

BOLETÍN DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE AVES QUE VISITAN UNA FUENTE ARTIFICIAL DE ALIMENTO. Cristina Sainz-Borgo.....	212
ASPECTOS ESTRUCTURALES Y FLORÍSTICOS DE TRES BOSQUES RIBEREÑOS DE LA CUENCA DEL RÍO MISOA, ESTADO LARA, VENEZUELA. Hipólito Alvarado Álvarez, Alicia González Peña y Bessie Varela Lozano.....	225
INSECTOS DE GRANOS ALMACENADOS ASOCIADOS A MAZORCAS DE MAIZ (<i>Zea mays</i>) EN CAMPO ANTES O DURANTE LA COSECHA EN LAS VELAS, ESTADO YARACUY, VENEZUELA. Dilcia Hernández y Yohan Solano.....	246
DETERMINACIÓN DEL REQUERIMIENTO PROTEICO DE ALEVINES DE CACHAMOTO (<i>Colossoma macropomum</i> ♀ X <i>Piaractus brachypomus</i> ♂). David Mejías, Fernando Isea y Misael Molina.....	259
<i>Rhopalosiphum nymphaeae</i> L. (HOMOPTERA: STERNORRHYNCHA: APHIDIDAE) ASOCIADO A <i>Ceratophyllum demersum</i> L. EN VENEZUELA. Mauricio García, Jesús Camacho e Idelma Dorado.....	275
INSTRUCCIONES A LOS AUTORES.....	281
INSTRUCTIONS FOR AUTHORS.....	291

Vol.50, Nº 3, Diciembre 2016

UNA REVISTA INTERNACIONAL DE BIOLOGÍA
PUBLICADA POR LA
UNIVERSIDAD DEL ZULIA, MARACAIBO, VENEZUELA



Determinación del Requerimiento Proteico de Alevines de Cachamoto (*Colossoma Macropomum* ♀ X *Piaractus Brachypomus* ♂)

David Mejías, Fernando Isea y Misael Molina

Grupo de Investigaciones en Acuicultura y Zoología Aplicada. Universidad Nacional Experimental Sur del Lago. Santa Bárbara de Zulia, Venezuela. Correo electrónico: davidmejiasy@gmail.com

Resumen.

Se determinó el requerimiento proteico para el levante de alevines de Cachamoto (*Colossoma macropomum* ♀ x *Piaractus brachypomus* ♂). Para ello se evaluaron cuatro dietas (24; 28; 32 y 36% de proteína cruda) con similar relación energía/proteína, formuladas a base de músculo de juveniles de la misma especie. Los alevines se alimentaron *ad libitum* dos veces al día durante 60 días, en acuarios de 60 L. Se determinó la supervivencia, la ganancia de peso, el factor de conversión alimenticia, la eficiencia alimenticia, la relación eficiencia de la proteína y la tasa de retención proteica. La supervivencia fue de 100% para todos los tratamientos, mientras que en las otras variables se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) y los mejores valores se alcanzaron con la dieta que contenía 32% de proteína cruda con la que los alevines exhibieron un mayor crecimiento. Estos resultados coinciden con los de otros estudios con especies relacionadas taxonómicamente.

Palabras clave: alevín; Cachamoto; levante; requerimiento proteico.

Protein Requirement Determination of Cachamoto (*Colossoma Macropomum* ♀ X *Piaractus Brachypomus* ♂) Fingerlings

Abstract.

Was determined the protein requirement in the nursery of Cachamoto (*Colossoma macropomum* ♀ x *Piaractus brachypomus* ♂) fingerlings. For this we evaluated four diets (24, 28, 32 y36 % crude protein) with similar relationship energy/protein, formulated from muscle of juvenile of the same species. The fingerlings were fed to satiation twice daily during 60 days in 60 L aquariums. We determined survival, weight gain, the feed conversion factor, feed efficiency, protein efficiency ratio and the protein retention rate. Survival was 100% for all the treatments, while for the remaining variables we encountered statistically significant differences ($p < 0,05$) and the best values were reached for the diet of 32% crude protein with which the fingerlings exhibited higher growth. Our results agree with those from other studies on taxonomically related species.

Keywords: Cachamoto; nursery; fingerling; protein requirement.

Introducción

Desde sus orígenes la acuicultura ha aportado a la producción mundial de alimentos y en la actualidad contribuye con el 40% de los alimentos de origen acuático (Jessé y Casey 2006, FAO 2012). En Venezuela, la historia de la acuicultura comienza durante la presidencia de José Antonio Páez, periodo en el cual se promovió la cría de peces en el Lago de Valencia; mientras que la de la cachamicultura se inició entre 1974 y 1977, cuando se logró la reproducción artificial y producción controlada de alevines de Cachama Negra (*Colossoma macropomum*), Morocoto (*Piaractus brachypomus*) y Coporo (*Prochilodus mariae*) (INSOPECA 2010). Posteriormente se obtuvo el híbrido entre la hembra de *C. macropomum* y el macho de *P. brachypomus*, conocido como “Cachamoto” (Fontaine 1999). La producción acuícola nacional estuvo liderada hasta 2007 por el Camarón Blanco *Litopenaeus vannamei*, con 17.650 t, mientras que la producción combinada de Cachama, Trucha Arcoíris y Tilapia apenas sumó unas 2.300 t, de las cuales 2.020 correspondían a Cachama y sus híbridos (INSOPECA 2010).

Actualmente en Venezuela los principales rubros de producción de la acuicultura continental son las especies Cachama, Morocoto y sus híbridos. El híbrido *Colossoma* x *Piaractus* llamado comúnmente Cachamoto o Cachamay, presenta características fenotípicas muy marcadas de la Cachama Blanca y se acepta ampliamente como un producto de alto valor nutricional (Perea et al. 2008); tiene una alta tasa de crecimiento y si se le suministra una dieta adecuada se logra mejorar el rendi-

miento y la apariencia de su carne. Los cultivos de éstas especies tradicionalmente se han desarrollado de manera extensiva en lagunas y han dado buenos resultados; sin embargo, aun existen obstáculos que dificultan un mejor desarrollo del sector, entre los que destacan la poca disponibilidad de tierras idóneas y las trabas burocráticas para obtener los permisos ambientales (López y Anzoátegui 2012).

La baja disponibilidad de alevines y de alimentos balanceados han sido siempre factores limitantes para la piscicultura. Estos piensos son muy caros y representan entre 50 y 60% de los costos de producción (Peters *et al.* 2004). Ello se debe principalmente, por una parte, a que tienen una alta densidad de nutrientes, por otro lado a que se necesita de procesos complejos para su elaboración, como la extrusión y peletización con vapor (Craig y Helfish 2002), y a que incluyen ingredientes costosos como la harina y el aceite de pescado (Poot *et al.* 2009).

Ahora bien, para desarrollar cultivos de especies comerciales es imprescindible conocer sus requerimientos nutricionales en las diferentes fases de su ciclo vital, lo cual es necesario para formular dietas más apropiadas y obtener así un mayor rendimiento (National Research Council 1993, Vásquez 2004).

Las proteínas son los componentes orgánicos más importantes en los tejidos animales, aportando entre 65 y 75% del total (Jin *et al.* 2013). Entre los requerimientos nutricionales, las proteínas son la fuente de alimento más costosa en las dietas para animales acuáticos. Por ello, el requerimiento proteico necesario para lograr un crecimiento óptimo es sin lugar a dudas el primer parámetro a determinar en la producción de alimentos formulados para cualquier especie acuícola (Meyer y Machado 2004, Kim y Lee 2009, Coutinho *et al.* 2012). Se requiere un nivel mínimo de proteína para obtener los aminoácidos adecuados y lograr un crecimiento máximo (Zhou *et al.* 2007). Un nivel inadecuado de proteína conduce a una reducción o cesación del crecimiento debido a que debe ser reabsorbida desde tejidos menos importantes para formar los tejidos críticos (Wilson 2002) y si se suministra en exceso, sólo una parte será usada para sintetizar nuevos tejidos para crecer y el resto es catabolizado para obtener energía (Mohanta *et al.* 2008, Heflin *et al.* 2012).

Entre las investigaciones que han abordado la alimentación de la Cachama y sus híbridos, están las de González y González (1996), Padilla (2000), Coronado (2008), Gutiérrez *et al.* (2009), Reyes y Subero (2010), las cuales se han centrado en estudiar la calidad de los alimentos y no la estimación de los requerimientos nutricionales. De lo anterior también dan constancia (Guimaraes y Philo 2004, Ortis *et al.* 2007, Ochoa y Cedeño 2009). Mientras que los requerimientos nutricionales sí han sido investigados para otras especies como la Carpa, Trucha arcoíris, Tilapia, Bagre de Canal y Salmón (National Research Council 1993).

La determinación de los requerimientos nutricionales tanto de *C. macropomum*, la de *P. brachypomus* y los de sus híbridos, en las diferentes fases del ciclo vital es muy importante, ya que permitirá formular dietas idóneas para aprovechar el máximo potencial de crecimiento de los peces y disminuir la descarga de dese-

chos nitrogenados al medio. En lo que concierne a la alimentación de alevines de Cachama o sus híbridos se ha investigado muy poco. Méndez (2013) determinó el nivel óptimo de proteína para la alimentación de alevines de *C. macropomum*. Se pueden mencionar también los trabajos de Padilla (2000) quien estudió el efecto de dos niveles de proteína bruta (18,5% y 24,69%) y dos niveles de energía (341,91 Kcal/g y 353,78 Kcal/g) en el crecimiento de alevines de Cachama; el trabajo de Bautista et al. (2005) en el que se señala que la pulpa ecológica de café puede ser utilizada hasta en un 18% para conformar su dieta; el trabajo de Morillo et al. (2013a) quienes estudiaron la alimentación de alevines de *Colossoma macropomum* con dietas a base de *Erythrina edulis* y soya, y el de Morillo et al. (2013b) quienes evaluaron dos dietas en las que las fuentes proteicas fueron harina de lombriz (*Eisenia foetida*), soya (*Glicine max*) y caraota (*Phaseolus vulgaris*).

El objetivo del presente estudio consistió en determinar por primera vez el porcentaje de proteína requerido en la dieta para el levante de alevines de Cachamato.

Materiales y Métodos

Lugar del Estudio

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Acuicultura de la Universidad Nacional Experimental Sur del Lago (UNESUR), Santa Bárbara del Zulia, Venezuela. El lugar está ubicado a 4 m.s.n.m., la temperatura media es de 28°C y la humedad relativa de aproximadamente 60%.

Obtención de las Harinas de Músculo de Cachamato y Afrecho de Trigo

Para obtener la harina de músculo de Cachamato (HMC) se sacrificaron cinco cachamotos juveniles de 200g aproximadamente, se evisceraron y se descartaron sus cabezas, colas, huesos de la columna y aletas. Las carcasas restantes se cortaron con tijera en trozos de aproximadamente 2 cm². Los trozos así obtenidos se llevaron a un baño de vapor a 50°C durante 1 hora, luego se enfriaron, se homogenizaron con una licuadora y se secaron en estufa por 12 horas a 50°C. El material seco se pulverizó en una licuadora convencional, posteriormente se almacenó en un recipiente plástico, bajo refrigeración hasta ser analizada y empleada en la formulación de las dietas. Con la HMC, se procuró que las dietas contuvieran los aminoácidos requeridos por la especie en la misma proporción en que se encuentran en el músculo.

La harina de afrecho de trigo (HAT), se obtuvo a partir del producto comercial, se colocaron 100 g en trozos de papel aluminio y se siguieron los mismos procedimientos de cocción, homogenizado, secado y molienda realizados para obtener la HMC.

Análisis Químico de las Harinas

Tanto la HMC como la HAT, fueron analizadas en el Laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Estación del Lago. En ellas determinó el contenido de humedad, proteína cruda, cenizas y grasa según las normas COVENIN 1156-79, 1195-80, 1155-79 y 1172-79, respectivamente; mientras que el extracto libre de nitrógeno se estimó por diferencia (Tabla 1). Con estos datos se procedió a formular las dietas a ser evaluadas en el estudio.

Formulación de las Dietas

Se formularon cuatro dietas empleando un cuadrado de Pearson (Peters *et al.* 2004) y mezclando HMC, HAT, premezcla vitamínica, premezcla mineral, carboximetilcelulosa, aceite vegetal y agua destilada. Para diferenciar las dietas se varió la proporción de HMC y de HAT, con el fin de obtener 24, 28, 32 y 36% de proteína cruda, respectivamente. La elaboración de los pellets y la aplicación de las dietas se llevó a cabo de acuerdo al método usado por Peters *et al.* (2004).

Elaboración de las Dietas

Para elaborar la dieta de 24% de proteína, el peso de HMC y HAT necesario para obtener 24 g de proteína bruta se calculó mediante un Cuadrado de Pearson (Cerdas-Ramírez 2013), a esa cantidad se agregaron 2 g de premezcla vitamínica, 2 g de mezcla mineral. El aceite vegetal y carboximetilcelulosa se ajustaron de manera tal que se obtuviera una mezcla de 100 g de las dietas así guardar la misma relación energía/proteína. Se siguió el mismo procedimiento para la formulación de las dietas de 28, 32% y 36%. Las cantidades de los ingredientes se muestran en la tabla 2.

Alevines, Distribución y Condiciones del Ensayo.

Se trabajó con ciento cincuenta alevines (♂ y ♀ en proporciones similares) con peso inicial promedio de $0,91 \pm 0,27$ g y con una longitud entre 0,5 a 1 cm. Una comparación de medias a través de un análisis de varianza arrojó que los pesos iniciales de los alevines correspondientes a los tratamientos y el grupo de alevines sacrificados al principio, no difirió significativamente ($p > 0,05$). De esta manera se pudo inferir que cualquier ganancia de peso no era debida a diferencias de tamaño o peso de los alevines al momento de comenzar el experimento.

Se establecieron 4 grupos experimentales de 3 acuarios cada uno, con 10 alevines por acuario de 60 L. Cada acuario contaba con un difusor de aire conectado a un sistema conformado por seis aireadores de dos salidas cada uno y 12 mangueras de 1,5 m cada una, lo cual permitió que la concentración de O_2 disuelto nunca fuese inferior a los 4,0 mg/L. Diariamente se recambió el agua para eliminar los

desechos generados. El agua empleada en este estudio provino del pozo profundo que surte a todo el campus universitario de la UNESUR, y sus valores de oxígeno oscilaron entre 5 y 6 mg/L, mientras que la temperatura fue de $27 \pm 0,5$ °C.

Alimentación de los Alevines, Determinación del Peso y del Contenido de Proteína

Porciones previamente pesadas de las dietas de: 24%, 28%, 32%, y 36% se colocaron en recipientes de plástico y se suministraron *ad libitum* dos veces durante 60 días. Se registró la cantidad de alimento de cada acuario, a los fines de estimar el consumo total y el Factor de Conversión Alimenticia (FCA). Se tuvo especial cuidado en observar la ocurrencia de decesos para determinar la supervivencia (S).

Los datos de peso y contenido de proteína se recopilaron al inicio y al finalizar el experimento. Para ello se sacrificaron 30 alevines mediante hipotermia, luego se pesaron y congelaron a -80 °C para determinar posteriormente el contenido de proteína.

Evaluación de las Dietas

Para evaluar las dietas experimentales, se utilizaron los siguientes indicadores: ganancia de peso (GP), supervivencia (S), factor de conversión alimenticia (FCA), eficiencia alimenticia (EA), tasa de retención proteica (TRP) y la relación eficiencia de la proteína (REP). Para calcular los indicadores se emplearon las fórmulas que están en Peters et al. (2004).

Análisis Estadístico

En el presente estudio se varió un sólo factor, es decir, el porcentaje de proteína de la dieta, haciendo que otros factores influyentes, como la E/P fuesen constantes. Los resultados se compararon empleando el paquete estadístico SPSS 20,0 a través de un ANOVA de una vía y en los casos en que se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$), se llevó a cabo una prueba a posteriori (HSD-Tukey) para determinar cuáles tratamientos diferían entre sí.

Resultados

Composición Proximal de las Harinas y Aporte Calórico de las Dietas.

Los valores de humedad, proteína cruda, cenizas y grasa de la harina de Cachamoto estuvieron dentro de los rangos reportados para harinas elaboradas con otras especies (Sanbold 1993; National Research Council 1993; Oishi et al. 2010; Uzcátegui 2013 (Tabla 1).

Tabla 1. Composición química de las materias primas.

	Proteína cruda (%)	Grasa (%)	Cenizas (%)	Humedad (%)	Extractos libres de N (%)
HMC	67,15 ± 2,3	16,10 ± 2,1	9,72 ± 1,5	5,19 ± 1,1	1,74 ± 0,2
HAT	16,10 ± 1,3	4,00 ± 0,9	1,00 ± 0,2	4,40 ± 1,0	74,15 ± 3,2

N: Nitrógeno, HMC: Harina de músculo de Cachamoto y HAT: Harina de afrecho de trigo.

Las cantidades de los ingredientes estimadas en la formulación, se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Formulación de las dietas experimentales.

Ingredientes (g)	24%	28%	32%	36%
HMC	13,93	20,98	28,03	35,08
HAT	76,07	69,02	61,97	54,92
Aceite vegetal	5,00	1,00	0,00	0,00
Mezcla vitamínica	2,00	2,00	2,00	2,00
Mezcla mineral	2,00	2,00	2,00	2,00
Carboximetilcelulosa	1,00	5,00	6,00	6,00
Totales	100,00	100,00	100,00	100,00

En la Tabla 3, se pueden ver los valores para el contenido energético y la relación energía/proteína (E/P), de cada una de las dietas, basados en las estimaciones teóricas para el aporte de Kcal/g de proteína, grasa y carbohidratos (4,0; 9,0 y 3,75 respectivamente). La variación de la E/P entre las dietas fue mínima, siendo la diferencia $\leq 0,78$ Kcal/g de proteína.

Tabla 3. Aporte calórico de las dietas experimentales y relación energía/proteína.

Ingredientes/Dietas	Kcal/100 g			
	24%	28%	32%	36%
Proteína	86,40	100,80	115,20	129,60
Grasa	47,69	55,44	63,18	70,92
Carbohidratos	96,57	131,98	158,33	175,61
Aceite Vegetal	3	2	0	0
Aporte calórico (Kcal/100g)	233,66	290,22	336,71	376,13
Relación Energía/Proteína (Kcal/g de proteína)	9,74	10,36	10,52	10,45

Supervivencia (S)

La supervivencia en el ensayo fue de 100% para todos los grupos experimentales, no se observó mortalidad en ninguno de los acuarios.

Ganancia de Peso (Gp), Factor de Conversión Alimenticia (Fca) y Relación Eficiencia Proteica (Rep)

Los resultados para GP, FCA y REP se muestran en la Figura 1. En lo que respecta a la GP el mayor valor se puede observar para la dieta de 32% de proteína y el menor para la dieta de 28%. La comparación de medias se muestra en la Tabla 4.

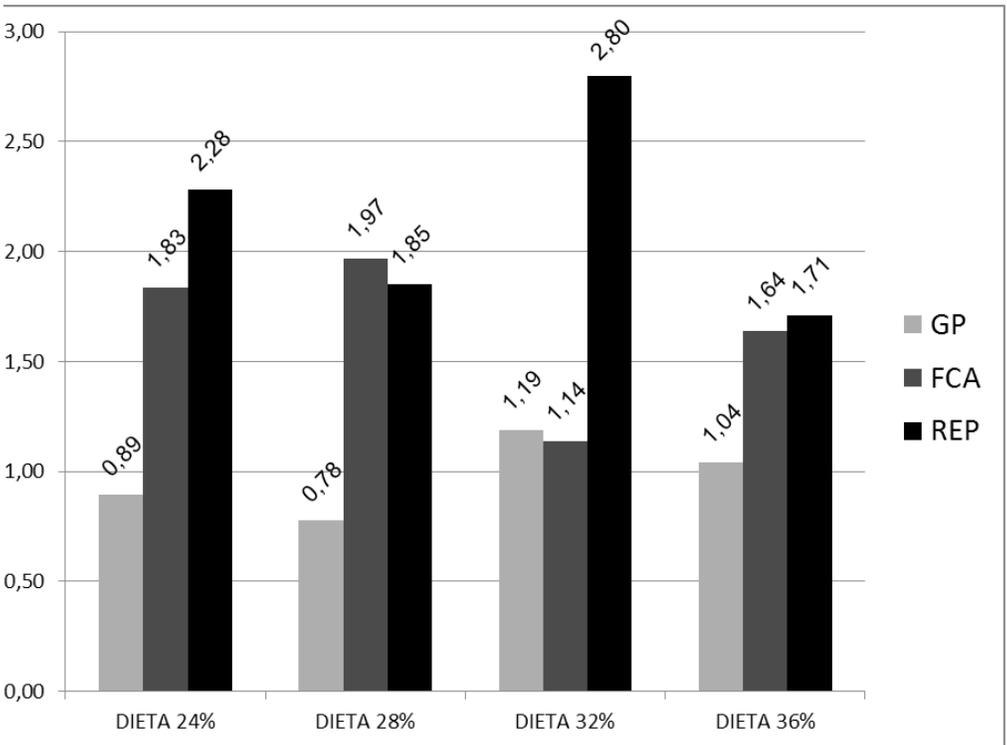


Figura 1. Ganancia de peso (GP), Factor de Conversión Alimenticia (FCA) y Relación de Eficiencia Proteica (REP).

Tabla 4. Comparación de los valores promedio de las variables estudiadas

	Dieta 24% ^a	Dieta 28% ^b	DIETA 32% ^c	DIETA 36% ^d
Ganancia de peso	0,893 ^{cd} ± 0,078	0,776 ^{cd} ± 0,104	1,190 ^{ab} ± 0,186	1,040 ^{ab} ± 0,122
Fca	1,83 ^c ± 0,16	1,97 ^c ± 0,25	1,14 ^{abd} ± 0,14	1,64 ^{ce} ± 0,17
Tasa de retención Proteica	22,05 ^c ± 9,09	28,50 ^e ± 10,59	33,04 ^{ad} ± 12,86	23,47 ± 8,37 ^c
Ea	54,91 ^{cde} ± 4,82	51,66 ^{cd} ± 6,92	89,47 ^{abde} ± 14,01	61,53 ^{abce} ± 7,22
Relación eficiencia proteica	2,28 ^{bcd} ± 0,20	1,85 ^{ac} ± 0,25	2,8 ^{abd} ± 0,44	1,71 ^{ac} ± 0,20

Las letras en superíndice indican diferencias significativas ($p < 0,05$) con el correspondiente grupo experimental. La ganancia de peso está expresada en gramos; la tasa de retención proteica en porcentaje y la relación eficiencia de la proteína sin unidades.

Los resultados de la Tabla 4, muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos. La máxima GP (1,190^{ab}) encontrada en los peces que recibieron la dieta de 32% de proteína difirió significativamente de aquella de los alimentados con las dietas 24 y 28% de proteína, pero no así de la dieta de 36%.

El grupo experimental alimentado con la dieta de 32%, exhibió el menor valor de FCA (1,14^{abd}), el cual difirió significativamente ($p < 0,05$) del resto. En el caso de REP., el grupo de peces que recibió la dieta de 32%, mostraron los mayores valores (2,8^{abd} ± 0,44, Figura 1). Este valor difirió significativamente de los otros tres tratamientos (tabla 4).

Eficiencia Alimenticia (EA)

En la Figura 2 y tabla 4 se muestran los resultados de EA. Se observa que los peces sometidos a la dieta de 32% exhibieron también la mejor EA.

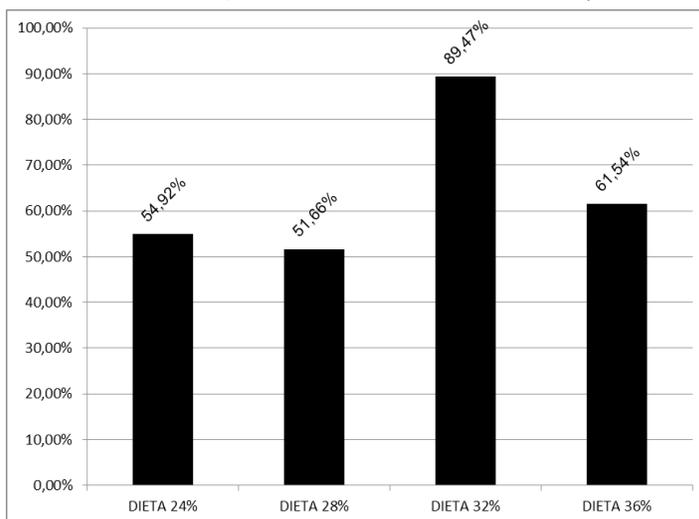


Figura 2. Eficiencia alimenticia (EA).

También para la EA la dieta de 32% exhibió el mejor desempeño, difiriendo significativamente ($p < 0,05$) del resto de las dietas con 24, 28 y 36 % de proteína (tabla 4)

Tasa de Retención Proteica (Trp)

En la figura 3 se presentan los resultados y se observa que la dieta con 32% presentó el mejor valor de TRP, seguida por la de los peces que recibieron la dieta de 28%. La tabla 4 muestra que la dieta de 32% de proteína, no mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) con respecto a las de 28 y 36%.

En la línea de tendencia de la Figura 3, se puede observar que el punto de inflexión incide sobre la dieta de 32% de proteína. Este punto muestra el menor contenido de proteína en la dieta con el cual se obtuvo la máxima TRP, puesto que la dieta de 36% no mostró que su retención proteica fuese equivalente o significativamente superior a la de los peces que recibieron la dieta de 32%. De esta manera la mayor TRP fue alcanzada con la dieta de 32%.

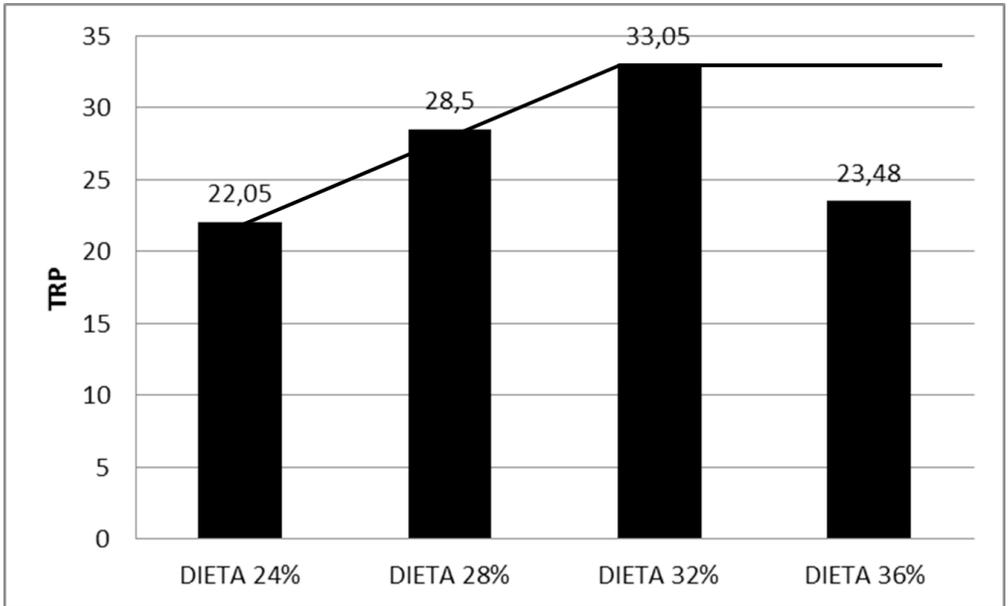


Figura 3. Tendencia de la (TRP), respecto al porcentaje de proteína.

Discusión

En el presente estudio se logró determinar por primera vez el porcentaje de proteína para el levante de alevines de Cachamoto (*Colossoma macropomum* ♀ x *Piaractus brachypomus* ♂). La conversión del alimento en peso corporal varío se-

gún el porcentaje de proteína presente en las dietas suministradas a los alevines, lo que es consistente con la observación general de que los peces y otros animales, debido a que estos regulan la incorporación de alimentos para cubrir sus demandas metabólicas (Kaushik y Médale 1994, Coutinho et al. 2012, Sa et al. 2014).

En cuanto a la S, los resultados coinciden con los reportes de Uribe y Luna (2003), en estudios llevados a cabo con metodologías similares con el bagre *Ictalurus balsanus* y con los de Piaget et al. (2011), Santos et al. (2010) y Uzcátegui (2013) en especies emparentadas con el Cachamoto; Por otro lado, contrastan con lo reportado por Signor et al. (2004) para *Rhamdia quelen*. La alta supervivencia que se obtuvo en este estudio parece indicar que tanto las dietas como la calidad del agua y el manejo de los peces antes y durante el experimento fueron adecuadas para evitar la aparición de procesos que pusieran en riesgo la vida de los ejemplares.

Se puede afirmar que la dieta que generó una mayor GP en los alevines, fue la de 32% de proteína y los resultados concuerdan con los reportados en Vásquez (2001) y Oishi et al. (2010), quienes trabajaron con *P. brachypomus* y *C. macropomum*, respectivamente, y en condiciones experimentales similares a nuestro estudio. Sin embargo, difieren de los reportados en Ergün et al. (2010), quienes obtuvieron la mejor GP con una dieta de 35% de proteína en *Labidochromis caeruleus*, un pez ornamental de agua dulce. Los resultados de estos autores han demostrado que la GP puede variar con la especie en cuestión.

Los resultados encontrados para la FCA son similares a los reportados en Vásquez (2001) y Ergün et al. (2010), para la Pirapitinga (*P. brachypomus*); sin embargo, difieren de lo encontrado por Padilla (2000) quien reportó conversiones muy superiores entre 2,7 y 2,9 en un estudio con juveniles de *C. macropomum*. Igualmente, Gutiérrez y Saldivar (2009) encontraron una mejor conversión alimenticia de juveniles de *C. macropomum*, con una dieta de 25% de proteína. Pero dicho estudio se llevó a cabo con juveniles de Cachama negra, es decir, ejemplares distintos al cachamoto y en otra fase del cultivo.

En un estudio llevado a cabo con alevines de *C. macropomum*, se probaron dietas experimentales similares a las de esta investigación, se concluyó que la mayor EA se obtuvo en la dieta de 30% (Méndez 2013). Cabe destacar que *C. macropomum* incluye frutas en su dieta mucho más que *P. brachypomus*, el otro parental del Cachamoto (Vásquez, 2004).

Los resultados de TRP son similares, a los reportados en Daniels y Robinson (1986), Do Carmo y Fracalossi (2002) y Siddiqui et al. (1988), con el Tambor Rojo (*Sciaenops ocellatus*), el Piracanjabu (*Brycon orbignyanus*) y en la Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), respectivamente, los cuales obtuvieron los máximos valores con dietas cercanas al 32% de proteína bruta. Si bien estos autores trabajaron con especies diferentes al Cachamoto, se trata de cuatro especies que tienen nichos ecológicos similares.

Los resultados de la REP obtenidos en este estudio se encuentran en el rango de lo reportado por El-Sayed et al. citados en Peters et al. (2004) para varias especies de Tilapia.

Los peces alimentados con la dieta de 32% de proteína arrojaron valores de REP significativamente superiores al resto de las dietas, por lo que se puede indicar que ese es el requerimiento proteico de los alevines de Cachamoto. Esto concuerda con lo reportado por Vásquez (2001), quien determinó que 32% es el óptimo proteico para *P. brachypomus*, pero difiere de lo señalado por (Méndez 2013), quien concluyó que para la otra especie parental (*C. macropomum*), el óptimo proteico es de 30%. Dado que el Cachamoto es un híbrido entre (*C. macropomum* ♀ x *P. brachypomus* ♂), es de esperar que los requerimientos nutricionales difieran un tanto de los de sus parentales. De igual modo, Oishi et al. (2010) estimaron un óptimo proteico de 35% para juveniles de 46 g de *C. macropomum* empleando dietas libres de harina de pescado.

Según Wilson (2002), los niveles de proteína bruta requeridos para un óptimo crecimiento varían en las diferentes especies, la fase de crecimiento, el estado fisiológico de los individuos y la fuente de la proteína.

Conclusiones

Las condiciones experimentales y las dietas suministradas a los peces en este estudio, posibilitaron el crecimiento y la supervivencia total de los peces.

Dado que todas las variables estudiadas exhibieron sus mejores resultados con la dieta de 32% de proteína, se concluye que ese valor es el requerimiento proteico para la fase de levante de alevines de Cachamoto, coincidiendo con lo reportado por otros autores para especies emparentadas.

Agradecimientos

A Diana Ramírez y Ramón Parra y a los revisores anónimos del Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas por las valiosas observaciones y recomendaciones hechas al manuscrito original. A Pier Aguirre, por su permanente asesoramiento y sus sabias orientaciones. A Gabriel Marín de la Universidad Nacional Experimental Sur del Lago y al MSc Jean Carlos Belandria del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Estación del Lago, por facilitar los laboratorios y el equipamiento utilizados en el trabajo. A todos gracias.

Literatura Citada

BAUTISTA, O.E., J. PERNÍA, D. BARRUETA Y M. USECHE. 2005. M. Pulpa ecológica de café ensilada en la alimentación de alevines del híbrido Cachama y (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) Revista Científica FCV-LUZ 55: 33-40.

- CERDAS-RAMÍREZ, R. (2013). Formulating rations for dairy and beef cattle.: Development of a practical module for technician and livestock students of Guanacaste, Costa Rica. *InterSedes*, 14 (29), 133-158. Retrieved July 14, 2016, from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S221524582013000300009&lng=en&tlng=en.
- CORONADO, R. 2008. Comparación Bromatológica de dos Dietas Preparadas con Harina del Camarón *Macrobrachium sp.* y su Influencia Sobre el Crecimiento y Supervivencia del Alevines de Cachama (*Colossoma macropomum*). Trabajo de Grado. Escuela de Ciencias. Departamento de Biología. Núcleo de Sucre. Universidad de Oriente. Venezuela. 42 pp.
- COUTINHO, F., H. PERES, I. GUERREIRO, P. POUSSÃO-FERREIRA Y A. OLIVA-TELES. 2012. Dietary protein requirement of sharpnose sea bream (*Diplodus puntazzo*, Cetti 1777) juveniles. *Aquaculture* 356–357 (2012) 391–397.
- CRAIG, S. Y L. HELFISH. 2002. Understanding Fish Nutrition Feed and Feeding. Publication 420-256. Virginia Cooperative Extension. Virginia State University.
- DANIELS, W. Y E. ROBINSON. 1986. Protein and energy requirements of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture* 53: 243-252.
- DO CARMO, E. M. Y D. FRACALOSSO. 2002. Exigencia proteica e relação energia/proteína para alevinos de Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*. 31: 1-10.
- ERGÜN, S., D. GÜROY, H. TKESOGLU, B. GÜROY, I. CLIK, A.TKINAY Y M. BULUT. 2010. Optimum Dietary Protein Level for Blue Streak Hap *Labidochromis caeruleus*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science* 10: 27-31.
- FAO. 2012. El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura. Publicación bianual. Departamento de Pesca y Acuicultura. Roma. 251 pp.
- FONTAINE, M. 1999. Consideraciones Sobre la Piscicultura de la Cachama. FONAIAP Divulga. No. 63. Julio-Septiembre. Disponible en http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd63/texto. Consultado el 06 de Marzo de 2011.
- GONZÁLEZ, A. Y E. GONZÁLEZ. 1996. Tasa de Consumo de Alimento por *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus* (Pisces: Characidae) Cultivados en Jaulas Flotantes. *Zootecnia Tropical* 14: 79-88.
- GUIMARAES, S. Y A. FHILO. 2004. Produtos Agrícolas e Florestais Como Alimento Suplementar de Tambaqui em Policultivo com Jaraqui. *Pesquisas Agropecuarias Brasileiras* 39:293-296.
- GUTIÉRREZ, F., J. SALDIVAR Y G. CONTRERAS. 2009. Efecto de varios Niveles de Energía Digestible y Proteína en la Dieta Sobre el Crecimiento de Gamitana (*Colossoma macropomum*) Cuvier 1818. *Revista de Investigaciones Veterinarias de Perú*. 20 (2): 178-186.

- HEFLIN, L.E., V.K. GIBBS., M.L. POWELL., R. MAKOWSKY., J.M. LAWRENCE., A.L. LAWRENCE., Y S. A. WATTS. 2012. Effect of dietary protein and carbohydrate levels on weight gain and gonad production in the sea urchin *Lytechinus variegatus*. *Aquaculture* 358: 253–261.
- INSOPESCA. 2010. Antecedentes de la acuicultura en Venezuela. Disponible en <http://www.insopesca.gob.ve>. Consultado el 26 de febrero de 2011.
- JESSÉ, G.J Y A.A. CASEY. 2006. World of Water, UK. Study of The Chronological Dates In World Aquaculture (Water Farming). History From 290 B.C. Disponible en http://www.thehobb.tv/wow/water_culture_origins.html. Consultado el 14 de marzo de 2010.
- JIN, M., Q-C. ZHOU, W. ZHANG, F-J. XIE, J-K. SHENTU, X-L. HUANG. 2013. Dietary protein requirements of the juvenile swimming crab, *Portunus trituberculatus*. *Aquaculture* 414–415: 303–308.
- KAUSHIK, S. AND F. MEDLAE. (1994). Energy requeriment utilization and dietary supply of salmonids. *Aquaculture* 124: 81 - 97.
- KIM, S.S. AND K. J. LEE. 2009. Dietary protein requirement of juvenile tiger puffer (*Takifugu rubripes*). *Aquaculture* 287: 219–222. LÓPEZ, P., Y D. ANZOÁTEGUI. 2012. Crecimiento del híbrido Cachamoto (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) en un sistema de recirculación de agua. *Zootecnia Tropical* 30: 335-342.
- LÓPEZ, P., Y D. ANZOÁTEGUI. 2012. Crecimiento del híbrido Cachamoto (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) en un sistema de recirculación de agua. *Zootecnia Tropical* 30: 335-342.
- MENDEZ, X. 2013. Nivel óptimo proteico en la alimentación de alevines de cachama negra (*Colossoma macropomum*). Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Magister Scientiarum en Ciencias de Los Alimentos de la Universidad de Oriente.
- MEYER, G. AND D. MACHADO. 2004. Proteind requeriment of jundia fingerlings, *Rhamdia quelen* at two dietary energy concentrations. *Aquaculture*, 240: 331 – 343.
- MOHANTA, K.N., S.N. MOHANTY., J.K. JENA., AND N. P. SAHU. 2008. Protein requirement of silver barb, *Puntius gonionotus* fingerlings. *Aquaculture Nutrition* 4: 143-152.
- MORILLO, M., T. VISBAL., L. RIAL., F. OVALLES., P. AGUIRRE Y A.L. MEDINA. 2013A. Alimentación de alevines de *Colossoma macropomum* con dietas a base de *Erythrina edulis* y soya. *Interciencia* 38: 121-1267.
- MORILLO, M., T. VISBAL., D. ALTUVE., F. OVALLES Y MEDINA A.L. 2013B. Valoración de las dietas para alevines de *Colossoma macropomum* utilizando como fuentes proteicas harina de lombriz (*Eisenia foetida*), soya (*Glicine max*) y caraotas (*Phaseolus vulgaris*). *Revista Chilena de Nutrición* 40: 147-154.

- NORMA COVENIN (1155-79). 1979. Alimentos para animales determinación de cenizas. Normas venezolanas. Disponible en www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1155-79.pdf
- NORMA COVENIN (1156-79). 1979. Alimentos para animales determinación de Humedad. Normas venezolanas. Disponible en www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1156-79.pdf
- NORMA COVENIN (1172-79). 1979. Alimentos para animales determinación de grasa. Normas venezolanas. Disponible en www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1172-79.pdf
- NORMA COVENIN (1195-80). 1980. Alimentos determinación de nitrógeno método de Kjeldahl. Normas venezolanas. Disponible en www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1195-80.pdf
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1993. Subcomite On Fish Nutrition. Nutrient Requirements of Fish. Text Book. Disponible en <http://books.nap.edu/openbook.php>. Consultado el 03 de mayo de 2010.
- OCHOA, C. Y M. CEDEÑO. 2009. Evaluación de Dos Dietas Alternativas Para Alimentación de Cachama (*Colossoma macropomum*) Bajo Diferentes Densidades de Siembra en Santo Domingo de Tsachilas. Trabajo de Grado. Escuela Politécnica del Ejército. Santo Domingo.
- OISHI, C., L. NWANNA AND M. PEREIRA. 2010. Optimum Dietary Protein Requirement for Amazonian Tambaquí *Colossoma macropomum* Cuvier: 1818, fed fish meal free diets. Acta Amazónica 40(4): 757-762.
- ORTIZ, J., N. SALTOS, J. GIACOMETTI, A. ARROBO., C. PEÑAFIEL Y R. FALCONI. 2007. Alternativas alimenticias para el cultivo de *Colossoma macropomum*, en jaulas flotantes. Boletín Técnico 7. Serie Zoológica 3: 72-81.
- PADILLA, P. 2000. Efecto del Contenido Proteico y Energético de Dietas en el Crecimiento de Alevinos de Gamitana (*Colossoma macropomum*). Folia Amazónica 10 (1-2): 81-90.
- PEREA, A., E. GÓMEZ, Y. MAYORCA Y C. TRIANA. 2008. Caracterización nutricional del pescado de producción y consumo regional (Bucaramanga, Colombia). Archivos Latinoamericanos de Nutrición 58: 91-97.
- PETERS D., R.R., S. RODRÍGUEZ DE H., R. J. HERNÁNDEZ., Y. D. A. MEJÍAS Y N. A. E. LEÓN. 2004. Determinación del nivel óptimo de sustitución de la harina de pescado por harina de hidrolizado de plumas en el alimento para tilapia roja, *Oreochromis* sp. Revista Ciencia 12: 13 - 24.
- PIAGET, N., P. TOLEDO., A. SILVA Y A. VEGA. 2011. Determinación del nivel óptimo de proteína dietaria en juveniles de lenguado, *Paralichthys adspersus* (Pisces, Pleuronectiforme: Paralichthyidae). Revista de Biología Marina y Oceanografía 46: 9-16.

- POOT, C., R. SALAZAR Y M. HERNÁNDEZ. 2009. Evaluación de Dietas Comerciales Sobre el Crecimiento de la Tilapia (*Oreochromis niloticus*) (LINNAEUS), Etapa Crianza. 2^{do} Congreso Internacional de Investigación. Ciudad Delicias, Chihuahua. México.
- REYES, P. Y P. SUBERO. 2010. Uso de Harina de Carne de Pollo y Pulitura de Arroz en La Elaboración de Dietas Para Cachama Negra, *Colossoma macropomum*. Disponible en http://www.bibagro.ucla.edu.ve/cgiin/be_alex.exe?Resumen=To70500043016. Consultado el 24 de enero de 2015.
- SA, R., M. GAVILÁN., M. J. RIOSECO., A. LLANCABURE., L.VARGAS-CHACOFF., AUGSBURGER AND F. BAS. 2014. Dietary protein requirement of Patagonian blennie (*Eleginops maclovinus*, Cuvier 1830) juveniles. *Aquaculture* 428–429: 125–134.
- SANBOLD, P. 1993. Nueva tecnología en la producción de harina de pescado para piensos: implicaciones sobre la evaluación de la calidad. IX Curso de Especialización FEDNA. Barcelona, España: 8 y 9 de Noviembre de 1993.
- SANTOS, L., M. FILHO., C. SOBREIRA., D. ITUASSU., Y L. DA FONSECA. 2010. Exigência Protéica de Juvenis de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) Após Privação Alimentar. *Acta Amazônica* 40(3): 597-604.
- . 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.
- SIGNOR, A., FEIDIN. A, W. BOSCOLO., A. REIDEL Y C. HAYASHI. 2004. Exigencias de Proteína Bruta Para Alevinos de Jundiá *Rhandia Quelen*. *Revista Varia Scientia* 4: 79-89.
- URIBE, E. Y J, LUNA. 2003. Efecto de Dietas Con Diferentes Contenido Proteico en las Tasas de Crecimiento del Bagre Balsa *Ictalurus balsanus* (Pisces: Ictaluridae) en Condiciones de Cautiverio. *Aquatic* (18): 39-47.
- UZCÁTEGUI, J. 2013. Evaluación de Dietas Con Diferente Contenido Proteico Sobre el Desempeño Productivo de Alevines del Híbrido Cachama y *Piaractus brachypomus* x *Colossoma macropomum* en Condiciones de Cautiverio. Trabajo de Grado de Maestría no Publicado. Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía, Postgrado en Producción Animal. Maracaibo-Venezuela.
- VÁSQUEZ, W. 2001. Exigencias de Proteína, Gordura E carbohidratos Em Dietas Para Crescimento de Juvenis de Pirapitinga *Piaractus brachypomus*. Tesis de doctorado en Ciências Biológicas de la Universidad do Amazonas-UA.
- WILSON, R.P. 2002. Amino acid and proteins, In: Halver, J.E., Hardy, R.W. (Eds.), *Fish Nutrition*, 3rd ed. Academic Press, London, pp. 144–174.
- ZHOU, J.B., Q.C. ZHOU., S.Y. CHI, Q.H. YANG AND C.W. LIU. 2007. Optimal dietary protein requirement for juvenile ivory shell, *Babylonia areolate*. *Aquaculture* 270(1–4): 186–192.



UNIVERSIDAD
DEL ZULIA

**BOLETÍN DEL CENTRO DE
INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

Vol.50 N° 3_____

*Esta revista fue editada en formato digital y publicada
en diciembre de 2016, por el **Fondo Editorial Serbiluz,**
Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela*

www.luz.edu.ve
www.serbi.luz.edu.ve
produccioncientifica.luz.edu.ve