

Evaluación de la reproducción inducida de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) con acetato de buserelina

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Luis Carlos Chaves-Moreno^{1,4}, Leonardo Chacón-Rodríguez², Jeremías Lozada-Morales², Pablo Andrés Motta-Delgado^{2,4}, Betselene Murcia-Ordoñez^{3,4}

¹ Docente, Universidad de la Amazonia, Florencia, Caquetá, Colombia.

² Médico Veterinario Zootecnista, Universidad de la Amazonia, Florencia, Caquetá, Colombia.

³ Profesor adjunto Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de la Amazonia, Florencia, Caquetá, Colombia.

⁴ Integrantes del grupo de investigación en Biodiversidad y Desarrollo Amazónico (BYDA). Universidad de la Amazonia, Florencia, Caquetá, Colombia.

lucachamos@gmail.com

(Recibido: noviembre 2, 2011; aprobado: febrero 22, 2012)

RESUMEN: Se evaluó la respuesta de la reproducción inducida de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) con acetato de buserelina, para lo cual fueron realizados dos bioensayos con ocho hembras distribuidas al azar en cuatro tratamientos: A, B, C con 2,4, 2,6 y 2,8 mcg/kg de acetato de buserelina respectivamente y D con 5 mg/kg de extracto de hipófisis de carpa (EHC) aplicados en dosis de 10% (0 h), 40% (24 h) y 50% (12 h siguientes), así como dos machos inducidos con 1 mcg/kg de acetato de buserelina y 1 mg/kg de EHC, aplicada en la segunda dosis de las hembras. Para el análisis de resultados se realizó estadística descriptiva y ANOVA con $P < 0,05$. En el primer bioensayo, sólo tres hembras de los tratamientos B, C y D respondieron satisfactoriamente a la inducción con una producción de 660.000, 100.800 y 730.000 ovocitos, con una tasa del 75, 40 y 82% de fertilización y una tasa de eclosión de 68, 30 y 73% respectivamente. En el segundo bioensayo respondieron tres hembras de los tratamientos B, C y D con una producción de 612.000, 96.000 y 750.000 ovocitos, con una tasa de fertilización de 70, 32 y 74% y tasa de eclosión de 60,23 y 65% respectivamente. Se concluyó que la inducción de la reproducción de *Piaractus brachypomus* es posible mediante la administración de 2,6 a 2,8 mcg/kg de acetato de buserelina.

Palabras clave: Hormonas, Inducción, ovulación, Pez

Evaluation in cachama (*Piaractus brachypomus*) of induced reproduction of with buserelin acetate

ABSTRACT: The induced reproduction response of white cachama (*Piaractus brachypomus*) with buserelin acetate was evaluated through two bioassay which was carried out with eight females distributed at random in four treatments: A, B, C with 2.4, 2.6 and 2.8 mcg/kg of buserelina acetate respectively and D with 5 mg/kg of carp hypophysis extract (CHE) applied in doses of 10% (0 h) 40% (24 h) and 50% (12 h following), as well as two males induced with 1 mcg/kg of buserelin acetate and 1 mg/kg of CHE, applied in the second dose of the females. For the analysis of results an ANOVA descriptive statistic was carried out with $P < 0.05$. In the first bioassay, only three females of the treatments B, C and D responded satisfactorily to the induction with a production of 660,000, 100,800 and 730,000 oocytes with a rate of 75, 40 and 82% fertilization and an appearance rate of 68, 30 and 73% respectively. In the second bioassay three females of the B, C and D treatments responded with a production of 612,000, 96,000 and 750,000 oocytes, with a fertilization rate of 70, 32 and 74% and an appearance rate of 60, 23 and 65% respectively. It was concluded that the induction of the reproduction of *Piaractus brachypomus* is possible by means of the administration of 2.6 to 2.8 mcg/kg of buserelin acetate.

Key words: hormones, induction, ovulation, fish

Introducción

La reproducción es un factor condicionado, regido por las condiciones fisiológicas del pez. Las condiciones externas son captadas por el pez y transformadas en señales nerviosas que activan la formación y liberación hormonal desencadenando el proceso reproductivo (Hahn & Grajales, 2004). Así, los peces en su hábitat natural están sometidos a constantes estímulos ambientales que activan una serie de eventos fisiológicos como son la proliferación oogonial, la vitelogénesis, la maduración de los oocitos y la ovulación, que provocan la formación y desarrollo de los gametos dando inicio a los procesos reproductivos. Sin embargo, como lo refieren Arias & Hernández (2009), los peces en cautiverio presentan un bloqueo de la gonadotropina hipofisaria (GtH), evitando los eventos anteriormente mencionados.

En cautiverio los peces reofílicos realizan la maduración ovocitaria (vitelogénesis e inicio de la maduración final) pero no ovulan ni desovan debido a la falta de estímulos ambientales finales. La variación del caudal en los ríos ha sido reportada como el principal estímulo para la ovulación y desove de estas especies (Atencio-García, 2003). Según Zaniboni-Filho & Weingartner (2007), la aplicación de las técnicas convencionales de inducción hormonal es indicada para peces maduros. En esta fase, conforme el desarrollo gonadal la vitelogénesis está completa en los oocitos, siendo necesaria la inducción hormonal para garantizar la maduración final y el desove, que consiste básicamente en la migración y la posterior desintegración de la vesícula germinal, el rompimiento de la envoltura folicular y la liberación de los oocitos a la luz del ovario, seguido por la eliminación de los mismos. Según Zaniboni-Filho & Weingartner (2007), un análogo de la GnRH como la busserelina viene siendo utilizado con éxito en Brasil para la inducción de los peces.

La presente investigación evaluó el efecto del acetato de busserelina como inductor de la ovulación, desove y espermiación de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), donde se

utilizaron tres dosis diferentes y se buscó determinar la más adecuada para la inducción artificial y compararla con los resultados obtenidos con la inducción con extracto de hipófisis de carpa (EHC).

Materiales y Métodos

La investigación fue realizada en la estación acuícola Peces Acuamayo, localizada en la vereda La Cristalina en el municipio de Orito (Putumayo), al sur occidente de Colombia a los 0°38' de latitud Norte y 16°37' de longitud Oeste, con temperatura promedio de 33°C en el día y 27°C en la noche y precipitación anual de 2500 mm.

Fue utilizado un núcleo de reproductores consistente en 22 hembras y 6 machos, que se mantuvieron en estanques de concreto de 30 m² con circulación de agua en circuito cerrado y aireación constante, de los cuales fueron seleccionados ocho hembras y dos machos mediante la observación de características morfológicas externas propuestas por Garza & Rodríguez (1985), Guerra (2000).

La determinación del grado de madurez de los óvulos se realizó mediante biopsia ovárica (Woynarovich & Horváth, 1981; Ponzetto *et al.*, 2009), seguidamente se utilizó la metodología de Garza & Rodríguez (1985). Para el análisis inicial de los óvulos se tuvo en cuenta el color y el diámetro, para lo cual fueron fijados (1000 ml H₂O + 6,5 g NaCl + 10 ml de formol 40%) y clarificados con solución transparentadora YBAG/85.

Igualmente, se evaluó el perímetro abdominal (corresponde a la medición circunferencial, tomado como referencia la base del primer radio blando simple de la aleta dorsal y la base distal de las aletas pectorales), la longitud estándar (que corresponde desde la boca hasta la antepenúltima vértebra caudal) y el peso (mediante una balanza de reloj).

Para la inducción de la reproducción se utilizó la inyección hormonal (hipofisación con acetato de busserelina) desarrollada por Ihering &

Azevedo (1934), y recomendado por Ponzetto et al. (2009). Los agentes hormonales utilizados para provocar la liberación de gametos fueron acetato de buserelina y extracto de hipófisis de carpa común (EHC), *Cyprinus carpio*: Linnaeus (1758), administrados intramuscularmente en la base de la aleta dorsal.

Las hembras de cada tratamiento recibieron una dosis preparatoria (10%), el acetato de buserelina fue aplicada en tres intervalos: 10% a las 0 h, a las 24 h el 40% y a las 12 h siguientes el 50% restante de la dosificación total. Los machos y la hembra del tratamiento D recibieron una única dosis hormonal con extracto de carpa, administrado a la misma hora de la segunda dosis de los tratamientos A, B y C (Tabla 1).

Tabla 1. Dosificación de las hormonas para cada tratamiento.

Tratamiento	Hormona	Dosificación	
		Hembras*	Machos**
A	Acetato de buserelina	2,4 mcg/kg	
B	Acetato de buserelina	2,6 mcg/kg	1 mcg/kg
C	Acetato de buserelina	2,8 mcg/kg	
D	Extracto de hipófisis de carpa (EHC)	5,0 mg/kg	1 mg/kg

* 2 individuos por tratamiento para hembras.

** 1 individuo por tratamiento para machos.

La espermiación de machos de *Piaractus brachypomus* fue inducida mediante inyección del 100% de una dosis única de extracto de hipófisis de carpa (1 mg/kg) o de acetato de buserelina (1mcg/kg).

La fecundación se efectuó según lo reportado por Da Silva et al. (1988), Woynarovich & Woynarovich (1998), que consiste en extraer el individuo (macho) de las piletas, se inmoviliza con ayuda de una toalla, se limpia y seca el área ventral y seguidamente se ejerce ligera presión abdominal del vientre, a la altura de los testículos, una vez que se logra extraer el esperma, se vierte directamente sobre los óvulos, iniciándose la fecundación y formación del huevo. La extrusión de los ovocitos se realizó manualmente y su fertilización se realizó “en seco”, con una pluma (Woynarovich & Horváth, 1981).

La eclosión de los huevos se produjo en incubadoras tipo McDonald, con capacidad de 60 litros, conectadas a un sistema de recirculación constante de agua durante la incubación de los huevos y con termostato para calentar el agua cuando la temperatura desciende por debajo

de los 25°C manteniéndose en 29,0±0,5°C (Woynarovich & Woynarovich, 1998; Secretaría Pro Tempore, 2003).

La tasa de fecundación se calculó después de una hora de la fertilización, debido a que en este tiempo se aprecia con mayor claridad la fase de división celular y la falsa fertilización. Tomando tres muestras en caja petri de cada incubadora y realizando el conteo de 30 huevos mediante el uso de estereoscopio se observan: huevo fertilizado en estadio de 4 células a mórula (fase inicial) y huevo no fertilizado hidratado blancos sin división celular.

La medición de la tasa de sobrevivencia embrionaria se realizó después de 10 horas de la fecundación. La muestra se tomó de la misma forma que la tasa de fecundación que fueron tres muestras por incubadoras y cuantificado 30 huevos mediante la observación en el estereoscopio. Se clasificó como huevos transparentes los embriones vivos y como huevos blancos los embriones muertos por su apariencia algodonosa.

Diariamente y durante 120 horas fueron registrados los parámetros de temperatura (grados Celsius) del agua y el potencial de hidrógeno (pH) utilizando un medidor de pH digital en cada tratamiento (Roldán & Ramírez, 2008).

Para el análisis de resultados se realizó un diseño que consistió en una unidad experimental con cuatro tratamientos (Tabla 1), y repeticiones completamente al azar. Se realizó un análisis estadístico descriptivo (media y desviación estándar) y Anova para evaluar diferencias entre cada tratamiento con las variables de tasa de fertilización y eclosión.

Resultados y Discusión

Los datos morfométricos tales como peso, longitud estándar, longitud total y perímetro abdominal de cada uno de los individuos de los tratamientos, son especificados en la Tabla 2. Los individuos incluidos en el bioensayo tenían un peso promedio de 5,14 kg y 4,13 kg, un perímetro abdominal de 62,43 cm y 53,5 cm, una longitud estándar de 50,19 cm y 48 cm para hembras y machos respectivamente.

Tabla 2. Datos morfométricos y dosificación de los reproductores utilizados para el estudio.

N	Tto.	Sexo	Peso (kg)	P. Abdominal (cm)	Long. Estándar (cm)	Long. Total (cm)	Dosis
1	A	Hembras	5,7	68	51	69	2,4 mcg/kg
2			5,6	67	50	69,2	
3	B		5,5	63	51	60	2,6 mcg/kg
4			5,3	64	51,5	59,7	
5	C		5,0	58	48	57,6	2,8 mcg/kg
6			4,2	56	49	57	
7	D		4,8	61	50	60	5 mg/kg
8			5,0	60,5	51	60,2	
1	Ac.B*	Machos	4,1	54	48	58	1 mcg/kg
2	EHC		4.15	53	48	57	1 mg/kg

* Acetato de Buserelina.

Respecto a la producción de semen, se obtuvo que el volumen producido por los peces inducidos con las dos hormonas fue similar (acetato de buserelina y EHC).

En las hembras, se evidenció mediante la biopsia ovárica que el estado inicial de madurez de los oocitos era del 57,8% para el grupo del EHC y 59,3% para el grupo de acetato de buserelina, evidencia de que habían completado la vitelogénesis e iniciado la maduración final, condición adecuada para la inducción hormonal.

Según Martino (2003), Voto (2004), la condición adecuada para la inducción hormonal es la evidencia de la vitelogénesis y el inicio de la maduración final, situación que se presentaba en los individuos tratados al encontrarse la mayoría de los oocitos con vesícula germinal en migración, caso similar al reportado por Arias & Hernández (2009).

Atencio-García (2003), sustenta que sólo cuando las hembras han iniciado la maduración final de sus oocitos los tratamientos de inducción

(análogos sintéticos) pueden ser efectivos. Además, Arias & Hernández (2009), reportan que en muchos casos el uso de análogos sintéticos son altamente efectivos para inducir el desove de muchas especies de peces, pero también se han observado efectos indeseados, tanto para la fecundación como para la viabilidad de los embriones y las larvas.

Sin embargo, se presentaron inconvenientes con las hembras 1A, 2A, 4B, 5C y 8D (Tablas 2 y 3) teniendo en cuenta los tiempos de ovoposición, al no funcionar la inducción hormonal como se esperaba, para el caso del tratamiento A (hembras 1A y 2A) la dosificación fue insuficiente para producir el desove de los óvulos, las hembras

4B, 5C y 8D presentaron una aceleración en el desove alcanzando máximo a 2,5 h impidiendo la recolección de los óvulos y la madurez de los mismos.

Las demás hembras de *Piaractus brachipomus* 3B, 6C y 7D respondieron exitosamente al proceso de inducción hormonal, indicando el momento de desove, con contracciones abdominales que ocurrió entre las 28 y 30 h del estudio (4 y 6 h después de la aplicación de la segunda dosis hormonal); la temperatura promedio del agua fue de 25,7°C, cuando se llevó a cabo la extrusión de los ovocitos y su respectiva fecundación (Tabla 3).

Tabla 3. Respuesta de *Piaractus brachipomus* a la inducción hormonal del desove.

Primer Ensayo							
N	T	D	O*	H.I*	T.F %	E.L %	L*
3	B	4	660	495	75	68	336,6
6	C	6	100,8	40,32	40	30	12,096
7	D	6	730	598,6	82	73	436,978

* Valores en miles.

Desove en horas (D); ovocitos/gr (O); huevos fertilizados (H.I); tasa de Fertilización (T.F); tasa de eclosión (E.L); número de larvas eclosionadas (L); 10 horas después de la eclosión en cada tratamiento (T) de las hembras del estudio: A, B, C y D.

Se evidenció efectividad en el tratamiento B (acetato de buserelina a 2,6 mcg/kg) donde se inició el desove después de la aplicación de la segunda dosis a las 4-5 horas, mientras que para el tratamiento D (mg/kg EHC) se inició a las 6-7 h, estos intervalos de respuesta se dieron posiblemente por los mecanismos de acción para la maduración de los peces en los tratamientos empleados, similar a lo reportado por Atencio-García (2003), y contrastando con lo reportado por Da Silva & Pinheiro (1989), que para hembras de *Colossoma macropomum* empleando hipófisis de carpa el desove se produce a las 9-10

h a 29°C, mientras que para el bioensayo con hormona liberadora de la hormona luteinizante análoga (LHRHa) se dio a partir de 12 h a 29±1°C después de la segunda aplicación.

Así mismo, los datos reportados por González et al. (1991), en *Colossoma macropomum* inyectadas intraperitonealmente con 5 mg/kg de EHC sólo y en combinación de un análogo ([Des Gli¹⁰ D-Ala⁶] LHRH etilamida) a 50 µg/kg, administrada 12 h después de la administración de la EHC, presentan un porcentaje de ovulación mayor (60%) en tratamiento combinado que en el tratamiento donde se aplicó sólo EHC (40%), contrario a los resultados obtenidos en esta investigación, donde acetato de buserelina a 2,6 mcg/kg presentó un 47,48% mientras que con EHC un 52,52%. Sin embargo, Yaron (1995), Mata et al. (2004). Refieren que estas diferencias dependen de la especie ya que cada una posee un rango de tiempo

para el desove; a su vez, depende de la hora de suministro de la dosis (Alvariño et al., 1992), de las condiciones de estrés de los reproductores (Haddy & Pankhurst, 2000), así como del grado de madurez sexual y de la efectividad del análogo aplicado (Querales, 2001).

Durante el desove, los huevos fueron expulsados copiosamente y presentaron un color verde claro (Figura 1).



Figura 1. Desove de la hembra de *Piaractus brachypomus*. a) Manipulación del individuo e inmovilización. b) Desove.

Los huevos fecundados presentaron aspectos transparentes, una división celular nítida y

simétrica (Figura 2), mientras que los huevos no viables presentaron color blancuzco u opaco.

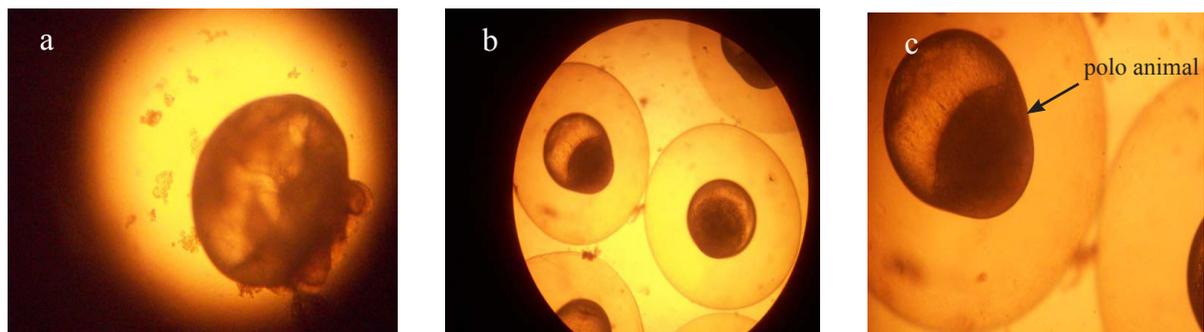


Figura 2. Microfotografías de la embriogénesis de la *Piaractus brachypomus*: a) morulación, b) y c) gastrulación con un 50% aproximado de epibolo o botón.

En cuanto a la tasa de fertilización, los mayores resultados fueron los del tratamiento D con un 82%, seguido del tratamiento B con un 75%, y el tratamiento C con un 40%, a pesar de esta variación en los datos no se encontraron diferencias significativas entre los valores del tratamiento D y C, mientras sí existe entre C y B.

Del mismo modo, Álvarez-Lajonchère & Hernández (2001), refieren que peces con buena calidad en el desove se caracterizan por

porcentajes de fertilización mayor al 90% y bajos porcentajes de malformación. En este caso no se observó malformación larval y el porcentaje de fertilización, siguiendo las recomendaciones de estos autores, no es bueno porque el tratamiento D (EHC) presentó 82% y el tratamiento B (acetato de buserelina) 75%. Pero, según Tamarú et al. (1996), estos valores se encuentran dentro del rango de viabilidad al indicar una relación entre el porcentaje de fertilización y el método de inducción al desove o el tipo de hormona

utilizada, refiriendo que en los desoves inducidos con hormonas, los rangos de fertilización son amplios, variando entre 32,6 y 99,9%.

La tasa de eclosión presentó mayores porcentajes para los peces del tratamiento D que con los del

tratamiento B (73% versus 68%), sin embargo se evidencia una buena calidad de los óvulos obtenidos con el acetato de buserelina al presentar valores similares de fecundación y eclosión (Tablas 3 y 4).

Tabla 4. Estadística descriptiva de los dos ensayos para los tratamientos B y C.

Primer Ensayo		
		DS
Tasa fértil*	267,66	321,51
Tasa eclosión*	174,35	229,46

* En miles.

□: MEDIA y DS: Desviación estándar.

En relación a la tasa de eclosión también se obtienen mayores porcentajes en los peces con EHC (73%) que con acetato de buserelina (68%). Según Tamarú et al. (1996), los resultados en los tratamientos empleados evidencian una calidad alta de los óvulos obtenidos con el acetato de buserelina al presentar valores por encima del

50% de fecundación y eclosión. Sin embargo, Perdomo et al. (2002), indican que se obtienen mejores tasas de fecundación y eclosión cuando los peces desovan naturalmente que por extrusión, debido a la fricción que sufren los óvulos al momento de ser extraídos, lo cual puede provocar el rompimiento de estos.

Tabla 5. Análisis de varianza del % tasa fertilidad y % tasa de eclosión de los tratamientos de estudio.

Fuentes	Suma de cuadrado	gl	Suma de medias	F	P
Entre grupos	2,021	1	2,021	0,29	0,6165
Dentro de grupos	2,750	3	6,875		
Total (Corr.)	2,952	5			

gl: grado de libertad.

Según la estadística descriptiva (Tabla 5) aplicada a los datos, no se presentaron diferencias significativas entre ningún tratamiento y ensayo, confirmado con el análisis de varianza (Anova) al presentarse el valor ($p < 0,05$).

Para Atencio-García (2003), a pesar de que los métodos de inducción hormonal al desove causan un mayor estrés en los reproductores, permiten

mejores tasas de fertilización y eclosión con relación al método de fertilización natural, sin embargo el primer método, además de producir un mayor estrés en los reproductores, provoca una mayor manipulación sobre los huevos, lo que aumenta la tasa de mortalidad durante la incubación, pese a esta situación los porcentajes de viabilidad por el método de inducción hormonal son satisfactorios.

Conclusión

La inducción hormonal al desove y espermiación en *Piaractus brachypomus* es posible mediante la administración de dosis de 2,6 a 2,8 mcg/kg de acetato de busserelina, que acelera el tiempo de desove en comparación con la EHC, además permite una elevada producción de oocitos viables, buena tasa de fertilización y buena tasa de eclosión larval, pero menor respecto a la EHC.

Referencias Bibliográficas

- Álvarez-Lajonchère, L.; Hernández Molejón, O.G. Producción de juveniles de peces estuarinos para un centro en América Latina y el Caribe: Diseño, operación y tecnologías. Baton Rouge, USA: The World Aquaculture Society, 2001. 424p.
- Alvariño, J.; Zanuy, S.; Prat, F.; Carrillo, M.; Mañanos, E. Stimulation of ovulation and steroid secretion by LHRHa injection in the bass (*Dicentrarchus labrax*): effect of time of day. *Aquaculture*, v.102, p.177-186, 1992.
- Arias, A.J.J.; Hernández, R.J.L. Efectos del extracto hipofisiario de carpa común y el análogo de la GnRH sobre la maduración final del oocito y el desove de la cachama negra (*Colossoma macropomum*). *Revista científica, FCV-LUZ*, v.19, n.5, p.486-494, 2009.
- Atencio-García, J. Producción de alevinos de peces migratorios continentales en Colombia. II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura –CIVA–, p.263-270, 2003.
- Da Silva, A.B.; Vinatea, J.E.; Alcántara, F. Manual de reproducción de peces *Colossoma* (Pacú y tambaquí) Tarapoto. FAO. Doc. Tec. Pesca FI AB491 Version 5. San Martín, Perú. 1988. p.245. <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB491S/AB491S00.htm>
- Da Silva, M.C.; Pinheiro, J.L. Cultivo de *Colossoma*. CODEVASF. En: Hernández, A. (Ed.). Cultivo de *Colossoma*. 1. ed. Bogotá, Colombia: Editorial Guadalupe, 1989. P.260-275.
- Garza, G.; Rodríguez, M. Técnicas para la Reproducción inducida de *Cyprinus carpio specularis*. México. Universidad Autónoma Metropolitana, 1985. 10p.
- González, J.; Guerrero, H.; Cáseres, G.; Marcano, D. Reproducción inducida de cachama, *Colossoma macropomum* con extracto hipofisiario y un análogo de la hormona liberadora de gonadotropina (LHRH-A). *Acta Científ. Venez.*, v.42, p.229-231, 1991.
- Guerra, H. Cultivo y procesamiento de peces nativos: una propuesta para la Amazonia peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, Programa de Ecosistemas Acuáticos –PEA–. Iquitos, Perú. 2000. p.10-20.
- Haddy, J.; Pankhurst, A. The efficacy of exogenous hormones in stimulating changes in plasma steroids and ovulation in wild black bream *Acanthopagrus butcheri* is improved by treatment at capture. *Aquaculture*, v.191, p.351-366, 2000.
- Hahn von-H.; C.M.; Grajales, A. Reproducción inducida de especies ícticas de alto valor biológico y comercial, Dorada (*Brycon moorei*, Dahl, 1995) y Bocachico (*Prochilodus reticulatus* Staindachner, 1878) en la estación piscícola, Universidad de Caldas, Caldas, Colombia. Manizales: Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas, 2004. 32p.
- Ihering, R.V.; Azevedo, P. A curimatã dos açudes nordestinos *Prochilodus argenteus*. *Arch. Inst. Biol.*, São Paulo, v.5, p.227-284, 1934.
- Martino, G.C. Contribución al diagnóstico del desarrollo gonadal para la inducción de Cachama *Colossoma macropomum*. II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. 2003. p.217-222.
- Mata, E.; Rosas, J.; Velásquez, A.; Cabrera, T. Inducción hormonal al desove y descripción larval del corocoro *Orthopristis ruber* Cuvier (Pisces: Haemulidae). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, v.39, n.1, p.21-29, 2004.
- Perdomo, D.; Useche, M.G.; González, M.E. Utilización de macroincubadoras en el proceso de reproducción inducida de cachamas (*Colossoma macropomum*) Pises Characidae. *Rev. Científ. FCVLUZ*, v.12, n.2, p.425-427, 2002.
- Querales, D. Descripción del desarrollo embrionario y larval de *Paralabraz dewegeri* Metzelaar, 1919 (Pisces: Serranidae). Universidad de Oriente, Boca de Río, Venezuela, 2001. 71p. Trabajo para Licenciado.
- Ponzetto, J.M.; Polaz, C.N.M.; Rocha, R.C.G.A.; Senhorini, J.A.; Porto-Foresti, F.; Foresti, F. Reprodução induzida de híbridos do gênero

- Brycon em cativeiro: potencialidades e ameaças à conservação das espécies nativas. In: AUGM Ambiente 2009 VI Congresso de Meio Ambiente da AUGM, São Carlos, SP. Anais de Eventos da UFSCar, v. 5, 2009.
- Roldán, G.A.; Ramírez, J.J. Fundamentos de limnología neotropical. 2.ed. Medellín: Universidad de Antioquia, 2008.
- Secretaria Pro Tempore. Piscicultura amazónica con especie nativa, 2003. En: <http://www.siamazonia.org.pe/Publicaciones/2003>
- Tamarú, C.; Carlstrom-Trick, C.; Fitzgerald, W.; Ako, H. Induced final maturation and spawning of the marbled grouper *Epinephelus microdon* captured from spawning aggregations in the Republic of Palau, Micronesia. *Journal of the World Aquaculture Society*, v.27, n.4, p.363-372, 1996.
- Voto B., J. Piscicultura amazónica con especies nativas. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Perú, Lima, 2004. En: www.fao.org/ag/aGL/agll/rla128/iiap/iiap1/texto.htm
- Woynarovich, E.; Horváth, L. Propagación artificial de peces de aguas templadas: Manual para extensionistas. FAO. Doc. Téc. Pesca, v.201, p.1- 50, 1981.
- Woynarovich, A.; Woynarovich, E. Guía Detallada para la Producción de Alevitos de Gamitada, Paco y Caraña. Lima, Perú: Edición Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero – FONDEPES–, 1998. P.7-41.
- Yaron, Z. Endocrine control of gametogenesis and spawning induction in the carp. *Aquaculture*, v.129, p.49-73, 1995.
- Zaniboni-Filho, E.; Weingartner, M. Técnica de indução da reprodução de peixes migradores. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, Belo Horizonte, v.31, n.3, p.367-373, 2007.