecto huitoto diferente, con excepción de los *jimoki* que son cantados en una lengua desconocida e incomprensible que los Huitoto atribuyen a supuestos habitantes antiguos de su región, los *Jimuai*, que identifican con los Yagua. En los tres primeros géneros existe el sub-género de los cantos adivinanzas. En cuanto a los *jimoki*, estamos en duda, pues nuestra documentación de este género es muy limitada. Es de notar que, hoy en día, en las fiestas *lluaki*, los dueños de la fiesta se contentan con invitar socios ceremoniales de río arriba para que canten *muruiki* y de río abajo para que canten *muinaki*. Para que los cuatro grupos sean invitados, tendría que ser una fiesta grande con una mayor inversión de bebida, comida, ampiri y coca de lo que suele ocurrir actualmente.

El lenguaje de los cantos difiere del lenguaje cotidiano hablado por usar términos y morfología rituales que “disfrazan”, como dicen los Huitoto, el sentido de las palabras y que los conocedores y sabios saben entender. En el presente trabajo presentamos los

cantos de cinco maneras. Primero (A.), damos su transcripción en lengua huitoto; luego (B.), anotamos las particularidades lingüísticas rituales y dialectales, dando sus equivalencias en el lenguaje cotidiano y en el dialecto de los comentaristas, el *minika*. En tercer lugar (C.), presentamos la traducción literal, y en cuarto lugar (D.), la traducción interpretada, que añade entre paréntesis (...) las ideas subyacentes, a las que el canto alude y que se debe sobre-entender si se quiere encontrar la solución de la adivinanza. Finalmente (E.), añadimos una explicación detallada que ubica el sentido del canto en el universo natural, cultural y ritual de la sociedad huitoto.

### I.A. *Muruiki eeiki*

cantado por Marcelo *Diailarai* del clan *Aimeni* “Garza” en el *lluaki* de Augusto Kuiru, clan *Jitomagaru* “Sol”.

- 1 *O o kolliri o o kolliri kollì kollì kollì jaai jaai jaaii*
- 2 *O o kolliri fuirijeko namaki billari kai made*
- 3 *jakojeko namaki billari kai made*
- 4 *afaijeko namaki billari kai made*
- 5 Palabras añadidas para facilitar la solución:  
*monifue billari kai made*

Solución: *Monifue kallakina abi mamedu dukisaibitiii!*

### I.B. Notas lingüísticas

1. *O o kolliri o o kolliri kollì kollì kollì jaai jaai jaaii*: Esta línea integra entre palabras onomatopéyicas el nombre del pajarito *kolliri*, del cual se derivan las sílabas onomatopéyicas *kollì kollì kollì*. Como se verá también en los ejemplos que siguen, la onomatopeya es constitutiva de todos los cantos y se usa para ritmar la danza. Mis comentaristas indígenas explican: “es pura música”.
2. *fuirijeko = fuirifeko: fuiri-fe-ko*: “río abajo-lado de clasificador nominal ‘forma de bóveda’, ‘maloca en el lado de río abajo’; *namaki* “gente”.
3. *jakojeko = afaijeko = afaijeko* “maloca en el lado de río arriba”.
4. *afaijeko = afaijeko* “maloca en el lado de río arriba”.

### I.C. Traducción literal.

- 1 *O o kolliri o o kolliri kollì kollì kollì jaai jaai jaaii*
- 2 *O o kolliri* por venir la gente de la maloca de río

3 Preuss (1921/23) indica, al transcribir y traducir su único ejemplo, *bitaraki eeiki* traduciendo el término con “colocar las frutas”. Su traductora y comentarista, Gabriela Petersen (Preuss 1994, II: 740) escribe *eeiki bitaraki* (como nosotros también escuchamos decir a nuestros informantes en el Ampiyacu) y explica: “*Bitaraki* se deriva del verbo *bitade* ‘bailar una o dos personas moviéndose en el mismo punto’”. El sentido más corriente de este verbo, sin embargo, es “colocar”, como ella misma lo menciona en su diccionario. Preuss interpretó *bita-raki* “colocar-fruta”; nosotros nos inclinamos a interpretar *bita-ra-ki* “colocar-sufijo nominalizador-clasificador nominal (anticipando *eei-ki* y en concordancia con su sufijo clasificador): “adivinanza de colocación”, sea que se “plantee” la adivinanza, sea que la adivinanza se refiera a lo colocado, es decir, el fruto traído.

- abajo, está contento
- 3 por venir la gente de la maloca de río arriba, está contento
- 4 por venir la gente de la maloca de río arriba, está contento
- 5 Palabras añadidas para facilitar la solución:  
por venir el alimento, está contento

Solución: Considerándose hormigas "sitaracuy" del alimento, han llegado.

#### I.D. Traducción interpretada

- 1 O o *kollirí* (canta el pajarito *kollirí*, que come grillos)
- 2 O o *kollirí* por venir (madurando) los (frutos desde) la maloca de río abajo, (el pajarito) está contento
- 3 por venir (comiendo y espantando grillos) las (hormigas "sitaracuy") de la maloca de río arriba, (el pajarito) está contento
- 4 por venir las (hormigas "sitaracuy") de la maloca de río arriba, (el pajarito) está contento
- 5 Palabras añadidas para facilitar la solución:  
por venir el alimento, (el pajarito y las hormigas "sitaracuy") están contentos

Solución: Considerándose hormigas "sitaracuy" (que comen) alimentos, (los invitados de río arriba) han llegado (a bailar y cantar).

#### I.E. Explicación

El canto empieza con una línea onomatopéyica que imita al pajarito *kollirí* cuando canta por estar contento comiendo grillos. Esta línea que expresa la felicidad ruidosa del pajarito se repite luego con gusto, aliento y energía como refrán, después de cada línea de palabras. La segunda y tercera línea aluden con las palabras "por venir los de la maloca de abajo/arriba" a la razón de la felicidad del pajarito: "los de la maloca de abajo" son los frutos silvestres y sembrados que siempre maduran primero río abajo, luego, poco a poco, vienen madurando hacia río arriba; "los de arriba" son las hormigas "sitaracuy" (*Eciton* sp.), que forman un denso y largo ejército y, en su camino, comen frutos ("umarí" [*Poraqueiba sericea*], "ungurahui" o "milpeso" [*Jessenia polycarpa*], "aguaje" o "canangucho" [*Mauritia flexuosa*]), grillos e insectos y toda clase de carne; ellas, desde río arriba, vienen al encuentro de los frutos que maduran desde abajo y espantan en su marcha masiva a los grillos, de manera

que el pajarito *kollirí* encuentra fácilmente su comida, – por lo que está contento. De esta manera, el pajarito está asociado a los grillos, que están asociados a las hormigas "sitaracuy", que, a su vez, están asociadas a los frutos maduros, es decir, a un componente de los alimentos (*monifue*) huitoto y, precisamente, al componente que celebra la fiesta *lluaki*. Diciendo "los de la maloca de arriba/abajo", el canto humaniza y personaliza a los sitaracuy y los frutos<sup>4</sup>, un procedimiento retórico ritual frecuente, que permite que los cantantes también se refieren a sí mismos, pues los cantos *murui* son cantados por los invitados que llegan a la maloca de la fiesta desde río arriba. Son ellos, desde luego, las hormigas "sitaracuy", que vienen desde río arriba al encuentro del alimento, igual contentos como el pajarito *kollirí* que aprovecha los grillos facilitados por estas mismas hormigas y como las hormigas "sitaracuy" que comen los frutos maduros. Por venir a la fiesta donde abundan la comida y bebida, los cantantes y bailarines se identifican con las "hormigas 'sitaracuy' del alimento", como lo dice el dueño de la fiesta en su respuesta a la adivinanza.

En el caso en que el dueño de la fiesta no encuentra la respuesta correcta después de haber cantado repetidas veces las primeras cuatro líneas, el líder del canto puede añadir las palabras de la quinta línea, que indica que "por venir alimento, (el pajarito o las hormigas) están contentos"<sup>5</sup>. Con eso, el cantor orienta el pensamiento del adivinador facilitándole las asociaciones necesarias para encontrar la solución. Alimento (de las hormigas) son los frutos que maduran desde río abajo, alimento (del pajarito *kollirí*) son los grillos espantados por las hormigas, alimento (frutos) es lo que celebra la fiesta *lluaki*.

La palabra *monifue* expresa el concepto general de todo lo que alimenta al Huitoto y que fue creado o instaurado por el Padre Creador para que el ser humano viva; *monifue* es el bien material que sustenta la vida humana, pero, así como para el ser humano los productos hortícolas y los frutos silvestres (y la carne, en un sentido más amplio) son su *monifue*, para el pajarito *kollirí*, el *monifue* son los grillos, para las hormigas "sitaracuy", el *monifue* son los frutos silvestres, los grillos y la carne. La canción equipara la noción de "bien existencial primordial del ser humano" y la de "bien existencial primordial de los animales" no de manera metafórica, sino de manera esencialista: todos los seres vivos tenemos nuestro alimento,

4 El bosque es la maloca de los animales y la "madre de monte y de los animales" es su dueño. Eso es parte de la visión huitoto del mundo en la que seres humanos y seres de la naturaleza forman una sola sociedad.

5 En huitoto, la forma verbal de la 3-a persona no indica el número: puede ser singular o plural, según el contexto

aunque cada especie tenga el suyo y goce de satisfacción y placer con el suyo.

Pero a este conjunto de asociaciones que permiten encontrar la solución de la adivinanza, cabe añadir una idea más que reside en el fondo de la canción y motiva la alegría y la satisfacción que expresa este canto: la idea, no sólo de la felicidad por tener alimento, sino por gozar de abundancia de alimento. En las fiestas huitoto, los anfitriones e invitados acumulan alimento: los primeros, productos de sus chacras, los segundos, frutos asociados a pescado en la fiesta *lluakí* y *uuikí*, animales silvestres en las otras carreras. Las fiestas celebran la abundancia de comida que es fruto del trabajo hortícola y de la recolección de frutos, de pesca o de caza. El verbo *kaimade* se refiere a la satisfacción – mejor: el gozo y la alegría – debidos a la abundancia de comida de la que disfrutaban el pajarito *kolliri*, las hormigas “sitaracuy” y los bailarines de río arriba que cantan y se identifican con estos últimos. Desde luego, esta adivinanza da voz a un ideal fundamental que sustenta las prácticas festivas huitoto.

### II - III.A. *Muruikí eeikí*

Cantado por Gabriel Fairiratofo del clan *Aimení* “Garza” en el *lluakí* de Augusto Kuiru, clan *Jitomagaró* “Sol”.

- 1 *okuena daiarillí manibuima daiarillí naimaniri jai*
- 2 *giriiri giriiri lleneji lleneji*
- 3 *giriiri giriiri lleneji lleneji*
- 4 *ana ille amuillíma kudillíma noirillí naimaniri jai*
- 5 *giriiri giriiri lleneji lleneji*
- 6 *giriiri giriiri lleneji lleneji*
- 7 Invitación a adivinar: *Ní mookaidí?*
- 8 Respuesta de Abelino Kuiru: *Ní ua birui biuaina itino lloirojijuillana llotio.*
- 9 Rechazo de la respuesta: *Na ikino, na ikino.*
- 10 G. Fairiratofo retoma el canto: *Fakaitíkuesa kakarei!* 11 Repetición del canto....
- 12 Invitación a adivinar: *Jí, ní?*
- 13 Respuesta de Abelino Kuiru: *Fimona bailla giririna lloiodíuuu!*
- 14 G. Fairiratofo retoma el canto: *Fakaitíkuesa kakarei!*
- 15 Repetición del canto....

Canto añadido para facilitar la solución:

- 16 *ñugamí ñugamí ñugamí ñugamí lleneji lleneji*
- 17 *ana ille sotaraíma illa jai-ii lleneji lleneji*
- 18 *ana ille enuka-kurina raine lleneji lleneji*
- 19 *ñugamí ñugamí ñugamí ñugamí lleneji lleneji*
- 20 Invitación a adivinar: *Ja kue llogasa.*
- 21 belino Kuiru encuentra la solución: *Jidíma jigí*

*riidote lloiodíuuu!*

22 Aprobación de los cantantes: *Jí, jí!*

23 Abelino Kuiru les responde: *Buuedí uruiai kaimadotíma..*

### II - III.B. Notas lingüísticas

1. *okuena ... jai*: palabras “musicales” a los que los comentaristas no dan significado alguno; *daiarillí* = *daiarilla* “brincar repetidas veces” en dialecto *buue* = *tikarilla* en dialecto *miníka*; un -a final se convierte a menudo en -í en los cantos; *manibuima* = *manibui* “una especie de pájaro”; el sufijo -ma “persona masculina” personifica en el canto al pájaro: “Don Manibui”; *naimani* “este río grande” en dialecto *buue*, *afemani* en dialecto *miníka*. Esta forma del demostrativo indica que el canto es cantado en dialecto *buue*, cuyos hablantes se sitúan geográficamente río arriba de los hablantes del dialecto *miníka*. Por eso, los cantos en este dialecto son cantados por los bailarines que llegan a la fiesta desde río arriba, aun cuando en su vida diaria hablan el dialecto *miníka*. Saber cantos en un dialecto distinto del diariamente hablado es parte del conocimiento ritual de todos los cantores.
2. *giriiri*: onomatopeya relacionada con el verbo *giriide* “está tronando”, pero que puede evocar ruidos de diferentes clases; *lleneji*: palabra musical que ritma muchos de los cantos de la fiesta *lluakí*;
4. *amuillíma* = *amuillíki* “libélula”; el sufijo -ki se reemplaza en el canto con el sufijo personificador -ma; *kudillíma* = *kudi* + *amuillíma* “planta que procura un tinte rojo + libélula personificada”, de ahí: “libélula roja personificada, Don Libélula-roja”; *noirillí* = *noirilla* “bañarse repetidas veces” (ver arriba);
16. *ñugamí ñugamí ñugamí ñugamí lleneji lleneji*: mis comentaristas no supieron dar sentido alguno a la palabra *ñugamí*; según ellos, es “pura música”, y constituye, como las onomatopeyas, la “manteca” (*farede*) de los cantos, según se expresan los Huitoto para evocar el placer oral que el pronunciar, cantar y ritmar de estas palabras procuran a los cantantes. De la misma naturaleza son la palabra *lleneji* (ver arriba) y las que se encuentran en las dos líneas siguientes:
- 17 ... *jai-ii lleneji lleneji*
- 18 ... *raine lleneji lleneji*; *enukakuri* = *enokakuri*: con ese término ritual se suele nombrar a la vez al pez “fasaco” y al caimán; en un mito huitoto, el sapo *korango*, parado en la orilla, llama al caimán para que le lleve al otro lado del río: *tima enokakurima ruika kue uaibi!* “Hermano Don Caimán, ven a

llevarme al otro lado". "Fasaco" y caimán son ambos carnívoros acuáticos; *enokakibe* es una hoja que se mezcla con otra especie para producir un tinte negro; *jidima*, el nombre del "fasaco" en huitoto, contiene la raíz *ji-* que significa "negro, oscuro", ya que el "fasaco" generalmente se tiene tranquilo en la sombra de la orilla de una quebrada; el nombre "dormilón", que se le da en español colombiano, se refiere a su inmovilidad en la oscuridad de la orilla.

### I - III.C. Traducción literal

- 1 *okuena* brinca el pájaro Don *Manibui* brinca en el río grande *jai*
- 2 *giriiri giriiri lleneji lleneji*
- 3 *giriiri giriiri lleneji lleneji*
- 4 Don Libélula Don Libélula-roja de abajo en la quebrada se baña en el río grande *jai*
- 5 *giriiri giriiri lleneji lleneji*
- 6 *giriiri giriiri lleneji lleneji*
- 7 Invitación a adivinar: ¿Dónde está nuestro padre?
- 8 Respuesta de Abelino Kuiru: Estás avisando la caída de los pijuayitos verdes en esta actual estación.
- 9 Rechazo de la respuesta: No es, no es.
- 10 G. Fairiratofo retoma el canto: Pues voy a probar, escucha!
- 11 Repetición del canto....
- 12 Invitación a adivinar: Si, dónde?
- 13 Respuesta de Abelino Kuiru: Estás avisando el ruido del viento del verano.
- 14 G. Fairiratofo retoma el canto: Pues voy a probar, escucha!
- 15 Repetición del canto....

Canto añadido para facilitar la solución:

- 16 *ñugami ñugami ñugami ñugami lleneji lleneji*
- 17 abajo en el río está el mordedor *jai-ii lleneji lleneji*
- 18 abajo en el río como "enukakuri" *raine lleneji lleneji*
- 19 *ñugami ñugami ñugami ñugami lleneji lleneji*
- 20 Invitación a adivinar: Ya pues avisé.
- 21 Abelino Kuiru encuentra la solución: Estás avisando que el "fasaco" está mezquinando sus huevos.
- 22 Aprobación de los cantantes: Sii, sii!
- 23 Abelino Kuiru les responde: Estoy acariciando a mis hijos.

### II - III.D. Traducción interpretada

- 1 *okuena* brinca, el pajarito Don *Manibui* brinca (en la orilla), en el río grande (en la quebrada) *jai*
- 2 (se escucha el ruido de la creciente:) *giriiri giriiri lleneji lleneji*
- 3 *giriiri giriiri lleneji lleneji*
- 4 Don Libélula, Don Libélula-roja de abajo en el río se

- baña, en el río grande (en la quebrada) *jai*
- 5 (se escucha el ruido de la creciente:) *giriiri giriiri lleneji lleneji*
- 6 *giriiri giriiri lleneji lleneji*
- 7 Invitación a adivinar: ¿Dónde está nuestro padre (para que venga a adivinar y demostrar su conocimiento)?
- 8 Respuesta de Abelino Kuiru: Estás avisando la caída de los pijuayitos verdes en esta actual estación.
- 9 Rechazo de la respuesta: No es, no es.
- 10 G. Fairiratofo retoma el canto: Pues voy a probar (otra vez), escucha!
- 11 Repetición del canto....
- 12 Invitación a adivinar: Si, dónde (está el padre)?
- 13 Respuesta de Abelino Kuiru: Estás avisando el ruido del viento de este verano.
- 14 G. Fairiratofo retoma el canto: Pues voy a probar (otra vez), escucha!
- 15 Repetición del canto....

Canto añadido para facilitar la solución:

- 16 *ñugami ñugami ñugami ñugami lleneji lleneji*
- 17 abajo en el río está el mordedor *jai-ii lleneji lleneji*
- 18 abajo en el río (está el mordedor) como "enukakuri" *raine lleneji lleneji*
- 19 *ñugami ñugami ñugami ñugami lleneji lleneji*
- 20 Invitación a adivinar: Ya pues avisé.
- 21 Abelino Kuiru encuentra la solución: Estás avisando que el "fasaco" está mezquinando sus huevos.
- 22 Aprobación de los cantantes: Sii, sii!
- 23 Abelino Kuiru les responde: Estoy acariciando a mis hijos (para darles placer y alegría).

### II - III.E. Explicación

Se trata de dos cantos adivinanzas que apuntan a la misma solución: el pez llamado "fasaco" (*Hoplias malabaricus*) en la Amazonía peruana y "dormilón" en la Amazonía colombiana. En el tiempo de la primera creciente del año, cuando hace verano todavía, este pez sube en masa las quebraditas – el canto dice "río grande" para confundir al que adivina – y brinca donde hay palisadas, – como también brincan las libélulas que se bañan botando agua de la superficie del río con su cola encorvada y como brinca el pajarito *manibui* en la orilla. El ruido de la creciente y de los "fasacos" que suben la quebrada se imita con la onomatopeya *giriiri giriiri*. El hijo mayor del dueño de la fiesta acepta el reto y se pone a adivinar, pero se equivoca dos veces. Con razón atribuye importancia a la onomatopeya, pues, primero, la asocia al ruido de los embriones verdes de los frutos de la palmera "pijuayo" o "chontaduro" (*Bactris gasipaes*) que caen al suelo como abortos antes

que empiece el proceso de maduración de los que se van a poder cosechar, luego, la asocia al ruido del viento que sopla en el verano, la estación en la que se desarrolla la fiesta y que es la que produce la mayor variedad y cantidad de frutos. Abelino sabe que las adivinanzas se refieren a fenómenos que caracterizan los frutos, sus procesos biológicos y sus funciones ecológicas y culturales, así como a fenómenos climáticos estacionales, pero no conoce los sentidos del nombre ritual *enokakuri* y no toma en cuenta que el canto habla del río (*ille, imani*), del mundo acuático – del pájaro *manibui* que brinca en las orillas, de la libélula que “se baña” en el agua –, por lo que el ruido también debe de ser asociado a un elemento acuático: el de la creciente en las quebradas y del pez “fasaco” cuando sube las quebradas y brinca en las palisadas. De hecho, los peces y el mundo acuático son otro dominio al que suelen aludir los cantos adivinanzas.

Los peces, en la sociedad huitoto, están asociados a los frutos desde que el mito del origen de la yuca y de todos los frutos comestibles cuenta de un “árbol del saciamiento” (*monilla amena*) que cargaba todos los frutos, pero que los primeros hombres tumbaron por que se había crecido demasiado alto, volviendo los frutos inaccesibles. Al tumbar los hombres este árbol, las astillas se convirtieron en peces, y el mismo árbol al caer se transformó en la red fluvial, con sus ríos grandes, medianos y afluentes pequeños. Signo de esta asociación entre frutos y peces es también el hecho ritual que, por un lado, el dueño de las fiestas *lluaki* y *uuiki* pide a sus invitados qué especie de frutos deben traer a la fiesta, donde se los “pagará” con galletas, “casabe” (*taingoji, airiji*), o envueltos, “tamales” (*juari*), de yuca, y, por otro lado, los invitados suelen poner sobre sus cargas de frutos unos pescados.

Como los dos primeros ensayos de Abelino fracasan, el cantor añade una segunda canción para ayudarlo a encontrar la solución. La palabra clave es, en la línea 17, la palabra *sotaraima*, el *nomen actoris* del verbo *sotade*, que significa “atacar y morder”, “dar un mordisco”, hablando, por ejemplo, de una serpiente o de una perra que defiende sus crías. El “mordedor”, precisamente, es el “fasaco”, un pez carnívoro, que ataca con sus mordiscos a quien se le acerca en su tiempo de desove, habiendo subido hacia las cabeceras de las quebradas. “El fasaco está mezquinando, defendiendo sus huevos”, dice Abelino con razón. En la línea 18, se llama a este pez con un nombre “disfrazado”, ritual: *enokakuri*, que no es de conocimiento común, pero con que los discursos rituales se refieren o al “fasaco” o al caimán.

En esta escena ritual del reto que plantea el canto

adivinanza y que asume un miembro del grupo de los dueños de la fiesta – en este caso, el hijo mayor del mismo dueño –, nos quedan por evocar unos gestos ceremoniales que acompañan el intercambio de palabras. Cuando se decide a ir a adivinar, Abelino se levanta del patio de la coca (*jiibibiri*), en la periferia de la maloca, donde está reunido su grupo de hombres alrededor de un recipiente con pasta de tabaco diluida con agua (*llerabi*) y lame este líquido y “mambea” polvo de coca; luego se acerca al círculo de los bailarines llevando una pequeña porción de pasta de tabaco (*llera*), “ampiri” o “ambil”, y, en homenaje al canto y el reto, la entrega al cantante principal antes de pronunciar su propuesta de solución. La pasta de tabaco (mezclada con sal vegetal, *iaisai*) y el polvo de coca son medios de “pago ritual” masculino en la sociedad huitoto.

A su vez, el líder del canto, Gabriel Fairiratofo, al término de su actuación, se va a sentar en la ronda de los dueños de la fiesta, en el patio de la coca, al lado de Abelino, entrega a éste una porción de polvo de coca, envuelta en un pedazo de tejido, y le explica el sentido de todas las palabras de la canción. Abelino comenta: “Así hace la gente que sabe; entrega coca y entrega a otro el sentido de la canción”. La transmisión del saber es parte de los intercambios rituales durante la fiesta.

#### IV.A. *Jaioki eeiki*

dictado por Calisto Kuiru

- 1 *kuvukuvu kuvuji jai lleneji jojo jiji lleneji lleneji*
- 2 *uni aichue uni aichue naimani arife ojere nabena jofo kue mirerillani jojo jiji lleneji*
- 3 *kuvukuvu kuvuji jai lleneji jojo jiji lleneji lleneji*

#### IV.B. Notas lingüísticas

1. La primera línea, como la tercera, es puramente onomatopéyica y musical.
2. *aichue* = *aillue* “grande”; la pronunciación *ch* (oclusiva palatal sorda) en vez de *ll* (oclusiva palatal sonora) caracteriza el dialecto de los cantos *jaioki*; *mিরerilla* en el dialecto del canto = *mitaja* en el dialecto *minika*: “tener en la boca (sin morder)”; la terminación *-ni* o *-ne* es frecuente en ciertas formas verbales del estilo cantado, sin que tenga un valor gramatical definido; *ojere* significa “manchal o bosque de *oje*, una planta o un árbol que mis comentaristas no supieron identificar. Lo que los Huitoto siempre tienen en la boca es el polvo de coca, pero mi intérprete no relacionó esta línea con la costumbre de “mambear” coca.

### I.C. Traducción literal

- 1 *kuvukuvu kuvuji jai lleneji jojo jiiji lleneji lleneji*
- 2 tengo dentro de la boca hoja del manchal de oje del lado de arriba del río grande allá
- 3 *kuvukuvu kuvuji jai lleneji jojo jiiji lleneji lleneji*

### IV.D. Traducción interpretada

- 1 *kuvukuvu kuvuji jai lleneji jojo jiiji lleneji lleneji*
- 2 tengo en la boca hoja del manchal de (la planta) oje del lado de arriba (en la cabecera) del río grande, allá
- 3 *kuvukuvu kuvuji jai lleneji jojo jiiji lleneji lleneji*

### IV.E. Explicación

Este canto, aun siendo de tamaño muy modesto, nos permite, gracias a los comentarios que hemos recibido durante nuestra anotación y traducción, aclarar un nuevo aspecto de las adivinanzas. Mi traductor se acordó que tal finado *Kueredina* Sánchez del clan *Aimeni* "Garza" había cantado este *eeiki* en una fiesta a la que trajo pescaditos ahumados de una quebrada a la que había echado barbasco. A ellos se refiere la solución "pesca con barbasco", pues *kuvukuvu kuvuji* evoca el ruido que hacen los pies cuando remueven el fondo arcilloso de la quebrada para disolver y mezclar la arcilla con el barbasco ya esparcido en el agua y reforzar así su eficiencia. El dueño de la fiesta tiene que tener presente en su memoria qué frutos, qué pescados o, eventualmente, qué animal de caza cada bailarín ha traído a la fiesta y le ha entregado, pues, frecuentemente, la adivinanza se refiere de alguna manera a la especie donada por el cantor. Vemos que en este canto, la onomatopeya y la cabecera del río grande son los dos elementos enunciados que, junto con los pescaditos aportados a la fiesta, deben ayudar a los dueños de la fiesta a encontrar la respuesta a la adivinanza. El resto – "tener en la boca la hoja del manchal de oje" – no tiene pertinencia alguna al respecto. Este canto nos ilustra que la relación entre el enunciado y la solución puede ser azarosa y circunstancial. Hay adivinanzas que tienen una respuesta tradicional consagrada, como en los ejemplos I. y II. – III., pero también existe cierta libertad creativa que permite a un cantor asociar palabras de un canto ya conocido a la fruta, el pescado o el animal que él ha traído a la fiesta. El cantor, en todo caso, en la víspera del baile, suele preparar sus turnos de cantos que consisten en 3 o 4 cantos que él va a cantar seguidos, y, en este momento, decide qué *eeiki* va a plantear al dueño de la fiesta y qué cantos (que también podrían eventualmente ser *eeiki*) va a cantar "para el gusto nomás" (*kaimataillena*).

Este uso optativo de los cantos nos demuestra que el sub-género *eeiki* no tiene propiedades formales que lo distinguirían de los cantos *lluaki* que se cantan sin plantear el reto de la adivinanza, por el sólo placer de cantar y bailar. Lo que de un canto *lluaki* hace que sea un *eeiki* es que el cantor utiliza su sentido para aludir a un elemento natural y cultural, vinculado a la celebración de la fiesta *lluaki* en un sentido amplio, y que, con esta alusión, reta al dueño de la fiesta para que la adivine, la explicita. El sub-género *eeiki*, desde luego, no es un género formal, sino un género pragmático. Nada impide que, en otra oportunidad, este mismo canto muy breve sea usado, por medio de la parte de la oración que en la situación analizada no tenía pertinencia – "tengo dentro de la boca hoja del manchal de oje" –, para volverse significativa y aludir a otro hecho cultural, tal vez vinculado con la coca, su consumo y sus asociaciones. La variedad de coca llamada *kudu jiihie* "coca de sambico", por ejemplo, relaciona en su nombre lo que los hombres huitoto siempre llevan en la boca con el universo acuático del pecesito "sambico". Pero es eso una especulación nuestra que ningún discurso huitoto nos ha confirmado, que se inspira, sin embargo, en categorías operativas del pensamiento huitoto.

Para significar a los dueños de la fiesta que está cantando un *eeiki*, el cantor, como hemos visto en el ejemplo II. – III., utiliza una fórmula: "¿Dónde está nuestro padre (entendiendo: para que venga a adivinar y comprobar sus conocimientos de padre de la humanidad)? Pero existen fórmulas más elaboradas de las que pudimos registrar una, que es una conjura o maldición para que el dueño de la fiesta no encuentre la solución. Después de terminar el canto, dice el cantor que plantea la adivinanza, gritando en voz alta:

#### A. Formula conjuratoria

pronunciada por Luciano Martínez del clan *Jeeiai* "Zarigüeya".

- 1 *jisabai komeki naganomo jigidoite*
- 2 *jisabai komeki iri iri duaide*
- 3 *okisa oñenito*

#### B. Notas lingüísticas

- 1 *jisa* "hija", pero *jisabai* se refiere al dueño de la fiesta; *komeki* "corazón", para los Huitoto el órgano del pensar y sentir; *naganomo* "en todos los lugares, en todas partes"; *jigidoite* = *janaiite* "se encontrará en dificultad";
- 2 *iri iri duaide* fue interpretado de dos maneras: como *iridoite* "se enredará" y como *iri iri doode* "dijo 'iri

ĩĩ, dijo 'enrédate, enrédate'" en dialecto *mika*.

- 3 *okisa* "¡cuidado, escucha!"; oñenito = oñeitio "no sacarás, no agarrarás".

### C. Traducción literal

- 1 El corazón del dueño de la fiesta se encontrará en dificultad en todas partes.
- 2 El corazón del dueño de la fiesta se enredará.
- 3 ¡Cuidado, escucha, no vas a sacar!

### D. Traducción interpretada

- 1 ¡El corazón del dueño de la fiesta ha de encontrarse en dificultad en todas las circunstancias!
- 2 ¡El corazón del dueño de la fiesta ha de enredarse (confundirse)!
- 3 ¡Cuidado, escucha, no has de sacar (la bolsa de coca que yo daría a quien encuentre la solución de mi adivinanza)!

### E. Explicación

El futuro empleado en las formas verbales de esta fórmula tiene valor desiderativo, respectivamente, prohibitivo (en el caso de la negación): "Ha de ocurrir..., debe ocurrir..., que ocurra...". El cantor conjura la mala suerte deseando que el corazón, la mente del dueño de la fiesta no supere las dificultades y se quede confundido, y que el dueño de la fiesta no reciba la recompensa: la bolsa de coca que el cantor debe pagarle por la solución de su adivinanza. Fuera de "disfrazar" en el canto, con términos y morfología rituales, los hechos que aluden a la solución de la adivinanza y de establecer lazos sólo tenues entre ésta y las onomatopeyas, el cantor, además, conjura el fracaso del esfuerzo intelectual de los adivinadores con esta fórmula, con la que, al mismo tiempo y precisamente, invita a los dueños de la fiesta a salir al público y a asumir el reto.

Las adivinanzas son un juego social que nos es familiar y que practicamos en un grupo pequeño de personas, amigas o parientes. El que formula la adivinanza establece una relación personal con todos los miembros del grupo que aceptan el reto, escuchando la fórmula, poniéndose a reflexionar y esforzándose a encontrar la solución. Entre los indígenas amazónicos, los Shipibo practican de la misma manera, en grupo pequeño, este juego social, como nos lo ilustran los ejemplos citados por B. Illius (1999: 74-81). Pero, en la medida en que, de sus 6 adivinanzas, las soluciones de 5 consisten en elementos culturales no indígenas (escoba, mosquitero, motor fuera de borda, trapiche, dinero) y una sola en un elemento cultural shipibo (la canoa), es

permitido pensar que los Shipibo han adoptado este juego de la sociedad mestiza.

Los cantos-advinananzas de los Huitoto, que comparten este género pragmático y ceremonial con sus vecinos Ocaina, Nonuya, Muinani y Bora, son parte de un conjunto mayor de relaciones sociales competitivas que las variadas fiestas, que se desarrollan en la realización de las carreras ceremoniales, activan y ponen en escena, dando lugar a provocaciones, agresiones, reclamos, críticas y burlas, pero también a homenajes y alabanzas, a alegría, risa y cortejo. Como arriba lo dijimos, con las adivinanzas, los invitados ponen a prueba públicamente – ante todos los grupos participantes en la fiesta (dueños de la fiesta, trabajadores, invitados) – el conocimiento del dueño del baile y de su grupo, los anfitriones de la fiesta. En los cantos *eeiki* simples, este conocimiento, más precisamente, consiste en la capacidad de asociar onomatopeyas y ciertas palabras del canto – no todas – con frutos, peces, animales, incluyendo insectos, fenómenos climáticos y elementos y gestos culturales. Esta capacidad se apoya eventualmente sobre la memoria del don que el cantor ha entregado (su fruto, su pescado, su carne); recordar este don puede orientar la cadena de asociaciones hacia la buena respuesta.

En nuestro primer ejemplo, la categoría de partida de la especulación adivinadora es la noción de *monifue* "alimento", que es la fuente de la satisfacción evocada (*kaimade*) y que el mismo cantor puede nombrar si quiere ayudar a su interlocutor. "Alimento", en la fiesta, siempre está vinculado a "abundancia", causa de alegría y felicidad, que no sólo existen entre los seres humanos – y en particular entre los bailarines que vienen de río arriba para gozar de la fiesta –, sino también entre los otros seres vivos como el pajarito *kolliri*, que goza de la abundancia de grillos gracias a la marcha masiva de las hormigas "sitaracuy" (*kallai*), las que comen también los frutos que vienen madurando desde río abajo y que la fiesta *lluaki* celebra en su intercambio de frutos contra productos elaborados de la chacra.

En el segundo ejemplo, la evocación de una quebrada por medio de un pájaro que frecuenta las orillas, del comportamiento acuático de la libélula y – por antifrasis – por medio del "río grande", debe orientar las asociaciones del adivinador para interpretar el significado de la onomatopeya *giriiri* hacia el ruido característico del agua creciente en una quebrada y del pez "fasaco" que sube entonces la quebrada y brinca en las palisadas. La noción de "mordedor", asociada, en el tercer ejemplo, a la

evocación de “abajo en el río” y a un nombre ritual que disfraza el nombre del pez en lenguaje ordinario, precisa, más allá del ruido evocado en el canto anterior, el comportamiento agresivo y carnívoro de la especie de pez contemplada por la adivinanza, canalizando las soluciones posibles hacia la única exitosa.

El cuarto ejemplo nos presenta el vínculo más tenue entre el canto y la solución. La sola onomatopeya *kuvukuvu kuvuji* debería provocar las asociaciones necesarias para llegar a la pesca con barbasco, es decir, entre muchas interpretaciones posibles, al ruido de los pies en el agua cuando diluyen, en el fondo de una quebrada, la arcilla para reforzar la eficiencia del barbasco. Pero, en este caso, la adivinanza se sostiene en el don del cantor – pequeños pescados ahumados –, que son índices de la pesca con barbasco en una quebrada, para orientar la búsqueda del adivinador, a condición – claro está – que éste se recuerde con precisión lo que cada bailarín ha traído a su fiesta. Eso parece en sí un reto a nosotros, que hemos asistido a esta clase de fiestas y a las entradas a menudo masivas de los bailarines, de los que cada uno entrega su don – de costumbre envuelto en hoja – a las mujeres de la maloca que los acogen. Sin embargo, el dueño de la fiesta ha asistido, previamente a los cantos adivinanzas, al “pago” que las mujeres hacen de cada don a su dueño y, en ese momento, ha observado lo que cada bailarín ha traído. Cada pago es personal, y el dueño de la fiesta identifica a todos los visitantes con el don que han traído. Hemos observado que, años más tarde, un dueño de baile sigue recordándose qué animal o qué pescado qué persona ha traído a su fiesta celebrada en tal época. El intercambio ritual en las fiestas da la sustancia material a las relaciones sociales personales, que obedecen a una reciprocidad asimétrica debida, obligada, entre el dueño de la fiesta y cada uno de los invitados, y esta sustancia material de las obligaciones mutuas, pero asimétricas, que fundamentan lo que es “sociedad huitoto”, se inscribe indeleblemente en la memoria de los actores. De esta misma manera, las adivinanzas cantadas y las respuestas exitosas o erradas encontradas en una fiesta, dan la sustancia de un evento competitivo vivido a las relaciones entre un dueño de fiesta y sus contendores invitados y quedan inscritas en la memoria de los asistentes que han formado el público delante el cual el reto fue planteado y asumido. Así ocurre que los comentaristas huitoto se recuerdan quién ha cantado tal *eeiki* en el *lluaki* de tal dueño de fiesta, que encontró tal solución, o, al contrario, por no poder adivinar correctamente, “se enojó” (*ikirite*), lo que es contrario a la moral de un dueño de fiesta, quien debe aguantar toda

provocación con tranquilidad, no rabiar y calmar los ardores agresivos con palabras “frías”, pacíficas, convertir el mal en bien mediante la broma, la risa y el gesto generoso.

Las adivinanzas, como vemos, son un reto más allá de la solución intelectual y retórica. Ponen en juego el prestigio del dueño de la fiesta y, con eso, su capacidad de soportar un eventual fiasco, de guardar buena postura en condiciones infelices. En un *lluaki*, me contaron mis comentaristas en el Igaraparaná, un cantor cantó un *eeiki* en lengua nonuya (hoy en día casi desaparecida), que el dueño del baile no comprendía y para la cual tampoco no disponía de traductor. El cantor, incansablemente repetía su canto por no recibir la respuesta esperada, pero con evidente mala fe, que apuntaba a provocar la ira del dueño de la fiesta. Finalmente lo logró, lo que no hizo más que aumentar la vergüenza que sintieron los participantes en la fiesta por la incapacidad y la debilidad del dueño de la fiesta y despertar sus críticas malévolas.

Sin embargo, tal comportamiento humillador de parte de un invitado es censurado por una regla de buena conducta enunciada por los ancianos que dice que un invitado sólo debería plantear adivinanzas que circulan en los patios de la coca de las malocas relacionadas entre ellas en una misma región por visitas mutuas y conversaciones nocturnas compartidas. No se debería retar a un dueño de baile con adivinanzas importadas de otra región geográfica, donde las palabras sabias que circulan en los patios de las coca son distintas y tienen su propia tradición. Pero, como en todas las sociedades, la buena conducta es una regla que no siempre se respeta, y vemos que la fiesta *lluaki*, con su posibilidad de retar al dueño de la fiesta, abre un espacio a un invitado que viene a la fiesta con sentimientos hostiles y agresivos hacia el dueño de la fiesta – probablemente por un rencor antiguo –, para que las manifieste públicamente, humillando al dueño de la fiesta y malogrando el ambiente de diversión y alegría, – si el dueño no sabe zafarse de la situación con alguna broma, un chiste u otra provocación de su parte que hace reír a la asistencia. Como reto moral en el manejo de las relaciones sociales y rituales, las adivinanzas huitoto (ocaina, nonuya, muinani y bora) son un hecho retórico “total”, que compromete todas las energías físicas (voz, cuerpo, memoria) y sociales (coro y danza, espectadores y oyentes, competición y reto, intercambio ritual) convocadas, organizadas, canalizadas y gastadas ritualmente en la fiesta (*rafue*), que, para los Huitoto – junto con los Bora, Ocaina, Nonuya, Muinane, Resígaro y Andoke –, es fundadora de su “sociedad”.

### **Bibliografía citada**

- ILLIUS, BRUNO 1999: *Das Shipibo*. Texte, Kontexte, Kommentare. Berlin, Dietrich Reimer Verlag.
- PREUSS, KONRAD THEODOR 1921/23: *Die Religion und Mythologie der Uitoto*. Heidelberg, Vandenhoeck & Ruprecht, J. C. Hinrichs'sche Buchhandlung. 2 Bde.
- PREUSS, KONRAD THEODOR 1994: *Religión y mitología de los Uitotos*. Traducción y revisión de la transcripción por Gabriela Petersen de Piñeros, Eudocio Becerra (*Bigidima*), Ricardo Castañeda Nieto. Bogotá, Editorial de la Universidad Nacional. 2 vol

## **DINÁMICA DE DESCOMPOSICIÓN Y MINERALIZACIÓN DE MACRONUTRIENTES EN HOJARASCA DE PLANTACIONES DE *Ormosia coccinea* (Aubl.) JACKSON, "HUAYRURO" Y *Vochysia lomatophylla* Standl, "QUILLOSISA", IQUITOS, LORETO, PERÚ**

Carmela Arce Urrea<sup>1</sup>

### **RESUMEN**

El estudio se realizó en el Centro de Investigación y Enseñanza Forestal (CIEFOR) Puerto Almendra, ubicado en el margen derecho del río Nanay a 22 km de la ciudad de Iquitos en dirección Sur-Oeste, con el objetivo de determinar la dinámica de descomposición y mineralización de los macronutrientes N, P y K, producido por la hojarasca de *Ormosia coccinea* (Aubl.) Jackson, "huayruro" y *Vochysia lomatophylla* Standl, "quillosisa".

La hojarasca fue recolectada en bolsitas plásticas (de 50 g para descomposición y de 100 g para mineralización) cada trimestre y por un período de nueve meses. Se calcularon la tasa de descomposición de la hojarasca utilizando la fórmula propuesta por Barrera et al. (2004) y la tasa de mineralización de N, P y K utilizando el método propuesto por Bazán (1996) y García de Cortázar, Silva y Acevedo (2000).

Los resultados muestran que, al cabo de los nueve meses de evaluación, la mayor tasa de descomposición de 65.10% corresponde a la hojarasca de "huayruro" de una plantación de 15 a 20 años, mientras que la menor tasa de descomposición de 17.18% se encuentra en una plantación de "quillosisa" de más de 20 años. La mayor tasa de mineralización le corresponde al K, en ambas especies, con máximos de 85.19% para "huayruro" y de 82.60% para "quillosisa", en una plantación de más de 20 años, mientras que la menor tasa de mineralización corresponde a N con mínimos de 13.46% para "huayruro" y 15.75% para "quillosisa" en una plantación de 15 a 20 años.

**PALABRAS CLAVE:** Puerto Almendra, dinámica, descomposición, mineralización, macronutrientes, *Ormosia coccinea*, *Vochysia lomatophylla*.

## **DYNAMIC OF DECOMPOSITION AND MINERALIZATION RATE OF LITTER FROM *Ormosia coccinea* (Aubl.) JACKSON, "HUAYRURO" Y *Vochysia lomatophylla* Standl, "QUILLOSISA" PLANTATION, IQUITOS, LORETO, PERU**

### **ABSTRACT**

Decomposition and mineralization rate of litter from *Ormosia coccinea* (Aubl.) Jackson, "huayruro" y *Vochysia lomatophylla* Standl, "quillosisa" plantation were quantified in this study, data collection was carried out in the Forest Research and Training Center (CIEFOR) Puerto Almendra, located southwest at 22 km away from Iquitos, Peru.

Litter collected in small bags (50 g for decomposition and 100 g for mineralization) was weighed at the end of every three months for a period of nine months. Decomposition rate was calculated using the formula proposed by Barrera et al. (2004) and mineralization rate was calculated using the method proposed by Bazan (1996) and Garcia de Cortazar, Silva & Acevedo (2000).

At the end of the nine months of evaluation, results show that the highest decomposition rate of 65.10% occurred in litter of "huayruro" from a 15 to 20-years plantation; where as litter of "quillosisa" from a plantation of more than 20 years presents the lowest decomposition rate of 17.18%. The highest mineralization rate corresponded to K for both species in a plantation of more than 20 years, 85.19% and 82.60% for "huayruro" and "quillosisa", respectively, whereas the lowest mineralization rate corresponded to N, 13.46% for "huayruro" and 15.75% for "quillosisa", in a 15 to 20-year plantation.

**KEYWORDS:** Puerto Almendra, dynamic, decomposition, mineralization, macronutrients, *Ormosia coccinea*, *Vochysia lomatophylla*.

<sup>1</sup> Ingeniero Forestal-Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Dirección: Calle las Garzas N° 180. San Juan Bautista, Loreto, Perú, Correo electrónico: [carmela\\_arce@hotmail.com](mailto:carmela_arce@hotmail.com), Teléfono: (065) 26-5875 y (065) 9764872

## 1. INTRODUCCIÓN

Las especies forestales poseen abundantes hojas, las cuales cumplen una función importante en la planta, pero luego de su ciclo vital caen al suelo formando un colchón de hojarasca. Esta hojarasca acumulada sufre un proceso de descomposición en el que intervienen los factores bióticos y abióticos (microorganismos descomponedores, clima y otros).

Al descomponerse la hojarasca empieza a liberar nutrientes que pasan a fertilizar el suelo; a esto se llama proceso de mineralización. Estos nutrientes que pasan a formar parte del suelo, vuelven a ser absorbidos por la planta a través de las raíces y de esta manera la planta se alimenta de estos fertilizantes. Por eso se dice que la circulación de nutrientes en un bosque es un ciclo cerrado, constituyendo la dinámica de descomposición y mineralización.

La biomasa foliar que cae al suelo es importante como una herramienta positiva de manejo porque reduce la pérdida de nutrientes por lixiviación y produce la protección del suelo contra la erosión. Conociendo la tasa de descomposición y mineralización de los nutrientes, es posible avanzar en el conocimiento del ciclo de nutrientes y de la fertilidad de los suelos para futuros proyectos de recuperación de áreas degradadas en el manejo de ecosistemas.

En tal sentido, el objetivo del trabajo fue determinar la dinámica de descomposición y mineralización de los macronutrientes de la hojarasca en plantaciones de *Ormosia coccinea* (Aubl.) Jackson, "huayruru" y *Vochysia lomatophylla* Standl, "quillosisa".

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA

#### DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Enseñanza Forestal (CIEFOR) Puerto Almendra, el cual está en el margen derecho del río Nanay a 22 km en dirección Sur-Oeste desde la ciudad de Iquitos; geográficamente se encuentra ubicado en las coordenadas 3° 49' 40" Latitud Sur y 73° 22' 30" Longitud Oeste, a una altitud aproximada de 122 msnm. (INRENA, 1995). Geopolíticamente, se encuentra dentro de la jurisdicción del caserío de Puerto Almendra que pertenece al distrito de San Juan Bautista, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto.

Según SENAMHI (2005), la precipitación media anual es de 2979,3 mm; la temperatura media anual es de 26,4 °C, las temperaturas máximas y mínimas promedio anuales alcanzan 31,6 °C y 21,6 °C,

respectivamente; la humedad relativa media anual es de 82,1 %.

El área de estudio se localiza dentro de la zona de vida denominada Bosque Húmedo Tropical (bh – T). La configuración geológica de la zona se enmarca dentro de la cuenca amazónica, la misma que en su mayor parte se encuentra cubierta por sedimentos detríticos continentales, (ONERN 1991).

### MÉTODO

#### Población y muestra

Se ha tenido en cuenta la población de árboles de cada plantación demostrativa, para ello se ha realizado previamente un inventario numerando cada uno de los árboles por parcela. Debajo de la proyección de la copa de cada uno de los árboles elegidos se colocaron las muestras para los ensayos de descomposición de la hojarasca considerando cinco repeticiones (bolsitas de 50 gramos de hojarasca) y para los ensayos de mineralización de los macronutrientes N, P, K también se ha considerado 05 repeticiones (bolsitas de 100 gramos de hojarasca).

#### Tasa de descomposición

Para calcular la tasa de descomposición se utilizó la fórmula propuesta por BARRERA *et al.* 2004.

$$Td \% = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100$$

Donde:

Td = Tasa de descomposición de hojarasca, en porcentaje

P1 = Peso inicial de la biomasa foliar, en g.

P2 = Peso final de la biomasa foliar, en g.

#### Tasa de mineralización de macronutrientes

Para evaluar la tasa de mineralización de macronutrientes (N, P y K), se realizó el análisis químico de las muestras de biomasa foliar, al inicio de la investigación y con las muestras de hojarasca de las bolsitas en descomposición y/o descompuesta, luego al final de cada trimestre por un espacio de nueve meses. El método utilizado para los análisis de biomasa foliar fue de acuerdo al Manual para análisis químico de suelos, plantas y aguas de la UNALM. (BAZAN 1996).

La tasa de mineralización de macronutrientes se cuantificó según la relación propuesta por GARCIA DE CORTAZAR, *et al.* 2000 citado por QUINTANA (2006).

$$TM \% = \frac{NMf}{NMI} \times 100$$

Donde:

TM = Tasa de mineralización de nutrientes en hojarasca, en porcentaje.

NMf = Nivel del macronutriente final, en gr.

Nmi = Nivel del macronutriente inicial, en gr.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

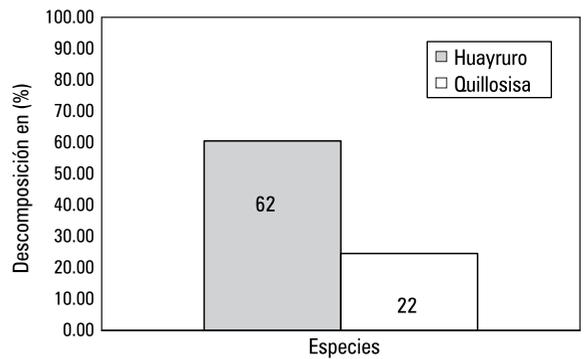
#### DESCOMPOSICIÓN DE HOJARASCA DE LA PLANTACIÓN DE "HUAYRURO" Y "QUILLOSISA"

**Tabla 1.** Supervivencia, ganancia de peso diario, ganancia en longitud total, y conversión alimenticia de alevinos de fasaco *H. malabaricus* cultivados en diferentes densidades. Tomado de Luz *et al.* (2000).

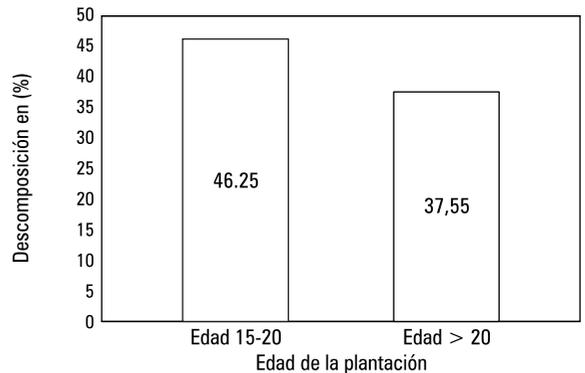
A = Especies	C = Período de descomposición (meses)	B = Edad de la plantación (años)	
		15 a 20 (b1) (%)	>20 (b2) (%)
	Promedio 3 (c <sub>1</sub> )	60.50	57.97
Huayruro (a <sub>1</sub> )	Promedio 6 (c <sub>2</sub> )	63.08	60.83
	Promedio 9 (c <sub>3</sub> )	65.10	62.78
	Promedio 3 (c <sub>1</sub> )	24.53	10.65
Quillosisa (a <sub>2</sub> )	Promedio 6 (c <sub>2</sub> )	30.03	15.92
	Promedio 9 (c <sub>3</sub> )	34.30	17.18

La Tabla 1 y las Figuras 1, 2 y 3 muestran la tasa de descomposición de la hojarasca de *Ormosia coccinea* y *Vochysia lomatophylla*. El "huayruro" de 15 a 20 años que posee hojas pequeñas con un área foliar promedio de 130 cm<sup>2</sup> tuvo una mayor descomposición (60.50% a 65.10%). La "quillosisa" en el mismo rango de edad, se encuentra en un intervalo de 24.53% a 34.30%, esta especie tiene hojas de mayor área foliar cuyo promedio es de 340 cm<sup>2</sup>. Este resultado tiene una similitud con la hojarasca de una plantación de "huayruro" mayor de 20 años que se descompone en un rango de 57.97% a 62.78% y "quillosisa" de la misma edad, entre 10.65% y 17.18%. Lo que demuestra que el "huayruro" por tener hojas con foliolos pequeños y estar menos lignificadas es la que tiene mayor descomposición por acción de los microorganismos descomponedores, como indica OLIVER *et al* (2002). Lo que no ocurre con las hojas de "quillosisa" que tienen mayor área foliar, mayor espesor, y mayor lignificación, por lo tanto, su descomposición es menor. Es necesario tener en cuenta lo que menciona THAIUTSA y GRANGER (2000), que las hojas que tienen más K y P y menos lignina son las que más rápidamente se descomponen; también, la composición química de la hojarasca influye mucho en su descomposición y determina en

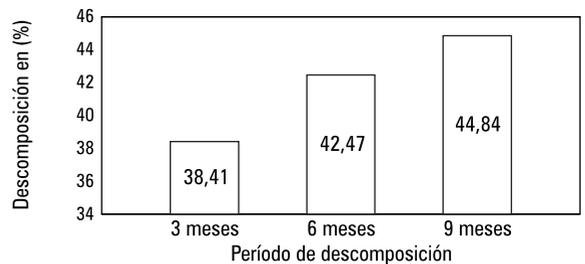
forma muy significativa la liberación de nutrientes. Por ello, la edad de los árboles de la plantación juega un papel importante en la descomposición de la hojarasca, pues, los resultados muestran que para ambas especies existe una tendencia que a menor edad de los árboles mayor es la descomposición de hojarasca, porque su estructura y su composición química no ha llegado a su madurez completa, tiene menos porcentaje de lignificación, haciendo que los microorganismos tengan un cierto aliado para que puedan actuar como menciona THAIUTSA y GRANGER (2000).



**Figura 1.** Descomposición de la hojarasca Según Especie.



**Figura 2.** Descomposición de hojarasca según la edad de la plantación.



**Figura 3.** Descomposición de hojarasca de huayruro y quillosisa según el factor tiempo.

### PERÍODO DE DESCOMPOSICIÓN

Evaluando el período de descomposición a los 3, 6 y 9 meses se observa en la Tabla 1 que la descomposición es progresiva, determinándose que existe mayor descomposición de la hojarasca al cabo de los 9 meses en el "huayruro" en un rango de 62.78% a 65.10% seguido de "quillosisa" en el rango de 34.30% a 17.18%.; esto indica que la descomposición es directamente proporcional al tiempo de exposición de la hojarasca al medio, es decir, a mayor tiempo de exposición mayor será el porcentaje de descomposición, porque existe mayor oportunidad de los agentes bióticos y abióticos para realizar la descomposición como manifiesta OLIVER *et al.* 2002 y THAIUTSA & GRANGER (2000).

### TASA DE MINERALIZACIÓN DE MACRONUTRIENTES EN PLANTACIONES DE "HUAYRURO" Y "QUILLOSISA".

Con referencia a las dos especies, existe una tendencia de equilibrio en la tasa de mineralización de la hojarasca para el "huayruro" y "quillosisa". Analizando la mineralización de K se nota en la Tabla 2 y en las Figuras 4, 5, 6 y 7 que existe mayor tasa de mineralización a mayor periodo de descomposición, es decir, es una relación directamente proporcional para las cuatro plantaciones evaluadas, siendo este elemento K el más sensible en la mineralización durante la descomposición de la hojarasca; lo mismo se puede indicar para N y P. Con respecto al fósforo, es necesario indicar que los resultados que se presentan en cada una de las figuras aparecen con regular tasa de mineralización.

La conversión a kilogramos, durante los 9 meses de mineralización se observa en los cuadros 03 y 04 donde se puede apreciar que N y K son elementos que durante la mineralización aportan mayor mineral en peso al suelo. De acuerdo al análisis químico foliar realizado se observa que P se encuentra en menor concentración en la hojarasca de ambas especies y su mineralización es mínima con respecto al peso, a pesar del tiempo de exposición al medio ambiente (9 meses), no se observa mineralización significativa, porque

queda más tiempo retenido en la hojarasca. La hojarasca de "quillosisa" es posible que presente mecanismos de conservación de N, considerando que son hojas de larga vida y de bajo porcentaje de descomposición.

**Tabla 3.** Cantidad de hojarasca por plantación y por edad de plantación en "huayruro" y "quillosisa".

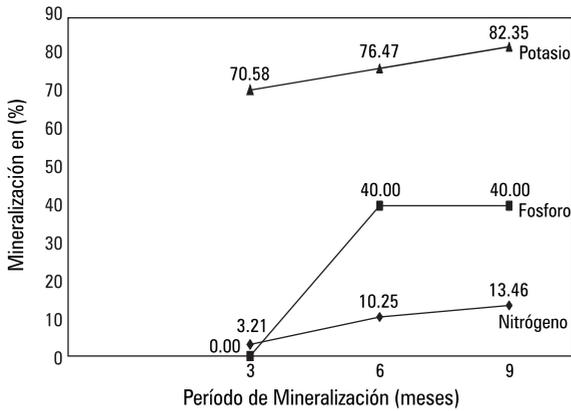
Especies	Edad plantación	Caída de hojarasca
	(años)	(t/ha/año)
Huayruro	15-20	1.14
Huayruro	> 20	0.88
Quillosisa	15-20	1.13
Quillosisa	> 20	2.13

**Tabla 4.** Nutrientes que aportan al suelo las plantaciones de "huayruro" y "quillosisa" durante el proceso de mineralización (9 meses).

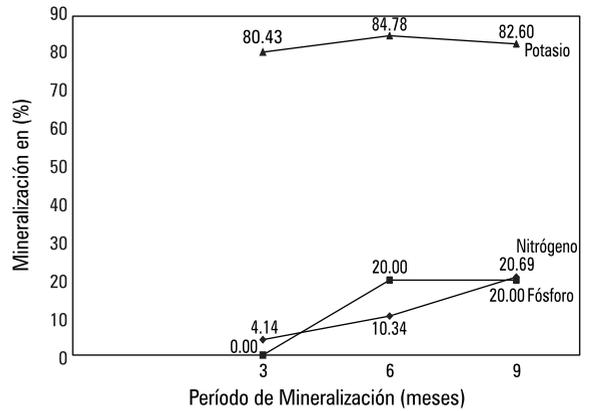
Especies	Edad Plantación	Caída de hojarasca	Nutrientes mineralizados		
	(años)	(kg/ha/9meses)	N (kg)	P (kg)	K (kg)
Huayruro	15-20	855	1.80	0.17	2.40
Huayruro	> 20	660	4.62	0.13	1.52
Quillosisa	15-20	847	3.20	0.00	2.37
Quillosisa	> 20	1597	4.8	0.00	6.07

**Tabla 2.** Tasa de mineralización de macronutrientes N, P, K de hojarasca en plantaciones de "huayruro" y "quillosisa" de diferentes edades en porcentaje.

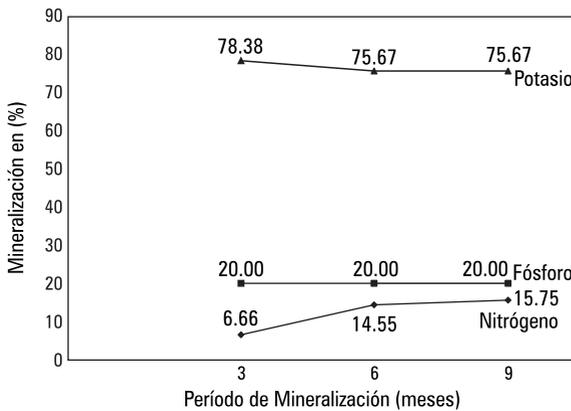
Factor C = Mineralización macronutrientes (meses)	B = Edad de la plantación (años)											
	15 - 20						>20					
	Huayruro			Quillosisa			Huayruro			Quillosisa		
	N (%)	P (%)	K (%)	N (%)	P (%)	K (%)	N (%)	P (%)	K (%)	N (%)	P (%)	K (%)
3	3.21	0.00	70.58	6.66	20.00	78.38	8.57	25.00	70.37	4.14	0.00	80.43
6	10.25	40.00	76.47	14.55	20.00	75.67	12.43	50.00	81.48	10.34	20.00	84.78
9	13.46	40.00	82.35	15.75	20.00	75.67	50.00	50.00	85.19	20.69	20.00	82.60



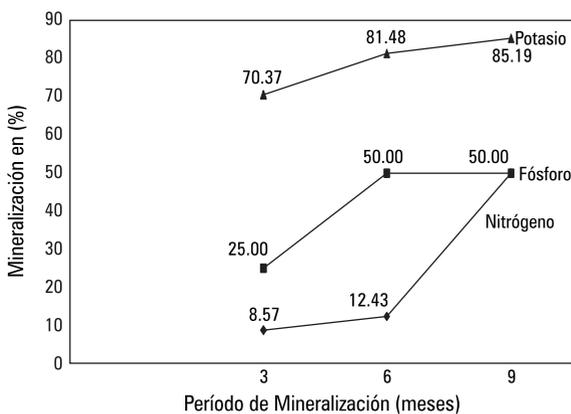
**Figura 4.** Mineralización de macronutrientes de la hojarasca de "huayruro" plantación de 15-20 años.



**Figura 7.** Mineralización de los macronutrientes de la hojarasca de "quillosa" plantación > 20 años.



**Figura 5.** Mineralización de los macronutrientes de la hojarasca de "quillosa" plantación de 15-20 años.



**Figura 6.** Mineralización de los macronutrientes de la hojarasca de "huayruro" plantación > 20 años.

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La mayor tasa de descomposición (65.10%) ocurre en la hojarasca de la plantación de 15-20 años de *Ormosia coccinea* en un periodo de nueve meses, mientras que la *Vochysia lomatophylla* de la misma edad y en el mismo periodo obtuvo 34.30%.

La hojarasca de la plantación mayor de 20 años de "quillosa" es muy resistente a la descomposición, encontrándose en un rango de 10.65% - 17.18%.

Existe alta significancia estadística en la tasa de descomposición entre la hojarasca de "huayruro" y "quillosa" al 0.05 de probabilidad.

Existe mayor mineralización en peso del Nitrógeno (N) y Potasio (K) con respecto al Fósforo (P).

Se estima que en una hectárea de plantación de "huayruro" > 20 años se mineraliza 4.62 kg de Nitrógeno (N), 0.13 kg de Fósforo (P) y 1.52 kg de Potasio (K); y en la plantación de "quillosa" de la misma edad, 4.8 kg de Nitrógeno (N), 0.08 kg de Fósforo (P) y 6.07 kg de Potasio (K).

La descomposición y la mineralización son directamente proporcionales al tiempo; a mayor tiempo, mayor descomposición y mayor mineralización.

Recomendar al "huayruro" para el manejo como componente agroforestal por su elevada tasa de descomposición de hojarasca. y regulador de nutrientes para el suelo.

Considerar al "huayruro" y "quillosa" en plantaciones forestales porque tienen una alta mineralización de Nitrógeno y Potasio.

Continuar con los estudios sobre descomposición y mineralización de los nutrientes en diferentes especies tropicales.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- BARRERA, M.D; FRANGI, J. L; RICHTER, L.L. (2004). Retorno, descomposición foliar y liberación de nutrientes en bosques maduros de *Nothofagus* spp. de tierra de fuego Argentina. [www.aeet.org/ecosistemas/031/investigacion/htm](http://www.aeet.org/ecosistemas/031/investigacion/htm)
- BAZAN, R. 1996. Manual para el análisis químico de suelos, aguas y plantas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Fundación Perú. 55 p.
- GARCIA DE CORTAZAR, V.; SILVA, P.; ACEVEDO, E.; (2000). Descomposición de rastrojos de trigo (*Triticum aestivum*). 51° Congreso Agronómico de Chile.
- INRENA (1995). Características fisiográficas de la Amazonia Peruana. Lima.
- ONERN (1991). Estrategia Nacional para la Conservación. Base para un Desarrollo Sustentable.
- OLIVER, L.; PEREZ-CORONA, M. E. Y BERMUDEZ DE CASTRO, F.; (2002). Degradación de la hojarasca en un pastizal oligotrófico mediterráneo del centro de la Península Ibérica. *Anales de Biología* 24: 21-32, 2002. Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid.
- QUINTANA, S. (2006). Influencia de los nutrientes de la biomasa foliar en las propiedades químicas del suelo de plantaciones de *Simarouba amara* Aubl "marupa" y *Cedrelinga catenaeformis* Ducke "tornillo" de diferentes edades en Puerto Almendra-Loreto. Perú. Tesis M. Sc. Escuela de Post Grado. UNAP. Iquitos-Perú. 90 p.
- SENAMHI (2005). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Dirección Regional Loreto.
- THAIUTSA Y GRANGER (2000), El clima y la descomposición de la hojarasca en el bosque tropical. [www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file)

## PRODUCCIÓN Y CRECIMIENTO DE RAÍCES AÉREAS DE *thoracocarpus bissectus* (CYCLANTHACEAE) EN JENARO HERRERA, LORETO, PERÚ

Eurídice N. Honorio Coronado<sup>1</sup> & Nállarett M. Dávila Cardozo<sup>1</sup>

### RESUMEN

Las secciones aéreas de las raíces de *Thoracocarpus bissectus* (Vell.) Harling son utilizadas en la Amazonía peruana para elaborar artesanías de uso doméstico y comercial. Sin embargo, se conoce muy poco sobre el potencial de supervivencia y producción de estas plantas después del aprovechamiento. Por lo tanto, se evaluó la producción y crecimiento de raíces nuevas y la supervivencia de plantas después del aprovechamiento a tres intensidades (las plantas fueron dejadas con sólo una, dos y tres raíces en contacto con el suelo) desde marzo 2004 – marzo 2007. Los resultados muestran que la intensidad de aprovechamiento afectó la supervivencia de las plantas, y el 46.7%, 86.7% y 93.3% de las plantas dejadas con sólo una, dos y tres raíces sobrevivieron, respectivamente. La producción de raíces nuevas por planta fue muy variable y no significativamente diferente entre los tratamientos. Las plantas que sobrevivieron produjeron nuevas raíces; sin embargo, un bosque con plantas aprovechadas a bajas intensidades producirá en total más nuevas raíces que un bosque cuyas plantas fueron aprovechadas a alta intensidad debido a la diferencia en la supervivencia de las plantas. Las plantas sobrevivientes, 4 dejadas con sólo una raíz produjeron en total 80 m de nuevas raíces, 10 dejadas con dos raíces produjeron 197.2 m, y 11 dejadas con tres raíces produjeron 386.1 m. En conclusión, el manejo de *T. bissectus* debe enfocarse en la supervivencia de las plantas, y considerar el aprovechamiento de las raíces a baja intensidad.

PALABRAS CLAVE: aprovechamiento, crecimiento, fibras, producción, raíces aéreas, *Thoracocarpus bissectus*.

## PRODUCTION AND GROWTH OF AERIAL ROOTS OF *thoracocarpus bissectus* (CYCLANTHACEAE) IN JENARO HERRERA, LORETO, PERU

### ABSTRACT

The aerial roots of *Thoracocarpus bissectus* (Vell.) Harling are used in the Peruvian Amazonia to make domestic and commercial handicrafts. However, little is known about the potential of these plants to survive and regrow following harvesting. Therefore, we evaluated the production and growth of new aerial roots and plant survival following three different intensities of harvesting (plants were left with only one, two or three roots in contact with the soil) from March 2004 – March 2007. The results showed that harvest root intensity affected plant survival, and 46.7%, 86.7% and 93.3% of the plants left with only one, two and three roots survived, respectively. Production of new roots per plant was very variable and not significantly different among treatments. Plants that survive produce new roots; however, a forest with plants harvested at a low intensity will produce more new roots in total than a forest where plants were harvested at a high intensity because of differential plant survival. Of the plants that survived, 4 left with one root produced a total of 80 m of new roots, 10 left with two roots produced 197.2 m, and 11 left with three roots produced 386.1 m. In conclusion, the management of *T. bissectus* should focus on plant survival and involve low intensity harvesting.

KEYWORDS: harvesting, growth, fibers, production, aerial roots, *Thoracocarpus bissectus*.

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Av. José A. Quiñones km. 2.5, Iquitos, Perú - Correspondencia: E. Honorio, IIAP, Av. José A. Quiñones km. 2.5 - Apartado Postal 784, Iquitos, Perú. E-mail: eurihc@yahoo.com, Telf. 265516 Anexo 121

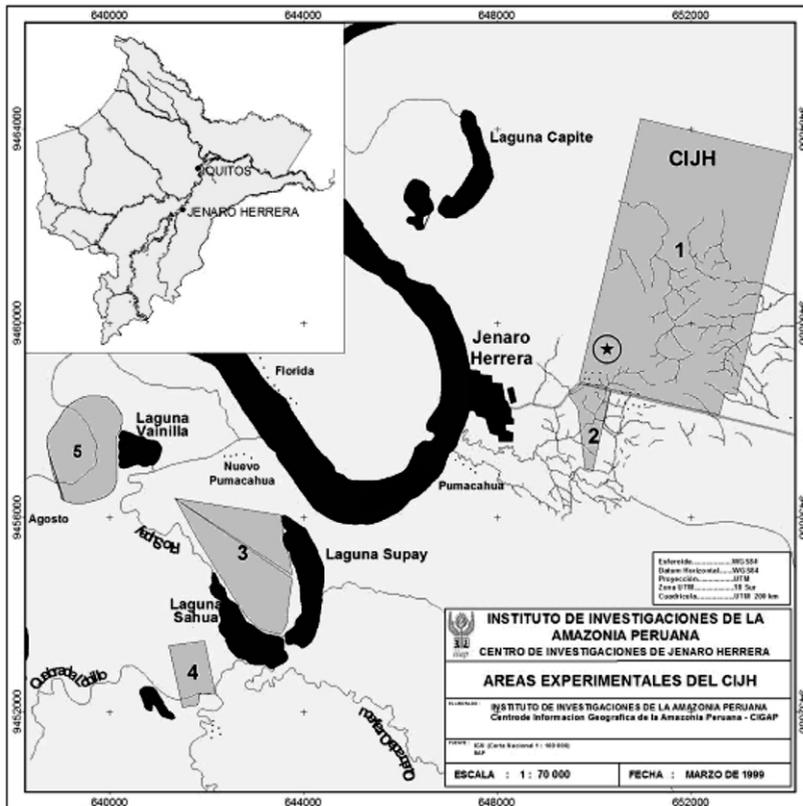
## 1. INTRODUCCIÓN

Las fibras vegetales son recursos importantes para los pueblos amazónicos, y son extraídas de bosques naturales cada vez con mayor intensidad. Entre aquellas, “cesto tamshi”, *Thoracocarpus bissectus* (Cyclanthaceae) es una hemiepipífita cuyas raíces aéreas son utilizadas en la selva del Perú en la elaboración de piezas artesanales como escobas y canastas (Baluarte 2000a). A pesar de su amplia distribución geográfica existen pocos estudios que reportan el comportamiento de la especie al aprovechamiento de las raíces (p.e. Baluarte 2000b; Ocampo 1994) y ninguno sobre la producción y crecimiento de las mismas.

*T. bissectus* habita en bosques primarios (Baluarte 2000b) y se distribuye desde el centro (Costa Rica, Panamá) hasta el sur (Venezuela, Surinam, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia) del continente americano (W<sup>3</sup>TROPICOS 2006). En el Perú, esta especie fue reportada en los departamentos de Amazonas, Cuzco, Huánuco, Loreto, Madre de Dios, Pasco y San Martín (Brako & Zarucchi 1996). Se le conoce como “cesto tamshi” en Perú (Baluarte 2000a; 2000b; Baluarte & Vásquez 2000; Rodríguez 2002), “timbó-açú” en

Brasil (Ribeiro *et al.* 1999) y “yaré” en Colombia. Es una planta monoica, vive sobre los fustes de los árboles a 15-25 m (Baluarte & del Castillo 2001; Ribeiro *et al.* 1999).

Se le considera una hemiepipífita secundaria, es decir, las semillas germinan generalmente en el suelo, las plántulas al encontrar un hospedero potencial, ascienden por él con ayuda de raíces laterales que nacen perpendiculares al tallo y se adhieren a la corteza del árbol hospedero. Durante este ascenso, la planta produce raíces aéreas que nacen del tallo y crecen hacia el suelo, y son responsables de la absorción del agua y los nutrientes del suelo. Estas raíces aéreas al alcanzar el suelo maduran, convirtiéndose de raíces flácidas verduscas a raíces fibrosas blanquecinas con valor comercial (Baluarte 2000b). El meristema apical de las raíces aéreas es atacado por insectos y como respuesta a este daño la raíz desarrolla un nuevo meristema lateral para continuar con su desarrollo dejando un nudo en esta posición (Rodríguez 2002). Presenta hojas bisectadas, con láminas partidas longitudinalmente desde el ápice. El tallo es densamente anillado, debido a cicatrices foliares (Ribeiro *et al.* 1999; Figura 1).



**Figura 1.** Ubicación de la zona de estudio (estrella negra) en el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera. Interior: ubicación de Jenaro Herrera en el departamento de Loreto, Perú..

El aprovechamiento de las raíces aéreas maduras por los pobladores locales fue descrito por Baluarte (2000b), mediante el corte de las raíces al ras del suelo y jalado fuerte hasta lograr el desprendimiento en algún nudo de la parte cercana al tallo de la planta. En campo los nudos son extraídos y el material es transportado como varas. Para la obtención de la fibra, se extrae la epidermis de la raíz y se separa longitudinalmente en varas de menor diámetro. Las fibras resultantes son trabajadas y transformadas en los diferentes productos artesanales (Baluarte 2000b). Esta técnica de aprovechamiento fue reportada también en otras especies de hemiepipítas del género *Heteropsis* (Araceae; Fadiman 1993; Hoffman 1997; Durigan 1998; Knab-Vispo *et al.* 2003; Plowden *et al.* 2003).

Estudios en el aprovechamiento de las raíces de especies de similar hábito reportan la disminución considerable de poblaciones naturales en zonas de uso intensivo del recurso debido a la dependencia de las plantas a sus raíces aéreas cuando son adultas (*Heteropsis* spp.; Fadiman 1993; Hoffman 1997; Durigan 1998; Knab-Vispo *et al.* 2003; Plowden *et al.* 2003; Saldaña 2005). El aprovechamiento de las raíces de *T. bissectus* podría también poner en riesgo las poblaciones naturales de bosques primarios sino se aplica un manejo adecuado del recurso. En este campo, el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana dirige la investigación sobre la biología, ecología y bases para el manejo de poblaciones naturales de *T. bissectus* ubicadas en Jenaro Herrera, Perú (Baluarte 2000b; Rodríguez 2002).

Las plantas evaluadas en el presente estudio corresponden al experimento establecido en mayo 2001 por Rodríguez (2002), que incluye 45 plantas seleccionadas al azar en 18 ha de bosque primario en Jenaro Herrera para simular el aprovechamiento de las raíces. El corte de las raíces fue a 30 cm del tallo y al ras del suelo, dejándose a las plantas con un número definido de raíces, sólo una, dos o tres raíces intactas en contacto con el suelo. El número inicial de raíces por planta es desconocido, y por lo tanto, no se conoce el porcentaje de las raíces extraídas. Este experimento difiere de otros establecidos en la Amazonía con especies del mismo hábito donde se aprovechó un porcentaje de las raíces en el suelo por planta (*Heteropsis*; Hoffman 1997; Durigan 1998; Plowden *et al.* 2003). Los resultados corresponden a las dos evaluaciones anuales durante el periodo 2004-2007 sobre la supervivencia de las plantas aprovechadas y la producción y crecimiento de raíces nuevas.

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

### ÁREA DE ESTUDIO

El estudio fue realizado en Jenaro Herrera,

departamento de Loreto, a 200 km al sur de Iquitos, Perú. Las 45 plantas seleccionadas están ubicadas en un bosque primario de terraza alta en el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera, a 125 m.s.n.m. (Figura 2). Según los registros del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, periodo 1987-2001, la temperatura media anual de esta zona es de 26,0 °C, con variación estacional de 25,1 °C en julio y 26,5 °C en diciembre. La precipitación promedio anual es de 2724 ± 171 mm, teniendo una estación lluviosa de diciembre a marzo y una estación seca de julio a septiembre. La humedad relativa promedio es de 85,9%.



**Figura 2.** Hábito de una planta de *Thoracocarpus bissectus*. Foto: Eurídice Honorio, © Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 2008, Jenaro Herrera, planta adulta.

### TOMA DE DATOS

En mayo 2001, las raíces aéreas de 45 plantas fueron cortadas dejando sólo una, dos o tres raíces intactas en contacto con el suelo y equivalentes a los tratamientos uno, dos y tres respectivamente (15 plantas por tratamiento; Rodríguez 2002). Se realizaron dos evaluaciones anuales en marzo y

septiembre del 2004 - 2007. Las plantas fueron observadas desde el suelo, con excepciones de subida a los árboles para las plantas adheridas a más de 5 m. La evaluación comprendió la producción de raíces aéreas nuevas y la longitud de las mismas, tomando en cuenta las raíces nacidas del tallo (raíces principales) y las que rebrotaron de algún punto de la raíz principal (brotes). Los rebrotes de las raíces cortadas en mayo 2001 no fueron considerados porque casi el 100 % estaban muertos en marzo 2004. La longitud total de cada raíz fue medida con una cinta métrica de metal y en algunos casos con la ayuda de varas largas de madera de longitud conocida. La longitud de la raíz comprende desde la inserción de la raíz en el tallo (raíz principal) o desde un punto de rebrote hasta (a) el ápice de la raíz, si ésta aún no estaba en contacto con el suelo o (b) hasta el punto de inserción con el suelo.

### CÁLCULO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los cálculos incluyen: (1) la supervivencia y mortalidad de las plantas para cada tratamiento, diferenciando aquellas plantas sobrevivientes con y sin producción de raíces nuevas, (2) la producción total de nuevas raíces en número y longitud para cada tratamiento, diferenciando las raíces principales y los brotes, y (3) el incremento promedio de la longitud de las raíces en los diferentes periodos de evaluación. Este último valor resulta de la diferencia de las longitudes de todas las raíces en un periodo y que no estaban en contacto con el suelo al inicio del mismo. El valor de incremento de las raíces fue negativo debido a una reducción de la longitud causada por la presencia de insectos que atacan durante el desarrollo de las mismas

### 3. RESULTADOS

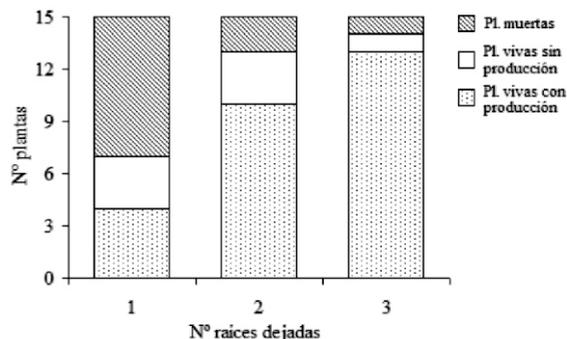
Los resultados están basados en las raíces nuevas producidas por plantas de *T. bissectus* sometidas a un aprovechamiento simulado. Sólo dos plantas de las 45 evaluadas presentaron rebrotes en las raíces cortadas en mayo 2001 y a los 34 meses alcanzaron el suelo. Estas raíces no fueron consideradas en los resultados.

#### SUPERVIVENCIA DE LAS PLANTAS

En marzo 2007, el 46.7 %, 86.7 % y 93.3 % de las plantas dejadas con sólo una, dos y tres raíces sobrevivieron, respectivamente (Figura 3), no registrándose mortalidad de individuos durante el periodo de evaluación (marzo 2004 – marzo 2007).

#### PRODUCCIÓN DE RAÍCES NUEVAS

En total, cuatro plantas dejadas con sólo una raíz (T1), 10 con dos (T2) y 14 con tres raíces (T3) produjeron raíces nuevas. La producción total en número y longitud de raíces nuevas fue mucho menor en las plantas dejadas con sólo una raíz que en las



**Figura 3.** Porcentaje de supervivencia y mortalidad de plantas aprovechadas a tres intensidades, dejando sólo una raíz, dos raíces y tres raíces en contacto con el suelo según la evaluación de marzo 2007.

dejadas con dos y tres raíces. Las plantas dejadas con sólo una raíz produjeron menor número de brotes que de raíces principales, y en los otros dos casos, las plantas produjeron igual o mayor número de brotes que de raíces principales (Tabla 1).

La producción de raíces nuevas en número y longitud fue casi siempre en aumento en el tiempo; sin embargo, los valores fueron muy variables dentro de la población de las plantas productoras de raíces nuevas. Por ejemplo, en marzo 2007, las plantas dejadas con una raíz produjeron de 1 a 11 raíces nuevas (RP: 1-9, B: 2-3), las dejadas con dos raíces, de 2 a 13 raíces (RP: 1-6, B: 1-7) y las con tres raíces, de 1 a 28 raíces (RP: 1-8, B: 1-20). En estos casos no existió diferencias significativas entre los tratamientos (T1 vs T2:  $t_{12} = -0.25$ ,  $p > 0.5$ ; T2 vs T3:  $t_{21} = -0.79$ ,  $p > 0.1$ ; T1 vs T3:  $t_{15} = -0.62$ ,  $p > 0.5$ ). La longitud total de las raíces nuevas por planta fue también variable con rangos, en marzo 2007, de 4.9 a 43.5 m para las plantas dejadas con una raíz (RP: 4.9-38.5, B: 4.5-5.0), 7.5 a 47.9 m para aquellas dejadas con dos raíces (RP: 4.7-31.3, B: 2.3-16.5) y 2.7 a 83.4 m para las dejadas con tres raíces (RP: 2.7-33.2, B: 3.5-50.6). En estos casos tampoco hubo diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos (T1 vs T2:  $t_{12} = 0.04$ ,  $p > 0.5$ ; T2 vs T3:  $t_{21} = -1.26$ ,  $p > 0.1$ ; T1 vs T3:  $t_{15} = -0.78$ ,  $p > 0.1$ ). Los valores más altos de producción de raíces nuevas, en número y longitud, los obtuvieron las plantas 6 y 40 dejadas con tres raíces en contacto con el suelo, con más de 20 raíces nuevas y 80 m de raíces en marzo 2007. Sólo en el periodo marzo 2006 – marzo 2007 se reportó la muerte de seis raíces principales (3 – 11 m) y cuatro brotes (1 – 4 m) que llegaron al suelo.

#### INCREMENTO DE LA LONGITUD DE LAS RAÍCES

El incremento promedio de la longitud de las raíces nuevas fue menor durante el periodo septiembre – marzo que del de marzo – septiembre (mar 04 – sep 04

**Tabla 1.** Producción de nuevas raíces, en número y longitud, de plantas sometidas a tres intensidades de aprovechamiento, dejando una raíz, dos raíces y tres raíces en contacto con el suelo. Número de plantas con producción de nuevas raíces, número de raíces nuevas producidas y longitud total de raíces. Los valores de las raíces principales (RP) y brotes (B) se muestran debajo de los valores totales.

PERIODO	Nº RAÍCES DEJADAS								
	1			2			3		
	Nº PLANT.	Nº RAÍCES	LONGITUD TOTAL (m)	Nº PLANT.	Nº RAÍCES	LONGITUD TOTAL (m)	Nº PLANT.	Nº RAÍCES	LONGITUD TOTAL (m)
mar-04	4	12 10/2	32.1 30.9/1.2	10	40 28/12	108.9 96.6/12.3	12	103 38/65	287.0 159.8/127.2
sep-04	4	14 11/3	42.3 36.1/6.2	11	49 29/20	152.1 124.1/28.0	11	121 40/81	309.3 165.2/144.1
mar-04	4	14 11/3	45.1 38.3/6.8	11	56 30/26	171.7 128.5/43.2	11	110 35/75	310.8 162.2/148.6
sep-04	4	13 9/4	49.0 41.4/7.6	10	53 30/23	187.6 136.9/50.7	11	110 35/75	363.2 189.0/174.3
mar-04	4	23 14/9	64.0 51.9/12.2	10	56 28/28	193.5 135.9/57.6	11	106 35/71	341.6 188.7/152.8
sep-04	4	24 16/8	74.9 60.3/14.6	10	59 29/30	186.8 138.4/48.4	11	107 35/72	370.5 200.8/169.7
mar-04	4	21 16/5	80.0 70.5/9.5	10	58 28/30	197.2 141.9/55.3	13	104 36/68	386.1 216.3/169.8

vs sep 04 – mar 05:  $t_{305} = 1.31$ ,  $p < 0.5$ ; mar 05 – sep 05 vs sep 05 – mar 06:  $t_{274} = 3.03$ ,  $p < 0.005$ ; mar 06 – sep 06 vs sep 06 – mar 07:  $t_{228} = 0.86$ ,  $p < 0.5$ ). El mayor incremento se dio durante el periodo marzo 2005 – septiembre 2005 ( $0.25 \pm 0.20$  m) y el menor durante el periodo septiembre 2005 – marzo 2006 ( $-0.22 \pm 0.23$  m). El mayor reclutamiento de raíces nuevas ocurrió en el periodo marzo 2004 – septiembre 2004, seguido de un periodo (septiembre 2004 – marzo 2005) de alta mortalidad de raíces y otro periodo (marzo 2005 – septiembre 2005) de alto número de raíces que llegaron al suelo (Figura 4).

## 4. DISCUSIÓN

### SUPERVIVENCIA DE LAS PLANTAS

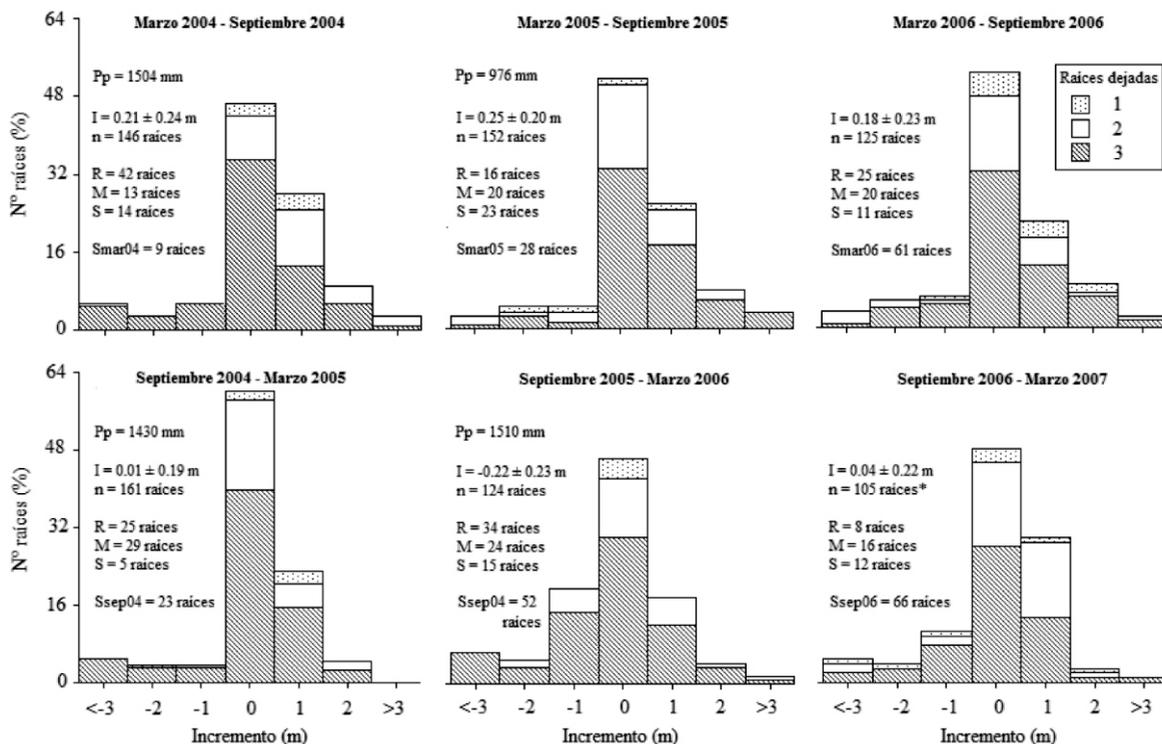
La respuesta de las plantas de *T. bissectus* a la intensidad de aprovechamiento fue notorio, mientras menos raíces en contacto fueron dejadas menor fue el número de plantas sobrevivientes. Esta tendencia fue también notoria a los siete meses del aprovechamiento, se obtuvo mayor mortalidad en las plantas dejadas con una y dos raíces (13%) en contacto con el suelo (Rodríguez 2002) y el corte de todas las raíces produjo un 100% de mortalidad. Otros estudios realizados con plantas de hábito similar de la especie *Heteropsis flexuosa* (Araceae) en bosques naturales amazónicos demuestran que el aprovechamiento de más del 50% de las raíces conlleva a una baja

recuperación de las plantas, y si el aprovechamiento es total, las plantas mueren (Hoffman 1997; Durigan 1998; Plowden 2001; Rodríguez 2003; Baluarte 2004; Saldaña 2005). Es de esperar que el aprovechamiento de las raíces aéreas de *T. bissectus* induzca al deterioro de la planta debido a que transportan el agua y los nutrientes desde el suelo (Wilder 1992); de modo que podemos afirmar que, aplicando un aprovechamiento de baja intensidad, es decir, dejando a la planta con mayor número de raíces en contacto con el suelo, ésta tiene mayor probabilidad de sobrevivir y producir raíces nuevas.

### PRODUCCIÓN DE NUEVAS RAÍCES

La tendencia de producción total de nuevas raíces fue similar a la reportada por Rodríguez (2002), donde las plantas dejadas con sólo una raíz, en contacto con el suelo, obtuvieron los valores más bajos, y las plantas dejadas con tres raíces los más altos. Esta producción total está relacionada al porcentaje de individuos sobrevivientes, lo que demuestra que la intensidad del aprovechamiento es punto crítico tanto para la supervivencia de las plantas como para la producción total de raíces nuevas.

En un bosque de *Sinchicuy*, Loreto, Baluarte (2004) reportó que una planta de *T. bissectus*, aprovechada a una intensidad de poda del 50 %, produjo 13.6 m de raíces a los 23 meses del aprovechamiento. Este valor está dentro de los rangos de las plantas evaluadas en este estudio y dejadas con



**Figura 4.** Porcentaje de raíces por clase de incremento en longitud (m) para cada periodo: I = incremento promedio (intervalo al 95% de confianza,  $\pm 2$  ES); n = número de raíces con incrementos en longitud; R = reclutamiento de raíces en el periodo; M = mortalidad de raíces en el periodo; y S = raíces que llegaron al suelo. \* 20 raíces fueron extraídas del análisis porque fueron designadas a otro estudio.

una, dos y tres raíces a los 71 meses del aprovechamiento. En Guyana (Hoffman 1997) y Brasil (Plowden et al. 2003), en estudios de *H. flexuosa*, muestran que el 33 % y 17 % de las raíces podadas aprovechadas a una intensidad de 30 % y 50 % respectivamente, rebrotaron a los siete meses post cosecha. En Jenaro Herrera, este estudio, sólo el 4 % de los individuos presentaron una raíz cortada en mayo 2001 con rebrotes y a los 34 meses del aprovechamiento alcanzaron el suelo. Esta cantidad de raíces no es significativa si se compara con la cantidad de raíces nuevas producidas en el mismo tiempo. Las raíces cortadas rebrotaron durante las evaluaciones de Rodríguez (2002) en el 2001, sin embargo, una alta mortalidad de las mismas dio mayor importancia a las raíces nuevas producidas.

Plowden et al. (2003), en plantas de *H. flexuosa* en condiciones naturales observó que el 86 % de las raíces que llegaron al suelo maduraron a los 7 meses y sólo 9 % de éstas murieron antes de madurar. Esos valores fueron similares a los reportados por Hoffman (1997), donde el 52 % de las raíces maduraron, 33 % quedaron inmaduras y sólo el 9 % murieron a los 6 meses. Ambos autores sugieren que las raíces aéreas

de *H. flexuosa* al llegar al suelo requieren de 6 a 9 meses para madurar. En el caso *T. bissectus*, el 95 % de las raíces nuevas producidas y que llegaron al suelo, sobrevivieron y se mantuvieron verdes y no aprovechables después de 3-29 meses.

#### INCREMENTO DE LA LONGITUD DE LAS RAÍCES

El incremento de la longitud de las raíces de *T. bissectus* tuvo una relación inversa con la intensidad de la precipitación. Los valores más altos de incremento fueron reportados durante marzo – septiembre, periodo que comprende los meses de menor precipitación promedio en Jenaro Herrera (julio y agosto, 139 mm/mes, 1987-2005). Los valores de incremento de este periodo (3-4.2 cm/mes) fueron muy similares a aquellos reportados en *H. ecuadorensis* (4.4 cm/mes; Fadiman 2003) y *H. flexuosa* (6.4 cm/mes; Plowden 2001 y 3.1 cm/mes; Hoffman 1997).

Durante el periodo septiembre – marzo, época de mayor precipitación (162-318 mm/mes), los valores de incremento fueron casi cero. Un valor negativo fue reportado en septiembre 2005 – marzo 2006, justo después del mes más seco registrado en Jenaro Herrera

desde 1987 (agosto 2005: 57 mm). La humedad atmosférica parece ser un factor importante en el desarrollo de las raíces tendiendo a crecer mejor después de un periodo de escasez de agua debido probablemente a una búsqueda del recurso en el suelo. Valores tan bajos como los obtenidos en el periodo septiembre – marzo no fueron reportados anteriormente y probablemente se debe a que las mediciones en otros estudios fueron realizadas por periodos cortos. En este estudio, se muestran resultados de tres años de evaluaciones pudiendo resaltar ciertos patrones relacionados a la interacción de las plantas con el medioambiente.

Otro factor importante en el incremento radicular es la presencia de insectos que atacan y destruyen las porciones muy jóvenes de las raíces. En estos bosques, al menos cuatro especies de insectos fueron colectadas causando daños externos (*Dolichoderus bidens* –Hymenoptera y Acrididae sp. – Orthoptera) e internos (Geometridae sp. – Lepidoptera y Curculionidae sp. – Coleoptera; J. Vásquez comunicación personal). En conclusión, el manejo de *Thoracocarpus bissectus* debe enfocarse en la supervivencia de las plantas, y considerar el aprovechamiento de las raíces aéreas a baja intensidad; mientras más raíces se dejen en contacto con el suelo, mayor número de plantas con producción de nuevas raíces se obtendrá en el bosque.

## 5. AGRADECIMIENTO

El presente estudio fue financiado por el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Los autores desean agradecer a Z. Rodríguez y J. Baluarte por el trabajo previo realizado en el área de estudio, a A. Salazar, C. Plowden y J. Putz por sus comentarios y apoyo en la elaboración de este documento y a los técnicos N. Saavedra, L. Ríos y H. Vásquez por su apoyo en el trabajo de campo.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- BALUARTE, J. 2000a. La manufactura de muebles a partir de productos forestales no maderables en Iquitos – Perú. *Folia Amazónica* 11: 181-192.
- BALUARTE, J. 2000b. Avances sobre la biología, ecología y utilización del cesto tamshi (*Thoracocarpus bissectus* (Vell.) Harling). *Folia Amazónica* 11: 31-40.
- BALUARTE, J. 2004. Avances en el conocimiento y manejo de fibras vegetales: estudio de caso “cesto tamshi”. Exposición sobre diversidad biológica en el INIEA.
- BALUARTE, J. & DEL CASTILLO, D. 2001. Tamshi: otro producto no maderable de los bosques amazónicos con importancia económica. *Folia Amazónica* 12: 155-160.
- BALUARTE, J. & VÁSQUEZ, M. 2000. El intercambio de productos forestales diferentes de la madera en el ámbito de Iquitos – Perú. *Folia Amazónica* 11: 99-111.
- BRAGO, L & ZARUCCHI, L. 1993. Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. Monogr. Syst. Bot. Missouri. Bot. Garden. Vol. 45. Missouri Botanic Garden.
- DURIGAN, C. 1998. Biología e extractivismo do Cipó – Titica (*Heteropsis* spp. – Araceae) – Estudo para avaliação dos Impactos da coleta sobre vegetação de terra-firme no Parque Nacional do Jaú. M.Sc. Tesis. Manaus, Brasil. 52 p.
- FADIMAN, M. 1993. Fibers from the Forest: *Mestizo*, Afro-Ecuadorian and Chachi Ethnobotany of Piquigua (*Heteropsis ecuadorensis*, Araceae) and Mocora (*Astrocaryum standleyanum*, Arecaceae) in Northwestern Ecuador. Ph.D. Thesis. University of Texas, Austin. 240 p.
- HOFFMAN, B. 1997. The biology and use of nibbi *Heteropsis flexuosa* (Araceae): the source of an aerial root fiber product in Guyana. M.Sc. Thesis. Florida International University, Miami. 122 p.
- KNAB-VISPO, C.; BRUCE, H.; MOERMOND, T. & VISPO, C. 2002. Ecological observations on *Heteropsis* spp. (Araceae) in Southern Venezuela. *Economic Botany* 57: 345-353.
- OCAMPO, R. 1994. Situación Actual de los Productos No Maderables del Bosque en Costa Rica. Informe Técnico. En: Consulta de Expertos sobre Productos No Madereros para América Latina y Caribe. Santiago de Chile: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 31 p.
- PLOWDEN, C. 2001. The ecology, management and marketing of non-timber forest products in the Alto Río Guamá indigenous reserve (Eastern Brazilian Amazon). Ph.D. Thesis. The Pennsylvania State University. 252 p.
- PLOWDEN, C.; UHL, C. & OLIVERIRA, F.A. 2003. The ecology and harvest potential of titica vine roots (*Heteropsis flexuosa*: Araceae) in the eastern Brazilian Amazon. *For. Ecol. Manage.* 182: 59-73.
- RIBEIRO, J.; HOPKINS, M.; VICENTINI, A. *et al.* 1999. Flora da Reserva Ducke. Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. INPA/DFID, Manaus, Brazil. 816 p.
- RODRÍGUEZ, Z. 2002. Ecología y manejo de

- poblaciones naturales de “Cesto tamshi” *Thoracocarpus bissectus* (Vell.) Harling, en Jenaro Herrera, Loreto – Perú. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 64 p.
- SALDAÑA, J. 2005. Biología, ecología y manejo de *Heteropsis flexuosa* (H.B.K.) Bunting en Jenaro Herrera, Loreto - Perú. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 98 p.
- W TROPICOS. 2006. Missouri Botanical Garden's VAST (VAScular Tropicos) nomenclatural database and associated authority files. Publicado en Internet <http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html> [revisado en Diciembre 2006].
- WILDER, G. 1992. Comparative morphology and anatomy of absorbing roots and anchoring roots in three species of Cyclanthaceae (Monocotyledoneae). *Canadian Journal of Botany* 70: 38-48.

## RENDIMIENTO DE TROZAS ASERRADAS DE *Cedrelinga cateniformis* Ducke OBTENIDAS DEL RALEO SILVICULTURAL DE PLANTACIONES EN JENARO HERRERA, LORETO – PERÚ

Federico Yepes Alza<sup>1</sup> y Carlos Linares Bensimón<sup>2</sup>

### RESUMEN

Con el propósito de determinar el rendimiento al aserrío de la especie *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo” se midió el volumen de 412 trozas antes del aserrío y su conversión en tablas aserradas. La madera fue obtenida del raleo silvicultural en plantaciones de 31 y 33 años establecidas en el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera, en el departamento de Loreto. El rendimiento fue estimado como el cociente entre el volumen aserrado y el volumen de la troza.

En las plantaciones experimentales 202, 204, 209 y 210 el volumen promedio de troza fue  $0.24 \pm 0.04$ ,  $0.26 \pm 0.04$ ,  $0.30 \pm 0.03$  y  $0.28 \pm 0.03$  m<sup>3</sup> y se obtuvieron rendimientos del 29.2%, 27.2%, 31.2 % y 31.9% respectivamente. Por lo tanto, los residuos (canteras, recortes y aserrín) obtenidos durante el proceso del aserrío fue alto (70%), contribuyendo a estos, la presencia de trozas con pudrición medular (3-8%) y rajaduras (1-9%).

PALABRAS CLAVE: Rendimiento, aserrío, *Cedrelinga cateniformis*, tornillo, plantaciones

## YIELD OF SAWN LOGS OF *Cedrelinga cateniformis* FROM SILVICULTURAL THINNING OF PLANTATIONS IN JENARO HERRERA, LORETO – PERU

### ABSTRACT

In order to determine the efficiency of sawing *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo”, we measured the volume of 412 pieces before sawing and after conversion into boards. The wood was obtained from the silvicultural thinning in 31 and 33 year old plantations, established in the Jenaro Herrera, Research Centre, in the Department of Loreto. The efficiency was estimated as the ratio between the volume of sawn wood and the bole volume.

In the experimental plantations 202, 204, 209 and 210 the mean volume per trunk was  $0.24 \pm 0.04$ ,  $0.26 \pm 0.04$ ,  $0.30 \pm 0.03$  y  $0.28 \pm 0.03$  m<sup>3</sup> and we obtained efficiencies of 29.2%, 27.2%, 31.2 % y 31.9% in the four plantations. However, the percentage of waste materials (bark, side pieces, sawdust) obtained during the sawing process was high (70%), and included the presence of pieces with heartrot (3-8%) and splits (1-9%).

KEYWORDS: Efficiency, sawing, *Cedrelinga cateniformis*, tornillo, plantations

1 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. 094 Iquitos Perú fyepes@iiap.org.pe

2 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. clinares@iiap.org.pe

## 1. INTRODUCCIÓN

El continuo desarrollo de información y tecnología en el manejo de plantaciones forestales tienen por finalidad incrementar los conocimientos en diferentes especies para el impulso del sector forestal en la Amazonía Peruana. El reconocimiento de los aportes económicos, sociales, culturales y ambientales de las plantaciones forestales ha aumentado considerablemente en los últimos años a nivel mundial.

En el sector forestal del Perú se sigue adoleciendo de escasa inversión, participación relativamente pequeña en el empleo y los ingresos nacionales; por lo que los responsables de las decisiones asignan baja prioridad en comparación con otros sectores (Plan Nacional de Reforestación, 2005).

Los ensayos de tornillo fueron establecidos en el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera (CIJH) entre los años de 1971 a 1988 en fajas de enriquecimiento y campo abierto, en áreas no inundables de la Amazonía Peruana. Según Claussi *et al.* (1992), *C. cateniformis* requiere de suelos con buen drenaje, como lomas y laderas. Es una especie considera promisoría para el establecimiento en plantaciones en áreas deforestadas de la Amazonía del País.

Los conocimientos referentes a los rendimientos en el aserrío de madera proveniente de raleos silviculturales de plantaciones forestales en la Amazonía son limitados. Los estudios han sido realizados principalmente con madera proveniente del aprovechamiento de árboles en bosques naturales. En estos casos el rendimiento del aserrío de trozas con diámetro medio de 60 cm varía de 45-75%. Cuando se procesa madera de raleos con diámetro medio de 15 cm, apenas alcanza rendimientos de 30 a 35% (Serrano, 1991).

El término rendimiento se refiere a la relación entre el volumen de madera rolliza (trozas) y el volumen de madera aserrada (tablas). Este término también es conocido como coeficiente de aserrío o factor de recuperación de madera aserrada (FRM) y constituye un indicador de la tasa de utilización en el proceso de aserrío (Quirós, 1990). Entre los factores principales que afectan el rendimiento destacan el diámetro y forma de las trozas a procesar, la clase de madera y su calidad, el patrón de corte y el tipo de sierra empleada para transformar la materia prima. Conforme se reduce el diámetro de las trozas disminuye el rendimiento (Serrano, 1991).

El objetivo del presente estudio fue determinar el rendimiento en el proceso de aserrío de trozas de tornillo obtenida de los árboles raleados de las plantaciones.

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

### ÁREA DE ESTUDIO

Los ensayos de plantaciones forestales del estudio se encuentran ubicados en el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera (CIJH), estación experimental del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). El CIJH se encuentra a 2,5 km al este del poblado de Jenaro Herrera (4°55' S, 73°44' E), perteneciente al distrito de Jenaro Herrera, provincia de Requena, departamento de Loreto.

La precipitación promedio anual de Jenaro Herrera fue de 2 730 mm durante un periodo de observación realizado entre 1972 y 1994. El mayor valor de precipitación se reporta durante el mes de Abril (294 mm) y el de menor durante el mes de julio (155 mm). La época más lluviosa ocurre entre octubre y mayo (más de 200 mm mensuales) y la época menos lluviosa entre junio y setiembre. La temperatura media anual durante el periodo 1972-1994 fue de 26,9°C. Los promedios de las temperaturas mínima y máxima son de 21,1°C y 32,6°C respectivamente. La mayor temperatura se registra durante los meses de setiembre y octubre (33,3°C en ambos casos) y las menores en julio y agosto (19,1°C y 20,1°C, respectivamente) (Otárola *et al.*, 2001).

Las plantaciones investigadas se localizan en terraza alta, la que se muestra como una extensa llanura, cruzada por depresiones suaves de 6 a 12 m de profundidad y de 10 a 300 m de ancho. Son recorridos por quebradas que forman meandros y laderas con pendientes que superan el 10% (López Parodi y Freitas, 1990). Las plantaciones fueron instaladas sobre suelos amarillos - anaranjados de las llanuras y laderas de terraza alta, se caracterizan por ser fuertemente ácidos (de 3,9 a 4,6 de pH) y ostentar una textura que va de franco - areno - arcilloso a arcillo - arenoso sin fragmentos gruesos. Asimismo, estos suelos presentan una estructura granular con intensa presencia de raíces que penetran hasta una profundidad que oscila entre 60 y 70 cm, por debajo de la cual la estructura se transforma en masiva. Algunos suelos presentan un horizonte superior grisáceo bien desarrollado (Claussi *et al.*, 1992).

### SELECCIÓN DE ÁREAS EXPERIMENTALES

#### Y ESPECIE

El estudio se realizó con trozas provenientes de los árboles extraídos del tornillo de las plantaciones forestales de los campos experimentales Cañal y Laurent. Los árboles eliminados fueron aquellos con inadecuado distanciamiento, enfermos, podridos y muertos; con copas recesivas, suprimidas y mala conformación; y fustes dañados y deformes.

Las plantaciones 202, 204, 209 y 210 fueron

seleccionadas (Tabla 1) en base a la implementación del Plan de Intervención Silvicultural (Rojas, 2004) de las plantaciones del CIJH en el año 2006.

**Tabla 1.** Código, fecha de establecimiento, distanciamiento y calidad de sitio de las plantaciones en estudio en Jenaro Herrera.

CÓDIGO PLANTACIÓN	FECHA DE ESTABLECIMIENTO	DISTANCIAMIENTO (m)	CALIDAD SITIO
202	12/1973	2 x 3	Media
204	12/1973	4 x 2	Media - alta
209	06/1974	4 x 2	Alta
210	03/1975	4 x 2	Alta

### OBTENCIÓN DE TROZAS

En total, se procesaron 412 trozas correspondientes a las cuatro plantaciones en el año 2006. Se obtuvieron 100, 101, 117 y 94 trozas de las plantaciones 202, 204, 209 y 210 respectivamente. El diámetro medio de las trozas procesadas varió entre 20 y 60 cm. La cantidad de trozas se encuentran dentro de las normas COPANT que sugiere un máximo de 120 trozas y un mínimo de 10 para este tipo de estudios (Quirós *et al.*, 2005).

### SISTEMA DE PROCESAMIENTO Y

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA MÁQUINA DE ASERRÍO

El proceso de aserrío consta de una serie de operaciones que van desde que las trozas son colocadas sobre la sierra, hasta que son convertidas en madera aserrada como tablas, tablones, vigas y otros.

Para el aserrío de las trozas se utilizó una adaptación de aserradero portátil de fabricación local con sierra cinta sinfin horizontal, marca Douglas. La sierra de cinta de corte es de 1.0 mm de ancho, 1 1/4" de espesor y 4 m de longitud. La máquina consta de dos volantes (fija y móvil) de 18 pulgadas de diámetro y esta habilitada para procesar trozas de hasta 30 pulgadas de diámetro y 15 pies de largo, con una productividad entre 1500 a 2000 pt por turno de 8 horas.

La estructura del aserradero se desliza sobre dos rieles, los mismos que sirven para colocar en forma manual las trozas para el corte. El avance del corte es manual, el operador empuja el cabezal de poder, ejecutando el corte por el extremo más delgado (donde indica el código de la troza), obteniéndose tablas las cuales son recibidas, transportadas y estibadas manualmente según las dimensiones y calidades en el patio de acopio.

### REGISTRO DE LA INFORMACIÓN

La condición de las trozas fueron definidas de la siguiente forma: sanas, es decir sin ninguna clase de ataque; trozas con presencia de ataque de la enfermedad conocida como pudrición medular causada por hongos y trozas con rajaduras, producto de las tensiones del crecimiento en la madera rolliza.

Cada troza que ingresó al patio fue marcada con un código de identificación en el extremo más delgado, para el control y seguimiento en las diferentes etapas del procesamiento. De igual modo, las tablas obtenidas fueron codificadas en la superficie.

La medición de la longitud de la troza se realizó en metros, así como los diámetros con corteza en el extremo mayor y menor. Luego del aserrío se registraron las medidas de cada tabla: ancho y espesor en pulgadas y largo en pies; para su respectiva cubicación (Quirós *et al.*, 2005).

Se obtuvieron como productos tablas comerciales cuyas medidas variaron en ancho de 8 a 10 pulgadas, espesor de 1 a 2 pulgadas y largo de 7 pies. Según Tropical Forest Consultores, (2004) define las medidas de madera comercial: 2-3-4" de espesor, 5" a más de ancho y más de 6' de longitud.

### CUBICACIÓN DE MADERA EN TROZAS Y

#### ASERRADA

Madera rolliza (trozas)

Para determinar el volumen de las trozas se aplicó la fórmula de Smalian (Sistema Métrico), ya que considera el promedio de los diámetros mayor y menor registrado de la troza y la longitud de la misma (Chávez y Guillén, 1997).

$$\text{Fórmula de Smalian } V = 0.7854 \times \frac{(D + d)^2}{2} \times L$$

Donde:

V = Volumen en m<sup>3</sup>

D = Diámetro mayor (m)

d = Diámetro menor (m)

L = Longitud (m).

#### Madera aserrada (tablas)

Para determinar el volumen de las tablas se aplicó la siguiente fórmula

$$V = (L \times A \times E) / 12$$

Donde:

V = Volumen en pies tablares

L = Longitud de la tabla en pies  
A = Ancho de la tabla en pulgadas  
E = Espesor de la tabla en pulgadas.

Considerando que el volumen en tablas generalmente se obtiene en pies tablares se transforma el volumen en pies tablares a metros cúbicos utilizando el factor:  $1 \text{ m}^3 = 424 \text{ pies}$ .

### DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO

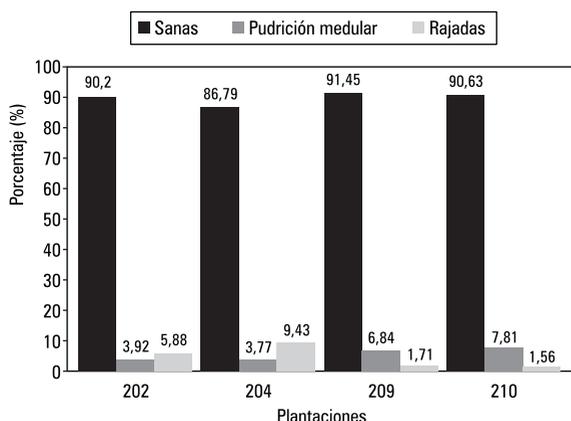
Para determinar el rendimiento en porcentaje, se utilizó la siguiente relación.

$$R = \frac{\text{Volumen madera aserrada en m}^3}{\text{Volumen madera rolliza en m}^3} \times 100$$

## 3. RESULTADOS

### CONDICIÓN DE LAS TROZAS

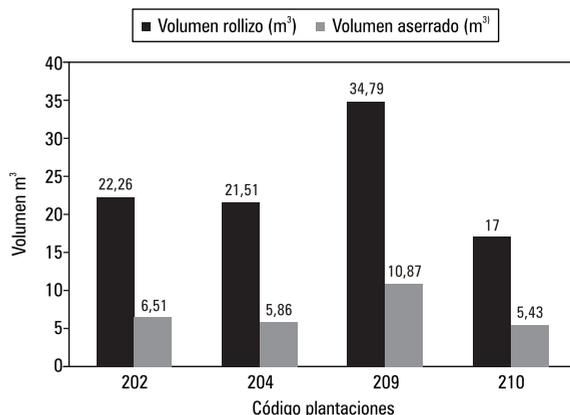
De las trozas obtenidas en las plantaciones raleadas, entre el 87 a 91% fueron sanas y una reducida cantidad presentaron ataque de hongos causantes de la pudrición medular (3 a 8%). Las trozas con rajaduras, producto de las tensiones del crecimiento en la madera rolliza representaron sólo entre el 1 a 9%. En la figura 1 se presenta la relación de la condición de las trozas por plantaciones.



**Figura 1.** Relación de la condición de las trozas: sanas, pudrición medular y rajadas en el Centro investigaciones Jenaro Herrera.

### VOLUMEN DE TROZAS Y TABLAS

El volumen promedio de madera de trozas varió entre 0.24 y 0.30  $\text{m}^3$  y de madera aserrada entre 0.06 y 0.10  $\text{m}^3$ . El volumen promedio obtenido fue de  $0.24 \pm 0.04$ ,  $0.26 \pm 0.04$ ,  $0.30 \pm 0.03$  y  $0.28 \pm 0.03$  en las plantaciones 202, 204, 209 y 210 respectivamente (figura 2).



**Figura 2.** Volumen de madera rolliza y madera aserrada para *Cedrelinga Cateniformis* (Ducke) para cada plantación del Centro Investigaciones Jenaro Herrera.

### RENDIMIENTOS DE LA MADERA

El rendimiento obtenido del aserrío de trozas de las plantaciones 202, 204, 209 y 210 fue de 29.22%, 27.23%, 31.25 % y 31.94%, respectivamente. Se obtuvieron los mayores porcentajes de rendimiento en el rango de la clase 40 – 49 cm de diámetro, reduciéndose los valores en las clases con menores rangos diamétricos (Tabla 2).

**Tabla 2.** Rendimiento por clase diamétrica obtenida en las plantaciones intervenidas del Centro investigaciones Jenaro Herrera.

PLANTACIÓN	CLASE DIAMÉTRICA				RENDIMIENTO TOTAL (%)
	10 - 19	20 - 29	30 - 39	40 - 49	
202	27.03	28.23	31.28	34.24	29.22
204	17.78	28.42	31.75	33.46	27.23
209	26.67	30.05	30.37	36.61	31.25
210	27.44	32.71	31.23	32.12	31.94

### RESIDUOS DE LA MADERA

De la diferencia entre la madera rolliza (trozas) y aserrada (tablas) se determinó la cantidad de residuos (canteras, recortes y aserrín), cuyos valores variaron entre 68 - 72%. La presencia de trozas con pudrición medular y con rajaduras, contribuyeron al bajo rendimiento de madera aserrada.

## 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

En el caso de *Cedrelinga cateniformis*, en trozas con el mismo diámetro y menor longitud se tuvieron rendimientos menores (17-27%) en comparación con otros estudios, por ejemplo con el uso de aserraderos de sierra de cinta de características técnicas similares a

las de este estudio en Costa Rica, Serrano (1991) reporta rendimientos de 30 a 35% para trozas de raleos de plantaciones con 15 cm de diámetro y 2,5 m de longitud. Asimismo para raleos de plantaciones de 6, 7 y 8 años de las especies *Gmelina*, *Acacia* y *Terminalia* con diámetros medios 18.4, 21.7 y 28.7 cm se obtuvieron rendimientos del 39%, 30% y 27% respectivamente (Quirós *et al.*, 2005).

En el caso del aserrío de trozas en diversas especies provenientes de bosque natural de la amazonía, con diámetro medio de 60 cm, el rendimiento varía entre el 45 % a 75% en promedio (Chávez y Guillen, 1997; Morales *et al.*, 2004). La tendencia de la distribución determinada establece que conforme aumentan los diámetros de las trozas incrementan el valor del rendimiento. En el caso de de tornillo en plantaciones, se determinó que los mayores porcentajes de rendimiento se encuentran en el rango de la clase 40 – 49 reduciéndose los valores en las clases inferiores. Esta relación ratifica el efecto inverso del diámetro de las trozas sobre el factor de recuperación de la madera aserrada (Serrano, 1991).

El ataque de patógenos fúngicos causantes de la enfermedad conocida como “pudrición medular” y las rajaduras producto de tensiones del crecimiento en la madera rolliza, constituyeron causas que disminuyeron el rendimiento al procesar las trozas de madera.

Es necesario realizar estudios del contenido de humedad propicio para el aserrío con tornillo para reducir las rajaduras. COSEFORMA (1995) citado por Quiros *et al.*, (2005) menciona que las trozas presentan problemas de tensiones mínimas cuando se realiza el corte a pocas horas de tumbada la madera o bien cuando se encuentra completamente seca. Lo contrario ocurre con madera semi-húmeda, donde se produce rajaduras. En la plantación 209, Claussi *et al.* (1992) reporta árboles entre 5 y 7 años de edad la presencia de un hongo y se manifiesta en una pudrición cada vez más pronunciada en la base del fuste y se propaga de un árbol a otro por las raíces y mató 3% de los individuos. En trozas sin problemas sanitarios y de largos similares, el rendimiento se incrementa a medida que su diámetro es mayor (Fresard, 1977; Kuncar, 1978).

Los valores del rendimiento obtenido del aserrío de trozas de tornillo proveniente del raleo silvicultural, en general es menor a los otros los estudios. Probablemente pueden estar influenciados por el irregular manejo silvicultural en las fases iniciales y mantenimiento de las plantaciones, ocasionaron un limitado desarrollo de los fustes y copas de los árboles. En la sistematización que realizó Claussi *et al.* (1992) reporta mantenimientos irregulares, así como la aplicación de raleos en tornillo de diferentes

intensidades sólo en la década del 70 y 80. Asimismo, Rojas (2004), reporta la remoción de un total 5,651 árboles de varias especies, siendo 3,429 árboles de tornillo por su condición de indeseables (inadecuado distanciamiento y mala conformación de copa y fuste), ambos estudios realizados en Jenaro Herrera.

Con la aplicación del raleo silvicultural en plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* con más de 30 años de edad se obtuvieron rendimientos del 28 a 32% a partir de trozas en un aserradero de cinta. La presencia de la pudrición medular y las rajaduras contribuyeron a la disminución de los valores obtenidos. Se ratifica la tendencia de la distribución que conforme aumentan los diámetros de las trozas incrementan los valores de los rendimientos.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. 1989. Manual para la determinación de rendimientos y costos de faena de producción de los sistemas de árboles de uso múltiple (Informe interno) Ed. Por C. Reiche. Turrialba, C.R. 62 p.
- CHÁVEZA., GUILLÉNA. 1997. Estudio de rendimiento, tiempos y movimientos en el aserrío. Manual Práctico. Documento Técnico BOLFOR 62/1997. Santa Cruz, Bolivia. 1997. 29 p.
- CLAUSSI, A.; MARMILLOD, D.; BLASER, J. 1992. Descripción silvicultural de las plantaciones forestales de Jenaro Herrera. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos (Perú): Centro de Investigaciones Jenaro Herrera. 334 pp.
- CRUZ BOLAÑOS, J. 1998. Rendimiento de aserrío industrial de madera en rollo, de la caoba (*Swetenia macrophylla* King). Investigación inferencial. Petén, Guatemala. 38 p.
- KUNCAR, N. 1978. Aprovechamiento de trozas y evaluación de la calidad dimensional del producto en procesos de aserrado de pino. Tesis Ingeniería Forestal. Universidad de Chile. 89 p.
- LÓPEZ-PARODI, J.; FREITAS, D. 1990. Geographical aspects of forested wetlands in the lower Ucayali, Peruvian Amazon. *Forest Ecology and Management* 33/34(1-4): 157-168.
- OTÁROLA E., FREITAS L., LINARES C., BALUARTE J. 2001. Estimación de la calidad de sitio mediante índices de sitio para *Cedrelinga cateniformis* Ducke (tornillo) en plantaciones de Jenaro Herrera, Loreto (Perú). *Folia Amazónica* 12 (1-2) - 2001 39 IIAP.
- QUIROS R., CHINCHILLA O., GÓMEZ M. 2005. Rendimiento en aserrío y procesamiento primario

de madera proveniente de plantaciones forestales  
Agronomía Costarricense año/vol. 29 número 002.  
Universidad de Costa Rica. San Jose de Costa  
Rica. pp 7-15.

ROJAS, R. 2004. Plan de intervenciones silvicultu-  
rales para las plantaciones de Jenaro Herrera.  
Informe Técnico. IIAP. Iquitos. Perú. pp 142.

# ANÁLISIS DE RENTABILIDAD ECONÓMICA Y DESARROLLO DE ECUACIONES ALOMÉTRICAS DE LOS BOSQUES ALUVIALES DE *Calycophyllum spruceanum* (BENTHAM) HOOKER F. EX SCHUMANN "CAPIRONA" PARA DETERMINACIÓN DEL VALOR MADERABLE Y DEL CARBONO ALMACENADO PARA SERVICIOS DE REDD<sup>1</sup>

ErasmO Otárola Acevedo<sup>2</sup> Percy Martínez Davila<sup>3</sup>

## RESUMEN

El árbol de capirona crece de manera natural en suelos aluviales de la ribera de los ríos de agua blanca de la Amazonía, formando bosques bastante homogéneos y monoespecíficos. En esta especie se dan dos condiciones que le dan un alto potencial para proveer servicios de almacenamiento de carbono, tales como tener un rápido crecimiento y una alta densidad de madera, ambos factores están positivamente correlacionados con la capacidad de almacenamiento de carbono de este tipo de bosque, por otro lado la madera de esta especie tiene un buen valor y una demanda creciente en el mercado. Por lo tanto este estudio busca valorizar ambos aspectos el bien maderable y servicio ambiental del REDD. Para estimar el potencial maderable de esta especie se desarrolló ecuaciones de volumen total y comercial utilizando información de 92 árboles apeados de *Calycophyllum spruceanum* procedentes de dos bosques capironales ubicados en el distrito de Jenaro Herrera, cuenca del río Ucayali, Loreto. Se ajustaron las ecuaciones y se generaron tablas de doble entrada, que permiten estimar el volumen total con corteza (VTCC), el volumen comercial (VC).

Para estimar los servicios ambientales en términos de almacenamiento de carbono para REDD se calculó la biomasa total de cada componente del bosque que aporta carbono (fuste – diferentes alturas, ramas, ramillas, hojas, raíces, sotobosque, necromasa mayor y menor, suelo – dos profundidades). Para determinar la fracción de carbono de cada componente se tomó muestras de tejido o materia orgánica para su análisis de laboratorio (método de cenizas y análisis de materia orgánica del suelo).

No se encontraron diferencias significativas en la fracción de carbono entre las partes del árbol, obteniéndose un promedio de 45.59 por ciento para ambos bosques. Se encontró en el bosque Tina 407.06 toneladas de biomasa por ha y 690.37 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por hectárea, en el bosque de Cedro Isla se encontró 225.14 toneladas de biomasa y 384.22 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por hectárea. El análisis financiero indican que el bosque Tina con manejo es más rentable para la opción de producción de madera y carbono a un turno de 30 años un VAN de US\$ 9505.4, (i=5%). El bosque Cedro isla sin manejo en la producción de madera y carbono a un turno de 40 años (i=5%) es de US\$ 5022.8, a US\$ 40 la tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente.

**PALABRAS CLAVE:** Deforestación Evitada, almacenamiento de carbono, capirona, modelo alométrico, tablas de volumen, servicios ambientales, ecuaciones de volumen, análisis financiero, bosques inundables.

1 Reducción de emisiones derivadas de la deforestación y degradación

2 Director de iniciativa REDD de la World Wildlife Fund Inc WWF – Perú, Trinidad Moran 853, telf: 440 5550 Lince, erasmO.otarola@wwfperu.org.pe

3 Investigador del IIAP, Av. José A. Quiñones km. 2.5–Iquitos, Teléf. 265516 Fax: 265527, pmartinez@iiap.org.pe

## RETURN OF THE INVESTMENT ANALYSIS AND DEVELOPMENT OF ALOMETRIC EQUATIONS OF FLOODING FOREST OF *Calycophyllum spruceanum* (BENTHAM) HOOKER F. EX SCHUMANN "CAPIRONA" IN ORDER TO DETERMINE WOOD VALUE AS WELL AS STORED CARBON FOR REDD SERVICE

### ABSTRACT

Capirona tree grows naturally on flooding soils next to white river basin in Amazonia, constituting homogeneous and monospecific forest. In this two species two conditions to be considered as potential value tree in order to provide store carbon service, such as its fast growing feature as well as a high wood density. Both factors are positively correlated with carbon store capacity. In the other hand, wood has a very good and high demand in local, national and international markets. In this sense, the present study search for value both aspects wood and environmental services of REDD. In order to estimate the wood potential total volume and commercial equation were developed using information of 92 trees proceeded from two Capirona forest located in the Jenaro Herrera district, by the Ucayali River, Loreto. Equations were fixed and double input tables were generated. These tables let estimate total volume with certainty (VTCC) and commercial volume (VC).

In order to estimate environmental services in terms of carbon store for REDD the total biomass were calculated of each forest component which provide carbon (trunk, different height, branches, little branches, leaves, roots, low forest, major and minor death mass, two deep soil). In order to determine each component of carbon fraction tissue or organic matter were taken as samples to be analyzed in lab (ashes method and organic matter analysis).

No significant differences in the carbon fraction were fund. An average of 45,59% were obtained for both forest sites. In the Tina forest 407,06 tons per hectare of biomass were fund and 690,37 tons of CO<sub>2</sub> which is an equivalent per hectare. In the Cedro Isla forest 225,14 tons of biomass and 384,22 tons of CO<sub>2</sub> per hectare, were fund. The financial analysis indicates that Tina forest with proper management is profitable for wood and carbon production option in a turn of 30 years. A VAN of US\$ 9505.4, (i=5%) was calculated. The Cedro Isla forest without proper management of wood and carbon in a turn of 40 years is possible to perform. A i=5% is equal to US\$ 5022,8, which signify US\$ 40 per ton of CO<sub>2</sub>.

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde hace algún tiempo se reconoce la importancia de los bosques como generadores de bienes y servicios tales como productos forestales, conservación de recursos naturales como el suelo y el agua, protección de belleza escénica, reservorios de biodiversidad, fijación y almacenamiento de carbono.

Sobre este último punto se reconoce que las masas forestales juegan un papel importante en los ciclos biogeoquímicos a nivel de la biosfera y en particular en el ciclo global del carbono (Dixon *et al.*, 1994). Dicho ciclo afecta la concentración atmosférica del dióxido de carbono, que se considera un gas clave en el efecto de invernadero. La concentración creciente de CO<sub>2</sub> en la atmósfera contribuye al calentamiento del planeta y por consiguiente, al cambio climático (Brown, 1996).

En este contexto, se reconoce que existe una relación entre la velocidad del crecimiento de los bosques, la densidad de su madera y el servicio ambiental que prestan en términos de fijación y almacenamiento de carbono. Los bosques de capirona son reconocidos por su potencial valor como fijador de CO<sub>2</sub>, su alta productividad primaria, su rápido crecimiento, así como la densidad de su madera, impulsan al investigador analizar esta posibilidad, teniendo en cuenta que el mantenimiento de reservas de carbono en los bosques se ha convertido en un servicio ambiental reconocido globalmente, que puede tener un valor económico considerable para países en vías de desarrollo.

Por estas potencialidades, este estudio se avocó a investigar los servicios ambientales de esta especie expresados en términos de almacenamiento de carbono para servicios de reducción de emisiones por deforestación y degradación, probándose metodologías adecuadas y replicables en los bosques aluviales de Loreto.

El presente estudio es pionero en la Amazonía en el análisis de este tipo de servicios y se enmarca en las nuevas negociaciones dentro del protocolo de Kyoto para incorporar los servicios ambientales de REDD en las transacciones de créditos de carbono post 2012, la hoja de ruta planteada en la COP de Bali, refiere a la necesidad de contar con información científica y verificable que respalde estos tipos de proyecto.

El objetivo central del estudio fue elaborar tablas de volumen total, comercial y cuantificar el servicio ambiental en almacenamiento de carbono a fin de contribuir al mejoramiento tecnológico y a la valorización integral del aprovechamiento de capirona en bosques aluviales de la Región Loreto.

## 2. OBJETIVO GENERAL

Valoración de los bienes y servicios ambientales de almacenamiento de carbono de los bosques de *Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex. Schumann “capirona” en el área aluvial inundable de la cuenca baja del río Ucayali, región Loreto.

## 3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Desarrollar ecuaciones alométricas específicas para Capirona para determinar con mayor precisión el potencial maderable, la biomasa acumulada y el carbono almacenado por esta especie.
2. Determinar el valor maderable y el valor de los servicios ambientales de REDD por unidad de área de los bosques capironales de la planicie aluvial inundable de la cuenca baja del río Ucayali, Loreto.

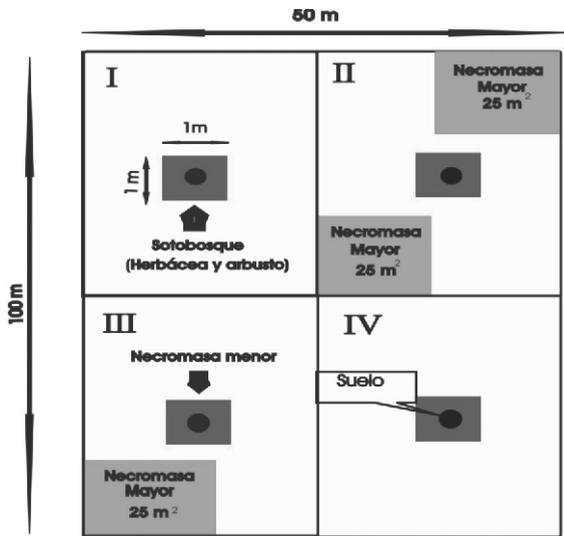
## 4. MATERIALES Y METODOS

Se desarrolló ecuaciones de volumen total y comercial utilizando información de 92 árboles apeados de *Calycophyllum spruceanum* procedentes de dos bosques capironales. Se probaron quince modelos de regresión escogiéndose el de mejor ajuste en base al coeficiente de determinación e índice de furnival. Se ajustaron las ecuaciones y se generaron tablas de doble entrada, que permiten estimar el volumen total con corteza y el volumen comercial.

Para estimar los servicios ambientales en términos de almacenamiento de carbono se realizó un inventario de stock de carbono en 2 bosques capironales; el bosque de Tina con cierto manejo y bosque de Cedro Isla, sin manejo. Se instalaron en cada uno de ellos una parcela de 5000 m<sup>2</sup> (50 m x 100 m), donde se calcularon la biomasa total de cada componente que aporta carbono (fuste – diferentes alturas, ramas, ramillas, hojas, raíces, sotobosque, necromasa mayor y menor, suelo – dos profundidades) (ver figura 1). Para determinar la fracción de carbono de cada componente se tomó muestras de tejido o materia orgánica para su análisis en laboratorio (método de cenizas y análisis de materia orgánica del suelo). Se realizó un análisis de sensibilidad de la rentabilidad de ambas opciones probando las opciones de sólo madera y madera mas carbono a diferentes precios de mercado para la tonelada de CO<sub>2</sub>.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Para volumen total con corteza el modelo logarítmico resulto el de mejor ajuste con R<sup>2</sup> ajustado de 98 por ciento e índice de furnival de 0.368 para



**Figura 1.** Esquema de la muestra de 5000 m<sup>2</sup>, con cuatro sub parcelas y cuatro mini parcelas utilizadas para el inventario de carbono de cada uno de los componentes del bosque capironales.

todos los sitios. Para el volumen comercial también el modelo logarítmico resultó el de mejor ajuste, con un R<sup>2</sup> ajustado de 98 por ciento e índice de furnival de 0.169 (Ver Figura 2).

Las ecuaciones desarrolladas fueron:

a) volumen total en metros cúbicos:

$$\ln(V_{\text{total}}) = -10.00761 + 1.86549 \times \ln(D) + 1.06278 \times \ln(H)$$

$$R^2 \text{ Ajustado: } 0.9849$$

$$\text{C.V.: } 21.398$$

$$\text{Índice de Furnival: } -0.368554$$

Donde:

$\ln(V_{\text{total}})$ : Volumen total

D: Diámetro Altura del Pecho

H: Altura total

b) volumen comercial en metros cúbicos:

$$\ln(V_{\text{Csc}}) = -10.03697 + 1.86766 \times \ln(D) + 1.12217 \times \ln(H)$$

$$R^2 \text{ Ajustado: } 0.9850$$

$$\text{C.V.: } 24.010$$

$$\text{Índice de Furnival: } -0.34220$$

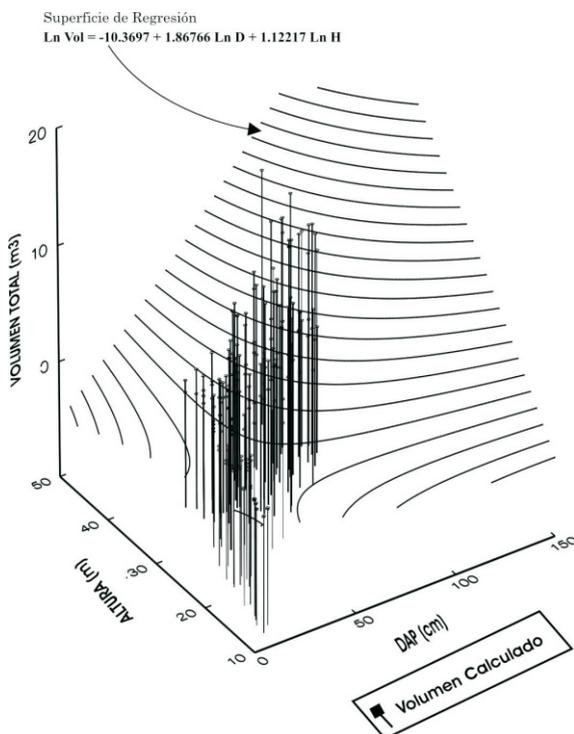
Donde:

$V_{\text{total}}$ : Volumen total

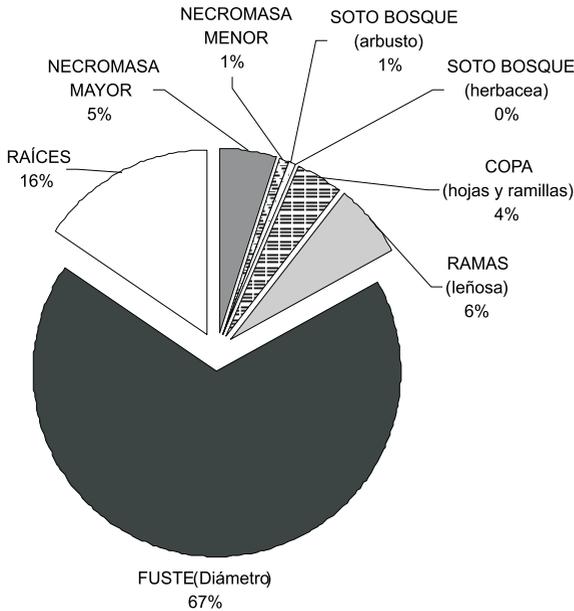
D: Diámetro altura del pecho

H: Altura total

No se encontraron diferencias significativas en la fracción de carbono entre las partes del árbol y entre bosques (manejado y sin manejo), obteniéndose un promedio de 45.59 por ciento para ambos bosques. Entre componentes del bosque si se encontraron diferencias, la necromasa mayor y la necromasa menor presentan una fracción de carbono del orden de 44 por ciento y 41 por ciento respectivamente, arbustos 42 por ciento y herbáceas 41 por ciento. En el análisis de suelo se encontraron diferencias entre los bosques; el bosque de Tina contiene 0.31 por ciento de carbono (0-20 cm) y 0.29 por ciento (20-24 cm) y el bosque de Cedro Isla contiene 0.26 por ciento (0-20 cm) y 0.25 por ciento (20-40 cm) (ver Tabla 01).



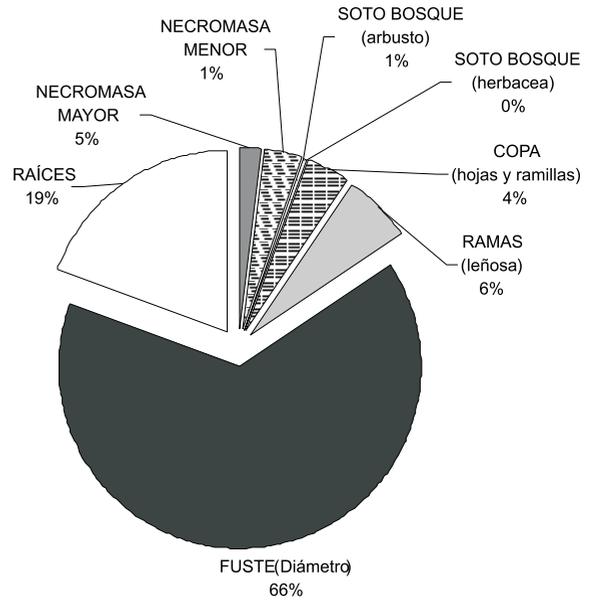
**Figura 2.** Volumen comercial sin corteza versus la superficie de regresión con modelo logarítmico de *Calycophyllum spruceanum* "capirona".



**Figura 2.** Aporte relativo en carbono para cada componente del bosque Tina.

En la figura 3 y 4 contiene el aporte relativo en porcentaje de las toneladas de carbono por hectárea para cada componente del bosque, encontrando que el componente herbáceo es el que tiene el menor porcentaje con respecto a los demás, y el componente con mayor porcentaje de carbono es el fuste

Entre los bosques Tina y Cedro Isla, se encontró diferencias respecto a la biomasa, esto puede explicarse porque en el bosque Tina, durante sus 30 años de existencia, se realizaron algunas actividades de manejo como mantenimientos y raleos lo que permitió que los árboles de capirona se desarrollen mejor, tanto en diámetro como en altura, por lo que el bosque manejado almacena una mayor cantidad de carbono. Los valores estimados de carbono por unidad de área que se encontraron en los bosques Tina y Cedro Isla fueron de 690.37 y 383.64 toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea (ver Tabla 2 y 3), estos valores son similares con los resultados encontrados por la Red de Asesores Forestales de la ACADI para un bosque tropical húmedo que 175 toneladas de carbono por hectárea (RAFA, 2000). En otro estudio realizado en bosques tropicales en áreas experimentales administrados por el CATIE (Tirimbina y Corinto) el promedio encontrado fue 642 toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea para Corinto y 253 toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea para Tirimbina (Segura 1999). Por otra parte Brown (1998), citado por Andrasko (1990), señala que el bosque tropical húmedo promedia entre 568 y 587 toneladas de CO<sub>2</sub> por ha de biomasa en pie, en América Latina y Asia, y en África alcanza 686 toneladas de CO<sub>2</sub> por ha.



**Figura 4.** Aporte relativo en carbono de los componente del bosque Cedro Isla.

La Tabla 3 se muestra los resultados obtenidos de la cantidad de biomasa y carbono almacenado en la parcela del bosque de Cedro Isla, registrando una biomasa total de 225.14 t/ha, describiendo diferencias en la cantidad de biomasa por componente en el bosque, el cual fuste con 141.12 t/ha aporta la mayor biomasa en el bosque con 62 por ciento a comparación de los demás componentes, las raíces con una biomasa de 32.68 t/ha contribuye con 14 por ciento, la biomasa en ramas es de 13.07 t/ha con 6 por ciento, la biomasa de copa proporciona 8.97 t/ha aportando 4 por ciento, la necromasa menor con una biomasa de 7.41 t/ha contribuye con 3 por ciento, cabe recalcar que la biomasa de los componentes necromasa mayor, arbustos y herbáceas solo aportaron el 5.6 t/ha con 2.3 por ciento y la biomasa de suelo a dos profundidades es de 16.24 t/ha con 9 por ciento. El porcentaje promedio de carbono del árbol de capirona es de 45.78 por ciento, se puede decir que no se encontró diferencia del contenido de carbono con respecto a la altura en el fuste y entre componentes arbóreos fuste, ramas, raíces y copa. Este bosque presenta un total 384.22 tCO<sub>2</sub>/ha

El análisis financiero indica que el bosque Tina con manejo es mas rentable para la opción de producción de madera+carbono a un turno de 30 años con VAN de US\$ 9,505.4, (i=5%). El bosque cedro Isla sin manejo en la producción de madera+carbono a un turno de 40 años (i=5%) es US\$ 5,022.8, a US\$ 40 la tonelada de carbono, el análisis de sensibilidad financiera se puede observar en la Tabla 4.

**Tabla 1.** Fracción de carbono promedio de los bosques Tina y Cedro Isla.

COMPONENTES DEL BOSQUE	FRACCIÓN DE CARBONO (%)		
	BOSQUE TINA	BOSQUE C. ISLA	PROMEDIOS (%)
Necromasa mayor	43	44	44
Necromasa menor	42	41	41
Soto bosque (arbusto)	43	41	42
Soto bosque (herbáceas)	40	41	41
Copa (hojas y ramillas)	45	45	45
Ramas (leñosas)	45	45	45
Fuste	45	46	45
Raíz	45	45	45
Promedio Total			44

**Tabla 2.** Biomasa de carbono almacenado por componentes del bosque Tina..

COMPONENTES DEL BOSQUE	ÁREA DE MUESTREO (m <sup>2</sup> )	Nº DE MUESTRA	DENSIDAD SECA (Kg/m <sup>3</sup> )	PESO SECO (Kg)	%C	BIOMASA (t/ha)	tC/ha
Necromasa mayor	75	II		148.07	43.80	9.743	31.709
Necromasa menor	4	IV		1.47	42.40	3.676	5.716
Arbustos	4	IV		0.85	42.65	2.136	3.340
Herbáceas	4	IV		0.02	41.15	0.073	0.110
Copa	5000	I		8.29	44.92	16.599	27.346
Ramas	5000	I	736	12.07	45.80	24.155	40.572
Fuste de árbol	5000	I	716	130.44	45.84	260.885	438.552
Raíces	5000	I	745	30.20	45.91	60.413	101.699
Suelo ( 0-20 cm)	0.00045	III	932	0.63	31.00	9.88	21.083
(20-40 cm)	0.00045	III	932	0.58	29.00	9.50	20.240
TOTAL						407.06	690.367

**Tabla 3.** Biomasa de carbono almacenado por componente del bosque Cedro Isla.

COMPONENTES DEL BOSQUE	ÁREA DE MUESTREO (m <sup>2</sup> )	Nº DE MUESTRA	DENSIDAD SECA (g/m <sup>3</sup> )	PESO SECO (Kg)	%C	BIOMASA (t/ha)	tC/ha
Necromasa mayor	75	II		34.77	44.33	4.63	7.517
Necromasa menor	4	IV		2.96	41.55	7.41	11.293
Arbustos	4	IV		0.26	41.34	0.66	0.990
Herbáceas	4	IV		0.12	42.14	0.31	0.477
Copa	5000	I		4.48	44.79	8.97	14.740
Ramas	5000	I	0.7469	6.53	45.66	13.06	21.853
Fuste de árbol	5000	I	0.7259	70.56	45.96	141.12	237.816
Raíces	5000	I	0.7351	16.34	45.85	32.68	54.926
Suelo ( 0-20 cm)	0.00045	III	0.9450	0.57	26.00	8.31	17.710
(20-40 cm)	0.00045	III	0.9450	0.57	25.00	7.93	16.903
TOTAL						225.14	384.223

%C = Porcentaje de carbono, t/ha = Tonelada por hectárea, tC/ha = Tonelada de carbono por hectárea

**Tabla 4.** Valor Actual Neto del bosque Tina con manejo y el bosque Cedro Isla sin manejo.

ESCENARIO DE VALORACIÓN	VALOR US\$ / t Co2	BOSQUE	TASA	VAN	TIR		
Solo Madera	0	Con Manejo*	5%	3124.1	18		
			8%	1262.0			
			10%	677.6			
			12%	350.7			
		Sin Manejo**	5%	1106.3	14		
			8%	324.4			
			10%	129.6			
			12%	37.3			
		Madera + Carbono Almacenado	5	Con Manejo*	5%	3921.8	19
					8%	1604.4	
					10%	875.0	
					12%	465.6	
Sin Manejo**	5%			1595.8	15		
	8%			482.9			
	10%			205.7			
	12%			74.3			
Madera + Carbono Almacenado	10			Con Manejo*	5%	4719.4	20
					8%	1946.8	
					10%	1072.4	
					12%	580.5	
		Sin Manejo**	5%	2085.4	15		
			8%	641.5			
			10%	281.7			
			12%	111.3			
		Madera + Carbono Almacenado	15	Con Manejo*	5%	5517.1	21
					8%	2289.2	
					10%	1269.7	
					12%	695.5	
Sin Manejo**	5%			2575.0	16		
	8%			800.0			
	10%			357.8			
	12%			148.2			
Madera + Carbono Almacenado	20			Con Manejo*	5%	6314.8	21
					8%	2631.6	
					10%	1467.1	
					12%	810.4	
		Sin Manejo**	5%	3064.5	16		
			8%	958.5			
			10%	433.8			
			12%	185.2			

\* Bosque de 30 años denominado TINA

\*\* Bosque de 40 años denominado Cedro Isla

## 6. CONCLUSIONES

Se encontró que el factor de forma real para la especie *Calycophyllum spruceanum* tiene una alta variabilidad con valores que varían entre 0.26 y 0.63 esto implica que el uso directo de un factor de forma promedio estimaría los volúmenes con una alta probabilidad de error, por lo que su utilización en el campo no es recomendable.

En los árboles de capirona "*Calycophyllum spruceanum*" no se encontraron diferencias significativas en la fracción de carbono almacenada a diferentes alturas del fuste, en las ramas, las raíces, en la copa y entre árboles, encontrándose un promedio de 45 por ciento para todos los componentes del árbol.

Otros componentes no arbóreos del bosque de capirona presentaron diferencias en la fracción de carbono almacenado en su biomasa como la necromasa mayor con 44 por ciento, necromasa menor con 41 por ciento, arbustos con 42 por ciento, herbáceas con 41 por ciento y suelo con sólo 0.28 por ciento.

Entre bosques de capirona (manejado y no manejado) no se encontraron diferencias significativas en la fracción de carbono presente en su biomasa arbórea total y por componente del bosque, salvo en el componente suelo que sí presentó diferencias.

En cuanto al almacenamiento total de carbono entre bosques, si se encontraron diferencias significativas, el bosque de Tina con manejo almacenó un total de 690.37 t de CO<sub>2</sub> por hectárea mientras que el bosque de Cedro Isla almacenó 384.22 t de CO<sub>2</sub> por hectárea. Sin embargo, en términos relativos la proporción del aporte de cada uno de los componentes del bosque fue similar.

Los valores actuales netos indican que en el bosque Tina la producción de madera con tratamientos silviculturales es rentable a un ciclo de corta de 30 años, usando una tasa de descuento de 5 por ciento alcanzan un VAN de US\$ 9505.4, resultando ser mayores en un 89 por ciento en comparación con el bosque de Cedro isla donde no se realizaron tratamientos silviculturales y tuvo un ciclo de corta de 40 años, con una tasa de descuento similar alcanzan un VAN US\$ 5022.8.

El ingreso calculado en el análisis financieros del bosque Tina (con tratamientos silviculturales) por madera mas los servicios ambientales por almacenamiento de carbono, presenta buenos resultados, obteniendo US\$ 18,040.99 de ingresos directos y un valor actual neto de US\$ 465.64 (año cero) a una tasa de descuento 12 por ciento, lo que contrasta con los resultados del bosque Cedro Isla (sin tratamientos silviculturales) para los mismos tipos de

ingreso que alcanzan US\$ 11,622.25, y un valor actual neto de US\$ 74.30. Esto permite inferir que el manejo de los bosques capironales, es una actividad rentable.

La rentabilidad en términos de VAN del bosque sin manejo (Cedro Isla) considerando la producción de madera y carbono, recién a un valor mínimo de US\$ 25 la tonelada de CO<sub>2</sub> alcanza a la rentabilidad del bosque con manejo forestal (Tina) vendiendo sólo madera, esto a pesar que este último escenario es 10 años menor.

A pesar de la diferencia de edad entre estos dos bosques, existe una diferencia importante entre en la rentabilidad del bosque manejado que considera sólo venta de madera versus el bosque sin manejo, de hasta un 4 por ciento de TIR, esta diferencia se mantiene cuando se considera la venta de carbono a lo largo de toda la sensibilidad probada de precios de carbono.

La tasa interna de retorno del bosque manejado (Tina) se incrementa en 5 por ciento cuando se incluye la venta de carbono almacenado a un precio de US\$ 40 la tonelada de CO<sub>2</sub>, a US\$ 20 este incremento es de sólo 3 por ciento.

La tasa interna de retorno (TIR) del bosque sin manejo (Cedro Isla al final del ciclo de corta de 40 años) incluyendo la venta de carbono a un precio de US\$ 40 la tonelada de CO<sub>2</sub>, es equivalente al TIR del Bosque con manejo (Tina al final del ciclo de corta de 30 años) que venda sólo madera. En otras palabras, el incremento de la rentabilidad del aprovechamiento maderable de un bosque de capirona sin manejo al incluir la venta de carbono para REDD es equivalente al efecto positivo del manejo a lo largo de 30 años, en la rentabilidad de la actividad forestal en este tipo de bosques.

La ecuación general para estimar biomasa desarrollada Brown (1997) para árboles de bosques tropicales, sub estima la biomasa real de la especie capirona, por lo que el cálculo será más real utilizando las ecuaciones desarrollada en este estudio.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- BERENSON, M. LEVINE, D. 1992. Estadística básica en administración. Conceptos básicos. Cuarta edición 950 p.
- BONILLA, J. 1967. Comparación de ecuaciones para la construcción de tablas de volúmenes estándar de Pino marítimo (*Pinus pinaster*) primera edición Rosgal S.A 29 p.
- BRUCE, D. SHUMACHER F. 1965. Medición forestal. Ed Herrera S.A. México, 474 p.
- CAILLIEZ. 1980. Estimación de volumen forestal y precisión de rendimiento con referencia especial a los trópicos. 156 p.
- CUNIBERTTI, R. 1973. Tabla de volumen para

- cubicar madera de cetico (*Cecropia* sp.) en Pucallpa. tesis ingeniero forestal: UNA la Molina. 96 p.
- ENCARNACIÓN, F. 1993. El bosque y las formaciones vegetales en la llanura Amazónica del Perú. P 95-114.
- INRENA, 1997. Maderas para el manejo del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt. Pucallpa, Perú, 113 p.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONÍA PERUANA, 2000. Zonificación ecológica económica del área de influencia de la carretera Iquitos Nauta. Tomo III, Medio biológico.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONÍA PERUANA, 2002. Centro de Información Geográfica de la Amazonía Peruana. Zonificación de los bosques forestales.
- FREITAS, A. 1996. Caracterización florística y estructural de cuatro comunidades de la llanura aluvial inundable en la zona Jenaro Herrera. Amazonía Peruana.
- FREITAS, A. 1997. Caracterización de 6 tipos de bosques con fines de manejo forestal en la zona de San Miguel; río Marañon.
- FURNIVAL, G. 1961. An index for comparing equations used in constructing volume tables. *Forest Science*. 7(4): 337-341
- GAUTIER L., SPICHIGER R. 1986. Ritmos de reproducción en el estrato arbóreo del Arboretum Jenaro Herrera (provincia de Requena, departamento de Loreto, Perú) Contribución al estudio de la flora y de la vegetación de la Amazonía peruana. Conservatorio y jardín botánico de Ginebra, Organización Suiza para el desarrollo y la cooperación, Instituto de investigaciones de la Amazonía peruana. 16 p.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONÍA PERUANA-IIAP, 2000. Zonificación ecológica económica del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta. Tomo III, Medio Biológico.
- JADAN, P. V. 1975. Tablas de volúmenes de algunas especies del noroccidente ecuatoriano. Quito, Dirección General de Derecho Forestal. 33 p.
- KARTTUNEN, H. 1995. Curvas polinomicos de conicidad para *Pinus oocarpa*. Helsinki; University. Knowledge service. CEMAPIF; Siguatepeque, Honduras 16 p.
- LOETSCH, F.; HALLER, K. 1973. Forest inventory. Volumen II. English by K. F. Panzer. BLV Verlagsgesellschaft Munsen Bren Wrien, Germany. 458 p.
- LOPEZ P, FREITAS D. 1990. Geographical aspects of forested Wetlands the lower Ucayali, Peruvian Amazonia, *Forest Ecol. Man.* 33/34 – 157-168.
- NEBEL, G. 2000. *Minquartia guiaensis* Aubl.: Uso, ecología y manejo en forestería y agroforestería. *Folia Amazónica*. Vo. 10 (1-2). Pag 201-224.
- ORTIZ, E. 1993. Técnicas para la estimación del crecimiento y rendimiento de árboles individuales y bosques. Departamento de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. N. 16. Cartago, Costa Rica. 71 p.
- OTAROLA, A. et al. 2001a. Tablas de volumen total, comercial y de corteza de Marupá ( *Simarouba amara* Aublet) para plantaciones en Loreto, Perú. Artículo Científico 18 p.
- OTAROLA, A. et al. 2001b. Tablas de volumen total y comercial de Tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke) en Loreto. Artículo Científico 11 p.
- OTAROLA, A. FREITAS, A. (eds), 2000. Documento en preparación. Tablas de Volumen Total y Comercial de Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke) en Loreto.
- ROJAS, M. 1990. Tablas de Volumen aplicables a cortinas rompevientos de *Cupressus lusitania* Miller. En el valle Central, Costa Rica. Tesis de grado de Licenciatura en Ciencias Forestales. Universidad Nacional. Escuela de Ciencias Ambientales. Heredia, Costa Rica. 69 p.
- SEGURA, M. 1997. Almacenamiento y fijación de carbono en *Quercus costaricensis*, en un bosque de altura de la cordillera de Talamanca, Costa Rica. Tesis de Licenciatura. Escuela Ciencias Ambientales. Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar. Universidad Nacional. Costa Rica, Heredia. 147 p.
- UGALDE, OTÁROLA. 1984. Tablas de Volumen Para *Eucalyptus camaldulensis* en Nicaragua. Vol 34, Nº 3, 377-384 p.
- VASQUEZ, W. UGALDE, L. 1995. Tablas de Volúmenes y de Productos de *Eucalyptus grandis* en Costa Rica, 23 p

Anexo 01: Tabla de volumen Comercial (m<sup>3</sup>) por árbol de *Calycophyllum spruceanum* "capirona"

	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
10	0,0381	0,0417	0,0453	0,0490	0,0527	0,0564	0,0601	0,0639	0,0676	0,0713	0,0750	0,0787	0,0824	0,0861	0,0898	0,0935	0,0972	0,1009	0,1046	0,1083	0,1120	0,1157	0,1194	0,1231	0,1268	0,1305
11	0,0456	0,0499	0,0542	0,0585	0,0629	0,0674	0,0718	0,0763	0,0808	0,0853	0,0898	0,0943	0,0988	0,1033	0,1078	0,1123	0,1168	0,1213	0,1258	0,1303	0,1348	0,1393	0,1438	0,1483	0,1528	0,1573
12	0,0536	0,0587	0,0637	0,0689	0,0740	0,0793	0,0845	0,0898	0,0951	0,1004	0,1057	0,1110	0,1163	0,1216	0,1269	0,1322	0,1375	0,1428	0,1481	0,1534	0,1587	0,1640	0,1693	0,1746	0,1799	0,1852
13	0,0623	0,0681	0,0740	0,0800	0,0860	0,0920	0,0981	0,1043	0,1104	0,1167	0,1229	0,1291	0,1353	0,1415	0,1477	0,1539	0,1601	0,1663	0,1725	0,1787	0,1849	0,1911	0,1973	0,2035	0,2097	0,2159
14	0,0715	0,0782	0,0850	0,0918	0,0987	0,1057	0,1127	0,1197	0,1268	0,1338	0,1408	0,1478	0,1548	0,1618	0,1688	0,1758	0,1828	0,1898	0,1968	0,2038	0,2108	0,2178	0,2248	0,2318	0,2388	0,2458
15	0,0813	0,0890	0,0967	0,1045	0,1123	0,1202	0,1282	0,1362	0,1443	0,1524	0,1606	0,1687	0,1768	0,1849	0,1930	0,2011	0,2092	0,2173	0,2254	0,2335	0,2416	0,2497	0,2578	0,2659	0,2740	0,2821
16	0,0918	0,1004	0,1091	0,1179	0,1267	0,1356	0,1446	0,1537	0,1628	0,1719	0,1811	0,1902	0,1993	0,2084	0,2175	0,2266	0,2357	0,2448	0,2539	0,2630	0,2721	0,2812	0,2903	0,2994	0,3085	0,3176
17	0,1028	0,1124	0,1222	0,1320	0,1419	0,1519	0,1620	0,1721	0,1823	0,1925	0,2029	0,2132	0,2235	0,2338	0,2441	0,2544	0,2647	0,2750	0,2853	0,2956	0,3059	0,3162	0,3265	0,3368	0,3471	0,3574
18	0,1143	0,1251	0,1359	0,1469	0,1579	0,1690	0,1802	0,1915	0,2028	0,2142	0,2257	0,2371	0,2485	0,2599	0,2713	0,2827	0,2941	0,3055	0,3169	0,3283	0,3397	0,3511	0,3625	0,3739	0,3853	0,3967
19	0,1265	0,1384	0,1504	0,1625	0,1747	0,1870	0,1993	0,2118	0,2244	0,2370	0,2497	0,2625	0,2753	0,2881	0,3009	0,3137	0,3265	0,3393	0,3521	0,3649	0,3777	0,3905	0,4033	0,4161	0,4289	0,4417
20	0,1392	0,1523	0,1655	0,1788	0,1922	0,2058	0,2194	0,2331	0,2469	0,2608	0,2748	0,2889	0,3030	0,3171	0,3312	0,3453	0,3594	0,3735	0,3876	0,4017	0,4158	0,4299	0,4440	0,4581	0,4722	0,4863
21	0,1525	0,1668	0,1813	0,1959	0,2106	0,2254	0,2403	0,2554	0,2706	0,2857	0,3008	0,3159	0,3310	0,3461	0,3612	0,3763	0,3914	0,4065	0,4216	0,4367	0,4518	0,4669	0,4820	0,4971	0,5122	0,5273
22	0,1663	0,1819	0,1977	0,2136	0,2297	0,2459	0,2621	0,2785	0,2950	0,3116	0,3283	0,3451	0,3620	0,3790	0,3960	0,4130	0,4300	0,4470	0,4640	0,4810	0,4980	0,5150	0,5320	0,5490	0,5660	0,5830
23	0,1807	0,1977	0,2148	0,2321	0,2496	0,2671	0,2848	0,3026	0,3206	0,3386	0,3568	0,3750	0,3934	0,4118	0,4302	0,4486	0,4670	0,4854	0,5038	0,5222	0,5406	0,5590	0,5774	0,5958	0,6142	0,6326
24	0,1957	0,2140	0,2326	0,2513	0,2702	0,2892	0,3084	0,3277	0,3471	0,3666	0,3863	0,4060	0,4259	0,4459	0,4659	0,4859	0,5059	0,5259	0,5459	0,5659	0,5859	0,6059	0,6259	0,6459	0,6659	0,6859
25	0,2112	0,2310	0,2510	0,2712	0,2916	0,3121	0,3328	0,3536	0,3746	0,3957	0,4169	0,4382	0,4596	0,4812	0,5028	0,5246	0,5464	0,5682	0,5900	0,6118	0,6336	0,6554	0,6772	0,6990	0,7208	0,7426
26	0,2286	0,2486	0,2701	0,2919	0,3138	0,3359	0,3581	0,3805	0,4031	0,4257	0,4486	0,4715	0,4946	0,5178	0,5411	0,5645	0,5880	0,6115	0,6350	0,6585	0,6820	0,7055	0,7290	0,7525	0,7760	0,7995
27	0,2467	0,2667	0,2888	0,3132	0,3367	0,3604	0,3843	0,4083	0,4325	0,4568	0,4813	0,5059	0,5307	0,5556	0,5806	0,6057	0,6309	0,6562	0,6815	0,7068	0,7321	0,7574	0,7827	0,8080	0,8333	0,8586
28	0,2667	0,3102	0,3532	0,3964	0,4397	0,4830	0,5263	0,5696	0,6129	0,6562	0,6995	0,7428	0,7861	0,8294	0,8727	0,9160	0,9593	1,0026	1,0459	1,0892	1,1325	1,1758	1,2191	1,2624	1,3057	1,3490
29	0,3312	0,3379	0,3488	0,4119	0,4391	0,4666	0,4943	0,5221	0,5500	0,5782	0,6065	0,6349	0,6635	0,6922	0,7210	0,7499	0,7788	0,8077	0,8366	0,8655	0,8944	0,9233	0,9522	0,9811	1,0100	1,0389
30	0,3813	0,4099	0,4388	0,4678	0,4971	0,5266	0,5562	0,5860	0,6160	0,6461	0,6764	0,7068	0,7374	0,7681	0,7989	0,8299	0,8611	0,8923	0,9236	0,9551	0,9867	1,0184	1,0501	1,0818	1,1135	1,1452
31	0,4054	0,4358	0,4665	0,4974	0,5285	0,5598	0,5913	0,6230	0,6549	0,6871	0,7191	0,7515	0,7840	0,8166	0,8494	0,8824	0,9154	0,9486	0,9820	1,0154	1,0490	1,0827	1,1164	1,1501	1,1838	1,2175
32	0,4624	0,4950	0,5278	0,5608	0,5940	0,6274	0,6611	0,6949	0,7289	0,7630	0,7974	0,8319	0,8665	0,9013	0,9363	0,9714	1,0066	1,0420	1,0774	1,1128	1,1483	1,1838	1,2193	1,2548	1,2903	1,3258
33	0,4898	0,5243	0,5590	0,5940	0,6291	0,6646	0,7002	0,7360	0,7720	0,8082	0,8445	0,8811	0,9178	0,9546	0,9916	1,0288	1,0661	1,1036	1,1412	1,1789	1,2166	1,2543	1,2920	1,3297	1,3674	1,4051
34	0,5543	0,5910	0,6280	0,6652	0,7027	0,7403	0,7782	0,8162	0,8545	0,8930	0,9316	0,9704	1,0094	1,0485	1,0878	1,1273	1,1669	1,2066	1,2463	1,2860	1,3257	1,3654	1,4051	1,4448	1,4845	1,5242
35	0,5852	0,6239	0,6630	0,7022	0,7417	0,7815	0,8215	0,8617	0,9020	0,9426	0,9834	1,0244	1,0655	1,1068	1,1483	1,1900	1,2318	1,2737	1,3156	1,3575	1,3994	1,4413	1,4832	1,5251	1,5670	1,6089
36	0,6168	0,6576	0,6988	0,7402	0,7818	0,8237	0,8658	0,9082	0,9508	0,9936	1,0365	1,0797	1,1231	1,1666	1,2104	1,2543	1,2983	1,3426	1,3869	1,4312	1,4755	1,5198	1,5641	1,6084	1,6527	1,6970
37	0,6922	0,7355	0,7790	0,8229	0,8670	0,9113	0,9559	1,0007	1,0457	1,0910	1,1364	1,1820	1,2279	1,2739	1,3201	1,3665	1,4130	1,4598	1,5066	1,5534	1,6002	1,6470	1,6938	1,7406	1,7874	1,8342
38	0,7275	0,7730	0,8188	0,8649	0,9112	0,9578	1,0047	1,0518	1,0991	1,1467	1,1944	1,2424	1,2906	1,3390	1,3875	1,4363	1,4852	1,5343	1,5836	1,6329	1,6822	1,7315	1,7808	1,8301	1,8794	1,9287
39	0,8114	0,8595	0,9079	0,9565	1,0054	1,0546	1,1041	1,1538	1,2037	1,2538	1,3042	1,3547	1,4055	1,4565	1,5077	1,5590	1,6106	1,6623	1,7140	1,7657	1,8174	1,8691	1,9208	1,9725	2,0242	2,0759
40	0,8909	0,9437	0,9968	1,0502	1,1039	1,1579	1,2122	1,2667	1,3215	1,3766	1,4319	1,4874	1,5432	1,5993	1,6556	1,7121	1,7688	1,8256	1,8825	1,9394	1,9963	2,0532	2,1101	2,1670	2,2239	2,2808
41	0,9319	0,9871	1,0427	1,0985	1,1547	1,2112	1,2680	1,3250	1,3824	1,4401	1,4981	1,5564	1,6150	1,6739	1,7330	1,7922	1,8515	1,9109	1,9704	2,0300	2,0896	2,1493	2,2090	2,2687	2,3284	2,3881
42	1,0315	1,0885	1,1459	1,2036	1,2616	1,3200	1,3786	1,4374	1,4964	1,5556	1,6150	1,6746	1,7344	1,7943	1,8543	1,9144	1,9746	2,0349	2,0952	2,1556	2,2160	2,2764	2,3368	2,3972	2,4576	2,5180
43	1,0767	1,1373	1,1982	1,2595	1,3211	1,3831	1,4453	1,5078	1,5706	1,6337	1,6971	1,7607	1,8245	1,8886	1,9529	2,0174	2,0820	2,1467	2,2115	2,2764	2,3413	2,4062	2,4711	2,5360	2,6009	2,6658
44	1,1229	1,1860	1,2496	1,3135	1,3778	1,4424	1,5073	1,5725	1,6380	1,7037	1,7696	1,8356	1,9017	1,9680	2,0344	2,1009	2,1676	2,2344	2,3012	2,3681	2,4350	2,5020	2,5690	2,6360	2,7030	2,7700
45	1,1699	1,2357	1,3020	1,3686	1,4355	1,5028	1,5704	1,6384	1,7066	1,7751	1,8440	1,9131	1,9825	2,0521	2,1220	2,1920	2,2621	2,3322	2,4024	2,4726	2,5428	2,6130	2,6832	2,7534	2,8236	2,8938
46	1,2864	1,3564	1,4268	1,4974	1,5682	1,6393	1,7106	1,7821	1,8538	1,9256	1,9975	2,0695	2,1416	2,2138	2,2860	2,3583	2,4306	2,5030	2,5754	2,6478	2,7202	2,7926	2,8650	2,9374	3,0098	3,0822
47	1,3800	1,4597	1,5396	1,6196	1,6997	1,7798	1,8599	1,9399	2,0199	2,0999	2,1799	2,2599	2,3399	2,4199	2,4999	2,5799	2,6599	2,7399	2,8199	2,8999	2,9799	3,0599	3,1399	3,2199	3,2999	3,3799
48	1,4848	1,5746	1,6644	1,7542	1,8440	1,9338	2,0236	2,1134	2,2032	2,2930	2,3828	2,4726	2,5624	2,6522	2,7420	2,8318	2,9216	3,0114	3,1012	3,1910	3,2808	3,3706	3,4604	3,5502	3,6400	3,7298
49	1,5900	1,6898	1,7896	1,8894	1,9892	2,0890	2,1888	2,2886	2,3884	2,4882	2,5880	2,6878	2,7876	2,8874	2,9872	3,0870	3,1868	3,2866	3,3864	3,4862	3,5860	3,6				

Anexo 01: Tabla de volumen Comercial (m<sup>3</sup>) por árbol de *Cabocophyllum spruceanum* "capirona"

DAP (cm)	Altura total (m)																								
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46			
53	1.9579	2.0460	2.1345	2.2234	2.3127	2.4024	2.4925	2.5829	2.6736	2.7647	2.8561														
54	2.0275	2.1187	2.2104	2.3024	2.3949	2.4878	2.5810	2.6746	2.7686	2.8629	2.9576	3.0526													
55	2.0982	2.1926	2.2874	2.3827	2.4784	2.5746	2.6710	2.7679	2.8651	2.9627	3.0607	3.1590	3.2576	3.4715											
56	2.1700	2.2676	2.3657	2.4643	2.5632	2.6624	2.7624	2.8626	2.9632	3.0641	3.1654	3.2671	3.3691	3.6943											
57	2.2429	2.3438	2.4452	2.5471	2.6494	2.7521	2.8553	2.9588	3.0628	3.1671	3.2718	3.3769	3.4824	3.7066	3.9262										
58	2.3170	2.4212	2.5259	2.6312	2.7368	2.8430	2.9495	3.0565	3.1639	3.2717	3.3799	3.4884	3.5973	3.8269	4.0536	4.1875									
59	2.3921	2.4998	2.6079	2.7165	2.8256	2.9352	3.0452	3.1557	3.2665	3.3776	3.4895	3.6016	3.7140	3.9400											
60	2.4684	2.5795	2.6911	2.8032	2.9157	3.0288	3.1423	3.2563	3.3707	3.4855	3.6008	3.7164	3.8325	3.9489	4.0657	4.1829	4.3004	4.4183							
61	2.5458	2.6603	2.7754	2.8910	3.0072	3.1238	3.2408	3.3584	3.4764	3.5948	3.7137	3.8329	3.9526	4.0727	4.1932	4.3140	4.4352	4.5568	4.6787						
62	2.6243	2.7424	2.8610	2.9802	3.0999	3.2201	3.3408	3.4619	3.5836	3.7057	3.8282	3.9511	4.0745	4.1983	4.3224	4.4470	4.5720	4.6973	4.8230	4.9490					
63	2.7039	2.8256	2.9478	3.0706	3.1939	3.3178	3.4421	3.5670	3.6923	3.8181	3.9443	4.0710	4.1981	4.3256	4.4536	4.5819	4.7106	4.8398	4.9693	5.0991	5.2294				
64	2.7846	2.9099	3.0358	3.1622	3.2892	3.4168	3.5449	3.6734	3.8025	3.9320	4.0620	4.1925	4.3234	4.4547	4.5865	4.7187	4.8513	4.9842	5.1176	5.2513	5.3855	5.5199			
65	2.8664	2.9954	3.1250	3.2551	3.3859	3.5172	3.6490	3.7814	4.0146	4.1484	4.2833	4.4184	4.5542	4.6906	4.8273	4.9645	5.1022	5.2403	5.3788	5.5176	5.6566	5.7957			
66	2.9493	3.0820	3.2154	3.3493	3.4838	3.6189	3.7545	3.8907	4.0274	4.1646	4.3023	4.4405	4.5792	4.7183	4.8578	4.9978	5.1382	5.2791	5.4203	5.5620	5.7040	5.8465			
67	3.0333	3.1698	3.3069	3.4447	3.5831	3.7220	3.8615	4.0015	4.1421	4.2833	4.4249	4.5670	4.7096	4.8527	4.9962	5.1402	5.2846	5.4294	5.5747	5.7204	5.8665	6.0130			
68	3.1184	3.2588	3.3997	3.5413	3.6836	3.8264	3.9698	4.1138	4.2583	4.4034	4.5480	4.6931	4.8387	4.9847	5.1313	5.2784	5.4259	5.5736	5.7216	5.8699	6.0181	6.1671			
69	3.2046	3.3488	3.4937	3.6392	3.7854	3.9322	4.0796	4.2275	4.3761	4.5251	4.6746	4.8245	4.9749	5.1257	5.2768	5.4284	5.5805	5.7330	5.8859	6.0395	6.1938	6.3486			
70	3.4400	3.5889	3.7383	3.8885	4.0393	4.1907	4.3427	4.4952	4.6484	4.8021	4.9563	5.1111	5.2663	5.4221	5.5784	5.7351	5.8923	6.0499	6.2081	6.3666	6.5256	6.6850			
71	3.5324	3.6852	3.8387	3.9929	4.1477	4.3032	4.4593	4.6159	4.7732	4.9310	5.0894	5.2483	5.4077	5.5677	5.7281	5.8891	6.0505	6.2124	6.3747	6.5375	6.7008	6.8645			
72	3.7827	3.9403	4.0986	4.2575	4.4171	4.5773	4.7381	4.8995	5.0615	5.2241	5.3872	5.5508	5.7150	5.8797	6.0449	6.2106	6.3768	6.5434	6.7105	6.8781	7.0460	7.2143			
73	3.8815	4.0431	4.2055	4.3686	4.5323	4.6967	4.8617	5.0274	5.1936	5.3604	5.5278	5.6957	5.8642	6.0331	6.2027	6.3727	6.5432	6.7142	6.8857	7.0576	7.2299	7.4026			
74	3.9813	4.1472	4.3138	4.4810	4.6481	4.8156	4.9834	5.1515	5.3200	5.4889	5.6582	5.8279	6.0000	6.1725	6.3463	6.5214	6.6968	6.8735	7.0506	7.2281	7.4060	7.5843			
75	4.2525	4.4233	4.5948	4.7670	4.9399	5.1135	5.2877	5.4625	5.6379	5.8138	5.9902	6.1671	6.3446	6.5226	6.7010	6.8799	7.0593	7.2392	7.4196	7.5995	7.7800	7.9610			
76	4.3590	4.5309	4.7036	4.8764	5.0496	5.2233	5.3975	5.5721	5.7471	5.9224	6.0981	6.2742	6.4507	6.6276	6.8049	6.9826	7.1607	7.3392	7.5181	7.6974	7.8771	8.0572			
77	4.6461	4.8263	5.0072	5.1888	5.3711	5.5540	5.7377	5.9220	6.1069	6.2924	6.4785	6.6650	6.8520	7.0394	7.2273	7.4156	7.6043	7.7934	7.9829	8.1728	8.3630	8.5535			
78	4.7594	4.9440	5.1293	5.3153	5.5021	5.6895	5.8776	6.0664	6.2558	6.4459	6.6365	6.8278	7.0196	7.2120	7.4050	7.5985	7.7926	7.9872	8.1821	8.3772	8.5726	8.7683			
79	4.8740	5.0630	5.2528	5.4433	5.6346	5.8265	6.0192	6.2125	6.4063	6.6006	6.7954	6.9907	7.1865	7.3828	7.5796	7.7769	7.9746	8.1728	8.3714	8.5705	8.7699	8.9697			
80	5.1834	5.3777	5.5727	5.7685	5.9650	6.1622	6.3602	6.5587	6.7580	6.9579	7.1594	7.3595	7.5612	7.7636	7.9665	8.1699	8.3738	8.5781	8.7828	8.9878	9.1931	9.3987			
81	5.3050	5.5039	5.7036	5.9039	6.1050	6.3069	6.5094	6.7127	6.9166	7.1212	7.3264	7.5323	7.7387	7.9456	8.1534	8.3617	8.5705	8.7797	8.9893	9.1992	9.4094	9.6199			
82	5.4280	5.6315	5.8357	6.0408	6.2465	6.4531	6.6603	6.8683	7.0769	7.2863	7.4962	7.7069	7.9181	8.1300	8.3424	8.5555	8.7691	8.9831	9.1974	9.4120	9.6269	9.8421			
83	5.6315	5.7604	5.9683	6.1791	6.3896	6.6008	6.8128	7.0256	7.2390	7.4531	7.6679	7.8833	8.0994	8.3161	8.5335	8.7514	8.9699	9.1887	9.4078	9.6271	9.8466	10.0663			
84	5.8907	6.1044	6.3188	6.5341	6.7501	6.9669	7.1845	7.4027	7.6217	7.8413	8.0616	8.2826	8.5042	8.7265	8.9493	9.1728	9.3969	9.6214	9.8461	10.0710	10.2961	10.5214			
85	6.2408	6.4601	6.6801	6.9010	7.1226	7.3450	7.5682	7.7920	8.0166	8.2418	8.4677	8.6943	8.9215	9.1494	9.3778	9.6063	9.8351	10.0641	10.2933	10.5226	10.7521	10.9817			
86	6.3786	6.6027	6.8277	7.0534	7.2799	7.5072	7.7353	7.9641	8.1936	8.4238	8.6547	8.8863	9.1185	9.3514	9.5849	9.8188	10.0529	10.2872	10.5216	10.7561	10.9907	11.2254			
87	6.4688	6.9767	7.2074	7.4388	7.6711	7.9041	8.1379	8.3724	8.6077	8.8436	9.0800	9.3169	9.5545	9.7926	10.0309	10.2693	10.5078	10.7463	10.9848	11.2233	11.4618	11.7004			
88	6.8924	7.1272	7.3628	7.5993	7.8366	8.0747	8.3135	8.5531	8.7934	9.0344	9.2755	9.5166	9.7578	10.0000	10.2422	10.4844	10.7266	10.9688	11.2110	11.4532	11.6954	11.9376			
89	7.0394	7.2792	7.5199	7.7614	8.0037	8.2469	8.4908	8.7355	8.9809	9.2271	9.4740	9.7219	9.9700	10.2181	10.4662	10.7143	10.9624	11.2105	11.4586	11.7067	11.9548	12.2029			
90	7.4327	7.6785	7.9251	8.1725	8.4208	8.6699	8.9197	9.1703	9.4217	9.6738	9.9266	10.1800	10.4334	10.6868	10.9402	11.1936	11.4470	11.6994	11.9518	12.2042	12.4566	12.7090			
91	7.5677	7.8386	8.0903	8.3429	8.5964	8.8506	9.1057	9.3615	9.6181	9.8755	10.1334	10.3918	10.6502	10.9086	11.1670	11.4254	11.6838	11.9422	12.2006	12.4590	12.7174	12.9758			
92	8.0002	8.2572	8.5150	8.7736	9.0326	9.2935	9.5546	9.8161	10.0781	10.3406	10.6031	10.8656	11.1281	11.3906	11.6531	11.9156	12.1781	12.4406	12.7031	12.9656	13.2281	13.4906			
93	8.1634	8.4256	8.6886	8.9526	9.2174	9.4830	9.7495	10.0170	10.2845	10.5520	10.8195	11.0870	11.3545	11.6220	11.8895	12.1570	12.4245	12.6920	12.9595	13.2270	13.4945	13.7620			
94	8.3281	8.5956	8.8639	9.1332	9.4034	9.6744	9.9462	10.2181	10.4900	10.7619	11.0338	11.3057	11.5776	11.8495	12.1214	12.3933	12.6652	12.9371	13.2090	13.4809	13.7528	14.0247			
95	8.6771	9.0409	9.3155	9.5911	9.8675	10.1445	10.4215	10.6985	10.9755	11.2525	11.5295	11.8065	12.0835	12.3605	12.6375	12.9145	13.1915	13.4685	13.7455	14.0225	14.2995	14.5765			
96	8.9403	9.2194	9.4995	9.7805	10.0620	10.3435	10.6250	10.9065	11.1880	11.4695	11.7510	12.0325	12.3140	12.5955	12.8770	13.1585	13.4400	13.7215	14.0030	14.2845	14.5660	14.8475			
97	9.1150	9.3996	9.6851	9.9716	10.2591	10.5466	10.8341	11.1216	11.4091	11.6966	11.9841	12.2716	12.5591	12.8466	13.1341	13.4216	13.7091	13.9966	14.2841	14.5716	14.8591	15.1466			
98	9.5814	9.8725	10.1635	10.4545	10.7455	11.0365	11.3275	11.6185	11.9095	12.2005	12.4915	12.7825	13.0735	13.3645	13.6555	13.9465	14.2375	14.5285	14.8195	15.1105	15.4015	15.6925			
99	9.7648	10.0611	10.3574	10.6537	10.9500	11.2463	11.5426	11.8389	12.1352	12.4315	12.7278	13.0241	13.3204	13.6167	13.9130	14.2093	14.5056	14.8019	15.0982	15.3945	15.6908	15.9871			
100	9.9498	10.2522	10.5546	10.8569	11.1593	11.4617	11.7641	12.0665	12.3689																



Anexo 02: Tabla de volumen Total (m<sup>3</sup>) por árbol de *Calyptophyllum spruceanum* " capirona "

	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
	Altura total (m)																						
53	2.1500	2.2415	2.3332	2.4252	2.5173	2.6097	2.7022	2.7950	2.8879	2.9810	3.0742	3.1683	3.2601										
54	2.2263	2.3210	2.4160	2.5112	2.6067	2.7023	2.7981	2.8942	2.9904	3.0868	3.1833	3.2801											
55	2.3038	2.4019	2.5002	2.5987	2.6974	2.7964	2.8956	2.9949	3.0943	3.1943	3.2942	3.3943	3.4946										
56	2.3826	2.4840	2.5856	2.6875	2.7896	2.8920	2.9945	3.0973	3.2003	3.3034	3.4068	3.5101	3.6141	3.7180									
57	2.4625	2.5674	2.6724	2.7777	2.8833	2.9891	3.0951	3.2013	3.3077	3.4143	3.5212	3.6282	3.7354	3.8428	3.9503								
58	2.5438	2.6520	2.7606	2.8693	2.9784	3.0876	3.1971	3.3069	3.4168	3.5269	3.6373	3.7478	3.8586	3.9695	4.0806	4.1919							
59	2.6262	2.7380	2.8500	2.9623	3.0749	3.1877	3.3007	3.4140	3.5275	3.6412	3.7551	3.8693	3.9836	4.0981	4.2128	4.3277	4.4428						
60	2.7098	2.8252	2.9408	3.0567	3.1728	3.2892	3.4059	3.5227	3.6399	3.7572	3.8747	3.9925	4.1105	4.2286	4.3470	4.4656	4.5843	4.7032					
61	2.7947	2.9136	3.0329	3.1524	3.2722	3.3922	3.5125	3.6331	3.7538	3.8748	3.9961	4.1175	4.2392	4.3611	4.4831	4.6054	4.7279	4.8505	4.9733				
62	2.8808	3.0034	3.1263	3.2495	3.3730	3.4967	3.6207	3.7450	3.8695	3.9942	4.1192	4.2443	4.3698	4.4954	4.6212	4.7472	4.8735	4.9999	5.1265	5.2511			
63	2.9680	3.0944	3.2210	3.3479	3.4752	3.6026	3.7304	3.8584	3.9867	4.1152	4.2440	4.3729	4.5021	4.6316	4.7612	4.8911	5.0211	5.1514	5.2818	5.4102	5.5433		
64	3.0565	3.1866	3.3170	3.4478	3.5788	3.7101	3.8416	3.9735	4.1056	4.2379	4.3705	4.5033	4.6364	4.7697	4.9032	5.0369	5.1708	5.3050	5.4393	5.5715	5.7086	5.8435	
65	3.1462	3.2811	3.4144	3.5489	3.6838	3.8189	3.9544	4.0901	4.2260	4.3623	4.4987	4.6355	4.7724	4.9096	5.0471	5.1847	5.3226	5.4606	5.5989	5.7350	5.8761	6.0149	
66	3.2371	3.3749	3.5130	3.6515	3.7902	3.9293	4.0686	4.2082	4.3483	4.4883	4.6287	4.7694	4.9103	5.0515	5.1929	5.3345	5.4763	5.6184	5.7607	5.9007	6.0458	6.1887	
67	3.3292	3.4709	3.6130	3.7553	3.8980	4.0411	4.1844	4.3280	4.4718	4.6160	4.7604	4.9051	5.0500	5.1952	5.3406	5.4863	5.6321	5.7782	5.9246	6.0686	6.2178	6.3648	
68	3.4225	3.5682	3.7142	3.8606	4.0073	4.1543	4.3016	4.4492	4.5971	4.7453	4.8938	5.0425	5.1915	5.3408	5.4903	5.6400	5.7900	5.9402	6.0906	6.2387	6.3921	6.5432	
69	3.5170	3.6667	3.8168	3.9672	4.1179	4.2690	4.4204	4.5721	4.7241	4.8763	5.0289	5.1818	5.3349	5.4882	5.6418	5.7957	5.9498	6.1042	6.2587	6.4109	6.5686	6.7238	
70	3.6655	3.8206	4.0751	4.2299	4.3851	4.5406	4.6965	4.8526	5.0090	5.1657	5.3227	5.4800	5.6375	5.7953	5.9534	6.1117	6.2702	6.4290	6.5883	6.7473	6.9067	7.0671	
71	3.8674	4.0257	4.1844	4.3434	4.5027	4.6624	4.8224	4.9827	5.1433	5.3042	5.4654	5.6269	5.7887	5.9507	6.1130	6.2756	6.4384	6.6014	6.7619	6.9282	7.0919	7.2594	
72	4.1321	4.2950	4.4582	4.6217	4.7856	4.9499	5.1144	5.2793	5.4445	5.6099	5.7757	5.9410	6.1063	6.2716	6.4380	6.6046	6.7715	6.9386	7.1059	7.2734	7.4411	7.6094	
73	4.2398	4.4069	4.5744	4.7422	4.9104	5.0789	5.2477	5.4169	5.5864	5.7561	5.9262	6.0966	6.2672	6.4382	6.6094	6.7808	6.9525	7.1215	7.2967	7.4691	7.6484	7.8281	
74	4.3488	4.5202	4.6920	4.8641	5.0366	5.2094	5.3826	5.5561	5.7300	5.9041	6.0786	6.2533	6.4283	6.6037	6.7793	6.9551	7.1312	7.3046	7.4843	7.6611	7.8454	8.0264	
75	4.6348	4.8109	4.9874	5.1643	5.3415	5.5191	5.6970	5.8753	6.0538	6.2327	6.4119	6.5913	6.7711	6.9512	7.1315	7.3121	7.4898	7.6740	7.8554	8.0419	8.2264	8.4184	
76	4.7508	4.9313	5.1122	5.2935	5.4752	5.6572	5.8395	6.0222	6.2053	6.3886	6.5723	6.7562	6.9405	7.1250	7.3099	7.4950	7.6772	7.8660	8.0507	8.2366	8.4231	8.6111	
77	5.0530	5.2384	5.4242	5.6103	5.7968	5.9837	6.1709	6.3584	6.5463	6.7345	6.9230	7.1118	7.3009	7.4903	7.6800	7.8666	8.0602	8.2507	8.4417	8.6339	8.8266	9.0207	
78	5.1761	5.3660	5.5563	5.7470	5.9381	6.1295	6.3213	6.5134	6.7058	6.8986	7.0917	7.2851	7.4788	7.6728	7.8671	8.0583	8.2566	8.4517	8.6481	8.8451	9.0435	9.2434	
79	5.3006	5.4951	5.6899	5.8852	6.0809	6.2769	6.4733	6.6700	6.8671	7.0645	7.2622	7.4603	7.6587	7.8573	8.0563	8.2521	8.4551	8.6549	8.8559	9.0594	9.2634	9.4687	
80	5.4265	5.6256	5.8250	6.0249	6.2252	6.4259	6.6270	6.8284	7.0301	7.2322	7.4347	7.6374	7.8405	8.0439	8.2476	8.4481	8.6559	8.8604	9.0659	9.2714	9.4784	9.6859	
81	5.7574	5.9616	6.1662	6.3712	6.5766	6.7823	6.9885	7.1949	7.4018	7.6090	7.8165	8.0243	8.2325	8.4410	8.6461	8.8588	9.0682	9.2781	9.4886	9.6999	9.9111	10.1234	
82	6.0907	6.2991	6.5078	6.7168	6.9261	7.1357	7.3456	7.5558	7.7663	7.9772	8.1884	8.3979	8.6104	8.8231	9.0361	9.2496	9.4636	9.6781	9.8931	10.1081	10.3234	10.5391	
83	6.2391	6.4533	6.6678	6.8827	7.0981	7.3138	7.5299	7.7464	7.9632	8.1804	8.3979	8.6157	8.8339	9.0486	9.2712	9.4903	9.7112	9.9334	10.1561	10.3794	10.6031	10.8274	
84	6.3801	6.5991	6.8184	7.0382	7.2584	7.4790	7.7000	7.9214	8.1431	8.3652	8.5876	8.8104	9.0335	9.2531	9.4807	9.7047	9.9214	10.1400	10.3591	10.5786	10.7986	11.0191	
85	6.7464	6.9706	7.1953	7.4205	7.6460	7.8719	8.0982	8.3249	8.5519	8.7793	9.0071	9.2351	9.4596	9.6923	9.9214	10.1461	10.3714	10.5971	10.8231	11.0494	11.2761	11.5034	
86	6.8952	7.1244	7.3541	7.5841	7.8146	8.0455	8.2768	8.5085	8.7406	8.9730	9.2057	9.4389	9.6723	9.9061	10.1400	10.3749	10.6100	10.8451	11.0802	11.3157	11.5514	11.7871	
87	7.0455	7.2797	7.5144	7.7495	7.9850	8.2209	8.4573	8.6940	8.9311	9.1686	9.4064	9.6446	9.8831	10.1222	10.3614	10.6007	10.8400	11.0794	11.3189	11.5584	11.7979	12.0374	
88	7.4366	7.6763	7.9165	8.1571	8.3981	8.6395	8.8814	9.1236	9.3662	9.6091	9.8525	10.0964	10.3400	10.5835	10.8270	11.0705	11.3140	11.5575	11.8010	12.0445	12.2880	12.5315	
89	7.5950	7.8398	8.0851	8.3309	8.5770	8.8236	9.0706	9.3179	9.5657	9.8138	10.0621	10.3100	10.5579	10.8058	11.0537	11.3016	11.5495	11.7974	12.0453	12.2932	12.5411	12.7890	
90	8.0050	8.2554	8.5063	8.7577	9.0094	9.2616	9.5142	9.7672	10.0201	10.2729	10.5258	10.7787	11.0316	11.2845	11.5374	11.7903	12.0432	12.2961	12.5490	12.8019	13.0548	13.3077	
91	8.4274	8.6835	8.9401	9.1971	9.4545	9.7123	9.9706	10.2289	10.4872	10.7455	11.0038	11.2621	11.5204	11.7787	12.0370	12.2953	12.5536	12.8119	13.0702	13.3285	13.5868	13.8451	
92	8.6009	8.8623	9.1242	9.3865	9.6492	9.9124	10.1756	10.4388	10.7020	10.9652	11.2284	11.4916	11.7548	12.0180	12.2812	12.5444	12.8076	13.0708	13.3340	13.5972	13.8604	14.1236	
93	8.7762	9.0429	9.3101	9.5777	9.8458	10.1144	10.3830	10.6516	10.9202	11.1888	11.4574	11.7260	11.9946	12.2632	12.5318	12.8004	13.0690	13.3376	13.6062	13.8748	14.1434	14.4120	
94	8.9530	9.2251	9.4977	9.7707	10.0444	10.3181	10.5918	10.8655	11.1392	11.4129	11.6866	11.9603	12.2340	12.5077	12.7814	13.0551	13.3288	13.6025	13.8762	14.1499	14.4236	14.6973	
95	9.4090	9.6870	9.9655	10.2445	10.5234	10.8023	11.0812	11.3601	11.6390	11.9179	12.1968	12.4757	12.7546	13.0335	13.3124	13.5913	13.8702	14.1491	14.4280	14.7069	14.9858	15.2647	
96	9.5946																						

Anexo 3: Tabla de Biomasa (tn) por árbol de *Calycophyllum spruceanum* " capirona"

	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
	Altura (m)																										
10	0,0998	0,0434	0,0469	0,0505	0,0541	0,0577	0,0613	0,0649																			
11	0,0476	0,0518	0,056	0,0603	0,0646	0,0689	0,0732	0,0775	0,0819																		
12	0,0559	0,0609	0,0659	0,0709	0,076	0,081	0,0861	0,0912	0,0963																		
13	0,065	0,0707	0,0765	0,0823	0,0882	0,0941	0,1	0,1059	0,1118	0,1177																	
14	0,0746	0,0812	0,0879	0,0945	0,1013	0,108	0,1148	0,1216	0,1284	0,1352																	
15	0,0848	0,0924	0,0999	0,1075	0,1152	0,1228	0,1305	0,1383	0,146	0,1538	0,1616																
16	0,0957	0,1042	0,1127	0,1213	0,1299	0,1386	0,1472	0,1559	0,1647	0,1734	0,1822	0,19139															
17	0,1071	0,1167	0,1262	0,1358	0,1455	0,1551	0,1649	0,1746	0,1844	0,1942	0,2041	0,2139															
18	0,1192	0,1298	0,1404	0,1511	0,1618	0,1726	0,1834	0,1943	0,2051	0,2161	0,2270	0,2380															
19	0,1318	0,1436	0,1553	0,1671	0,179	0,1909	0,2029	0,2149	0,2269	0,239	0,2511	0,2633	0,2754														
20	0,1451	0,158	0,1709	0,1839	0,197	0,2101	0,2232	0,2365	0,2497	0,263	0,2763	0,2897	0,3031														
21	0,1589	0,173	0,1872	0,2014	0,2157	0,2301	0,2445	0,259	0,2735	0,2881	0,3027	0,3173	0,332														
22	0,1733	0,1887	0,2042	0,2197	0,2353	0,251	0,2667	0,2825	0,2983	0,3142	0,3301	0,3461	0,3621	0,3781													
23	0,1883	0,205	0,2218	0,2387	0,2558	0,2727	0,2897	0,3069	0,3241	0,3413	0,3586	0,376	0,3934	0,4108													
24	0,2039	0,222	0,2402	0,2584	0,2768	0,2952	0,3137	0,3322	0,3509	0,3693	0,3883	0,4071	0,4259	0,4448	0,4637												
25	0,2200	0,2395	0,2592	0,2789	0,2987	0,3186	0,3385	0,3585	0,3786	0,3988	0,419	0,4393	0,4596	0,480	0,5004	0,5209											
26	0,2577	0,2788	0,3	0,3213	0,3427	0,3642	0,3857	0,4074	0,429	0,4508	0,4726	0,4945	0,5164	0,5384	0,5604	0,5825											
27	0,2765	0,2992	0,3219	0,3448	0,3677	0,3908	0,4139	0,4371	0,4603	0,4837	0,5071	0,5305	0,5541	0,5777	0,6013	0,625	0,6488										
28																											
29																											
30																											
31																											
32																											
33																											
34																											
35																											
36																											
37																											
38																											
39																											
40																											
41																											
42																											
43																											
44																											
45																											
46																											
47																											
48																											
49																											
50																											
51																											
52																											

Modelo No. 8: Ln V = -10,1743 + 1,86547 Ln D + 1,06293 Ln H

R<sup>2</sup> ajustado = 0,9852 Índice de Furnival = 0,333423

Anexo 3: Tabla Biomasa (tn) por árbol de *Calyptoblyllum spruceanum* "capirona"

DAP (cm)	Altura total (m)																					
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
53	1,9498	2,0328	2,1160	2,1984	2,2830	2,3667	2,4507	2,5348	2,6191	2,7035	2,7881											
54	2,0190	2,1049	2,1911	2,2774	2,3640	2,4507	2,5376	2,6247	2,7120	2,7994	2,8870	2,9748										
55	2,0893	2,1782	2,2674	2,3567	2,4463	2,5360	2,6260	2,7161	2,8064	2,8969	2,9876	3,0784	3,1693									
56	2,1607	2,2527	2,3449	2,4373	2,5299	2,6227	2,7158	2,8090	2,9024	2,9959	3,0897	3,1836	3,2777	3,3719								
57	2,2332	2,3283	2,4236	2,5191	2,6148	2,7108	2,8069	2,9033	2,9995	3,0965	3,1934	3,2905	3,3877	3,4851	3,5827							
58	2,3069	2,4051	2,5035	2,6022	2,7011	2,8002	2,8995	2,9990	3,0987	3,1986	3,2987	3,3990	3,4994	3,6000	3,7008	3,8018						
59	2,3816	2,4830	2,5846	2,6865	2,7886	2,8909	2,9934	3,0962	3,1991	3,3023	3,4056	3,5091	3,6128	3,7167	3,8207	3,9250	4,0293					
60	2,4575	2,5621	2,6669	2,7721	2,8774	2,9830	3,0888	3,1948	3,3010	3,4074	3,5141	3,6209	3,7279	3,8351	3,9424	4,0500	4,1577	4,2655				
61	2,5344	2,6423	2,7505	2,8589	2,9675	3,0764	3,1855	3,2948	3,4044	3,5141	3,6241	3,7343	3,8446	3,9552	4,0659	4,1768	4,2879	4,3991	4,5105			
62	2,6125	2,7237	2,8352	2,9469	3,0589	3,1711	3,2836	3,3963	3,5092	3,6224	3,7357	3,8493	3,9630	4,0770	4,1911	4,3054	4,4199	4,5346	4,6494	4,7645		
63	2,6916	2,8062	2,9211	3,0362	3,1516	3,2672	3,3831	3,4992	3,6156	3,7321	3,8489	3,9659	4,0831	4,2005	4,3181	4,4359	4,5538	4,6720	4,7903	4,9088	5,0275	
64	2,7719	2,8899	3,0082	3,1267	3,2455	3,3646	3,4840	3,6035	3,7234	3,8434	3,9637	4,0841	4,2046	4,3257	4,4468	4,5681	4,6896	4,8113	4,9331	5,0552	5,1774	5,2997
65	2,8532	2,9747	3,0964	3,2185	3,3408	3,4634	3,5862	3,7093	3,8326	3,9562	4,0800	4,2040	4,3282	4,4527	4,5772	4,7022	4,8272	4,9525	5,0779	5,2035	5,3293	5,4553
66	2,9356	3,0606	3,1859	3,3115	3,4373	3,5634	3,6898	3,8165	3,9433	4,0705	4,1979	4,3254	4,4533	4,5813	4,7096	4,8380	4,9665	5,0955	5,2246	5,3538	5,4833	5,6129
67	3,0192	3,1477	3,2765	3,4057	3,5351	3,6648	3,7948	3,9250	4,0555	4,1863	4,3173	4,4485	4,5800	4,7117	4,8436	4,9757	5,1080	5,2405	5,3732	5,5062	5,6393	5,7726
68	3,1038	3,2359	3,3683	3,5011	3,6342	3,7675	3,9011	4,0350	4,1692	4,3036	4,4383	4,5732	4,7083	4,8437	4,9793	5,1151	5,2511	5,3874	5,5238	5,6605	5,7973	5,9343
69	3,1895	3,3252	3,4613	3,5978	3,7345	3,8715	4,0088	4,1464	4,2843	4,4224	4,5608	4,6994	4,8383	4,9774	5,1167	5,2563	5,3961	5,5361	5,6763	5,8167	5,9573	6,0982
70	3,4157	3,5555	3,6956	3,8361	3,9768	4,1179	4,2592	4,4008	4,5427	4,6849	4,8273	4,9699	5,1128	5,2559	5,3993	5,5429	5,6867	5,8307	5,9750	6,1194	6,2641	6,4090
71	3,5073	3,6508	3,7947	3,9389	4,0835	4,2283	4,3734	4,5188	4,6645	4,8105	4,9567	5,1032	5,2499	5,3969	5,5441	5,6915	5,8392	5,9871	6,1352	6,2835	6,4320	6,5807
72	3,7473	3,8950	4,0431	4,1914	4,3401	4,4890	4,6383	4,7878	4,9376	5,0877	5,2381	5,3887	5,5395	5,6906	5,8420	5,9935	6,1453	6,2974	6,4496	6,6020	6,7545	6,9072
73	3,8450	3,9966	4,1485	4,3007	4,4532	4,6060	4,7592	4,9126	5,0663	5,2203	5,3746	5,5291	5,6839	5,8390	5,9943	6,1498	6,3055	6,4615	6,6177	6,7741	6,9306	7,0873
74	3,9439	4,0993	4,2551	4,4112	4,5677	4,7244	4,8815	5,0389	5,1966	5,3545	5,5128	5,6713	5,8300	5,9891	6,1483	6,3079	6,4676	6,6276	6,7878	6,9483	7,1089	7,2696
75	4,2032	4,3630	4,5231	4,6835	4,8442	4,9953	5,1567	5,3184	5,4803	5,6426	5,8051	5,9678	6,1307	6,2938	6,4571	6,6206	6,7843	6,9482	7,1123	7,2766	7,4411	7,6058
76	4,3084	4,4721	4,6362	4,8007	4,9654	5,1305	5,2959	5,4616	5,6274	5,7934	5,9596	6,1260	6,2926	6,4593	6,6262	6,7932	6,9603	7,1275	7,2948	7,4623	7,6299	7,7976
77	4,5825	4,7507	4,9192	5,0880	5,2572	5,4267	5,5965	5,7666	5,9369	6,1074	6,2781	6,4490	6,6201	6,7913	6,9626	7,1340	7,3055	7,4771	7,6488	7,8206	7,9925	8,1645
78	4,6942	4,8664	5,0390	5,2128	5,3865	5,5605	5,7348	5,9094	6,0842	6,2592	6,4344	6,6097	6,7852	6,9608	7,1365	7,3123	7,4882	7,6642	7,8403	8,0165	8,1928	8,3692
79	4,8071	4,9834	5,1602	5,3373	5,5148	5,6926	5,8707	6,0491	6,2279	6,4069	6,5863	6,7659	6,9457	7,1257	7,3058	7,4860	7,6663	7,8467	8,0272	8,2078	8,3885	8,5692
80	4,9212	5,1018	5,2827	5,4640	5,6457	5,8277	6,0101	6,1928	6,3758	6,5591	6,7427	6,9266	7,1108	7,2953	7,4801	7,6651	7,8502	8,0354	8,2206	8,4059	8,5913	8,7768
81	5,2214	5,4066	5,5921	5,7781	5,9643	6,1508	6,3376	6,5246	6,7118	6,9000	7,0890	7,2785	7,4685	7,6588	7,8493	8,0399	8,2306	8,4214	8,6123	8,8033	8,9943	9,1854
82	5,3423	5,5317	5,7216	5,9118	6,1024	6,2934	6,4847	6,6763	6,8683	7,0605	7,2531	7,4460	7,6392	7,8327	8,0264	8,2202	8,4141	8,6081	8,8021	8,9961	9,1901	9,3841
83	5,6582	5,8524	6,0470	6,2420	6,4373	6,6330	6,8290	7,0253	7,2220	7,4190	7,6163	7,8139	8,0118	8,2100	8,4085	8,6072	8,8059	9,0046	9,2033	9,4020	9,6007	9,7994
84	5,7861	5,9847	6,1837	6,3830	6,5827	6,7828	6,9833	7,1841	7,3852	7,5866	7,7884	7,9904	8,1928	8,3955	8,5984	8,8017	9,0050	9,2083	9,4116	9,6149	9,8182	10,0215
85	5,9152	6,1183	6,3215	6,5255	6,7297	6,9342	7,1392	7,3444	7,5500	7,7560	7,9622	8,1688	8,3757	8,5829	8,7902	8,9975	9,2048	9,4121	9,6194	9,8267	10,0340	10,2413
86	6,2592	6,4611	6,6629	6,8648	7,0668	7,2687	7,4706	7,6726	7,8746	8,0766	8,2786	8,4806	8,6826	8,8846	9,0866	9,2886	9,4906	9,6926	9,8946	10,0966	10,2986	10,5006
87	6,6175	6,8195	7,0215	7,2235	7,4255	7,6275	7,8295	8,0315	8,2335	8,4355	8,6375	8,8395	9,0415	9,2435	9,4455	9,6475	9,8495	10,0515	10,2535	10,4555	10,6575	10,8595
88	6,9758	7,1778	7,3798	7,5818	7,7838	7,9858	8,1878	8,3898	8,5918	8,7938	8,9958	9,1978	9,3998	9,6018	9,8038	10,0058	10,2078	10,4098	10,6118	10,8138	11,0158	11,2178
89	7,3341	7,5361	7,7381	7,9401	8,1421	8,3441	8,5461	8,7481	8,9501	9,1521	9,3541	9,5561	9,7581	9,9601	10,1621	10,3641	10,5661	10,7681	10,9701	11,1721	11,3741	11,5761
90	7,6924	7,8944	8,0964	8,2984	8,5004	8,7024	8,9044	9,1064	9,3084	9,5104	9,7124	9,9144	10,1164	10,3184	10,5204	10,7224	10,9244	11,1264	11,3284	11,5304	11,7324	11,9344
91	8,0507	8,2527	8,4547	8,6567	8,8587	9,0607	9,2627	9,4647	9,6667	9,8687	10,0707	10,2727	10,4747	10,6767	10,8787	11,0807	11,2827	11,4847	11,6867	11,8887	12,0907	12,2927
92	8,4090	8,6110	8,8130	9,0150	9,2170	9,4190	9,6210	9,8230	10,0250	10,2270	10,4290	10,6310	10,8330	11,0350	11,2370	11,4390	11,6410	11,8430	12,0450	12,2470	12,4490	12,6510
93	8,7673	8,9693	9,1713	9,3733	9,5753	9,7773	9,9793	10,1813	10,3833	10,5853	10,7873	10,9893	11,1913	11,3933	11,5953	11,7973	11,9993	12,2013	12,4033	12,6053	12,8073	13,0093
94	9,1256	9,3276	9,5296	9,7316	9,9336	10,1356	10,3376	10,5396	10,7416	10,9436	11,1456	11,3476	11,5496	11,7516	11,9536	12,1556	12,3576	12,5596	12,7616	12,9636	13,1656	13,3676
95	9,4839	9,6859	9,8879	10,0899	10,2919	10,4939	10,6959	10,8979	11,0999	11,3019	11,5039	11,7059	11,9079	12,1099	12,3119	12,5139	12,7159	12,9179	13,1199	13,3219	13,5239	13,7259
96	9,8422	10,0442	10,2462	10,4482	10,6502	10,8522	11,0542	11,2562	11,4582	11,6602	11,8622	12,0642	12,2662	12,4682	12,6702	12,8722	13,0742	13,2762	13,4782	13,6802	13,8822	14,0842
97	10,2005	10,4025	10,6045	10,8065	11,0085	11,2105	11,4125	11,6145	11,8165	12,0185	12,2205	12,4225	12,6245	12,8265	13,0285	13,2305	13,4325	13,6345	13,8365	14,0385	14,2405	14,4425
98	10,5588	10,7608	10,9628	11,1648	11,3668	11,5688	11,7708	11,9728	12,1748	12,3768	12,5788	12,7808	12,9828	13,1848	13,3868	13,5888	13,7908	13,9928	14,1948	14,3968	14,5988	14,8008
99	10,9171	11,1191	11,3211	11,5231	11,7251	11,9271	12,1291	12,3311	12,5331	12,7351	12,9371	13,1391	13,3411	13,5431	13,7451	13,9471	14,1491	14,3511	14,5531	14,7551	14,9571	15,1591
100	11,2754	11,4774	11,6794	11,8814	12,0834	12,2854	12,4874	12,6894	12,8914	13,0934	13,2954	13,4974	13,6994	13,9014	14,1034	14,3054	14,5074	14,7094	14,9114	15,1134	15,3154	15,5174



## **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO DE RELLENO SANITARIO EN LA COMUNIDAD DE MORALILLO, PROPUESTO PARA LA CIUDAD DE IQUITOS, LORETO-PERÚ**

**Melba Correa T.<sup>1</sup>, Bertha Montalván I.<sup>2</sup>, Roberto Pezo D.<sup>3</sup>, Lorgio Verdi O.<sup>3</sup>**

### **RESUMEN**

El presente estudio se realizó en la Comunidad de Moralillo, Distrito de San Juan Bautista de la ciudad de Iquitos, durante los meses de octubre 2005 a marzo 2006, para evaluar el impacto ambiental que ocasionaría la construcción de un Relleno Sanitario en la mencionada comunidad. Se realizó una descripción de la zona de estudio, en un área de 49,753.93 m<sup>2</sup>, referida a aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos y a las actividades del proyecto; ambas informaciones fueron procesadas en la matriz de Leopold, para determinar los impactos que ocasionaría el establecimiento de un relleno sanitario en Moralillo.

Los resultados demuestran que el área destinada no es la adecuada por razones biofísicas y legales, por no cumplir con algunos requisitos básicos para la implementación de este tipo de actividad. Además en caso se persista con la idea de implementar el mencionado relleno en la comunidad de Moralillo, se presenta una propuesta de Plan de Manejo Ambiental, donde se incluye algunas medidas de mitigación y compensación ambiental, para minimizar los daños al entorno y a la población.

**PALABRAS CLAVE:** Relleno sanitario, impacto ambiental, medio ambiente, Moralillo.

## **ENVIRONMENTAL IMPACT STUDY FOR THE LANDFILL PROJECT IN THE MORALILLO COMMUNITY, PROPOSED FOR IQUITOS CITY, LORETO - PERU**

### **ABSTRACT**

The study was carried on at Moralillo Community, San Juan District, Iquitos city, between October 2005 and March 2006, to evaluate the environmental impact of a landfill facility will occasionate on the Community. A description of the study area was made, a total of 49,753.93m<sup>2</sup>, referred to its physical- biological, socio- economical aspects and activities from the project, both of them were processed on the Leopold matrix, to determinate the impacts that may set with the construction of a landfill at Moralillo.

The results show that the area intended for the construction of the facility is not the appropriate one, due to biophysical and legal grounds, it does not full fill the basic requirements for the implementation of this kind of activity. Besides, in the case to persist with the implementation in the area, a proposal of an Environmental Management Plan is presented, with some mitigation and compensation measures to minimize the damage to the environment and the population.

**KEYWORDS:** Landfill, environmental impact, environment, Moralillo.

1 Coordinadora Educación Ambiental del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. rcorrea@iiap.org.pe

2 Docente Asociada, Facultad de Medicina Humana de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. marisol\_0107@hotmail.com

3 Docente Principal, Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el mundo, en los últimos años se ha venido registrando una creciente preocupación por el estado actual y futuro del medio ambiente, debido a los daños ocasionados por la contaminación producto de los residuos sólidos, aunque se ha hecho muy poco para solucionar este problema, planteándose como alternativa, la creación de los denominados rellenos sanitarios, que se constituye en una técnica para la disposición de residuos sólidos en el suelo sin causar perjuicio al medio ambiente y sin causar molestias o peligro para la salud y seguridad pública (Díaz 2001, Palacios *et al.* 2000, ASCE 2000, Odriozola 2004). En Iquitos la gestión de los residuos sólidos está a cargo de la Municipalidad Provincial de Maynas, que se limita a la recolección domiciliar no clasificada y su depósito en un botadero a cielo abierto ubicado en el km 1.5 de la carretera Iquitos-Nauta. El inadecuado tratamiento de los residuos sólidos está propiciando problemas ambientales y de salud, por la proliferación de organismos patógenos, malos olores, presencia de roedores y moscas (vectores de enfermedades), y el indiscriminado aumento de “gallinazos” *Coragyps atratus*, perjudicando seriamente el transporte aéreo en la ciudad, por la cercanía del botadero con el aeropuerto internacional de Iquitos. En este sentido, el presente estudio tiene por finalidad evaluar el impacto ambiental que ocasionaría la propuesta de relleno sanitario en la comunidad de Moralillo, sirviendo como herramienta en la toma de decisiones por parte de las autoridades pertinentes, a fin de poder establecer un equilibrio entre el desarrollo de la actividad humana y el medio ambiente, mejorando nuestro entorno y calidad de vida.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDIO

Ubicado a la altura del km 15.5 de la carretera Iquitos-Nauta, a 4.5 km con dirección sur este, por una carretera de penetración hacia la Comunidad de Moralillo, Distrito de San Juan, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto (coordenadas UTM 684774 E 9566069 N), con un área total de 49,753.93 m<sup>2</sup>.

### AMBIENTE FÍSICO

Se realizaron análisis físico-químicos y bacteriológicos de las aguas superficiales, estableciendo tres puntos de muestreo representativos. Así mismo, se tomaron muestras de suelo de la zona de estudio, que luego fueron analizadas en el laboratorio de la Universidad Agraria La Molina, para posteriormente describirlos de acuerdo a normas y criterios establecidos.

Ambiente Biológico. Se establecieron unidades de

muestreo de vegetación, ubicados de manera que representarían todos los tipos de vegetación presentes, entre ellas dos parcelas de 10 x 100 m, uno en una “purma” y otro en un bosque tipo “aguajal”; una parcela de 20 x 50 m en un bosque poco intervenido de tierra firme; y tres parcelas de 10 x 100 m en el área que corresponde al relleno sanitario propuesto. En cada unidad se colectaron muestras botánicas que fueron identificadas en el Herbarium Amazonense de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Así mismo, para evaluar la fauna, se establecieron cinco transectos de 200 m de longitud, donde se realizaron censos diurnos y nocturnos, empleando el método directo, que consistió en reconocer al animal de manera visual o auditiva; y el método indirecto, que consistió en reconocer indicios de animales.

### AMBIENTE SOCIAL Y ECONÓMICO

Se realizaron encuestas a los pobladores de Moralillo y Varillal, recogiendo información acerca de salud, unidad familiar, migración, aspectos culturales, demografía, infraestructura de servicios, actividades económicas, usos de suelo, y las perspectivas de la población respecto a la construcción del relleno sanitario.

Evaluación del impacto ambiental y Propuesta de Plan de Manejo. Para relacionar la causa y el efecto entre las actividades del relleno sanitario y los impactos en el ambiente se utilizó la matriz de Leopold *et al.* 1971, calificando la magnitud del impacto en una escala del 1 al 3, siendo 3 mayor impacto, así como el signo (+) si el efecto es positivo y un signo (-) si el efecto es negativo. Para complementar el estudio, y en caso se ejecutará la construcción del relleno sanitario en la comunidad de Moralillo, se propone un Plan de Manejo Ambiental, señalando procedimientos básicos a seguir, que procuran minimizar los impactos negativos de las actividades de construcción del relleno sanitario.

### EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL Y

### PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO

Para relacionar la causa y el efecto entre las actividades del relleno sanitario y los impactos en el ambiente se utilizó la matriz de Leopold *et al.* 1971, calificando la magnitud del impacto en una escala del 1 al 3, siendo 3 mayor impacto, así como el signo (+) si el efecto es positivo y un signo (-) si el efecto es negativo. Para complementar el estudio, y en caso se ejecutará la construcción del relleno sanitario en la comunidad de Moralillo, se propone un Plan de Manejo Ambiental, señalando procedimientos básicos a seguir, que procuran minimizar los impactos negativos de las actividades de construcción del relleno sanitario.

### 3. RESULTADOS

#### AMBIENTE FÍSICO

*Aguas Superficiales.* Existen “humedales” y aguajales, cuyas aguas toman el curso de las “quebradas” de la zona, que posteriormente desembocan en el río Itaya. Estos ambientes acuáticos son oligotróficos, de baja productividad, ligeramente alterados por actividades humanas, y que por su carácter somero son muy sensibles a los cambios ambientales. Los parámetros físico-químicos y bacteriológicos están dentro de los límites permisibles para este tipo de cuerpos de agua.

*Suelos.* Se presentan dos tipos de suelos: suelos de origen aluvial reciente, compuesto por arena, limo y arcilla, situados en los valles intercolinosos, adyacentes al “humedal” y a las “quebradas” involucradas en el área de estudio, que reciben continuamente sedimentos de ellos, con pendientes planas a ligeramente inclinadas (0-2%), mal drenadas y de baja fertilidad, aptos como tierras de protección con limitaciones de drenaje con un grado de inundabilidad ligero a moderado; y suelos aluviales antiguos, con pendientes que oscilan entre 25-40 %, con drenaje interno bueno y una rápida escorrentía superficial, la textura es moderadamente gruesa a moderadamente fina, con una fertilidad natural baja, con aptitud potencial para forestales por la pendiente empinada y con limitaciones debido a la fertilidad baja y susceptibilidad a la erosión hídrica.

#### AMBIENTE BIOLÓGICO

*Vegetación.* El área de estudio presenta: bosques tipo terraza, un bosque tipo aguajal mixto, bosques secundarios tipo “purmas” y “chacras”, y un bosque secundario completamente abierto ubicado en el área designada para construir el relleno sanitario. Se pueden apreciar especies útiles entre maderables, para construcción, comestibles, medicinales, forrajeras y ornamentales. Los bosques secundarios tipo “purmas” y “chacras” son predominantes en la zona, y se encuentran diseminados por toda el área de influencia que corresponde al relleno sanitario.

*Fauna.* La zona de estudio, por ser intervenida, no presenta abundancia y diversidad de especies animales, observándose solamente aves y mamíferos menores, indicadores de hábitats intervenidos, siendo las especies de aves más abundantes *Brotogeris versicolorus*, *Aratinga weddelli*, *Crotophaga ani*, *Crotophaga major*, *Thraupis episcopus*, *Thraupis palmarum* y *Ramphocellus carbo*, y entre los mamíferos, solo fue posible visualizar la especie *Saguinus fuscicollis* (Primate), puesto que la presencia de otras especies de mamíferos se registraron solo por indicios (huellas, despojos, entrevistas a moradores).

#### AMBIENTE SOCIAL

*Población.* La población del área de influencia se estima en 3,189 habitantes, de los cuales, 407 personas (55,9% varones y 44,1% mujeres) pertenecen a la comunidad de Moralillo, y 2,782 (54,1% varones y 45% mujeres) a Varillal, observándose un crecimiento poblacional muy acelerado según referencias de años anteriores, existiendo mucha migración de los más jóvenes a la ciudad de Iquitos por motivos de estudio y trabajo.

*Salud.* La frecuencia de enfermedades es baja, siendo los únicos problemas los casos de malaria y enfermedades diarreicas y respiratorias, las que son atendidas en la posta médica.

*Vivienda.* Son de tipo urbano y rural, y la combinación de ambos tipos. La mayoría cuenta con los ambientes básicos necesarios y la mitad no presentan título de propiedad.

*Comunicación.* Varillal cuenta con servicios de transporte que los conecta con las ciudades de Nauta e Iquitos, así como radio y telefonía, lo contrario sucede en Moralillo, que solo dispone de transporte restringido y donde los servicios de radio y telefonía no existen.

*Organización.* Ambas comunidades cuentan con autoridades elegidas en asambleas comunales como el Teniente Gobernador y el Agente Municipal. No disponen con destacamento de la Policía Nacional, pero sí tienen apoyo de la policía de carreteras.

*Percepción de la población sobre la construcción del relleno.* La mayoría de los pobladores de Varillal (76,79%) y Moralillo (84%) muestran conformidad con la construcción del relleno sanitario, pues perciben que se crearán fuentes de trabajo que los beneficiará, sin embargo, también consideran que se pueden generar problemas ambientales.

#### AMBIENTE ECONÓMICO

La economía local se sustenta en tres actividades principales: la actividad económica productiva; orientada principalmente al cultivo de especies de “pan llevar” y “caña de azúcar”, la actividad pecuaria y cultivo de peces; la actividad económica de transformación, dirigida a la elaboración de aguardiente de manera artesanal; y la actividad económica de servicios, basada en guardianías en chacras y piscigranjas y como trabajadores en la elaboración de aguardiente; además, un grupo importante de pobladores realiza actividades comerciales, a través del expendio de productos de primera necesidad. A pesar de esto, en ambas comunidades existe un significativo porcentaje de desempleo.

Impactos Ambientales del Relleno Sanitario y Plan

de Manejo

Según la matriz de Leopold se identificaron los siguientes posibles impactos:

### **AMBIENTE FÍSICO**

*Suelo y Aguas Superficiales.* En la fase de construcción, el suelo sufrirá mayor impacto a causa de la deforestación para “despejar” el terreno donde se construirá el relleno sanitario. El impacto sería adverso, mitigable, local, permanente, significativo, irreversible en los caminos de acceso y reversible en el área del relleno sanitario. En la fase de funcionamiento, el suelo y las aguas superficiales podrían sufrir un impacto de tipo adverso, mitigable, local, permanente e irreversible, a causa de los lixiviados. En la fase de abandono, el suelo se vería beneficiado significativamente por su fertilización a causa de la descomposición de la materia orgánica, y las aguas superficiales dejarían de recibir descargas de los lixiviados, recuperándose para poder ser útiles. Como medidas de mitigación, los suelos deberían ser impermeabilizados con material adecuado y duradero, y se sembrarían cortinas vegetales alrededor del relleno. Como medidas compensatorias, se debería mejorar la calidad del puesto de salud de la Comunidad de Moralillo.

### **AMBIENTE BIOLÓGICO**

*Vegetación y Fauna.* En la fase de construcción, la vegetación y la fauna sufrirían un impacto de tipo medio-alto, adverso, no mitigable, local, permanente, no significativo e irreversible a causa de la deforestación, desplazando a la escasa fauna del lugar por eliminación de sus hábitats. Así mismo, el paisaje sufriría un impacto de tipo adverso, bajo, no mitigable, local, permanente, no significativo e irreversible, por alteración de la belleza escénica de la zona. Además, la emisión de ruidos, se considera impacto de tipo bajo a medio, adverso, mitigable, local, temporal, no significativo y reversible. En la fase de funcionamiento, los lixiviados producirían mayor impacto, de tipo adverso, mitigable, local, permanente e irreversible, pues podrían llegar a los cuerpos de agua y diseminarse por los aguajales de la zona y la vegetación adyacente. Además, los ruidos producirían un impacto adverso en la fauna del lugar, obligando a los animales a desplazarse a lugares más alejados, este impacto es de tipo mitigable, local, permanente e irreversible. En la fase de abandono, la vegetación y la fauna se verían beneficiados significativamente por la recuperación de los bosques por regeneración y reforestación. Como medidas de mitigación, el tratamiento de la basura se debería realizar con equipos modernos minimizando los riesgos de contaminación. Como medidas compensatorias, se podría mejorar la infraestructura educativa y

desarrollar campañas de educación ambiental que sensibilicen y capaciten a los pobladores locales en el adecuado manejo de los desechos.

### **AMBIENTE SOCIO- ECONÓMICO**

En la fase de construcción se podría presentar en la población un impacto de tipo medio-alto, beneficioso, local, temporal y significativo, por los ingresos económicos producto del empleo en las labores de construcción. En la fase de funcionamiento, las fuentes de empleo creadas en forma directa e indirecta, también podrían representar un impacto beneficioso de tipo medio-alto, local, temporal y significativo. Así mismo, las vías de acceso construidas hacia la comunidad de Moralillo, beneficiarían a todas aquellas personas que tengan que sacar sus productos agrícolas hacia la ciudad. Por otro lado, y debido a la proliferación de fauna nociva (moscas, ratas, gallinazos, etc.), se puede presentar cierto cambio desfavorable en el estilo de vida de los pobladores. En la fase de abandono, la población se vería altamente beneficiada por el empleo en las actividades de reforestación y retiro de las instalaciones del relleno sanitario. Las medidas de mitigación refieren un control de plagas adecuado; así mismo, los puestos de trabajo creados en forma directa e indirecta deberán ser desarrollados por los pobladores locales. Como medidas compensatorias, sería conveniente implementar con los servicios básicos a las comunidades implicadas, brindándoles servicio de alumbrado eléctrico, agua potable y servicio de comunicaciones.

## **4. DISCUSIÓN**

El área destinada para la construcción del relleno sanitario en la Comunidad de Moralillo, no es la más adecuada, resultados que se presentan opuesto a lo afirmado por la Municipalidad Provincial de Maynas (2005), debido a que no cuenta con algunas características tanto físicas, biológicas y socioeconómicas básicas para su desarrollo en esta área, contraviniendo a los criterios que se encuentran en el Art. 67° Criterios para la selección de áreas de infraestructuras de residuos sólidos, Reglamento de la Ley 27314, Ley General de Residuos Sólidos, Título V, Capítulo I (2004), por lo que su construcción podría resultar perjudicial al medio ambiente y como consecuencia a los pobladores de la zona, puesto que como lo señalan el Banco Interamericano de Desarrollo (1997) y Roel & Sánchez (2004), la mala ubicación de un relleno sanitario podría generar contaminación ambiental e impactos a la estética, a la salud pública y ocupacional, alterando el medio ambiente natural en forma negativa y causando impactos adversos en la población circundante, puesto

que el desarrollo de este tipo de proyectos toma en cuenta algunas recomendaciones acerca de su ubicación e implementación para que los impactos que genere puedan ser mitigados (Consejo Consultivo De La Comisión Regional Del Medio Ambiente, Región De La Araucaria 2003), toda vez que implica acciones impactantes como eliminación de cubierta vegetal y movimiento de tierras que producen ruidos molestos y alteran la hidrología (Roel & Sánchez 2004); así mismo, su funcionamiento produce impactos en la atmósfera, al suelo y cuerpos de agua tanto superficiales como subterráneas, entre otros impactos (Mujica & Mesa 1997).

En el ambiente físico, el área estudiada presenta cuerpos de agua superficiales, característica que no lo hace apropiado para implementar un relleno sanitario, pues se recomienda que éstos deben realizarse en lugares alejados de cuerpos de agua (IIAP 2005, United Nations Environment Programme Division Of Technology, Industry And Economics 2004), tal como lo señala Elgueta (2005), serían muy susceptibles de ser contaminadas, comprometiendo otros sistemas ecológicos, como los bosques adyacentes e interiores hacia el río Itaya. Por otro lado, el suelo se vería afectado en la fase de construcción por la deforestación realizada para “despejar” el terreno, aumentando, como también lo indica García *et al.* (2004) los riesgos de erosión del suelo. Además, un relleno sanitario debe ubicarse en terrenos con pendientes que no superen el 20% (IIAP 2005), ya que sumado a las precipitaciones muy continuas, puede contribuir a la diseminación de los lixiviados; de igual manera, los suelos deben presentar un alto índice de impermeabilidad (Elgueta 2005), lo que no ocurren con la ubicación del actual proyecto de relleno sanitario en Moralillo, corriendo el riesgo de que los lixiviados generados contaminen los acuíferos y cuerpos de agua superficiales (Damonte 2004) y por consiguiente, a las personas que consumen estas aguas, tal como lo señala Odriozola (2004), los lixiviados contienen altos niveles de metales tóxicos y compuestos orgánicos capaces de producir cáncer. En la fase de abandono, y siempre que se haya realizado un adecuado trabajo de reciclaje de los desechos, el suelo podría ser beneficiado por su fertilización, aumentando su calidad (García *et al.* 2004, Ingeniería Ambiental & Medio Ambiente 2000), de lo contrario, estos suelos perderán su valor.

En cuanto al ambiente biológico, la zona de Moralillo, presenta principalmente bosques secundarios, con algunos sectores de bosque poco intervenido, por lo que en la fase de construcción, la vegetación y la fauna sufrirían un impacto adverso por la deforestación (García *et al.* 2004), pues se eliminarían los hábitats de la fauna que todavía queda

en el lugar, alterando además el paisaje, que sumado a la contaminación sonora (Roel & Sánchez 2004), ocasionarían el desplazamiento de los animales hacia lugares más alejados. En la fase de funcionamiento, los lixiviados podrían producir mayor impacto, pudiendo contaminar la vegetación del lugar por su diseminación por los cuerpos de agua (Damonte 2004), afectando a los animales que utilizan estos bosques como refugio, en esta fase, también la fauna se vería afectada por las emisiones de ruidos molestos que las alejarían de la zona (Roel & Sánchez 2004). En la fase de abandono, la vegetación y la fauna serían beneficiados por actividades de reforestación García *et al.* (2004), que sumado a la regeneración natural, recuperaría los bosques impidiendo además la erosión de los suelos.

La economía local se sustenta en actividades que solo captan a la mitad de la población, por lo que existe mucho desempleo, y que sumado al acelerado crecimiento demográfico (Wahl *et al.* 2003), propicia la migración hacia la ciudad en busca de trabajo. En este sentido, los pobladores muestran conformidad con la construcción del relleno sanitario por la creación de empleos que los beneficiará, aunque consideran, que se pueden generar problemas ambientales, principalmente por la pérdida del valor de las tierras agrícolas (García *et al.* 2004), puesto que los terrenos podrían perder su potencial en actividades productivas (Damonte 2004). Así mismo, el centro poblado se encuentra muy cercano al lugar donde se plantea establecer el relleno sanitario, a pesar de que se recomienda que este tipo de proyectos deben realizarse alejados de centros poblados a distancias no menor de 5 km (IIAP 2005, Allende 2001, United Nations Environment Programme Division Of Technology, Industry And Economics 2004), situación que en la fase de funcionamiento, podría ocasionar problemas de salud graves en la población, pues existen riesgos asociados a la salud mental debido al deterioro anímico (Ingeniería Ambiental & Medio Ambiente 2000), riesgos de contraer algún tipo de cáncer, así como disminución de peso y talla en los infantes (Odriozola 2004), toda vez y como lo señalan Hollie & McRae (1997), muchos residuos contienen elementos tóxicos, que serían liberados en los gases, polvos, acompañado de malos olores y humos (Mujica & Mesa 1997, Damonte 2004), que serían dispersados por los vientos a los centros poblados. La descomposición de la materia orgánica generaría microorganismos patógenos que podrían producir enfermedades transmitidas por vectores (Roel & Sánchez 2004), como ratas, cucarachas, moscas, mosquitos, que además ocasionaría un cambio de vida en la población al proliferar este tipo de fauna nociva (Mujica & Mesa 1997), sin dejar de mencionar la

proliferación de los “gallinazos” *Coragyps atratus* que causan serios problemas en el transporte aéreo a la ciudad de Iquitos.

En caso se establezca el relleno sanitario en Moralillo, se deberá elaborar un adecuado diseño del relleno y usar equipos modernos que permitan minimizar los impactos, como adquirir geomembranas que impermeabilicen el relleno, mitigando la percolación del lixiviado hasta las aguas subterráneas, la incorporación de sistemas de captación de lixiviados, la habilitación de ductos para la evacuación de los gases de vertedero (Roel & Sánchez (2004), así como la implementación de cortinas vegetales que protejan a los pobladores cercanos de los olores, polvo y emanación de gases tóxicos (Mujica & Mesa 1997, García *et al.* 2004). Para complementar el tratamiento de la basura, autores como Mujica & Mesa (1997), United Nations Environment Programme Division Of Technology, Industry And Economics (2004), refieren que la selección y el reciclaje de los desperdicios orgánicos e inorgánicos ayudaría en gran parte a solucionar los problemas de contaminación por los desechos,

mediante programas que promuevan esta actividad (Roel & Sánchez 2004), puesto que como lo señala CEAMSE (2004), en los rellenos sanitarios no se debería admitir residuos riesgosos, capaces de producir daños graves a la salud.

## 5. CONCLUSIONES

La zona de Moralillo NO ES APTA para la construcción de un relleno sanitario, por presentar una topografía muy accidentada propensa a las inundaciones por escorrentía, cuerpos de agua superficiales muy cercanos sujetos a contaminación, suelo permeable que tienden a lixiviar o percolar líquidos contaminantes hacia las napas freáticas, y centros poblados muy cercanos que pueden ser perjudicados en su salud, contraviniendo a los criterios que se encuentran implícitos en el Art. 67° Criterios para la selección de áreas de infraestructuras de residuos sólidos, Reglamento de la Ley 27314, Ley General de Residuos Sólidos, Título V, Capítulo I (2004).

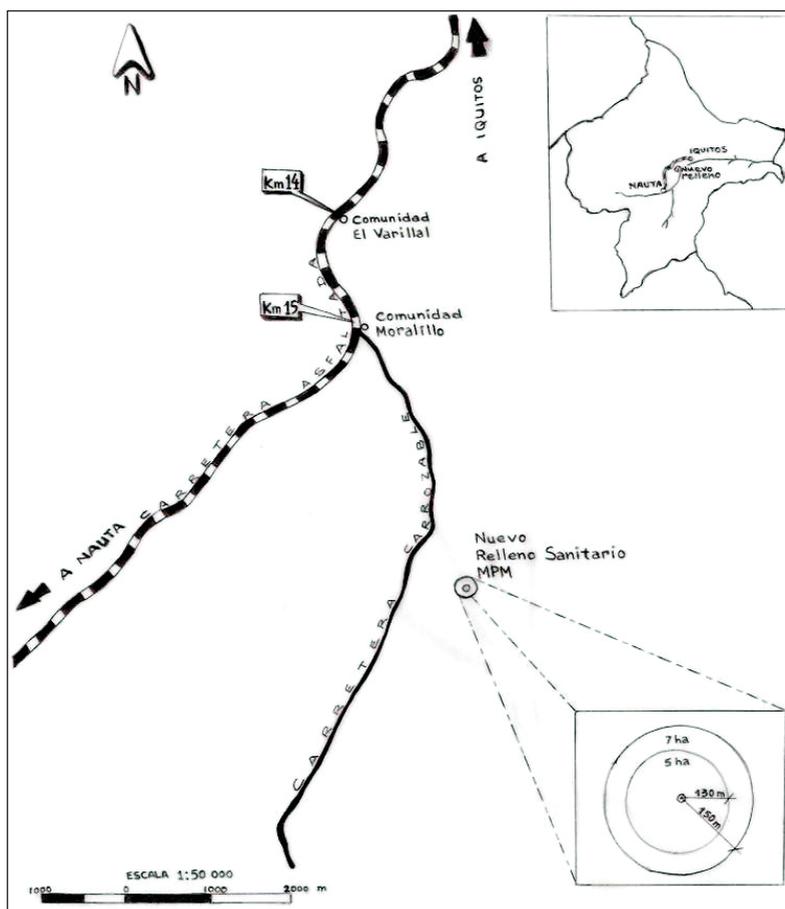


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.

Los pobladores de las comunidades involucradas, están de acuerdo con la construcción del relleno sanitario en Moralillo, porque consideran que se crearán fuentes de empleo que los beneficiará, pero también consideran que se podría generar problemas ambientales.

Los beneficios económicos que originaría el funcionamiento del relleno en Moralillo, no compensarían los daños al medio ambiente y a la salud de los pobladores locales.

En caso de establecerse el relleno sanitario en Moralillo, el diseño del relleno deberá ser el más adecuado con equipos modernos, complementándose con tareas de selección y reciclaje de los desperdicios mediante programas que promuevan esta actividad.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLENDE, T. 2001. Evaluación Geológico-Ambiental en la Determinación de la Factibilidad de un Área Para Relleno Sanitario. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica. Vol.4 no.7 Lima.
- AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS-ASCE. 2000. Sistema de relleno sanitario en el Área Metropolitana de Buenos Aires. Argentina. 11 pp.
- BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. 1997. Guía para Evaluación de Impacto Ambiental para Proyectos de Residuos Sólidos Municipales.
- CONSEJO CONSULTIVO DE LA COMISIÓN REGIONAL DEL MEDIO AMBIENTE, REGIÓN DE LA ARAUCARIA. 2003. Propuesta para un mejoramiento en el manejo de residuos sólidos urbanos en la región de la Araucanía. Temuco. 12 pp.
- COORDINACIÓN ECOLÓGICA ÁREA METROPOLITANA SOCIEDAD DEL ESTADO. CEAMSE. 2004. Rellenos Sanitarios. Argentina. 11 pp.
- DAMONTE, G. 2004. Proyecto Integral de Valorización y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos. Proyecto "A pesar de todo". Argentina. 5 pp.
- DIAZ, D. 2001. Basura: Destino incierto en Venezuela. Los Rellenos Sanitarios.
- ELGUETA, A. 2005. Construcción de Rellenos Sanitarios Intercomunales. La Araucanía. GARCÍA, I.; M. BLANDÓN; W. VÁSQUEZ & G. RODRÍGUEZ. 2004. Evaluación de Impacto Ambiental del Relleno Sanitario de la Ciudad de Condega. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. 65 pp.
- HOLLIE N. & G. MCRAE. 1997. 11 Recomendaciones para mejorar el manejo de los Residuos Hospitalarios. 2ª edición. CGH Environmental Strategies. USA. 11 pp.
- IIAP. 2005. Recomendaciones para el establecimiento del relleno sanitario para Iquitos
- INGENIERÍA AMBIENTAL & MEDIO AMBIENTE. 2000. Residuos Sólidos. <http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/residuos.html>. 36 pp.
- LEOPOLD, L.; F. CLARKE; B. HANSHAW & J. BALSLEY. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. Geological Survey. Circ. 645, G.O.P., Washington DC.
- MUJICA, P. & G. MESA. 1997. Impacto Ambiental del Tratamiento de Residuos Sólidos en Mocoretá. <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EEEyAAEZFzqmCCYNJ>.
- ODRIOZOLA, V. 2004. Plan de Basura Cero para Buenos Aires. Green peace. Argentina.
- PALACIOS, F.; E. GARCÍA; O. GARCÍA; V. FRAGUELA; A. RUÍZ; M. SARDUY & F. POTRILLÉ. 2000. Manejo De Residuos Sólidos Urbanos En La Zona Litoral De La Bahía De La Habana. XIX Forum de Ciencia y Técnica del MITRANS. Cuba. 7 pp.
- ROEL M. & C. SÁNCHEZ. 2004. Villa Pehuenia, Proyecto de relleno sanitario. Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería de la Universidad Católica Argentina. 23 pp.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME DIVISION OF TECHNOLOGY, INDUSTRY AND ECONOMICS. 2004. Waste Management Planning An Environmentally Sound Approach for Sustainable Urban Waste Management - An Introductory Guide for Decision-makers. United Nations Publication. First edition. Integrative Management Series No.6. 39 pp.
- WAHL L.; L. LIMACHI & J. BARLETTI. 2003. Del discurso oficial al caserío rural: el desarrollo regional y la carretera Iquitos-Nauta. P.155. En Amazonía Procesos Demográficos y Ambientales.



## VARIABILIDAD GENÉTICA DE *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766) Y *Pseudoplatystoma tigrinum* (Valenciennes, 1840), EN LA AMAZONÍA PERUANA

Javier Rodríguez-Bravo<sup>1</sup>, Adriana Iglesias-Vásquez<sup>1</sup>, Jean-François Renno<sup>2</sup>, Fernando Alcántara<sup>3</sup> y Carmen García-Dávila<sup>3</sup>

### RESUMEN

La variabilidad genética de *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. tigrinum* fue estimada en tres localidades de la Amazonía peruana mediante las técnicas “Exon - Primed Intron - Croosing” (EPIC) y “Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP). Un total de 102 especímenes fueron analizados con tres sistemas intrónicos (Ck, RPEX y PmOPSI). El intron PmOPSI es diagnóstico para diferenciar ambas especies. Los tres intrones fueron digeridos con enzimas de restricción para analizar la variabilidad de secuencia observando el polimorfismo de longitud de los fragmentos de restricción (RFLP). Los resultados del Análisis Factorial de Correspondencia (AFC), índice de fijación ( $F_{st} = 0.43$ ) y distancia genética ( $D = 0.76$ ) entre ambas especies corroboraron la identidad genética de las mismas, sin híbridos naturales observado entre ellas. A nivel intraespecífico, los resultados encontrados por AFC,  $F_{st}$  y  $D$  mostraron en *P. fasciatum* como en *P. tigrinum* que la variabilidad genética observada no está relacionada con la ubicación geográfica de las poblaciones. Los resultados podrían ser explicados por el carácter migratorio y la distribución de estas especies en la cuenca Amazónica.

**PALABRAS CLAVE:** Variabilidad genética, *Pseudoplatystoma*, EPIC-RFLP, Amazonía peruana.

## GENETIC VARIABILITY OF *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766) AND *Pseudoplatystoma tigrinum* (Valenciennes, 1840), IN THE PERUVIAN AMAZON

### ABSTRACT

The genetic variability of *Pseudoplatystoma fasciatum* and *P. tigrinum* was estimated in three localities of the Peruvian Amazon through the techniques “Exon - Primed Intron - Croosing” (EPIC) and “Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP). A total of 102 specimens were analyzed with three intronic systems (Ck, RPEX and PmOPSI). PmOPSI intron was diagnostic in order to distinguish both species. The three introns were digested with restricted enzymes to analyze the sequence variability observing the restriction fragment length polymorphism (RFLP). The results of the Factorial Correspondence Analysis (FCA), index fixation ( $F_{st} = 0.43$ ) and genetic distance ( $D = 0.76$ ) between both species corroborated the genetic identity of them without observed natural hybrids between them. The results found at intraspecific by CFA,  $F_{st}$  and  $D$  showed in *P. fasciatum* as well as in *P. tigrinum* that the observed genetic variability is not in relationship with geographic location of the populations. The results would be explained with the migratory behaviour and the distribution of these species in the Amazon basin.

**KEYWORDS:** Genetic variability, *Pseudoplatystoma*, EPIC-RFLP, Peruvian amazon.

1 Estudiantes de Maestría del Convenio IIAP-IRD. Iquitos, Perú. jarbgen1@yahoo.es gemaiglesias11@yahoo.com

2 Institut de Recherche pour le Développement. Montpellier, France.

3 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Apartado 784. Iquitos, Perú.

## 1. INTRODUCCIÓN

La Ictiofauna amazónica es una de las más ricas del planeta; albergando entre 2.500 - 3.000 especies (Goulding *et al.*, 1997). Su gran diversidad, ha hecho difícil para muchos taxónomos la identificación de especies. Hasta hace poco, en la familia Pimelodidae, tres especies, eran clasificadas dentro del género *Pseudoplatystoma*: *P. fasciatum* (cuencas de los ríos del escudo de las Guayanas, Magdalena, Orinoco, Amazonas y Paraná), *P. tigrinum* (cuencas del Orinoco y Amazonas) y *P. corruscans* (cuencas del San Francisco y Paraná). Los resultados de una reciente revisión taxonómica basada en análisis de caracteres morfológicos fue realizada por Buitrago-Suárez & Burr (2007), quienes indican que el género *Pseudoplatystoma* esta conformado por ocho especies agrupadas en un grupo monofilético dividido en dos clados. El primero conformado por *P. tigrinum* y *P. metaense* estaría restringido a las cuencas del Amazonas y Orinoco respectivamente; y el segundo grupo comprendido por seis especies *P. fasciatum* (cuencas del escudo de las Guayanas), *P. magdaleniatum* (cuenca del Magdalena), *P. orinocoense* (cuenca del Orinoco), *P. punctifer* (cuenca del Amazonas), *P. reticulatum* (cuenca del Paraná y Amazonas) y *P. corruscans* (cuenca del San Francisco y Paraná). En base a esta revisión *P. fasciatum* sería considerado como *P. punctifer* (Castelnau, 1855) y se encontraría en simpatria con *P. tigrinum*, (Valenciennes, 1840) en la Amazonía peruana. Sin embargo, Torrico, *et al.* (en prensa) demostró en base a datos moleculares que no existiría diferenciación genética entre *P. fasciatum* y *P. punctifer* rechazando el status taxonómico de *P. punctifer* como especie. Considerados dentro del grupo de “grandes bagres”, *P. fasciatum* y *P. tigrinum* son especies que se caracterizan por su gran tamaño, valor alimenticio y comercial en la pesca fluvial de la Amazonía peruana, colombiana, boliviana y brasilera (Lauzanne & Loubens 1985; Barthem & Goulding, 1997; Agudelo *et al.*, 2000; Moncada & Ríos, 2002). En el Perú las estas dos especies presentan individuos con padrones de coloración intermediarios, que deja suponer la existencia de híbridos naturales entre ellas.

Datos de desembarque pesquero indican, que en los años 2005 y 2006 *P. fasciatum* ocupó el primer y segundo lugar en los volúmenes de desembarque total dentro de los grandes bagres en la región Loreto (258.81 T en el 2005 y 222.41 T en el 2006), mientras que *P. tigrinum* ocupó el sexto y tercer lugar con 56.28 T en el 2005 y 90.48 T en el 2006 (García *et al.*, 2008, en prensa). Asimismo, los datos de captura reportados por Montreuil (2000) muestran que éstas especies vienen siendo extraídas con tallas inferiores a la talla de primera maduración sexual, es decir antes de realizar la primera desova. La sobrepesca y la

pesquería en tallas prohibidas estarían causando la disminución de las poblaciones naturales, con la consecuente erosión genética (Barthem *et al.*, 1995; en Cañas, 1998).

El conocimiento sobre la genética de poblaciones de peces en los principales sistemas fluviales de Sur América, es aún incipiente y las deficiencias en la información disponible limitan el análisis histórico y actual sobre la biogeografía de las especies (Sivasundar *et al.*, 2001), o la diferenciación de stocks con fines de manejo (Gallo & Díaz-Sarmiento, 2003). En el caso de *P. fasciatum* y *P. tigrinum*, varios marcadores moleculares, vienen siendo utilizados para la visualización de la variabilidad genética a nivel interespecífico, inter e intrapoblacional: (Coronel, 2001; Rivera, 2003; Torrico, 2004; Barreta, 2005).

La identificación genética a nivel específico de los peces es un pre-requisito necesario para el manejo de su pesca, su piscicultura y su bioconservación (Moritz, 1995; da Silva & Patton, 1998). Los factores de mayor contribución en la hibridación de especies de peces son: los disturbios antropogénicos relacionados a actividades de acuicultura, la introducción de especies y la pérdida o alteración de hábitats (Scribner *et al.*, 2001). El presente trabajo tuvo como objetivo estimar la variabilidad genética de *P. fasciatum* y *P. tigrinum* en la Amazonía peruana, a través de la combinación de las técnicas moleculares EPIC-RFLP; evaluando preliminarmente los límites genéticos entre estas especies y poblaciones morfológicas, con la posible existencia de híbridos interespecíficos. Asimismo, estudiando la filogeografía del género *Pseudoplatystoma* en el Perú que sirva de base para futuras investigaciones en relación con planes de manejo y conservación.

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

### MUESTREO

Se colectó durante el primer semestre del 2006 un total de 102 especímenes (17 individuos de *P. fasciatum* y 17 individuos de *P. tigrinum* por localidad), en las localidades de Iquitos, Pucallpa y Puerto Maldonado en la Amazonía peruana (Figura 1). De cada pez se colectó aproximadamente un cm<sup>3</sup> de tejido muscular, el cual fue conservado en etanol al 96%, hasta el momento de la extracción.

### ANÁLISIS DE LABORATORIO

La extracción de ADN se realizó de acuerdo al método CTAB de Doyle & Doyle (1987) a partir de 100mg de tejido muscular conservado en etanol al 96%. La verificación del ADN se realizó utilizando agarosa 0.8%, teñidos con bromuro de etidio y visualizados en un transluminador de luz UV.



**Figura 1.** Localización geográfica de los sitios de muestreo de doncella *P. fasciatum* y tigre zúngaro *P. tigrinum* en la Amazonía peruana.

En el presente estudio hemos utilizado una combinación de la técnica Exon - Primed Intron - Crossing (EPIC), consistiendo en la amplificación de regiones intrónicas de genes nucleares utilizando dos cebadores ubicados sobre los exones adyacentes (Palumbi, 1995; Biene *et al.*, 2000; Hassan *et al.*, 2002; Carvajal, 2004); y la técnica “Restriction Fragment Length Polymorphism” (RFLP), herramienta para determinar y cuantificar altos niveles

de variación genética a nivel poblacional (Slade *et al.*, 1993; Palumbi & Baker, 1994; He & Haymer, 1997). Otros autores también lograron aumentar la cantidad de información de sus datos usando esta misma combinación de técnicas como por ejemplo en el estudio de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata*, (He & Haymer, 1999); los autores aumentaron la resolución informativa del intron Glucosa-6-fosfato deshidrogenasa, cortando con la enzima de restricción *Rsa*I y *Taq*<sup>II</sup>, logrando diferenciar las relaciones de 26 poblaciones de estas moscas en varias localidades de infestación. Se utilizó los cebadores de tres intrones Ck, RPEX y PmOPSI (Tabla 1).

Las concentraciones finales de cada reactivo en el PCR fueron: 0.04 U/μl Taq polimerasa, 1X buffer, 0.2mM dNTPs, 1.5mM MgCl<sub>2</sub>, 0.04μM de primers F y R, 28ng/μl DNA; la reacción fue completada a 25μl con agua ultrapura. Las condiciones de temperatura fueron: una desnaturalización inicial a 92 °C x 2 min., seguidos de 30 ciclos: desnaturalización a 95 °C x 1min, hibridación a 49.4/45.4/54.8 °C x 1min en RPEX, PmOPSI y Ck respectivamente, y extensión a 72 °C x 1min, seguido por 5min de extensión final a 72 °C. Los intrones amplificados fueron visualizados en agarosa 2% en un transluminador de luz UV. El tamaño de los productos de amplificación fue determinado mediante el uso del marcador de peso molecular ladder 100pb (100 a 1500pb).

Los intrones amplificados fueron cortados con 10 enzimas de restricción (*Hpy*CH4IV, *Hpy*188I, *Nci*I, *Hha*I, *Dra*I, *Rsa*I, *Hpa*II, *Taq*<sup>II</sup>, *Bs*TbI y *Tsp*509I) en un mix de 15μl [4μl de producto PCR, 1.5μl del tampón enzimático; 3U de la enzima; 0.15μl de BSA (100μg/μl) (dependiendo de la enzima), y lo restante, agua ultrapura] e incubados a 37 °C ó 65 °C (dependiendo de la enzima) por dos horas. Los cortes de las enzimas fueron verificados en agarosa 1.8%; teñidos con bromuro de etidio y visualizados en un transluminador de luz UV. El tamaño de los productos digeridos fue determinado mediante el uso del marcador de peso molecular ladder 100pb (100 a 1500pb).

**Tabla 1.** Número y secuencia de primers utilizados en el análisis por EPIC-PCR.

GEN	POSICIÓN DEL INTRON	PRIMER	FUENTE	SECUENCIA DEL PRIMER (5' --> 3')
Creatin Kinasa	6	Ck 6F Ck 7R	Chow & Takeyama, 1998	GAC CAC CTC CGA GTC ATC TC CAG GTG CTC GTT CCA CAT GA
S7 Ribosomal Protein (RP)	1	Rpex 1F Rpex 2R	Chow & Takeyama, 1998	TGG CCT CTT CCT TGG CCG TC AAC TCG TCT GGC TTT TCG CC
Opsin	---	PMO PSI 1F PMO PSI 1R	Biene, 2000	TTC GGC ACG AGC AGC TCG C CAT GTC CTC AGG CAC TGT GTC C

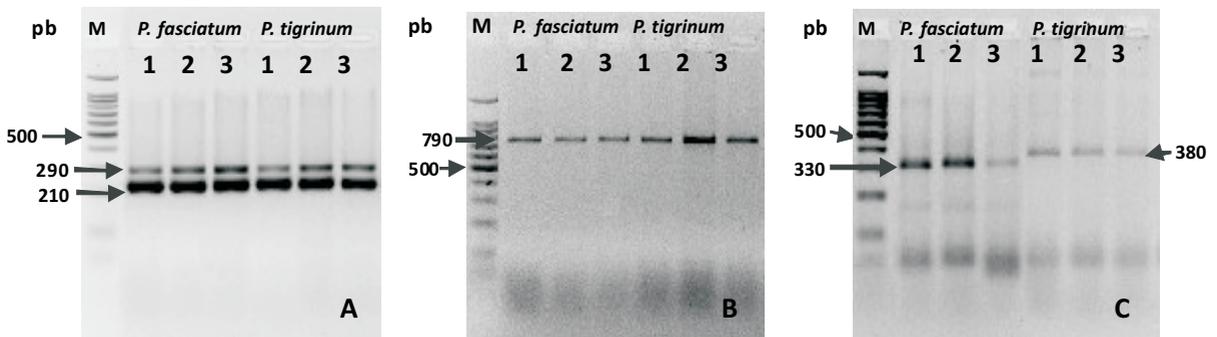
### INTERPRETACIÓN Y TRATAMIENTO DE DATOS

A partir de la combinación de los perfiles enzimáticos generados por cada uno de los tres intrones se estableció el genotipo para cada uno de los individuos. Estos genotipos fueron analizados con la ayuda del Software Genetix versión 4.05.2 (Belkhir *et al.*, 2004), las diferencias genéticas fueron establecidas mediante el Análisis Factorial de Correspondencia (AFC), a nivel intra e interespecífico. La estructura genética entre las poblaciones geográficas fue evaluada utilizando el estimador  $\theta$  del  $F_{st}$  (Weir & Cockerham, 1984; Weir, 1990). Las relaciones genéticas entre las poblaciones de *P. fasciatum* y *P. tigrinum* fueron estimadas en base a las distancias genéticas de Rousset  $D = F_{st} / (1 - F_{st})$ .

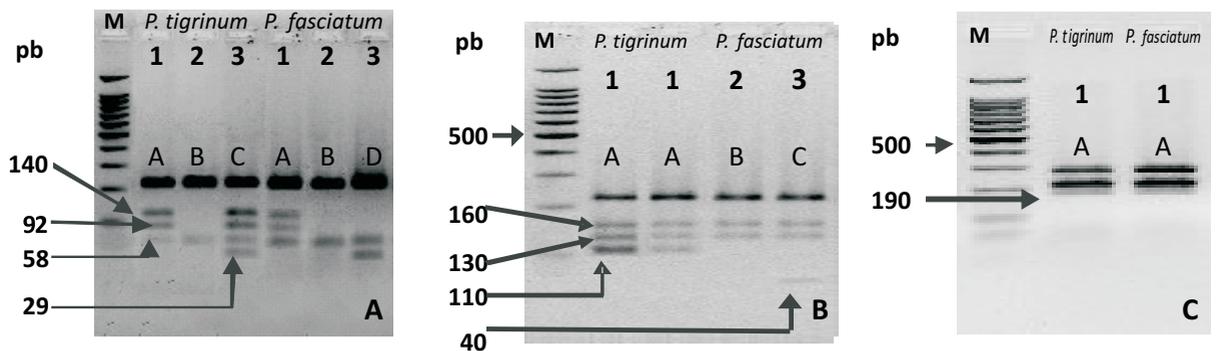
### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los tres intrones analizados (Ck, RPEX y PmOPSI), solamente PmOPSI fue informativo a nivel interespecífico, mostrando antes de la digestión por las enzimas de restricción, un polimorfismo de longitud con dos diferentes fragmentos de ADN

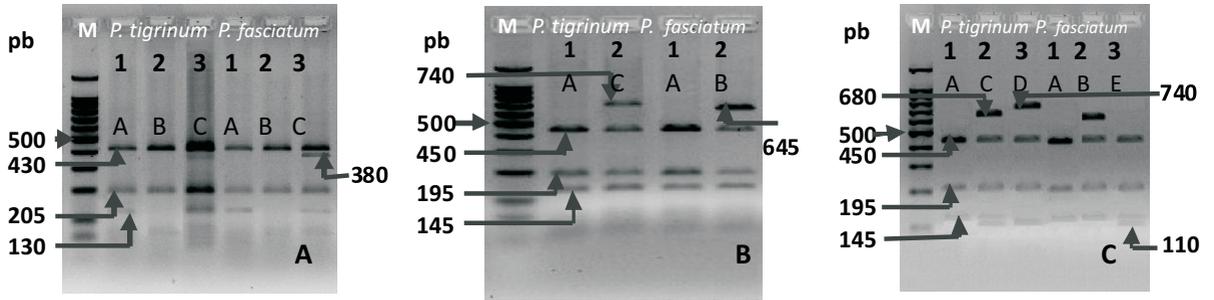
totalmente diagnósticos (diferenciales) de las especies, de aproximadamente 330pb para *P. fasciatum* y 380pb para *P. tigrinum* (Figura 2). Barreta, (2005) en su estudio de la variabilidad genética de cuatro poblaciones bolivianas de estas mismas especies; reportó cuatro intrones Mhc, Am2b, PmOPSI y RPEX, para los cuales fueron detectados loci polimórficos. Otros autores también utilizaron exitosamente la técnica EPIC-PCR para el estudio del polimorfismo en otros peces. Así, Berbebi *et al.*, (2006), encontró cuatro intrones diagnósticos (entre ellos Ck) para demostrar claramente la presencia en China, de cuatro grupos independientes geográficamente dentro de la especie *Opsariichthys bidens*. Hassan *et al.*, (2002), utilizó 17 intrones para estudiar la variación nuclear en algunos peces teleosteos (Carangidae, Centropomidae, Chaetodontidae, Clupeidae, Holocentridae, Moronidae, Mullidae, Pomacentridae, Scombridae y Siganidae), encontrando 14 intrones informativos para estas especies. Hassan & Bonhomme, (2005), en su estudio de la variabilidad genética de *Upeneus moluccensis* con 5 intrones, no encontró diferencia genética significativa.



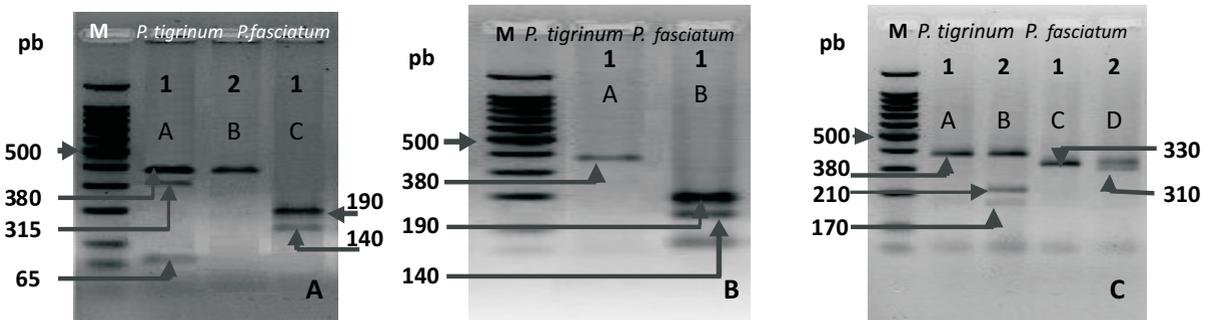
**Figura 2.** Gel de agarosa al 2% mostrando los productos de amplificación de los intrones: (A) Ck, (B) RPEX y (C) PmOPSI en doncella *P. fasciatum* y tigre zúngaro *P. tigrinum*.



**Figura 3.** Gel de agarosa al 1.8% mostrando los cortes (Perfiles: A, B, C y D) con enzimas de restricción en el intron Ck: (A) enzima *HhaI*, (B) enzima *RsaI* y (C) enzima *DraI* para tigre zúngaro *P. tigrinum* y doncella *P. fasciatum*.



**Figura 4.** Gel de agarosa al 1.8% mostrando los cortes (Perfiles: A, B, C, D y E) con enzimas de restricción en el intron RPEX: (A) enzima *HpyCH4IV*, (B) enzima *NciI* y (C) enzima *HpaII* para tigre zúngaro *P. tigrinum* y doncella *P. fasciatum*.

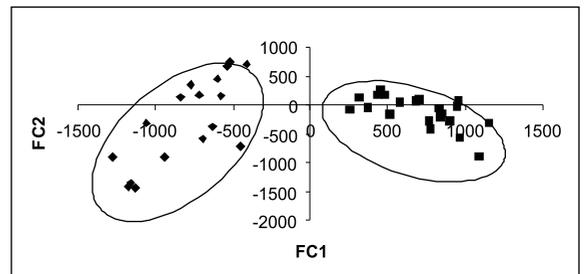


**Figura 5.** Gel de agarosa al 1.8% mostrando los cortes (Perfiles: A, B, C, D y E) con enzimas de restricción en el intron RPEX: (A) enzima *HpyCH4IV*, (B) enzima *NciI* y (C) enzima *HpaII* para tigre zúngaro *P. tigrinum* y doncella *P. fasciatum*.

De las diez enzimas utilizadas en este estudio, sólo siete revelaron un polimorfismo de restricción (entonces de secuencia): *HhaI* y *RsaI* en el intron Ck (Figura 3); *HpyCH4IV*, *NciI* y *HpaII* en RPEX (Figura 4); y *BstBI*, *Taq<sup>I</sup>* y *HpaII* en PmOPSI (Figura 5). Los intrones monomórficos Ck y RPEX después de la digestión mostraron un polimorfismo a nivel inter e intrapoblacional con las enzimas *HhaI*, *RsaI*, *HpyCH4IV*, *NciI* y *HpaII*. De estas enzimas *HhaI* y *HpyCH4IV* mostraron perfiles específicos para una parte de las poblaciones en ambas especies. El intron PmOPSI fue poco informativo a nivel interpoblacional, siendo que la única enzima que presentó perfiles informativos para las poblaciones de *P. fasciatum* fue *HpaII*. Las demás enzimas produjeron perfiles comunes entre las tres poblaciones de ambas especies.

#### RELACIONES INTERESPECÍFICAS ENTRE *Pseudoplatystoma fasciatum* Y *P. tigrinum*

Los resultados del AFC entre las especies, muestran dos grupos claramente definidos y totalmente independientes entre sí (Figura 6); permitiéndonos afirmar la separación genética de estas especies. Estos resultados son corroborados por



**Figura 6.** Groyección gráfica de los dos primeros ejes del Análisis Factorial de Correspondencia para los individuos de tigre zúngaro *P. tigrinum* (♦) y doncella *P. fasciatum* (■).

el  $F_{st}$  (0.43,  $P = 0$ ) y la distancia genética fuerte ( $D = 0.76$ ) entre las dos especies. Resultados similares fueron obtenidos por Barreta, (2005) en su análisis interespecífico de las cuencas bolivianas del Beni, Mamoré, Iténez y Manuripi ( $F_{st} = 0.56$  a  $P = <5\%$ ). Asimismo, podemos afirmar que estas especies analizadas con la combinación de los marcadores EPIC-RFLP no presentan híbridos naturales entre ellas; estos resultados concuerdan con los estudios

realizados en otras regiones, con otros marcadores: Isoenzimas y locus de EPIC-PCR (Barreta, 2005), (D-loop)-RFLP (Rivera, 2003) y secuenciamiento nucleotídico de la región D-loop (Torrico 2004). A nivel interpoblacional, en ninguna de las dos especies, el AFC no logró discriminar las tres poblaciones geográficas estudiadas.

Las estimaciones del  $F_{st}$  para las poblaciones dentro de las especies no fueron significativas (Tabla 2). Valores semejantes de  $F_{st}$  fueron reportados en poblaciones bolivianas de *P. fasciatum* no lográndose establecer diferenciaciones genéticas entre las poblaciones geográficas (Iténez, Orthon y Mamoré); En cambio para *P. tigrinum* al compararse las poblaciones de las tres cuencas en mención se encontraron diferencias entre el Iténez con la cuenca del río Orthon ( $F_{st} = 0.19$ ) y el Iténez con el Mamoré ( $F_{st} = 0.15$ ) (Rivera, 2003).

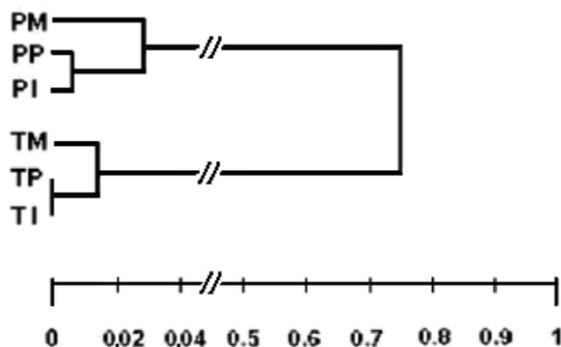
**Tabla 2.** Estimación del  $F_{st}$  para las tres poblaciones de doncella *P. fasciatum* y tigre zúngaro *P. tigrinum*. En el cuadrante superior se muestra los resultados de  $F_{st}$  y en el cuadrante inferior las probabilidades.

	PI	PP	PM	TI	TP	TM
PI	-	0.000	0.033	0.385	0.363	0.403
PP	0.670	-	0.008	0.409	0.381	0.421
PM	0.175	0.332	-	0.505	0.485	0.518
TI	0.000	0.000	0.000	-	0.000	0.015
TP	0.000	0.000	0.000	0.565	-	0.000
TM	0.000	0.000	0.000	0.266	0.717	-

El dendograma obtenido a partir de los datos de  $F_{st}$  y mediante la distancia (D) de Rousset, mostró una clara diferenciación genética entre *P. fasciatum* y *P. tigrinum* ( $D = 0.76$ ). El análisis interpoblacional en *P. fasciatum* reveló que las poblaciones fueron reunidas en dos grupos ( $D = 0.01$ ). El primero agrupa las poblaciones de Iquitos y Pucallpa ( $D = 0.00$ ) y el segundo a la población de Puerto Maldonado. Sin embargo, la diferenciación no es significativa. En *P. tigrinum* las poblaciones se encontraron reunidas en un solo grupo ( $D = 0.00$ ) (Figura 7).

La ausencia de estructuración dentro de cada especie a la escala de la Amazonía peruana puede ser relacionada al comportamiento migratorio de los *Pseudoplatystoma* (Muñoz & Vadamme, 1998) facilitando los intercambios genéticos entre cuencas. Comparando las dos especies, la estructuración más pronunciada (sin embargo no significativa) en *P. fasciatum*, si sería confirmada con un mayor número de datos, podría ser relacionada a la distribución de *P.*

*fasciatum* río arriba a mayores altitudes; entonces en un área topográficamente más fragmentada, facilitando la divergencia genética entre las poblaciones de las diferentes cuencas y subcuencas.



**Figura 7.** Dendograma elaborado a partir de los datos de distancia genética de Rousset calculada con el  $F_{st}$  de las poblaciones de *P. fasciatum* y *P. tigrinum*. PM: *P. fasciatum* Puerto Maldonado; PP: *P. fasciatum* Pucallpa; PI: *P. fasciatum* Iquitos; TM: *P. tigrinum* Puerto Maldonado; TP: *P. tigrinum* Pucallpa; TI: *P. tigrinum* Iquitos.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- AGUDELO, E., SALINAS, Y., SÁNCHEZ, P., MUÑOZ, D., ALONSO, J., ARTEAGA, M., RODRÍGUEZ, O., ANZOLA, N., ACOSTA, L., NÚÑEZ, M., VALDÉZ, H. 2000. Bagres de la Amazonía colombiana: un recurso sin fronteras. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI). Bogotá. 253 p.
- BARRETA, J. 2005. Variabilidad genética de *Pseudoplatystoma fasciatum* y *Pseudoplatystoma tigrinum* en el alto Madera de la Amazonía boliviana por análisis comparativo del polimorfismo de longitud de secuencia de intrones (EPIC-PCR) y electroforesis enzimática. Tesis de post grado para optar el grado de Magister Scientiarum en Ciencias Biológicas y Biomédicas. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, 102 p.
- BARTHEM, R. B., GOULDING, M. 1997. Os bagres balizadores: ecologia, migração de peixes amazônicos. Sociedade Civil Mamirahuá/MCT-CNPq/IPAAM. Brasília, 129 p.
- BELKHIR, K., BORSA, P., CHICHI, I., RAUFAST, N., BONHOMME, F. 2004. GENETIX 4.05.2, logiciel sous windows TM pour la génétique des populations. Laboratoire génome, populations, interactions, CNRS UMR 5000, Université de Montpellier II, Montpellier, France.

- BERREBI, P., RETIF, X., FANG, F., ZHANG, CH. 2006. Population structure and systematics of *Opsariichthys bidens* (Osteichthyes: Cyprinidae) in south-east China using a new nuclear marker: the introns (EPIC-PCR). *Biological Journal of the Linnean Society*, 87: 155-166.
- BIERNE, N., LEHNERT S., BEDIER F., BONHOMME, F., MOORE, S. 2000. Screening for intron – length polymorphisms in penaeid shrimps using exon – primed intron – crossing (EPIC) - PCR. *Molecular Ecology* (2000), 9: 233-235.
- BUITRAGO-SUÁREZ, U., BURR, B., 2007. Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species. *Zootaxa*, 1512: 1-38.
- CAÑAS, C. 1998. Evaluación de los recursos pesqueros en la provincia de Tambopata, Madre de Dios para 1997. *Conservación Internacional Perú*. Primera edición. Lima. Real Embajada de los Países Bajos. 86 p.
- CARVAJAL, F. V. 2004. Variabilidad genética de *Cicla* aff. *Monoculus* (Perciformes: Cichlidae) en el alto Madera, Bolivia. Tesis para optar el grado de Magister Scientiarum en Ciencias Biológicas y Biomédicas. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, 84 p.
- CHOW, S., TAKEYAMA, H. 1998. Intron length variation observed in the creatine kinase and ribosomal protein genes of the swordfish *Xiphias gladius*. *Fisheries Science*, 64: 397-402.
- CORONEL. J. 2001. Population genetics of three species of Pimelodidae (*Brachyplatystoma flavicans*, *Pseudoplatystoma fasciatum* and *Pseudoplatystoma tigrinum*) in the rivers Ichilo and Beni, Bolivia. Tesis de maestría en Ciencias Ambientales. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, 65 p.
- DA SILVA, M., PATTON, J. 1998. Molecular phylogeography and evolution and conservation of Amazonian mammals. *Molecular Ecology*, 7: 475-486.
- DOYLE, J. J., DOYLE, J. L. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochem. Bull*, 19:11-15.
- GALLO, H. & DÍAZ-SARMIENTO J. 2003. Variabilidad genética del bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* (Pisces: Pimelodidae) en el río Magdalena (Colombia). *Revista Académica Colombiana de Ciencias*, 27(105): 599-605.
- GARCÍA, A., TELLO, S., VARGAS, G. y DUPONCHELLE, F. 2008 (en prensa). Pattern of commercial fish landings in the Loreto region, Peruvian Amazon between 1984 and 2006. *Fish Physiology and Biochemistry*.
- GOULDING M., SMITH N. Y MAHAR D. (1997). *Floods of fortune: Ecology and Economy along the Amazon*. Columbia University Press, USA. 184 p.
- HASSAN, M., LEMAIRE, C., FAUVELOT, C., BONHOMME, F. 2002. Seventeen new exon-primed intron-crossing polymerase chain reaction amplifiable introns in fish. *Molecular Ecology Notes*, 2(3): 334-340.
- HASSAN, M., BONHOMME, F. 2005. No reduction in neutral variability of mitochondrial and nuclear genes for a Lessepsian migrant, *Upeneus moluccensis*. *Journal of fish Biology*. 66: 865-870.
- HE, M., HAYMER, D. 1997. Polymorphic intron sequences detected within between populations of the oriental fruit fly (Diptera: Tephridae). *Annals of the Entomological Society of America*, 90(6): 831-852.
- HE, M., HAYMER, D. 1999. Genetic relationships of populations and the origins of new infestations of the Mediterranean fruit fly. *Molecular Ecology*, 8: 1247-1257p.
- LAUZANNE L. Y LOUBENS G. (1985). *Peces del río Mamoré*. Editions de l'ORSTOM, Collection travaux et documents N° 192. France. 116 p.
- MONCADA, G., RÍOS, G. 2002. Análisis socioeconómico de la pesquería de grandes bagres en Iquitos, Perú. Tesis para optar el título de profesional de Biólogo. Universidad nacional de la Amazonía Peruana. 70 p.
- MONTREUIL, V. 2000. Situación regional de manejo de las pesquerías de los grandes bagres migratorios amazónicos. *FAO*, 110 p.

- MORITZ, C. 1995. Uses of molecular phylogenies for conservation. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Biological Sciences, 349: 113-118.
- MUÑOZ, H., VAN DAMME, P. A. 1998. Parámetros de reproducción de cuatro especies de peces comerciales (*Pseudoplatystoma fasciatum*, *P. tigrinum*, *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomum*) en la cuenca del río Ichilo (Bolivia). Revista Boliviana de Ecología, 4: 39-54.
- PALUMBI, S. & BAKER, C. 1994. Contrasting population structure from nuclear intron sequences and mtDNA of humpback whales. Molecular Ecology, 7: 547-560p.
- PALUMBI, S. 1995. Nucleic acids II: the polymerase chain reaction. In: Molecular Systematics, 2<sup>nd</sup> edn (ed. Hillis D, Moritz C). Sinauer, Sunderland, MA. 205-247p.
- RIVERA, R. V. 2003. Variabilidad genética de *Pseudoplatystoma tigrinum* y *Pseudoplatystoma fasciatum* en la cuenca de la Amazónica boliviana. Tesis de grado para optar al título de Licenciatura en Bioquímica. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, 49 p.
- SCRIBNER, K., PAGE, K., BARTRON, M. 2001. Hybridization in freshwater fishes: a review of case studies and cytonuclear methods of biological inference. Fish Biology and Fisheries, 10: 293-323.
- SIVASUNDAR, A., ELDREDGE, B., ORTI, G. 2001. Population structure and biogeography of migratory freshwater fishes (*Prochilodus*: Characiformes) in major South American rivers. Molecular Ecology, 10: 407-417.
- SLADE, R., MORITZ, C., HEIDEMAN, A., HALE, P. 1993. Rapid assessment of single-copy nuclear DNA variation in diverse species. Molecular Ecology, 2: 359-373.
- TORRICO, J. P. 2004. Filogeografía comparada de siete especies de peces de agua dulce del Alto Madera (Amazonía Boliviana). Tesis de Grado para optar el Título de Master en Ciencias Biológicas y Biomédicas. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, 95 p.
- TORRICO, J.P., HUBERT, N., DESMARAIS, DUPONCHELLE, F., NUÑEZ RODRIGUEZ, J., MONTOYA-BURGOS, J., GARCIA DAVILA, C., CARVAJAL-VALLEJOS, F.M., GRAJALES, A.A., BONHOMME, F., RENNO, J-F. Molecular Phylogeny of the genus *Pseudoplatystoma* (Bleeker, 1862): Biogeographic and Evolutionary implications. (Publicación aceptada en Molecular phylogenetics and Evolution).
- WEIR, B.S. 1991. Genetic data analysis. Sinauer, Sunderland, MA.
- WEIR, B.S., COCKERHAM, C.C. 1984. Estimating F-statistics for the analysis of population structure. Evolution, 38: 1358-1370.

## EVALUACIÓN DE DOS NIVELES DE SUBPRODUCTO DE TRIGO EN DIETAS DE RONSOCOS (*HYDROCHAERIS HYDROCHAERIS*) BAJO CAUTIVERIO

Marne Suárez Benvenuto<sup>1</sup>, Pedro Vásquez Ruesta<sup>2</sup>, Carlos Gómez Bravo<sup>3</sup>

### RESUMEN

El estudio fue realizado en un zoológico de ronsocos (*Hydrochaeris Hydrochaeris*) en la ciudad de Iquitos y tuvo una duración de 90 días. Se evaluó el efecto de suministrar Subproducto de Trigo (SPT) sobre el crecimiento de ronsocos bajo cautiverio alimentados con gramíneas tropicales. Los tratamientos fueron T A: SPT al 1% del P.V. del animal, y T B: SPT al 2% del P.V. del animal. Se encontró diferencias significativas entre tratamientos en cuanto al incremento diario de peso: 1% SPT (67.9 g) y 2% SPT (90.3 g). En cuanto al consumo total de materia seca como porcentaje del peso vivo (P.V.), se observa un mayor consumo por parte de los animales con 2% de SPT (4.32 %) con respecto a 1% SPT (3.76 %), observándose así un efecto Aditivo de la suplementación de concentrado sobre el consumo de materia seca. La conversión alimenticia no fue afectada: 1% SPT (7.63) y 2% SPT (7.40). El aumento en el suministro de SPT permitió los mayores incrementos diarios de peso y eficiencia de conversión alimenticia de los ronsocos en crecimiento.

**PALABRAS CLAVE:** Fauna silvestre, ronsocos, hydrochaeris, alimentacion, cautiverio, subproducto de trigo.

### ABSTRACT

The study was conducted during 90 days in a ronsoco (*Hydrochaeris hydrochaeris*) breeding unit in the city of Iquitos. The effect of feeding wheat middlings (WM) plus tropical gramineous on the growth of ronsocos in captivity was tested. The treatments were T.A.: WM at 1% of the live weight of the animal, and T.B.: WM at 2% of the live weight of the animal. Significant differences were found between treatments in terms of daily weight gain: 1% WM (67.9 g) and 2% WM (90.3 g). In terms of total consumption of dry matter as a percentage of live weight, we observed greater consumption by the animals with 2% of WM (4.33%) in comparison to 1% of WM (3.75%), observing an additive effect of the concentrate (WM) on the total consumption of dry matter. Food conversion wasn't affected: 1% WM (7.62) and 2% WM (7.40). The increase in supply of SPT allowed greater daily weight gain and efficiency of food conversion of growing ronsocos.

**KEYWORDS:** Wildlife, capybara, hydrochaeris, feeding, captivity, weat middlings.

1 Consultora Forestal, Jr. Batalla de San Juan 294, Dpto. 304, Surco, Tf: 2633842, marnesuarez@yahoo.com  
2 Dpto. de Manejo Forestal, UNA La Molina. Apdo. 456-Lima 10, Tf: 3495760, cdc@lamolina.edu.pe  
3 Dpto. de Nutrición, UNA La Molina. Apdo. 456, Tf: 3495760, cagomez@lamolina.edu.pe

## 1. INTRODUCCIÓN

En países como el Perú, la fauna silvestre se presenta como una importante fuente de proteína animal, utilizada para la alimentación de poblaciones indígenas y rurales del interior del país. La importancia de los animales silvestres para la alimentación de poblaciones tanto nativas como campesinas es tal que la caza indiscriminada de estos animales se señala como probable causa de la grave disminución del número de individuos por especie. La utilización de la fauna por dichas comunidades es generalmente ignorada o subestimada por los organismos responsables de su protección.

Se hace importante entonces el manejo sostenible de la fauna silvestre, manejo que consiste en realizar acciones dirigidas a conservar y preservar el recurso fauna mediante el uso racional de las especies, evitando así la posible extinción de estos animales.

El ronsoco (*Hydrochaeris hydrochaeris*), especie que habita en la Amazonía peruana es una de las especies aptas para manejo, ya que además de buena carne, produce cuero de excelente calidad para el que existe demanda en el mercado internacional. Según TCA (1995) la crianza de ronsocos es una de las opciones más convenientes para uso sostenible ya que el peso cuando adulto es de 40 a 60 kg., alcanza la madurez sexual aproximadamente al año y medio de vida y tiene uno ó dos partos por año con un promedio de 4 crías por parto, aptitudes muy buenas para la crianza en cautiverio.

Este roedor es un herbívoro por excelencia (Soini, 1989), la anatomía gastrointestinal el ronsoco lo define como fermentador posterior (Tabla 1). La importancia comparativa de la fermentación como un medio de digestión se demuestra por la mayor proporción de la digesta que permanece en los compartimentos fermentantes con relación a todo el tracto digestivo. Los rumiantes no son los únicos animales con una gran proporción del tracto digestivo dedicado a la fermentación. El ronsoco come pasto y tiene la capacidad digestiva de las ovejas, ya que este animal tiene una gran proporción de su tracto adaptado a la digestión microbiana (Van Soest, 1983).

El ronsoco tiene una tasa de recambio rápida de la ingesta, pero una velocidad de tránsito digestivo bastante lenta que contribuye a una muy buena fermentación microbiana. La eficiente molienda y el desmenuzamiento del alimento que realiza el ronsoco en la masticación, le da dos ventajas importantes, por un lado disminuye la velocidad de paso del alimento en el ciego y por otro incrementa la superficie de ataque de las bacterias para una mejor fermentación microbiana (Parra, 1977 citado por González, 1995). Este proceso precedido por la digestión enzimática en

el estómago, determina en el ronsoco una alta capacidad para digerir alimentos fibrosos (González-Jiménez, 1975, 1978 citado por FAO/PNUMA, 1985). González (1995) afirma que el 74 % de la ingesta total del ronsoco se encuentra en el ciego y concuerda que el ronsoco es un herbívoro de digestión cecal y es el monogástrico con la mayor capacidad relativa para este órgano.

El ronsoco en estado silvestre se alimenta de plantas acuáticas y gramíneas ribereñas y algunas veces se le puede ver royendo la corteza de árboles, según varios autores citados por Ojasti (1973). En Venezuela los ronsocos suelen alimentarse en los bajíos (áreas inundables en época de lluvias) cubiertos por varias especies de gramíneas de bajo porte (Ojasti, 1973); González (1995) reporta que el 82% de su dieta lo constituyen plantas del bajío y el estero (zona permanentemente inundadas). El ronsoco es pues un herbívoro selectivo que prefiere las gramíneas menores y tiernas de las zonas mencionadas (Ojasti, 1973). En otras regiones como en el río Pacaya (Loreto-Perú) según Soini (1989) su dieta consiste básicamente de gramíneas, enredaderas y otras plantas herbáceas, y también consumen una pequeña cantidad de corteza de árboles, pero nunca se les ha observado consumiendo hojas o frutos de árboles.

Fuera de su hábitat el ronsoco, como herbívoro que es, consume principalmente forrajes, aparte de otros alimentos. Sin embargo en algunos zoológicos lo alimentan con raciones donde incorporan hasta carne y pescado (Zarra, 1973 citado por González, 1995). Lo mismo fue comprobado por Azcarate (1980) quien afirma que bajo cautividad no desprecian la carne, ni el pescado, incluso dice, lo prefieren a la alimentación vegetal.

La alimentación bajo cautiverio es muy variada, en gran parte porque se desconoce que el ronsoco es un estricto herbívoro, y además porque se sabe que aprende muy fácilmente a comer cualquier alimento, por ser un monogástrico. Las dietas ofrecidas en los jardines zoológicos son muy variadas; se les ofrece preparados que va desde la mezcla de concentrados para bovinos, primates, lagomorfo, monogástricos y hasta flamencos, se les proporciona además frutas, papas, zanahorias, y beterragas, (Zarra, 1973; Donalson, 1975; Davidson et al., 1984 citados por González, 1995). Un forraje fresco de buena calidad compuesto de gramíneas principalmente y un alimento concentrado balanceado (por ejemplo el usado para vacas lecheras) constituirían una dieta muy adecuada para ronsocos en cautiverio (González, 1995).

En el presente estudio se evaluó el efecto de suministrar subproducto de trigo (SPT) sobre el crecimiento de ronsocos bajo cautiverio, teniendo en

cuenta que el SPT contiene un buen porcentaje de proteína de aproximadamente 16% (Rojas, 1979 y Cabada, 1971).

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

### UBICACIÓN Y DURACIÓN DEL ESTUDIO

El presente estudio se realizó en el zoológico BIOAM ubicado en el Km. 23 de la carretera Iquitos-Nauta en el departamento de Loreto. Tuvo una duración de 90 días entre los meses de Febrero y Mayo de 1998.

### MATERIALES

#### Animales e instalaciones

Se utilizaron 22 ronsocos que se distribuyeron en 4 corrales, el corral 1 con 7 hembras, el corral 2 con 5 machos, el corral 3 con 6 hembras y el corral 4 con 4 machos. Los animales del corral 1 y 2 formaron parte del Tratamiento A (1% SPT) y los animales de los corrales 3 y 4 del Tratamiento B (2% SPT).

Los corrales tenían cercos de madera de aproximadamente 1.5 m de alto y un 40% del corral constituían las posas para baño y juego de los ronsocos. Cada corral tenía un área de 60 m<sup>2</sup> en promedio y un área techada, de aproximadamente 6 m<sup>2</sup>.

#### Alimentos

Se utilizaron dos alimentos, subproducto de trigo y forraje.

El subproducto de trigo (SPT) fue comprado en la ciudad de Iquitos. Para la formulación de las raciones en el experimento se decidió tomar el porcentaje de humedad promedio del subproducto de trigo que obtuvimos en la literatura (10%), (Mejía, 1990 y Cabada, 1971). Al preparado diario se le añadió el 1% de sal de cocina y 0.1 % de sales minerales (PECUTRIN, Bayer).

El forraje suministrado fue “nudillo” *Brachiaria mutica* y “king grass” *Penisetum hybridum*, los que se cortaban todas las mañanas para ser proporcionados a los animales primero a las 7 de la mañana y luego a las 3 de la tarde. El período de corte para estos forrajes fue de 45 a 50 días aproximadamente. El análisis proximal de los forrajes se muestra en la Tabla 1.

### EQUIPO

Para el proceso de pesado y el manejo de los animales se contó con una malla y una balanza tipo romana con una aproximación de 100 gr. Para pesar los alimentos se contó con una balanza de plato, con aproximación de 50 gr. Se utilizaron además collares numerados para pesar a los animales durante el proceso de evaluación.

**Tabla 1.** Análisis proximal del king grass y nudillo

FRACCIÓN %	KING GRASS		NUDILLO	
	Base seca	Base fresca	Base seca	Base fresca
Humedad	--	87.05	--	77.50
Proteína	13.71	1.78	9.02	2.03
Grasa	1.9	0.25	1.51	0.34
Fibra	32.51	4.21	33.25	7.48
Ceniza	6.79	0.88	7.20	1.62
ELN	45.1	5.84	49.02	11.03

Fuente: Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos. UNALM.

### METODOLOGÍA

#### Tratamientos

Tratamiento A: Suministro de Subproducto de trigo (SPT) en base seca a 1 % del peso vivo del animal, (1% SPT)

Tratamiento B: Suministro de Subproducto de trigo (SPT) en base seca a 2 % del peso vivo del animal, (2% SPT)

En la preparación de las raciones el subproducto fue mezclado con agua en la proporción 1:1 esto se hace para evitar problemas respiratorios que puede causar el subproducto de trigo en los animales, el que se suministró a los animales previamente pesado, una sola vez al día a las 7:30 de la mañana, luego de suministrarles el forraje. El control del alimento residual se realizó diariamente.

El forraje fue suministrado diariamente en forma alternada, es decir un día “nudillo” y al día siguiente “king grass”, y así durante los 90 días de evaluación. El forraje fue suministrado en forma libre siempre y cuando el residuo fuera no menor del 10% de lo proporcionado, el cual se proporcionó dos veces al día, a las 7:00 de la mañana y a las 3:00 de la tarde. El control de residuos se realizó diariamente.

#### Manejo de los animales

Al inicio del estudio y posteriormente cada 15 días, a todos los ronsocos se les suministro complejo B soluble en forma oral (COMPLEVET), así mismo se les curó las heridas que tenían con curabichera, y se les aplicó en el hocico creolina con algodón con el objetivo de que se reconozcan y no peleen. Los animales una vez colocados en sus respectivos corrales para los fines del experimento pasaron por una etapa de acostumbramiento entre ellos de 7 días para evitar peleas fuertes durante el proceso de evaluación. Los animales fueron pesados al inicio del experimento y posteriormente cada 15 días, lo que se llevó a cabo por las mañanas (7am) cuando los animales se encontraban en ayunas.

## EVALUACIONES

El incremento de peso diario se determinó dividiendo el incremento total de peso entre los días que duró la evaluación (90 días).

El consumo de alimento se determinó a partir de los controles diarios de subproducto de trigo y de forraje para cada tratamiento. Se llevó el control pesando el alimento sobrante para descontarlo del suministro inicial.

La conversión alimenticia (C.A.) se determinó a partir del consumo total del alimento entre la ganancia de peso durante todo el periodo de evaluación.

$$C.A. = \frac{\text{Total del alimento consumido (M.S.) (Kg.)}}{\text{Ganancia de peso (Kg.)}}$$

Para el análisis estadístico se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con desigual número de repeticiones con dos (2) tratamientos y dos (2) bloques siendo el criterio de bloques el sexo. El análisis de varianza se realizó con un nivel de significación de =0.05 para las variables ganancia total de peso e incremento de peso diario. Todos los promedios fueron evaluados mediante la prueba de Medias de Duncan.

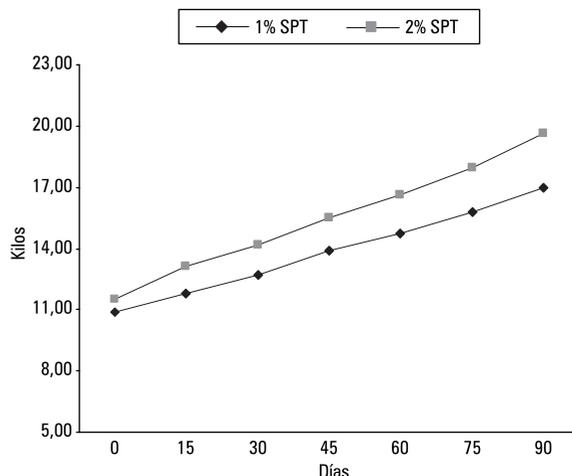
## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### INCREMENTO DE PESO DIARIO

Los promedios de pesos iniciales y finales, las ganancias de pesos e incremento de peso diario se observan en la Tabla 2.

Para el incremento de peso diario promedio existe diferencia estadística significativa entre tratamientos, siendo mayor el incremento en los ronsocos alimentados con 2% SPT respecto a los alimentados con 1% SPT. Esto puede deberse a que los ronsocos alimentados con 2% del peso vivo en materia seca de SPT, tuvieron un suministro de alimento más cercano a su requerimiento. La curva de crecimiento evaluada quincenalmente para cada tratamiento se muestran en la Figura 1.

Dichos resultados concuerdan con lo reportado por Parra et al. (1978) citado por González (1995), donde con un aumento en la ración de 10% del concentrado



**Figura 1.** Peso promedio de los animales durante la evaluación para cada tratamiento.

se obtuvieron incrementos de peso diario mayores, tesis que se refuerza con lo anotado por González - Jiménez et al. (1976) citado por González (1995), quien afirma que para un aumento de concentrado en la ración, se produce un aumento de la digestibilidad de la materia seca, debido a que el concentrado tiene una mayor digestibilidad respecto al forraje.

Los incrementos de peso diario (Tabla 2) se aproximan a los obtenidos por Parra (1976) citado por González (1995), rango que va de 47 a 129 g/día, con un promedio para hembras de  $85 \pm 24$  g/día y de  $90 \pm 21$  g/día para machos. González (1995) afirma que con tasas de crecimiento de este orden se pueden obtener los pesos de mercado (35 kg.) en menos de un año.

Bajo las condiciones del presente trabajo el aumento de SPT de 1% de P.V. del animal a 2% modificó la ganancia de peso, pudiendo considerarse que un suministro de 2% de SPT es una estrategia adecuada de alimentación para ronsocos en cautiverio. Sin embargo no se debe descuidar la calidad del forraje a ofrecer debiendo ser este fresco y tener un adecuado manejo después del corte. Se deben escoger los forrajes más palatables para los ronsocos debiendo ser estos preferentemente gramíneas.

**Tabla 2.** Promedio de pesos e incremento de peso diario por animal.

	1% SPT			2% SPT		
	Hembras	Machos	Promedio	Hembras	Machos	Promedio
Peso inicial (Kg.)	9.96	12.18	10.88 a	9.13	15.00	11.48 a
Peso final (Kg.)	15.52	19.06	16.99 a	15.83	25.30	19.61 a
Incremento diario de peso (gr.)	61.75	76.44	67.87 b	74.44	114.17	90.34 a

Con la estrategia de alimentación propuesta como la más adecuada se obtendrá mayor cantidad de carne, la cual con una correcta introducción al mercado local tendrá mayor demanda, lo que conllevaría a una mayor ganancia para el productor y se podría producir un efecto multiplicador con respecto a la cría de ronsocos en cautiverio.

### CONSUMO DE ALIMENTO

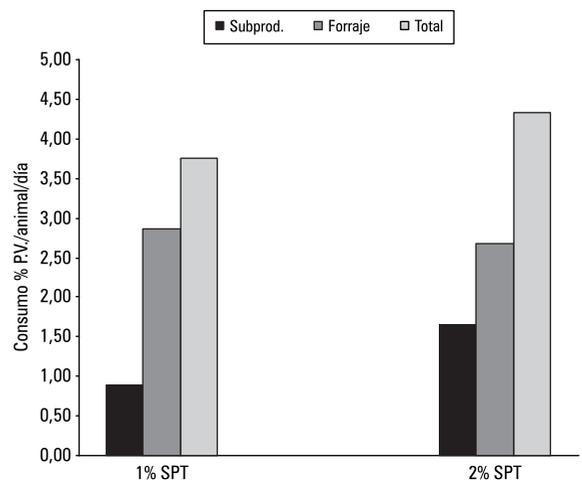
La alimentación de ronsocos en condiciones de zocriadero, involucra el uso de 2 tipos de alimentos: forraje verde y concentrado, con el fin de cubrir los requerimientos nutricionales de los animales, para contribuir así a una mejor ganancia de peso. Los valores de consumo promedio en materia seca por tratamiento se expresan como % del Peso Vivo (P.V.) para una mejor comparación de los resultados. En la Tabla 3 se muestra el consumo diario de materia seca promedio por animal en kilos y expresado como porcentaje del P.V. para toda la etapa de evaluación.

Con respecto al consumo de forraje diario como % de P.V. existe una tendencia a un mayor consumo por parte de los ronsocos con 1% SPT comparado con 2% SPT. En cuanto al sexo se observa que las hembras de ambos Tratamientos fueron las que más consumieron forraje como % de su P.V. respecto a los machos.

Analizando el uso de SPT diario, el mayor porcentaje de consumo se observa para el grupo 2% SPT respecto a 1% SPT, observándose que la magnitud de los residuos en 2% SPT es mayor, es decir el subproducto de trigo proporcionado al grupo con 1% se puede considerar como “*suministro restringido*” y el proporcionado a los animales con 2% como “*ad libitum*”. Con respecto al sexo se observa que los machos tuvieron un consumo ligeramente mayor de SPT respecto a las hembras en ambos grupos, observándose una mayor diferencia entre machos y hembras con 2% SPT.

El consumo total de alimento diario en % de P.V. fue mayor para 2% SPT respecto a 1% SPT. Dichos valores representan un 15.5% más de consumo por

parte de los ronsocos con 2% SPT, lo que se debe principalmente a un mayor consumo de subproducto de trigo por parte de estos (86.5% más que los alimentados con 1% SPT). Los resultados de consumo como % de P.V. son mayores a los obtenidos por González-Jiménez (1976) citado por González (1995), donde en un estudio en el que alimentó ronsocos con forraje y concentrado, obtuvo un valor de consumo en % de P.V. diario de  $2.57 \pm 0.59$  %, lo que atribuye a la baja calidad del forraje utilizado. González (1995) encontró para una proporción de forraje/concentrado de 65:35, un consumo de 4.05 %. En la Figura 2 se observa el consumo de alimentos para cada tratamiento, donde se aprecia que el consumo de forraje es aparentemente semejante y como existe un aumento en el consumo de SPT por parte del grupo con 2 % SPT, el consumo total de materia seca aumenta, observándose un efecto Aditivo (Flores, A. 1992) como consecuencia de la suplementación con SPT sobre el consumo de materia seca.



**Figura 2.** Consumo de concentrado, forraje y total promedio por tratamiento.

**Tabla 3.** Consumo de alimento promedio en kg. de materia seca y como porcentaje de peso vivo por animal por día.

	1% SPT			2% SPT		
	Hembras	Machos	Promedio	Hembras	Machos	Promedio
Forraje kg	0.38	0.42	0.40	0.36	0.50	0.41
Forraje %	2.99	2.75	2.88	2.91	2.44	2.66
Subproducto de Trigo kg	0.11	0.14	0.12	0.20	0.35	0.26
Subproducto de Trigo %	0.88	0.89	0.89	1.60	1.71	1.66
Total kg	0.49	0.56	0.52	1.60	0.84	0.67
Total %	3.87	3.64	3.76	4.50	4.15	4.32

**Tabla 4.** Conversión alimenticia por tratamiento.

	1% SPT			2% SPT		
	Hembras	Machos	Promedio	Hembras	Machos	Promedio
Consumo total/animal kg	44.20	50.18	46.69	49.65	75.84	60.12
Ganancia total de peso/animal kg	5.56	6.88	6.12	6.70	10.28	10.28
Conversión Alimenticia	7.95	7.29	7.63	7.41	7.38	7.40

En cuanto al sexo, en ambos Tratamientos el valor de consumo total en % de P.V. es relativamente mayor para las hembras, esto se atribuye al alto consumo de forraje que tuvieron estas respecto a los machos.

En el presente estudio se puede observar que el consumo de SPT tuvo una buena aceptabilidad por parte de los ronsocos; el consumo se eleva cuando se proporciona 2% de P.V. del animal, siendo esta una forma de cubrir el nivel de proteína requerido por los ronsocos.

#### CONVERSIÓN ALIMENTICIA

La Conversión Alimenticia (C.A.) que mide la transformación de los alimentos en ganancia de peso se observa en la Tabla 4. Los animales que fueron alimentados con 2% de P.V. en materia seca de SPT obtuvieron un mejor valor de C.A. (más eficientes) que los animales que fueron alimentados con 1% de P.V. en materia seca de SPT. Siendo los machos de ambos tratamientos los más eficientes en convertir el alimento en Kg. de P.V. respecto a las hembras.

El índice de C.A. de 2% SPT es muy cercano al reportado por Parra et. al (1978) citado por González (1995), quien obtuvo un índice de C.A. para una dieta con una proporción similar de forraje/concentrado de 7.39. Así mismo González (1995) muestra un valor de C.A. menos eficiente (9.1) para una proporción de forraje/concentrado de 65:35.

#### 4. CONCLUSIONES

Las observaciones y el análisis de los resultados obtenidos bajo las condiciones del presente experimento permiten llegar a las siguientes conclusiones:

1. El incremento de peso diario fue mayor para los ronsocos que fueron alimentados con SPT en base seca a 2% del peso vivo del animal con respecto a los alimentados con 1%.
2. Los valores de Incremento diario de peso obtenidos en el presente estudio son similares a los encontrados en la literatura, no obstante el amplio rango en los valores de incremento se atribuye a la variabilidad genética que existe en estos animales.
3. El aumento en el suministro de subproducto de

trigo no influyó considerablemente en la conversión alimenticia entre ambos Tratamientos, al igual que entre machos y hembras, notándose una ligera tendencia de mayor valor de C.A. para el caso de las hembras.

4. Como consecuencia del aumento en el suministro de SPT, se observa un efecto Aditivo de la suplementación con concentrado sobre el consumo total de materia seca.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

- AZCARTE-BANG, T. (1980) Sociobiología y manejo del Capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) Doñaana acta vertebrata 7: 1-228.
- CABADA, J. (1971) 1. Estudio comparativo de la digestibilidad del Afrecho, Afrechillo y Moyuelo de trigo en ovinos. Tesis Ingeniero Zootecnista UNALM. 8-23
- FAO-PNUMA (1985) "Manejo de Fauna Silvestre y Desarrollo Rural. Información sobre siete especies de América Latina y el Caribe". Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Taller sobre Manejo de Fauna Silvestre para el Desarrollo Rural. FAO/PNUMA. Lima. 110 pp.
- GONZÁLEZ, E. (1995) "El capibara (*Hydrochoeris hydrochaeris*). Estudio actual de su producción". Estudio FAO de Producción y Sanidad Animal. Roma. 112 pp.
- MEJÍA, P. (1990) 1. "Determinación de la Energía Digestible para el cerdo de Subproducto de trigo y Semilla Despigmntada de Achiote". Tesis Ingeniero Zootecnista. UNALM. 24-29.
- OJASTI, J. (1973) "Estudio Biológico del Chiguire o Capibara". Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). Editorial Sucre. Caracas-Venezuela 275 pp.
- SOINI, P. Y M. DE SOINI. (1989) "Ecología del Ronsoco o Capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*)". Reporte Pacaya-Samiria, Informe N° 29. CDC-UNALM. Perú. 313-322.
- TCA. (1995) 1. "Uso y conservación de la fauna silvestre en la Amazonía". Lima, Peru.

VAN SOEST, P. (1983) "Nutritional Ecology of the Ruminant" Ruminant Metabolism, Nutritional Strategies, The Cellulolytic Fermentation and The Chemistry of Forages and Plant Fibers . O & B Books, Inc. Second Printing. 45-334



# NORMAS EDITORIALES PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS EN LA FOLIA AMAZÓNICA

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

### 1.1. Objetivo

Folia Amazónica es la revista institucional multidisciplinaria del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-IIAP. El objetivo de la revista es ser el medio principal de difusión del conocimiento científico-tecnológico, así como impulsar el conocimiento y valoración de la biodiversidad, su potencial económico, industrial y cultural, para que sirva de apoyo al desarrollo sostenible, en beneficio de las sociedades amazónicas peruanas y de la humanidad. Folia amazónica recibe dos tipos de contribuciones: artículos científicos y avances de investigación.

Las contribuciones pueden ser inéditas en el idioma oficial de la revista (español), además deberán ser relevantes en cuanto a la misión del IIAP, así como pertinentes de acuerdo a un análisis contextual en la región.

### 1.2. Características generales

Título:	Folia Amazónica
Registro:	ISSN 1018-5674
Abreviatura:	Fol. Amazon.
Dimensiones:	18.5 x 26.5 cm
Periodicidad:	Semestral
Tiraje:	500/1000 ejemplares

## 2. NORMAS GENERALES PARA LA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS

### 2.1. Categorías de las contribuciones

Folia Amazónica, reúne artículos inéditos en el idioma oficial e informaciones científicas novedosas y pertinentes sobre la Amazonía peruana. Los artículos publicados en Folia Amazónica cubren temas sobre: biodiversidad, ecosistemas acuáticos y terrestres, ordenamiento ambiental, aspectos sociales, ecología, salud, educación, antropología y otros, referidos a la Amazonía peruana en su conjunto.

### 2.2. Redacción y estilo

Los trabajos se publican en español. Pudiendo aceptarse en otros idiomas previa opinión del Comité Editorial. Se fomenta el uso del lenguaje inclusivo por género, etnia, origen nacional, impedimento, y otras características sociodemográficas (cuya descripción debe ser lo más clara y concisa posible).

### 2.3. Presentación de los trabajos

Los trabajos deben ser enviados en original y dos copias, doble espacio, márgenes de 3 cm, versión electrónica en *diskette* o disco compacto, fuente Tahoma, tamaño 11. Una página adicional debe ser presentada como cubierta, conteniendo lo siguiente:

- Título del artículo
- Nombre y direcciones de los autores
- Nombre, dirección, correo electrónico, teléfono y fax del autor responsable de la correspondencia
- Resumen, no mayor de 250 palabras
- Los trabajos deben incluir las siguientes secciones: título en español e inglés, autor(es), resumen en español e inglés, palabras claves en ambos idiomas, introducción, materiales y métodos, resultados, discusión, agradecimiento (opcional), bibliografía, tablas e ilustraciones.

### 2.4. Título

Debe ser objetivo, descriptivo y reflejar de manera clara y precisa el contenido del trabajo. Debe estar escrito en español e inglés, en negrita y centrado. No debe contener nombres científicos abreviados si no han sido mencionados previamente.

### 2.5. Autor(es), coautor(es)

Debe anotarse nombre(s) y apellido(s) como suele usarlos el autor, en nombre de aporte real y no alfabéticamente.

No se consignarán cargos, grados ni títulos; sólo la especialidad. En el caso de tesis, se indicará el área de la tesis.

Se indicará con asteriscos en pie de página la institución dónde labora o investiga el autor, con la dirección (código postal, ciudad, país y correo electrónico).

### 2.6. Resumen (abstract)

Debe ser redactado en español e inglés, de manera breve, precisa y clara, con un máximo de 250 palabras, pero no menor de 100 palabras. Sólo registrará la información que aparece en el texto.

### 2.7. Palabras claves (keywords)

Se anotará de tres a diez palabras, en español e inglés, que indique los tópicos generales que comprende el trabajo, cuyo fin es servir de descriptores para bibliotecas.

### 2.8. Introducción

Deberá ser concisa y explicar claramente el objetivo, la originalidad, pertinencia y su relación con otros trabajos de materias afines.

### 2.9. Material y método

Los materiales deberán ser descritos en forma concisa y precisa; igualmente los métodos deben ser breves y claros para facilitar la réplica del trabajo. Procedimientos y técnicas ya publicados deben ser citados. Evitar lista de materiales. La descripción del área de estudio debe ser descrita en esta sección, si es aplicable.

### 2.10. Resultados

Serán expuestos en una secuencia lógica, con ayuda de cuadros y figuras que, objetivamente, aclaren el texto o reemplacen, en forma concreta y directa, lo que podría expresarse en palabras. No deben ser una repetición de la sección Material y Método.

Asimismo, no deben incluirse figuras o gráficos cuyos datos se repiten en los cuadros. Si existe un análisis espacial, es necesario georreferenciar e incluir escalas, proyecciones y nombres (topónimos) que ayuden a su identificación.

### 2.11. Discusión y conclusión

Debe estar orientada a la interpretación de los resultados estableciendo relaciones causa-efecto y relación con principios, teorías y leyes. Se debe cerrar esta sección con las conclusiones o propuestas en el último o los últimos párrafos.

### 2.12. Agradecimiento

Este ítem es opcional. Deberá ser tan directo y breve como sea posible y cuando formalmente se justifique.

Se citará solo a los colaboradores que realmente ayudaron en la ejecución del trabajo.

### 2.13. Bibliografía

Será anotada la que cite en el artículo. Se consignará por autores, en el orden alfabético, y en orden cronológico cuando pertenece a un mismo autor (ver en anexo normas y ejemplos). Toda citación en el texto deberá estar en esta sección y viceversa.

### 2.14. Referencias bibliográficas citadas en el texto

Deben seguir la forma: autor, año. Si se cita dos o más obras de un autor de un mismo año, se distinguirán añadiendo una letra minúscula al año, ésta corresponderá a la obra que se desea citar. Si se trata de más de dos autores, después del primer autor seguirá *et al.* y el año entre paréntesis sin comas (Kalliola *et al.*

2000). Cuando se mencionen varios artículos del mismo autor, presentarlos cronológicamente (Kalliola 1999; 2001; 2003). En las citas con dos autores usar el símbolo & en vez del “y” en cualquier idioma (Kalliola & Beuzeville, 2000).

### **2.15. Cuadros e ilustraciones**

Deben ser incluidos en hojas separadas numeradas en arábigos. Su ubicación en el artículo debe ser mencionada en el mismo o con nota al margen. Los cuadros deben ser simples y los datos serán dispuestos de tal modo que el lector los entienda claramente sin recurrir al texto. Debe tenerse cuidado que el material que se presenta en los cuadros no se repita en el texto ni en las figuras. Los datos numéricos extensos pueden generalmente simplificarse mediante el uso de técnicas estadísticas adecuadas.

Las ilustraciones comprenden: dibujos, fotografías y gráficos. Los dibujos se harán con tinta china o similar en papel canson.

Las fotografías, con buen contraste y resolución, se deben enviar las fotos originales.

Asimismo, se debe incluir el nombre de quién tomó la foto y a quién pertenecen los derechos del autor (Foto: José Álvarez, © Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana); también debe incluir el año, el lugar y una pequeña descripción del contenido.

Fotografía digital también es aceptable si tiene una resolución mínima de 3 mega píxeles (2048 X 1536 píxeles), incluyendo los mismos atributos descritos anteriormente.

El tipo de gráficos empleados deberán ser coherentes con la información que se intenta mostrar, por ejemplo, un gráfico circular muestra el tamaño proporcional de los elementos que conforman una serie de datos en función de la suma de los elementos.

Siempre mostrará una única serie de datos y es útil cuando se desea destacar un elemento significativo. Además, los gráficos deberán ser en blanco y negro y contrastar con matices de grises y tramas.

## NORMAS Y EJEMPLOS DE REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Artículos en Revistas

Halpern SD, Ubel PA, Caplan AL. Solid-organ transplantation in HIV-infected patients. *N Engl J Med.* 2002 Jul 25;347(4):284-7.

Rose ME, Huerbin MB, Melick J, Marion DW, Palmer AM, Schiding JK et al. Regulation of interstitial excitatory amino acid concentrations after cortical contusion injury. *Brain Res.* 2002;935(1-2):40-6.

### Libros y otras monografías

Murray PR, Rosenthal KS, Kobayashi GS, Pfaller MA. *Medical microbiology.* 4th ed. St. Louis: Mosby; 2002.

Royal Adelaide Hospital; University of Adelaide, Department of Clinical Nursing. *Compendium of nursing research and practice development, 1999-2000.* Adelaide (Australia): Adelaide University; 2001.

- **Capítulo en libro**

Meltzer PS, Kallioniemi A, Trent JM. Chromosome alterations in human solid tumors. In: Vogelstein B, Kinzler KW, editors. *The genetic basis of human cancer.* New York: McGraw-Hill; 2002. P. 93-113.

- **Informe Técnico o Científico**

Russell ML, Goth-Goldstein R, Apte MG, Fisk WJ. Method for measuring the size distribution of airborne Rhinovirus. Berkeley (CA): Lawrence Berkeley National Laboratory, Environmental Energy Technologies Division; 2002 Jan. Report No.: LBNL49574. Contract No.: DEAC0376SF00098. Sponsored by the Department of Energy.

### Tesis

Borkowski MM. *Infant sleep and feeding: a telephone survey of Hispanic Americans [thesis].* Mount Pleasant (MI): Central Michigan University; 2002.

### Material Audiovisual

Chason KW, Sallustio S. *Hospital preparedness for bioterrorism [videocassette].* Secaucus (NJ): Network for Continuing Medical Education; 2002.

### Material en Soporte Electrónico

- **CD-ROM**

Anderson SC, Poulsen KB. *Anderson's electronic atlas of hematology [CD-ROM].* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2002

- **Artículo de revista en Internet**

Abood S. Quality improvement initiative in nursing homes: the ANA acts in an advisory role. *Am J Nurs [serial on the internet].* 2002 Jun [consultado 12 ago. 2002]; 102(6):[cerca 3 p.]. Disponible en:

<http://www.nursingworld.org/AJN/2002/june/Wawatch.htm>

- **Monografía en Internet**

Foley KM. Gelband H, editors. Improving palliative care for cancer [monograph on the internet]. Washington: National Academy Press; 2001 [consultada 9 jul. 2002]. Disponible en: <http://www.nap.edu/books/0309074029/html/>.

- **Sitio Web**

Cancer-Pain.org [página web en Internet]. New York: Association of Cancer Online Resources, Inc.; c2001-01 [actualizada 16 mayo 2002; consultada 8 jul. 2002]. Disponible en: <http://www.cancer-pain.org/>.

- **Parte de una homepage/Web site**

American Medical Association [página web en Internet]. Chicago: The Association; c1995-2002 [actualizada 23 ago. 2001; consultada 12 ago. 2002]. AMA Office of Group Practice Liaison; [2 pantallas]. Disponible en: <http://www.ama-assn.org/ama/pub/category/1736.html>

- **Base de Datos en Internet**

Who's Certified [base de datos en Internet]. Evanston (IL): The American Board of Medical Specialists. c2000 - [consultado 8 mar. 2001]. Disponible en: <http://www.abms.org/newsearch.asp>

---

Versión abreviada de:

*Uniform Requirements for manuscripts Submitted to Biomedical Journals: Sample References.* [página web en Internet] [Actualizada 15 jun. 2005; consultada 16 nov.2005] Disponible en: [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html)



## ACUICULTURA

- VELÁSQUEZ, Javier. DEL RISCO, Magali. CHU-KOO, Fred. ALCÁNTARA Bocanegra, Fernando. CHÁVEZ Veintemilla, Carlos. PADILLA, Palmira. MARICHÍN Ayambo, Hugo. TELLO Martín, Salvador. Protocolo de adaptación de alevinos de paiche *Arapaima gigas* al consumo de alimento artificial en cautiverio.....7
- CHU-KOO, Fred William. DAÑINO Pérez, Astrid M.. Biología y cultivo del fasaco *Hoplias malabaricus* Bloch 1794 (Characiformes: Erythrinidae).....11
- MATHEWS Delgado, Patrick. CHU-KOO, Fred William. DE OLIVEIRA Malta, José Celso. SILVA Gomes, Ana Lúcia. BEZERRA Varella, Ângela Maria. TELLO Martín, Salvador. Fauna ectoparasitaria en alevinos de paiche *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) cultivados en el Centro de Investigaciones de Quistococha, Loreto, Perú.....23
- VÁZQUEZ, Narda Dinis. MATHEWS Delgado, Patrick. CHU-KOO, Fred William. TELLO Martín, Salvador. ISMIÑO Orbe, Rosa. Fauna parasitaria de juveniles de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* (Vandelli, 1829) cultivados en el Centro de Investigaciones de Quistococha, Loreto, Perú.....29
- SOBERÓN Minchán, Luis Eloy. CHU-KOO, Fred William. ALCÁNTARA Bocanegra, Fernando. Parámetros hematológicos, crecimiento y composición corporal de juveniles de gamitana *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivados en tres densidades.....35
- GUTIERREZ, Felix Walter. QUISPE, Máximo. VALENZUELA, Luz. CONTRERAS, Guadalupe. ZALDÍVAR, Javier. Utilización de la proteína dietaria por alevinos de “gamitana” *Colossoma macropomum* Cuvier 1818, alimentados con dietas isocalóricas.....47
- ALCÁNTARA Bocanegra, Fernando. CHU-KOO, Fred William. CHÁVEZ Veintemilla, Carlos Alberto. TELLO Martín, Salvador. BANCES Chávez, Karin Cristina. TORREJÓN Meza, Marco Antonio. GÓMEZ Noriega, Jorge Luis. NORIEGA Murrieta, Javier. La pesquería ornamental de la arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* (Osteoglossidae) en Loreto, Perú y posibilidades de su cultivo.....55
- MATHEWS Delgado, Patrick. DE OLIVEIRA Malta, José Celso. ISMIÑO Orbe, Rosa. CHU-KOO, Fred William. SILVA Gomes, Ana Lúcia. TELLO Martín, Salvador. Metazoarios parásitos de paiches adultos, *Arapaima gigas* (Osteoglossiformes: Arapaimidae), cultivados en la amazonía peruana.....63
- ISMIÑO Orbe, Rosa. VÁSQUEZ, Narda Dinis. MATHEWS Delgado, Patrick. CHU-KOO, Fred William. Avances en el cultivo de *Apistogramma panduro*, Römer, 1997 (Perciformes: Cichlidae) en la amazonía peruana.....69

## AGRONOMÍA

- SOTERO Solís, Víctor Erasmo GARCÍA de Sotero, Ena Velazco Castro. Estabilidad del ácido ascorbico en pulpa deshidratada de camu camu (*myrciaria dubia* hbk mc vaugh) a diferentes temperaturas.....75

## CIENCIAS SOCIALES

- GASCHÉ, Jorge. ¿Para qué sirve el concepto de “Sociedad Bosquesina”?.....81
- GASCHÉ, Jorge. Cuatro cantos - adivinanzas huitoto.....89

## BOTÁNICA

- ARCE Urrea, Carmela. Dinámica de descomposición y mineralización de macronutrientes en hojarasca de plantaciones de *Ormosia coccinea* (Aubl.) Jackson, “huayruro” y *Vochysia lomatophylla* Standl, “quillosa”, Iquitos, Loreto, Perú.....101

## CIENCIAS FORESTALES

- HONORIO Coronado, Eurídice N. DÁVILA Cardozo, Nállarett M.. Producción y crecimiento de raíces aéreas de *Thoracocarpus bissectus* (Cyclanthaceae) en Jenaro Herrera, Loreto, Perú.....107
- YEPES Alza, Federico. LINARES Bensimón, Carlos. Rendimiento de trozas aserradas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke obtenidas del raleo silvicultural de plantaciones en Jenaro Herrera, Loreto – Perú.....115
- OTÁROLA Acevedo, Federico. MARTINEZ Davila, Percy. Análisis de rentabilidad económica y desarrollo de ecuaciones alométricas de los bosques aluviales de *Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker F. Ex Schumann “capirona” para determinación del valor maderable y del carbono almacenado para servicios de REDD.....121

## CIENCIAS DEL AMBIENTE

- CORREA T., Melba. MONTALVÁN I., Bertha. PEZO D., Roberto. VERDI O., Lorgio. Estudio de impacto ambiental del proyecto de relleno sanitario en la comunidad de Moralillo, propuesto para la ciudad de Iquitos, Loreto-Perú.....137

## GENÉTICA

- RODRÍGUEZ Bravo, Javier. IGLESIAS Vásquez, Adriana. FRANÇOIS Renno, Jean. ALCÁNTARA, Fernando. GARCÍA Dávila, Carmen. Variabilidad genética de *Pseudoplatystoma punctifer* (Castelnau, 1855) y *Pseudoplatystoma tigrinum* (Valenciennes, 1840), en la amazonía peruana.....145

## ZOOLOGÍA

- SUÁREZ Benvenuto, Marne. VÁSQUEZ Ruesta, Pedro. GÓMEZ Bravo, Carlos. Evaluación de dos niveles de subproducto de trigo en dietas de ronsocos (*Hydrochaeris hydrochaeris*) bajo cautiverio.....153

# SUMARIO