

## MONITOREO DE LA ABUNDANCIA DE *Arapaima gigas* EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO PACAYA, RESERVA NACIONAL PACAYA SAMIRIA, AMAZONÍA PERUANA

María Isabel Torres-Vásquez<sup>1,2</sup>, Julio Sampaya Ruíz<sup>3</sup>, Edgard Calderón Robles<sup>4</sup>, Fermín Arimuya Salas<sup>5</sup>

- 1 Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Email: neopelma@gmail.com
- 2 Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado - SERNANP
- 3 Organización Social de Pescadores y Procesadores Artesanales Los Jaguares
- 4 Organización Social de Pescadores y Procesadores Artesanales Los Catalanes
- 5 Organización Social de Pescadores y Procesadores Artesanales Los Leones

### RESUMEN

La información sobre la abundancia del paiche (*Arapaima gigas*) en medio natural en la Amazonía peruana es muy escasa, siendo mayor los resultados obtenidos de los programas de manejo pesquero mediante actividades de monitoreo en los lugares donde la especie se viene aprovechando con fines comerciales. En este trabajo se presentan los resultados del monitoreo anual realizado entre el 2014 y 2017, en la zona de Yarina, cuenca baja del río Pacaya, comprensión de la Reserva Nacional Pacaya Samiria (RNPS). Entre los resultados destaca que la población del paiche no es homogénea en los cuerpos de agua, tal es así que, se registró una densidad promedio mayor en los caños de Yarina y Huama en comparación con lo registrado en las cochas Zapote y Yarina. Finalmente, se tiene que, la baja profundidad de los cuerpos de agua registrada en el caño Huama durante el 2017, influyó en la abundancia de individuos del paiche en la categoría de adultos, caso contrario ocurrió con los ejemplares juveniles.

**PALABRAS CLAVE:** Abundancia, *Arapaima gigas*, Monitoreo, Pacaya, Conservación

## ABUNDANCE MONITORING OF *Arapaima gigas* IN LOWER PACAYA RIVER BASIN, PACAYA SAMIRIA NATIONAL RESERVE, PERUVIAN AMAZON

### ABSTRACT

Information about the abundance of paiche *Arapaima gigas* in natural environment in the Peruvian Amazon is very scarce, being greater the results obtained from fisheries management programs through monitoring in places where they have been used for commercial purposes. This work shows the results of annual monitoring between 2014 and 2017 in the area of Yarina, Pacaya river basin, in the Pacaya Samiria National Reserve (PSNR), where the paiche population is not homogeneous in the bodies of water, registering higher average density in the Yarina and Huama watercourses compared to the Zapote and Yarina lakes. Likewise, the low depth of the bodies of water registered in the Huama watercourse during 2017, influence the abundance of the adult individuals of paiche, but not of the juveniles.

**KEYWORDS:** Abundance, *Arapaima gigas*, monitory, Pacaya, conservation

## INTRODUCCIÓN

La abundancia es un atributo poblacional variable en el tiempo y el espacio, y es de suma importancia en el manejo de recursos hidrobiológicos. Su estimación suele ser la tarea más frecuente en el manejo práctico ya que indica el estado de una población en un momento dado, revela sus variaciones en el tiempo, permite asignar cuotas de cosecha, y el seguimiento de planes de manejo. Por eso, la estimación de abundancia no es un fin en sí mismo sino una herramienta versátil y valiosa en la toma de decisiones, en el seguimiento de planes de manejo y un criterio rector en muchas investigaciones poblacionales (Ojasti & Dallmeier, 2000).

El paiche (*Arapaima gigas*), es considerado como uno de los peces de mayor tamaño de agua dulce del mundo y el pez de escama más grande de la Amazonía y fácilmente alcanza los 3 metros de longitud y los 200 kg en estado adulto (Imbiriba, 1991; Queiroz, 2000).

La calidad de su carne y su valor nutricional (Fogaça *et al.*, 2011), ha conllevado a que el paiche sea muy apreciado, impulsando así la comercialización de este recurso en los mercados locales, nacionales y hasta internacionales; sin embargo, desde la década de los años 80', las poblaciones naturales de este recurso vienen disminuyendo debido a la pesca excesiva e indiscriminada (García *et al.* 2009, 2012).

Ante este escenario, se desarrollaron estrategias orientadas a mitigar esta amenaza mediante la inclusión de la población local en el manejo sostenible de *Arapaima gigas* mediante la conformación de grupos de manejo y la implementación de Programas de Manejo Pesquero (PROMAPE). El mismo, que es un instrumento de gestión dado para asegurar la conservación de la especie y para contribuir a generar ingresos económicos a las familias involucradas en esta actividad (Pronaturaleza, 2010).

Los aspectos estudiados sobre el paiche, están enfocados mayormente a la piscicultura (Bard & Imbiriba, 1986; Imbiriba, 1991; Alcántara & Montreuil, 2003; Pereira-Filho *et al.*, 2003; Cavero *et al.*, 2003; Cavero *et al.*, 2004; Alcántara *et al.*, 2005; Padilla *et al.*, 2005; Rebaza *et al.*, 2005; de Oliveira *et al.*, 2012), a la producción de alevinos (Núñez, *et al.*, 2011), dietas alimenticias (de Menezes *et al.*, 2006; Velásquez *et al.*, 2007; Del Risco *et al.*, 2008) y a la determinación del sexo (Chu-Koo *et al.*, 2009; Carreiro *et al.*, 2011). Mientras que, los trabajos realizados en el medio natural, están referidos a los aspectos bioecológicos del paiche (Castello, 2008a; Figueiredo, 2013) como

la caracterización genética (Farias *et al.*, 2003; Marques, 2003; Hrbek *et al.*, 2005; Leão, 2009), crecimiento y desarrollo sexual (Guerra, 1980; Arantes *et al.*, 2010), parásitos (Kritsky *et al.*, 1986; Serrano-Martínez *et al.*, 2015), rendimiento de la carne (Imbiriba *et al.*, 1994), desplazamiento (Castello, 2008b; Arantes *et al.*, 2011; Núñez-Rodríguez, *et al.*, 2015), dinámica poblacional (Coutinho *et al.*, 2010; Castello *et al.*, 2011), gobernanza (Castello *et al.* 2009; Castello y Steward., 2010) y manejo comunitario en la conservación del paiche (Alcántara & Montreuil, 2003; Castello, 2004; Arantes *et al.*, 2007; Hrbek *et al.*, 2007; Castello *et al.*, 2009; Crossa, 2009).

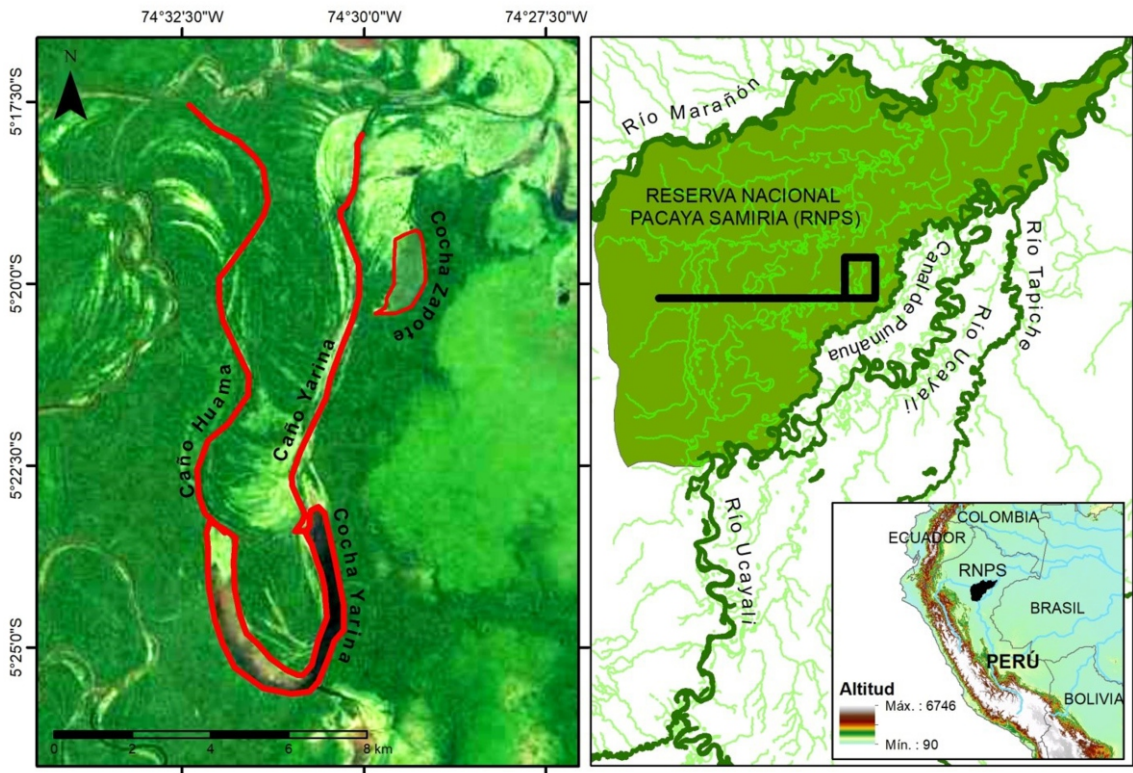
La información sobre la abundancia de paiche en medios naturales de la Amazonía peruana es escasa y la existente sólo ha sido registrada en la Amazonía brasilera (Arantes *et al.*, 2006; Petersen *et al.*, 2016), por lo que el propósito de este trabajo es de monitorear la abundancia poblacional y estructura etárea de individuos del paiche, mediante censos o conteos en los sectores Cocha Yarina, Caño Yarina, Caño Huama, y Cocha Zapote de la Cuenca Pacaya, en la Reserva Nacional Pacaya Samiria (RNPS). El mismo, con la finalidad de dar a conocer el estado situacional actual de esta especie y en base a ello, poder orientar y mejorar el proceso de toma de decisiones en la gestión pesquera. En adición, para demostrar que el manejo del paiche en medio natural y efectuado por las poblaciones locales sea una excelente alternativa para la recuperación y conservación de esta especie.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se realizó en el sector de manejo de las Organizaciones Sociales de Pescadores y Procesadores Artesanales (OSPPA) Los Catalanes, Los Jaguares y Los Leones, quienes vienen implementando desde el 2014 el Programa de Manejo Pesquero (PROMAPE) de la especie *Arapaima gigas*, en la zona de Yarina, Cuenca Pacaya - RNPS. Este PROMAPE fue aprobado mediante Resolución Directoral N° 237-2014-GRL/DIREPRO; razón por la cual este sector viene siendo monitoreada anualmente por los mismos pescadores en coordinación conjunta con la Jefatura de la RNPS, la Dirección Regional de Producción (DIREPRO - L) y otras organizaciones no gubernamentales que brindan apoyo técnico.

La zona de Yarina está ubicada en la jurisdicción del Puesto de Vigilancia N° 2, cuenca baja del río Pacaya, en la RNPS (Figura 1), dentro de la zona de aprovechamiento directo, de acuerdo a la



**Figura 1.** Mapa de ubicación de los cuerpos de agua en donde se realizó el monitoreo de *A. gigas* "paiche" en la Zona Yarina, Cuenca Pacaya, Reserva Nacional Pacaya Samiria.

zonificación del Plan Maestro de la RNPS (2017). Esta zona comprende a su vez, cuatro principales cuerpos de agua: la Cocha Yarina con una superficie de 478.18 ha, la Cocha Zapote con 107.58 ha, el Caño Yarina con 55.93 ha y el Caño Huama con 42.70 ha.

La temperatura máxima en esta zona fluctúa entre 31 y 33°C, y la temperatura mínima oscila entre 22 y 24.5° C. La pluviosidad promedio anual es de 2,965 mm. El nivel de las aguas de esta zona está sujeta al régimen hidrológico del río Ucayali, que cuenta con una temporada seca o de vaciante entre junio y setiembre, y una temporada lluviosa o de creciente de entre octubre y mayo. El color de las aguas es negro debido al alto contenido de taninos y ácidos húmicos, como consecuencia de la descomposición parcial del abundante material orgánico y presenta abundante vegetación acuática. El acceso por varaderos ya sea en temporada de vaciante y creciente es permanente a través del caño Yarina, que da salida al río Pacaya (OSPPA Los Catalanes *et al.*, 2014; SEHINAV, 2017).

## METODOLOGÍA

El método de conteo por "boyadas" del paiche en parcelas mediante paradas, fue empleado para el monitoreo del paiche, siguiendo las consideraciones descritas por Castello (2004) y Crossa (2009). La "boyada" se realiza debido a que la especie posee una vejiga natatoria vascularizada que se conoce como pseudopulmón, la cual le permite captar el oxígeno del aire. Es por ello, que el paiche tiene la necesidad de salir a la superficie cada cierto periodo de tiempo (Castello, 2004).

El método de conteo por boyadas del paiche, consistió en registrar de manera auditiva o visual a todos los individuos que salieron a la superficie para respirar, en cada unidad de muestreo o parada de 30 minutos. Durante los primeros 20 minutos se registraron todos los adultos y juveniles que salieron a boyar, mientras que los 10 minutos restantes se registraron sólo los adultos, para evitar sobreestimar el número de "paiches" juveniles existentes en el cuerpo de agua. Ello, debido a que los juveniles tienen un intervalo de tiempo de respiración menor



al de los adultos y suelen boyar más veces que los adultos. Después de los 30 minutos de conteo, los pescadores deben desplazarse 100 m de forma sincronizada desde el punto de origen y empezar nuevamente el conteo (Crossa, 2009).

Las actividades de monitoreo fueron realizadas anualmente durante la época de vaciante, ya que en esta época es cuando se concentran grandes cantidades de paiche en los cuerpos de agua al interior del bosque (Bard & Imbiriba 1986; Goulding *et al.*, 1996; Queiroz & Sardinha 1999).

La colecta de información se realizó durante los meses de agosto del 2014 y 2015, setiembre del 2016 y octubre del 2017 en la Cocha y Caño Yarina, Caño Huama y Cocha Zapote, bajo condiciones climáticas óptimas. Es decir, sin lluvia, ni viento a fin de garantizar un buen conteo, evitando así una subestimación de individuos (Crossa, 2009).

Los muestreos realizados fueron de un cuerpo de agua por día, de modo que cada monitoreo anual tuvo una duración total de cuatro días, comenzando desde las 06:00 h hasta las 17:00 h, dependiendo de la extensión del cuerpo de agua. Para realizar esta actividad, los pescadores se organizaron en brigadas de 2 pescadores por canoa, distribuyéndose en cuadrillas en el caso de cochas, e hileras en el caso de caños. Cada pescador realizó el conteo de individuos del paiche en un radio de 50 m desde su canoa.

## PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis de los censos del paiche desde el 2014 al 2017 de los sectores de manejo, se empleó la estadística descriptiva: la mediana como medida de tendencia central y el rango intercuartílico como medida de precisión, además de valores extremos o atípicos. Los datos del monitoreo fueron analizados para evaluar ya sea cambios poblacionales en el tiempo, aunque lo ideal es observar tendencias poblacionales; sin embargo, se tendría que tener cinco años de monitoreo consecutivo. Por tal razón, el estudio sólo midió el cambio de una población en el tiempo mediante la estadística de comparación de medias y medianas (Elzinga *et al.*, 2001). Las comparaciones entre sectores de manejo, fueron realizadas empleando la prueba de Kurskal-Wallis por ser datos con diferentes tipos de distribuciones. Para aceptar la hipótesis alterna fue usada las pruebas de post hoc de Dunn y Student Newman Keuls.

Las relaciones existentes entre las densidades de adultos y juveniles con la profundidad de los cuerpos de agua (m), fueron determinadas usando la correlación múltiple de Spearman, con la corrección de Bonferroni. Mientras que, para determinar la

causa - efecto de la densidad de juveniles sobre la densidad de adultos, esta fue realizada usando la prueba de regresión geométrica. Los análisis de correlación simple y de regresión geométrica fueron realizados usando los programas estadísticos SigmaPlot (2008) y BioEstat 5.0 (Ayres *et al.* 2007).

## RESULTADOS

Los resultados de los censos por boyada indican que la densidad de *A. gigas* en la zona de Yarina no es homogéneo en los cuerpos de agua ( $H= 12.44$ ,  $P= 0.006$ ). Esto se debe a que las densidades realizadas durante cuatro años, fueron mayores en los caños que en las cochas.

Los caños Yarina y Huama presentaron densidades promedio de  $56.62 \pm 13.67$  ind/ha y  $44.85 \pm 32.35$  ind/ha, respectivamente. En contraste, las cochas Zapote y Yarina presentaron densidades promedio de  $8.13 \pm 2.51$  ind/ha y  $4.92 \pm 2.65$  ind/ha, respectivamente (Figura 2).

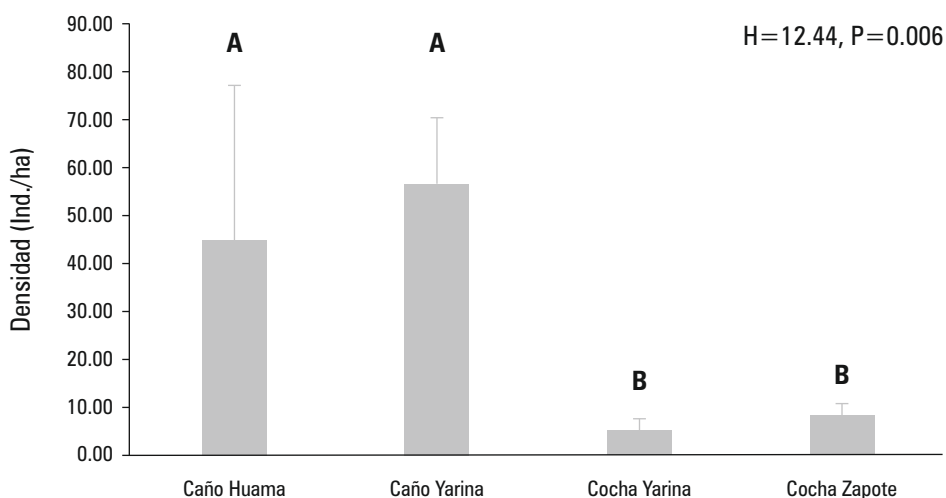
Las zonas muestreadas mediante las actividades de monitoreo fueron analizadas bajo la perspectiva de un sistema acuático y en base a los sectores que la componen, por lo que los resultados muestran la dinámica poblacional por cuerpos de agua y edades durante el periodo comprendido entre el 2014 y 2017 (Figura 3). A continuación, se presentan los resultados obtenidos según el cuerpo de agua muestreado.

### Caño Huama

La población de adultos en el Caño Huama fue fluctuante ( $H= 79.37$ ;  $p = <0.001$ ), siendo las poblaciones entre los años 2014 y 2015 similares entre sí, pero diferentes a los años entre el 2016 y 2017.

La media poblacional reportada durante el 2014 fue de 7.3 individuos (2 - 8 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 60, respectivamente. Mientras que, en el 2015, la media poblacional fue de 9.7 individuos (2 - 11 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 71, respectivamente. En relación a la población media reportada en el 2016 fue de 0.7 individuos (0 - 0 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 12, respectivamente. Finalmente, la media poblacional en el 2017 fue de 0.1 individuos (0 - 0 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 3, respectivamente.

En el caso de la población de juveniles, estas difirieron entre sí ( $H= 42.71$ ;  $p = <0.001$ ), siendo la población del 2016 similar a la de los años 2014 y



**Figura 2.** Densidades de *Arapaima gigas* "paiche" por cuerpos de agua en la Zona de Yarina entre el 2014 y 2017. Cuerpos de agua con la misma letra indican que no presentan diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ), usando la prueba post hoc de Student Newman Keuls.

2015; mientras que fue diferente a la del 2017. Es decir, mostraron poblaciones fluctuantes con tendencia al declive.

La media poblacional durante el 2014 fue de 33.5 individuos (10 - 38 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 1 y 196 respectivamente. En el 2015, la media poblacional fue de 96.6 individuos (30 - 118 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 435 respectivamente. Del mismo modo, en el 2016 la media poblacional fue de 51.1 individuos (12.25 - 43.75 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 325, respectivamente. Finalmente, en el 2017 la media poblacional fue de 22.1 individuos (0 - 8 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 230 respectivamente.

### Caño Yarina

La población de adultos en el Caño Yarina, difirieron entre sí ( $H = 40.07$ ;  $p < 0.001$ ), siendo las poblaciones de los años 2014, 2015 y 2017 similares entre sí, pero diferentes a la del 2016, evidenciando cierta fluctuación poblacional, pero con una tendencia población estable.

La media poblacional durante el 2014 fue de 30.3 individuos (5.75 - 48.5 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 102, respectivamente. En el 2015, la media poblacional fue de 22.2 individuos (1.25 - 40.5 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 99, respectivamente. Del mismo modo, en el 2016

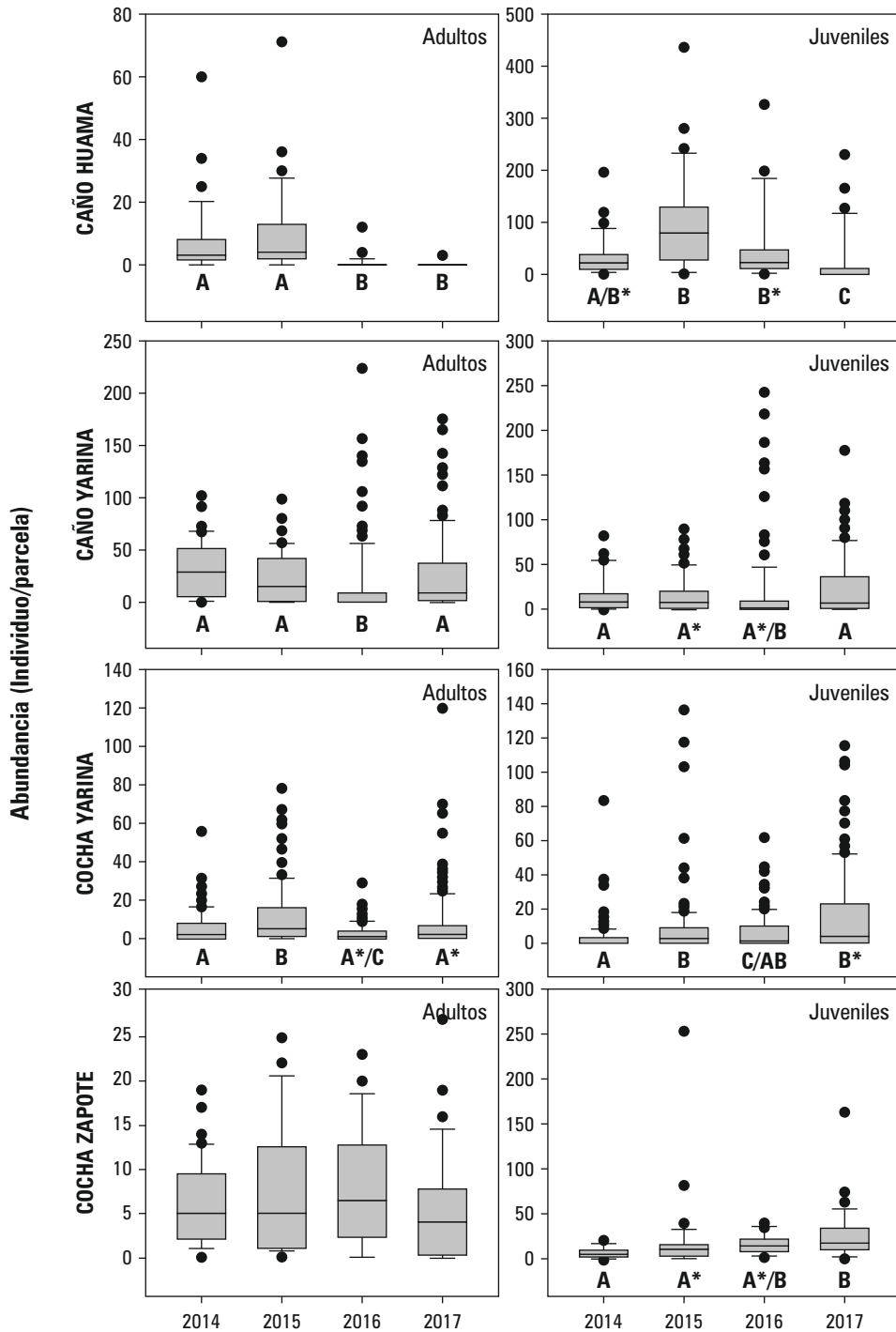
la media poblacional fue de 15.5 individuos (0 - 9 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 224 respectivamente. Finalmente, en el 2017 la media poblacional fue de 27.3 individuos (2 - 36.5 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 175, respectivamente.

En el caso de la población de juveniles, estas también difieren entre sí ( $H = 14.41$ ;  $p < 0.001$ ), siendo las poblaciones del 2014, 2015 y 2017 similares entre sí, pero diferentes a la del 2016, mostrando poblaciones fluctuantes, pero con tendencia al incremento.

La media poblacional durante el 2014 fue de 15 individuos (2 - 17 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 82, respectivamente. En el 2015, la media poblacional fue de 15.4 individuos (1 - 19.5 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 90, respectivamente. Del mismo modo, en el 2016 la media poblacional fue de 18.2 individuos (0 - 9 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 243, respectivamente. Finalmente, en el 2017 la media poblacional fue de 22.8 individuos (1 - 35.5 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 178, respectivamente.

### Cocha Yarina

La población de adultos en la Cocha Yarina, difieren entre sí ( $H = 40.17$ ;  $p < 0.001$ ), siendo la población del 2017 similar a las poblaciones del



**Figura 3.** Poblaciones anuales de *A. gigas* "paiche" por edad y cuerpos de agua en la Zona de Yarina entre el 2014 y 2017. Cuerpos de agua con la misma letra indican que no presentan diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ), usando la prueba post hoc de Dunn.

2014 y 2016, pero diferente a la del 2015, evidenciando fluctuaciones poblacionales, pero con una tendencia a la estabilidad.

La media población durante el 2014 fue de 5.6 individuos (0 - 8 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 56, respectivamente. En el 2015, la media poblacional fue de 11.1 individuos (1 - 16 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 78, respectivamente. Del mismo modo, en el 2016 la media poblacional fue de 2.9 individuos (0 - 4 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 29, respectivamente. Finalmente, en el 2017 la media poblacional fue de 7.3 individuos (0 - 6.25 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 120, respectivamente.

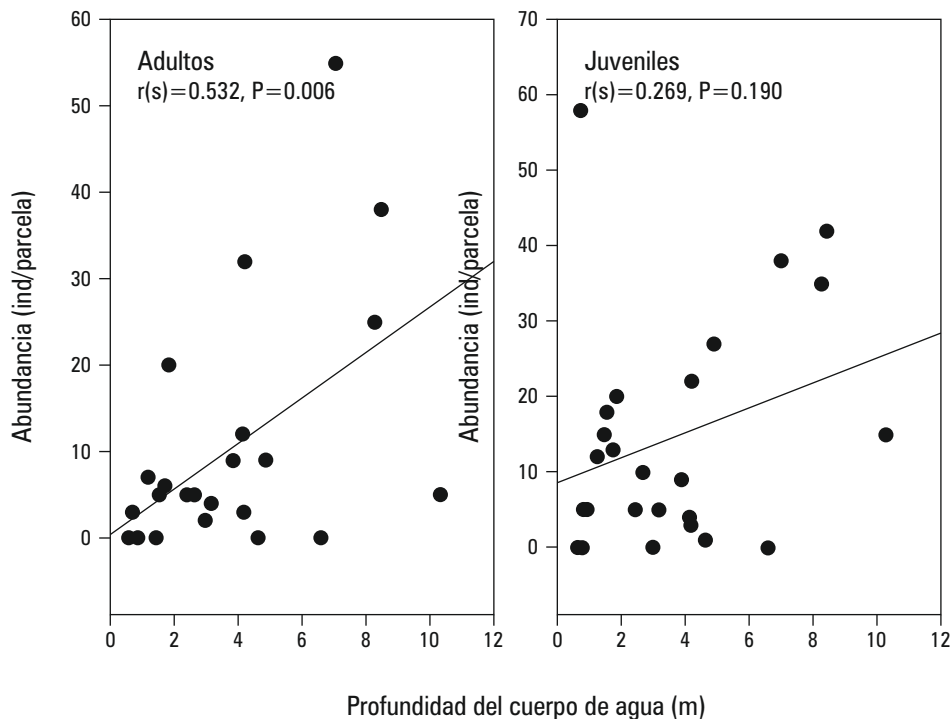
En el caso de la población de juveniles, estas difieren entre sí ( $H= 31.48$ ;  $p = <0.001$ ). Las poblaciones entre el 2015 y 2017, fueron siendo similares entre sí; mientras que, las poblaciones entre el 2014 - 2016, mostraron fluctuaciones poblacionales, pero con tendencia al incremento.

La población media durante el 2014 fue de 3.3 individuos (0 - 3 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 83 respectivamente. En el 2015, la población media fue de 7.6 individuos (0 - 9 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 136 respectivamente. Del mismo modo, en el 2016 la población media fue de 6.3 individuos (0 - 10 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 62, respectivamente. Finalmente, en el 2017 la población media fue de 15.2 individuos (0 - 23 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 115, respectivamente.

### Cocha Zapote

La población de adultos en la Cocha Zapote, a diferencia de las anteriores, resultaron todas iguales ( $H= 3.26$ ;  $p = 0.35$ ), evidenciando así una tendencia poblacional muy estable.

La población media durante el 2014 fue de 6 individuos (2 - 8.5 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 19, respectivamente. En



**Figura 4.** Correlación entre individuos adultos y juveniles de *A. gigas* "paiche" con la Profundidad (m) del cuerpo de agua en la Zona de Yarina durante el 2017.

el 2015, la media poblacional fue de 7.7 individuos (1 - 11.5 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 25, respectivamente. Del mismo modo, en el 2016 la media poblacional fue de 8 individuos (2.75 - 12.25 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 23, respectivamente. Finalmente, en el 2017 la media poblacional fue de 5.6 individuos (0.75 - 7.25 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 27, respectivamente.

Por el contrario, la población de juveniles sí resultaron diferentes entre sí ( $H=26.91$ ;  $p < 0.001$ ). La población del 2016 fue similar a las poblaciones del 2015 y 2017; mientras que, las poblaciones del 2014 y 2015, mostraron ciertas fluctuaciones, pero con una tendencia al incremento.

La media poblacional durante el 2014 fue de 6.8 individuos (2 - 9.25 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 21, respectivamente. En el 2015, la población media fue de 19.5 individuos (3 - 15.25 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 258, respectivamente. Del mismo modo, en el 2016 la media poblacional fue de 15.9 individuos (8.75 - 20.75 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 1 y 40, respectivamente. Finalmente, en el 2017 la media poblacional fue de 26.3 individuos (11.5 - 33.5 rango intercuartílico), con valores mínimos y máximos de 0 y 166, respectivamente.

Resultó evidente que los sectores que conforman el sistema acuático de la Zona de Yarina, se encuentran en buen estado y con un comportamiento fluctuante tanto de ejemplares adultos como juveniles.

En el Caño Huama durante la ejecución de los censos de paiche en el 2017, se obtuvo un bajo registro en la cantidad de individuos adultos, debido a la poca profundidad de dicho caño ( $r_s=0.532$ ;  $p=0.006$ ) (Figuras 3 y 4). Ello, estuvo supeditado al régimen hidrológico del río Ucayali, ya que durante los días del censo tuvieron una profundidad promedio de 89.93 m (SEHINAV, 2017); mientras que, esta condición no parece condicionar la presencia de individuos juveniles ( $r_s=0.269$ ;  $p=0.19$ ) (Figura 4).

## DISCUSIÓN

La densidad poblacional del paiche (*Arapaima gigas*) bajo condiciones de manejo en su medio natural, suele ser mayor en comparación a aquellas que no están sujetas a manejo (Arantes *et al.*, 2010, Petersen *et al.*, 2016). En ese sentido, la pesca artesanal de paiche bajo el esquema de manejo de grupos organizados en áreas naturales protegidas, ha constituido un factor clave en la recuperación de las

poblaciones naturales de esta especie en la Reserva Nacional Pacaya Samiria. Acciones de manejo similares en otras áreas de la Amazonía brasilera, donde se presentan niveles de incremento poblacional en el medio natural, es posible apreciar en los lagos de las Reservas de Desarrollo Sustentable Mamirauá y Amanã: Jarauá (525%), Tijuca (169%), Marã/Lago Preto (1,039%) y Coraci (20%) (Arantes, 2006).

El conocimiento bioecológico del paiche sumado a los conocimientos ancestrales y habilidades de los pescadores, ha permitido la implementación y validación de un método de conteo para estimar la abundancia poblacional de la especie (Castello, 2004; Arantes, 2007). Esto, basado en su condición de respiración aérea obligatoria, usando su vejiga natatoria modificada como si fuera un pulmón (Bard & Imbiriba 1986). El rango domiciliario promedio del paiche es de 0.1 km<sup>2</sup> durante el periodo reproductivo, donde muestran un comportamiento muy territorial (Núñez-Rodríguez *et al.* 2015; Queiroz, 2000; Fontanele, 1948). El conocimiento de aspectos bioecológicos del paiche, permitió elaborar un protocolo de la especie (Crossa, 2009). Este protocolo, es actualmente utilizada por los pescadores artesanales de la Amazonía.

En zonas como Yarina en la cuenca Pacaya, comprensión de la Reserva Nacional Pacaya Samiria, el aprovechamiento del paiche es una actividad importante. La abundancia poblacional de la especie no sólo está influenciada por factores antrópicos como la pesca por infractores y la sobrepesca; también, obedece a factores ambientales como la profundidad y el tamaño del cuerpo de agua sujeta a manejo (Arantes *et al.*, 2011).

Al respecto, Castello (2008a) menciona que la abundancia también es debida a las migraciones laterales propias de la especie, causadas por las fluctuaciones en el nivel del agua durante las temporadas de vaciante y de creciente.

Durante el periodo de vaciante o de bajo nivel del agua, los caños y cochas tienen temperaturas elevadas y un bajo nivel de oxígeno (Junk *et al.*, 1983); es así que cuando los niveles de agua descienden considerablemente, los individuos migran en retorno hacia los caños y cochas donde aún poseen la temperatura y el oxígeno disuelto en cantidades moderadas (Castello *et al.* 2011).

En consecuencia, se considera que, un poco cantidad de individuos adultos del paiche en el caño Huama durante el 2017, sea debida a la poca profundidad promedio del nivel de agua registrado durante los censos (0.93 m). Otra razón sería, el tamaño pequeño de este cuerpo de agua que 42.70



ha, siendo el sector más pequeño en relación a los otros sectores como el Caño Yarina con 55.93 ha; Cocha Zapote con 107.58 ha; Cocha Yarina con 478.18 ha. Al respecto, Junk (1985) y Halls *et al.* (2000), consideran que, el bajo nivel del agua tiende a promover la mortalidad por anorexia, debido al deterioro de las condiciones ambientales. Está condición al parecer se estaría dando en el Caño Huama, cuyo cuerpo de agua estaría jugando un papel importante como una zona de transición durante el desplazamiento de la especie a otro cuerpo de agua con mejores condiciones ambientales.

Una razón principal por la que individuos adultos del paiche prefieren hábitats con características como cuerpos de agua de tamaño grande, profundos y conectados a otros cuerpos de agua. La suma de las características mencionadas, estarían incrementando la supervivencia de la especie, movilidad y disponibilidad de recursos alimenticios, ante eventos adversos como sequías extremas (Arantes *et al.*, 2011). Al respecto, en este estudio como se refleja en la Figura 4, se puede apreciar que individuos juveniles del paiche son capaces de subsistir en pocas profundidades; esto sería un indicador significativo para medir la dinámica poblacional del paiche, dado que los adultos no son capaces de tolerar bajas profundidades.

En consecuencia, existe una fuerte correlación entre los ejemplares adultos del paiche con la presencia de juveniles ( $r_s = 0.477$ ;  $p = 0.0000002$ ). Esto parece indicar que los juveniles podrían estar influenciando la abundancia de los adultos en un 30% ( $R^2 = 30.21\%$ ), pudiendo deberse el 70% restante a causas como las migraciones laterales, el nivel de profundidad de los ríos y cuerpos de agua, así como a la presencia de infractores, entre otros factores.

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos de manera especial a todos los miembros de las OSPPA Los Catalanes, Los Jaguares y Los Leones y a la Jefatura de la Reserva Nacional Pacaya Samiria, por las facilidades brindadas durante el desarrollo de las actividades de monitoreo. A Magaly Rengifo y Clara Chuquimbalqui por proporcionar información para el análisis estadístico del paiche, y a la Dirección Regional de la Producción - Loreto, por el acompañamiento de su personal durante las actividades de monitoreo realizados por los pescadores locales. A Pedro E. Pérez-Peña por su invaluable ayuda en los análisis estadísticos y crítica efectuada a la versión preliminar del manuscrito.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara, F.; Guevara, M.; Ramírez, P.; Chávez, C.; Del Castillo, D.; Tello, S. 2005. Cultivo de paiche, *Arapaima gigas* en estanques de reproductores en Loreto, Perú. En: Renno, J. F.; García-Dávila, C.; Duponchelle, F.; Núñez, J. (Eds). *Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura*. p. 163-168.
- Alcántara, F.; Montreuil, V. 2003. Seminario Taller Internacional de Manejo de Paiche o Pirarucu. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP) y World Wildlife Foundation (WWF) - Russell E. Train Education for Nature Programo. Iquitos, Perú. 163 pp.
- Arantes, C.C.; Castello, L.; Cetra, M.; Schilling, A. 2011. Environmental influences on the distribution of *Arapaima* in Amazon floodplains. *Environmental Biology of Fishes* 1-11.
- Arantes, C.C.; Castello, L.; Stewart, D.J.; Cetra, M.; Queiroz, H.L. 2010. Population density on growth and reproduction of arapaima in an Amazonian river floodplain. *Ecology of Freshwater Fish* 19(3):455-465.
- Arantes, C.; Castello, L.; Garcez, D.S. 2007. Variações entre contagens de *Arapaima gigas* (Schinz) (Osteoglossomorpha, Osteoglossidae) feitas por pescadores individualmente em Mamirauá, Brasil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 2(3): 263-269.
- Arantes, C.C.; Garcez, D.S.; Castello, L. 2006. Densidades de pirarucu (*Arapaima gigas*, Teleostei, Osteoglossidae) em lagos das Reservas de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá e Amanã, Amazonas, Brasil. *Revista Uakari* 2(1): 37-43.
- Ayres, M.; Ayres JR, M.D.L.; Santos, A.S. 2007. BioEstat 5.3. Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - IDSM/MCT/CNPq. Brasil.
- Bard, J.; Imbiriba, E. 1986. *Piscicultura do Pirarucu Arapaima gigas*. Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, Belém; Brasil. Circular Técnica N°52. 17 pp.
- Carreiro, C.R.P.; Furtado-Neto, M.A.A.; Mesquita, P.E.C.; Bezerra, T.A. 2011. Sex determination in the Giant fish of amazon Basin, *Arapaima gigas* (Osteoglossiformes, Arapaimatidae), using laparoscopy. *Acta Amazonica* 41(3): 415-420.
- Castello, L. 2004. A Method to Count Pirarucu *Arapaima gigas*: Fishers, Assessment, and Management. *North American Journal of Fisheries Management* 24:379-389.

- Castello, L. 2008a. Nesting habitat of *Arapaima gigas* (Schinz) in Amazonian floodplains. *Journal of Fish Biology* 72: 1520-1528.
- Castello, L. 2008b. Lateral migration of *Arapaima gigas* in floodplains of the Amazon. *Ecology of Freshwater Fish* 17: 38-46.
- Castello, L.; Viana, J.P.; Watkins, G.; Pinedo-Vásquez, M.; Luzadis, V.A. 2009. Lessons from Integrating Fishers of Arapaima in Small-Scale Fisheries Management at the Mamirauá Reserve. *Amazon Environmental Management* 43:197-209.
- Castello, L.; Stewart D.J. 2010. Assessing CITES non-detriment findings procedures for Arapaima in Brazil. *Journal of Applied Ichthyology* 26: 49-56
- Castello, L.; Stewart, D.J.; Arantes, C.C. 2011. Modeling population dynamics and conservation of Arapaima in the Amazon. *Reviews in Fish Biology Fisheries* 21: 623-640.
- Cavero, B.A.S.; Pereira-Filho, M.; Roubach, R.; Ituassú, D.R.; Gandra, A.L.; Crescêncio, R. 2003. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38(1): 103-107.
- Cavero, B.A.S.; Pereira-Filho, M.; Bordinhon, A.M.; da Fonseca, F.A.L.; Ituassú, D.R.; Roubach, R.; Ono, E.A. 2004. Tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39(5): 513-516.
- Chu-Koo, F.; Dugué, R.; Alván Aguilar, M.; Casanova Daza, A.; Alcántara Bocanegra, F.; Chávez Veintemilla, C.; Duponchelle, F.; Renno, J.F.; Tello, S.; Núñez, J. 2009. Gender determination in the Paiche or Pirarucu (*Arapaima gigas*) using plasma vitellogenin, 17 $\beta$ -estradiol, and 11-ketotestosterone levels. *Fish Physiology and Biochemistry* 35:125-136.
- Coutinho, E.S.S.; Bevilacqua, L.; Queiroz, H.L. 2010. Population Dynamics Modeling of *Arapaima gigas*. *Acta Amazonica* 40: 333-346.
- Crossa, M. 2009. Evaluación de abundancia del paiche *Arapaima gigas* en la Reserva Nacional Pacaya Samiria a través de los métodos de transectos y de parcelas. Iquitos, 2009. Informe de Consultoría. Perú. 31 pp.
- de Menezes, G.C.; Tavares-Dias, M.; Akifumi Ono, E.; Alves de Andrade, J.I.; Martins Brasil E.; Roubach, R.; Criscuolo Urbinati, E.; Marcon, J.L.; Gusmão Affonso, E. 2006. The influence of dietary vitamin C and E supplementation on the physiological response of pirarucu, *Arapaima gigas*, in net culture. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 145: 274-279.
- de Oliveira, E.G.; Banhos Pinheiro, A.; Queiroz de Oliveira, V.; Melo da Silva Júnior, A.R.; Gazzineo de Moraes, M.; Branco Rocha, I.R.C.; Rocha de Sousa, R.; Farias Costa, F.H. 2012. Effects of stocking density on the performance of juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*) in cages. *Aquaculture* 370-371: 96-101.
- Del Risco, M.; Velásquez, J.; Sandoval, M.; Padilla, P.; Mori-Pinedo, L.; Chu-Koo, F. 2008. Efecto de tres niveles de proteína dietaria en el crecimiento de juveniles de paiche, *Arapaima gigas* (Shinz, 1822). *Folia Amazónica* 17(1-2): 29-37.
- Elzinga, C.L.; Salzer, D.W.; Willoughby, J.W.; Gibbs, J.P. 2001. *Monitoring plant and animal populations*. Blackwell, Massachusetts, EUA. 360 pp.
- Farias, I.P.; Hrbek, T.; Brinkmann, S.; Sampaio, I.; Meyer, A. 2003. Characterization and isolation of DNA microsatellite primers for *Arapaima gigas*, an economically important but severely over-exploited fish species of the Amazon basin. *Molecular Ecology Notes* 3: 128—130.
- Figueiredo, E.S.A. 2013. *Biologia, conservação e manejo participativo de pirarucus na PanAmazônia*. Tefé, Brasil. 278 pp.
- Fogaça, F.H.S.; de Oliveira; E.G.; Carvalho, S.E.Q.; de Seixas Santos, J.F. 2011. Yield and composition of pirarucu fillet in different weight classes. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 33(1): 95-99.
- Fontanele, O. 1948 Contribuição para o conhecimento da biologia do pirarucú, "*Arapaima gigas*" (Cuvier), em cativeiro (Actinopterygii, Osteoglossidae). *Revista Brasileira de Biologia* 8:445-459.
- García, A.; Tello, S.; Vargas, G.; Duponchelle, F. 2009. Patterns of commercial fish landings in the Loreto region (Peruvian Amazon) between 1984 and 2006. *Fish Physiology and Biochemistry* 35(1): 53-67.
- García, A.; Vargas, G.; Tello S.; Duponchelle, F. 2012. Desembarque de pescado fresco en la ciudad de Iquitos, región Loreto, Amazonía peruana. *Folia Amazónica* 21(1-2): 45-52.
- Goulding, M.; Smith, N.J.H.; Mahar, D.J. 1996. *Floods of fortune: ecology and economy along the Amazon*. Columbia University Press, New York. 193 pp.
- Guerra, H. 1980. Desarrollo Sexual del paiche (*Arapaima gigas*) en las Zonas Reservadas del Estado (ríos Pacaya y Samiria) 1971-1975. Instituto del Mar. Informe N° 67. 14 pp.

- Halls, A.; Debnath, K.; Kirkwood, G.; Payne, A. 2000. Density-dependent recruitment of *Puntius sophore* in floodplain waterbodies in Bangladesh. *Journal of Fish Biology* 56:905-914.
- Hrbek, T.; Farias, I.P.; Crossa, M.; Sampaio, I.; Porto J.L.; Meyer, A. 2005. Population genetic analysis of *Arapaima gigas*, one of the largest freshwater fishes of the Amazon basin: implications for its conservation. *Animal Conservation* 8:297-308.
- Hrbek, T.; Crossa, M.; Farias, I.P. 2007. Conservation strategies for *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) and the Amazonian várzea ecosystem. *Brazilian Journal of Biology* 67(4, Suppl.): 909-917.
- Imbiriba, E.P. 1991. Produção e manejo de alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier). *Circular Tecnica-Centro de Pesquisa Agropecuaria do Tropico Umido (Brazil)*. no. 57.
- Imbiriba, E.P.; Lourenço Junior, J. de B.; Outra, S. 1994. Rendimiento de carne de pirarucu *Arapaima glgas* (Cuvier). Belém: EMBRAPA-CPATU. 21 pp.
- Junk, W.J. 1985. Temporary fat storage, an adaptation of some fish species to the water level fluctuations and related environmental changes of the Amazon River. *Amazoniana* 9:315-352.
- Junk, W.J.; Soares, M.G.M.; Carvalho, F.M. 1983. Distribution of fish species in a lake of the Amazon River floodplain near Manaus (Lago Camaleão), with special reference to extreme oxygen conditions. *Amazoniana* 7: 397-431.
- Kritsky, D.C.; Boeger, W.A.; Thatcher, V.E. 1986. Neotropical Monogenea. 8. Revision of *Urocleidoides* (Dactylogyridae, Ancyrocephalinae). *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 53(1): 1-37.
- Leão, A.S.A. 2009. *Análise da variabilidade genética das populações de pirarucu (Arapaima gigas, SCHINZ 1822) dos principais tributários do rio Amazonas através do uso de marcadores microsatélites*. Dissertação apresentada ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva. Manaus, Brasil. 85 pp.
- Marques, D.K.S. 2003. *Caracterização genética do pirarucu Arapaima gigas (Cuvier) (Teleostei, Osteoglossidae) da bacia Tocantins-Araguaia, estado do Mato Grosso*. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Carlos. Brasil. 80 pp.
- Núñez, J.; Chu-Koo, F.; Berland, M.; Arévalo, L.; Ribeyro, O.; Duponchelle, F.; Renno, J.F. 2011. Reproductive success and fry production of the paiche or pirarucu, *Arapaima gigas* (Schinz), in the region of Iquitos, Peru. *Aquaculture Research* 42: 815-822.
- Núñez-Rodríguez, J.; Duponchelle, F.; Cotrina-Doria, M.; Renno, J.F.; Chavez-Veintimilla, C.; Rebaza, C.; Deza, S.; García-Dávila, C.; Chu-Koo, F.; Tello, S.; Baras, E. 2015. Movement patterns and home range of wild and re-stocked *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) monitored by radio-telemetry in Lake Imiria, Peru. *Journal of Applied Ichthyology* 31(4): 10-18.
- Ojasti, J.; Dallmeier, F. 2000. *Manejo de Fauna Silvestre Neotropical*. SI/MAB Series # 5. Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington D.C., Estados Unidos. 304pp.
- OSPPA Los Catalanes, OSPPA Los Jaguares & OSPPA Los Leones. 2014. Programa de Manejo Pesquero de la especie *Arapaima gigas*, en la Zona de Yarina, Cuenca Pacaya, Reserva Nacional Pacaya Samiria. Asistencia Técnica: Pronaturaleza. Iquitos, Perú. 112 pp.
- Padilla, P.; García, A.; Sandoval, M. 2005. Crecimiento compensatorio de alevinos paiche *Arapaima gigas*, en ambientes controlados. En: Renno, J. F.; García-Dávila, C.; Duponchelle, F.; Núñez, J. (Eds). *Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonia y Piscicultura*. p. 173-177.
- Pereira-Filho, M.; Cavero, B.A.S.; Roubach, R.; Ituassú, D.R.; Gandra, A.L.; Crescêncio, R. 2003. Cultivo do pirarucu (*Arapaima gigas*) em viveiro escavado. *Acta Amazônica* 33(4): 715-718.
- Petersen, T.A.; Brum, S.M.; Rossoni, F.; Silveira, G.F.; Castello, L. 2016. Recovery of *Arapaima sp.* populations by community-based management in floodplains of the Purus River, Amazon. *Journal of Fish Biology* 89(1): 241-248.
- Pronaturaleza. 2010. Una Experiencia Compartida: Conservación y Manejo Participativo de Recursos Naturales Acuáticos en la Reserva Nacional Pacaya Samiria. Proyecto: "Conservación de la Biodiversidad Acuática en la Reserva Nacional Pacaya Samiria". Pronaturaleza - Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza. Iquitos, Perú.
- Queiroz, H.L.; Sardinha, A.D. 1999. A preservação e o uso sustentado dos pirarucos em Mamirauá. En: Queiroz, H.L.; Crampton, W.G.R. (Eds). *Estratégias para o manejo de recursos pesqueiros em Mamirauá*. Sociedade Civil

- Mamirauá/ Ministério de Ciência e Tecnologia /Conselho Nacional de Pesquisa, Brasília. p. 108-141.
- Queiroz, H.L. 2000. *Natural history and conservation of pirarucu, Arapaima gigas, at the Amazonian várzea: red giants in muddy waters*. PhD Thesis. St. Andrews (UK): University of St. Andrews. 226 pp.
- Rebaza, M.; Rebaza, C.; Deza, S. 2005. Avances en el cultivo de paiche, *Arapaima gigas*, en jaulas flotantes en el Lago Imiría, Perú. En: Renno, J. F.; García-Dávila, C.; Duponchelle, F.; Núñez, J. (Eds). *Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura*. p. 169-172.
- Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía Peruana - SEHINAV. 2017. Río Ucayali. Marina de Guerra del Perú. Disponible en: <https://www.dhn.mil.pe/shna/index2.asp?pagina=2> [Fecha de acceso: 26 octubre, 2017].
- Serrano-Martínez, E.; Tantaleán V., M.; Leguía P., G.; Quispe H., M.; Casas V., G.C. 2015. Parásitos en *Arapaima gigas* de la Amazonía Peruana según Grupo Etario. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 26(2): 303-309.
- SIGMAPLOT. 2008. Sigmaplot Versión 11.0. Systat Software Inc., Point Richmond, California, USA, [www.systatsoftware.com](http://www.systatsoftware.com)
- Velásquez, J.; Del Risco, M.; Chu-Koo, F.; Alcántara Bocanegra, F.; Chávez Veintemilla, C.; Padilla, P.; Marichín Ayambo, H.; Tello Martin, S. 2007. Protocolo de adaptación de alevinos de paiche *Arapaima gigas* al consumo de alimento artificial en cautiverio. *Folia Amazónica* 16(1-2): 7-10
- Recibido: 10 de Agosto del 2017  
Aceptado para publicación: 11 de Setiembre del 2017