

**ALIMENTACIÓN ALTERNATIVA EN
ALEVINOS DE ESPECIES NATIVAS Y PROMISORIAS DE COLOMBIA.**

**PRESENTADO POR:
YENI CAROLINA OSORIO GALICIA**

**ASESORA:
HELLEN JENNITH SANCHEZ NAVARRO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.

UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA.

IBAGUÉ – TOLIMA

2018

**ALIMENTACIÓN ALTERNATIVA EN
ALEVINOS DE ESPECIES NATIVAS Y PROMISORIAS DE COLOMBIA.**

Artículo de revisión

Yeni c. Osorio Galicia

**Universidad cooperativa de Colombia
Facultad de medicina veterinaria y zootecnia Ibagué, Tolima (Colombia)**

ABSTRACT

Aquatic organisms require high levels of protein in their diet, consequently, foods of animal and vegetable origin that contain it are used for its feeding, taking into account that it is digestible for the species. Fishmeal has traditionally been used as the main protein resource in diets, however, its high cost and increasing demand for growing aquaculture, as well as its use in feeding terrestrial species of culture is forcing nutritionists look for alternate sources of protein, both conventional and unconventional.

The present work is a compilation of documents that report alternate sources of proteins, which can substitute the fish meal partially or totally in the aquaculture feed, mainly in the fry stage of native and promising species of Colombia. The available information highlights flours from legumes (vegetable protein) and other types of food, such as live food (zooplankton).

KEYWORDS

Fry, Alternative food, fishmeal, live food, native and promising species.

RESUMEN

Los organismos acuáticos requieren altos contenidos de proteína en su dieta, en consecuencia, para su alimentación se utilizan alimentos de origen animal y vegetal que la contengan, teniendo en cuenta que esta, sea digestible para la especie. La harina de pescado se ha usado tradicionalmente como el principal recurso proteico en las dietas, sin embargo, su alto costo y el incremento en la demanda de la creciente acuicultura, así como, su uso en la alimentación de especies terrestres de cultivo está obligando a los nutricionistas a buscar fuentes alternas de proteínas, tanto convencionales como no convencionales.

El presente trabajo es una recopilación de documentos que reporten fuentes alternas de proteínas, las cuales puedan substituir la harina de pescado parcial o totalmente en la alimentación acuícola, principalmente en la etapa de alevines de especies nativas y promisorias de Colombia. La información disponible destaca harinas provenientes de leguminosas (proteína vegetal) y otro tipo de alimentación, como lo es, el alimento vivo (zooplancton).

PALABRAS CLAVE

Alevines, Alimentación alternativa, harina de pescado, alimento vivo, especies nativas y promisorias.

ALIMENTACIÓN ALTERNATIVA EN ALEVINOS DE ESPECIES NATIVAS Y PROMISORIAS DE COLOMBIA.

El pescado es un alimento que se constituye como alta fuente de proteína. En el pasado, la principal manera de obtener pescado era la pesca de captura, pero esta ha disminuido a nivel mundial, permitiendo el desarrollo de la acuicultura.(1).

La acuicultura es la cría de especies acuáticas y una de sus ramas es la piscicultura, que es específicamente la cría de peces con el fin de producir carne, aceites y peces ornamentales, entre otros productos.(2). La piscicultura de consumo en Colombia está representada por la producción de las tilapias (*Oreochromis niloticus* y *Oreochromis sp*), la trucha arcoíris (*Onchorhynchus mykiss*), la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y la cachama negra (*Colossoma macropomum*), siendo exóticas las más cultivadas, a pesar de ser Colombia un país megadiverso, especialmente en especies ícticas.(3).

Colombia por su ubicación geográfica, cuenta con condiciones climáticas, topográficas, hidrológicas para desarrollar la acuicultura. Entre ellas se destaca su localización geográfica en la franja ecuatorial y por lo tanto como zona tropical; posee un régimen de temperaturas estable durante el año, existen todos los pisos térmicos (frío, medio y cálido).(4)

La acuicultura en Colombia ha tenido un desarrollo importante durante los últimos años, con una producción cercana a las 120.230 toneladas para el año 2017. Esta cifra representa un crecimiento anual del 9% y un incremento en la generación de empleo del 6% promedio anual, generando 36.069 empleos directos y 108.207 indirectos según Procolombia (2016).

La producción piscícola cuenta con tres etapas de producción definidas, ellas son: alevinos, levante y engorde, dentro de la etapa de producción de alevinos se encuentran la reproducción la cual cuenta con subprocesos como el desove, la fertilización y la incubación de los huevos; posterior a este cuando hay una salida del pez del huevo se llama larva; postlarva se le llama cuando empieza un consumo de su saco vitelino, el cual es la primera alimentación del pez.(5)

Las postlarvas tardarán entre 3 a 5 días para absorber su saco vitelino o reserva propia de alimento, según la temperatura del agua. A los 3 o 5 ya se puede empezar su alimentación con un porcentaje de 45% de proteína alimentándose 3 a 4 hasta 6 veces/día, cuando el animal ya empieza a alimentación externa se le llama alevino (6). Los pequeños y medianos piscicultores, generalmente compran los alevinos, mientras que los grandes productores, los cultivan en sus propias instalaciones.(7).

Uno de los puntos críticos en el ciclo de producción de peces, es sin duda, la fase de larvicultura, la cual requiere de alimentos con calidades superiores, cuyas características cualitativas y cuantitativas se adapten a los requerimientos de esta importante etapa de vida del animal.(8). La disponibilidad de alevinos, en cantidad y de buena calidad se considera un factor crítico para el éxito de una producción intensiva y puede llegar a limitar el desarrollo de los ciclos posteriores de engorde. La alimentación y la nutrición han sido señaladas como uno de los factores responsables de los fracasos en la larvicultura, constituyéndose en el cuello de botella que impide la expansión de la actividad. (9).

(10) nos indica que las ventajas de desarrollar la piscicultura con especies nativas van desde la mejor adaptación de estos peces al clima y calidad del agua de la región hasta el

hábito de consumo de la población. Entre estas especies se destacan por su importancia o potencialidad en la piscicultura continental colombiana las reofilicas, sobresaliendo: *Piaractus brachypomus* (cachama blanca), *Colossoma macropomum* (cachama negra), *Prochilodus magdalenae* (bocachico), *Brycon moorei sinuensis* (dorada), *Brycon siebenthalae* (yamú), *Sorubim cuspicaudus* (bagre blanco) y *Pseudoplatystoma fasciatum* (bagre rayado).

Además actualmente en Colombia se están implementando nuevos estudios de producción de especies nativas como el Patalo (*ichthyoelephas longirostris*) y la Doncella (*Argeneiosus pardalis*), dado que el principal objetivo de entidades como la AUNAP ,se enmarcan en la ejecución de investigaciones, generación y transferencia de tecnología para el fomento de especies que consideramos promisorias; Colombia cuenta actualmente con 16 estaciones de piscicultura de carácter gubernamental donde adelantan diferentes investigaciones en especies nativas. (3).

La larvicultura y alevinaje tienen por objetivo incrementar las tasas de sobrevivencia y crecimiento, en la difícil fase de transición de larva a alevino a partir del ofrecimiento de condiciones ambientales adecuadas, entre ellas la definición de una estrategia alimentaria. Pero, la mayoría de los fracasos cuando se intenta desarrollar tecnologías de producción de alevinos están asociados al poco conocimiento de las preferencias del individuo, particularmente lo relacionado con la alimentación (10).

Las larvas de los peces deben aprender a capturar, engullir y asimilar el alimento, por esto, se requiere en esta etapa de desarrollo una dieta especial, de partículas pequeñas, de textura suave, fácilmente digeribles, con alto valor nutritivo y que adicionalmente, sea

suministrado en forma constante.(11). Según (12), la producción de dietas nutricionalmente balanceadas es el principal factor que afecta la acuicultura intensiva, excediendo el 70 % de los gastos totales de producción.

En la actualidad, las raciones empleadas en la acuicultura dependen para su suministro proteico de las pesqueras y de la agricultura, debido a que basan su producción en la harina de pescado y en segundo lugar en la harina de soya (13). Todos estos factores, así como el costo del alimento, exigen la búsqueda de fuentes alternativas de proteínas para el caso de los cultivos de organismos acuáticos.(14)

Es importante saber que las especies nativas como la cachama tienden a utilizarse en bicultivos, esto quiere decir que van acompañadas en la producción por otras especies dado que su comportamiento se presta para esto porque no es una especie que desarrolle comportamientos territoriales. (15)

HARINAS.

La harina es un polvo fino que se obtiene de los cereales molidos y de algunos otros alimentos ricos en almidón. El denominador común de las harinas vegetales es el almidón, que es un carbohidrato complejo.(15).

En un estudio realizado por Lam Romero et al.(2012), en donde seleccionaron alevines de *Piaractus brachypomus* de la misma edad con tres g de peso; teniendo una densidad de 6 alevines/m²; se tomaron en cuenta tres tipos de dietas, una a base de alimento balanceado peletizado con 48 alevines, la segunda un tipo de alimentación alternativa que estuvo basada

en alimentos que contenían proteína, grasa y carbohidratos en cantidades variables. Garbanzo, arroz, maíz (harina), guayaba y aguacate fueron los evaluados para esta dieta y una último tratamiento o dieta que estaba constituida por un 50% de alimento balanceado peletizado y 50% alimentación alternativa. Cada uno con un total de 48 individuos por tratamiento.

El muestreo de los animales se realizó cada mes hasta los 150 días de edad, las dietas fueron calculadas en cada pesaje, las mediciones experimentales evaluadas fueron los indicadores productivos como ganancia de peso y tamaño alcanzado e indicadores económicos como costo de producción/ kg de peso.

Tabla 1. valores medios de peso total (g), talla (cm) en *P.Brachypomus*

Tratamientos	Peso (g)	Talla (cm)
1	228.3	17.292
2	182.4	166.766
3	115.1	12.732

Extraído de (16)

Tabla 2. Costos de producción.

Tratamiento	Peso Producido	Costo en USD	Costo Unitario USD
1	11.14	10.921	0.90
2	5.73	4.529	0.79
3	9.07	6.444	0.71

Extraído de (16)

Como resultado, el tratamiento 1 tuvo mayor incidencia sobre el peso total, seguido del tratamiento 3 y el de menor valor fue el tratamiento 2, que corresponde a la alimentación

alternativa de forma exclusiva y se demostró que las dietas utilizadas constituían un recurso válido para la crianza, se evidenció que el tratamiento 3 era económicamente satisfactorio y biológicamente factible, con el tratamiento 1 (a base de balanceado), lograron el peso comercial de la cachama en el tiempo adecuado y por último, constataron que aunque con la dieta 2 no se llegó al peso óptimo comercial, los animales obtenidos resultaron atractivos para el consumidor, encontrándose con casi los mismos resultados obtenidos también por Ortiz y col. (2007).

Tao, Roger, & Armas (s. f.) realizaron un estudio en alevines de cachama negra a base de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*), una leguminosa, cuyas semillas son usadas en la alimentación humana, con elevado contenido de proteínas y aceites, por lo cual se destaca a nivel mundial, además se ha demostrado que tiene efecto en el control de garrapatas y parásitos gastrointestinales, como lombrices en los animales domésticos.(18).

En la investigación fueron utilizados 150 alevines de "gamitana" *Colossoma macropomum*, Los granos de Tarwi fueron secados en una estufa a temperatura de 60 °C por aproximadamente 2 horas, para luego proceder a triturarlos con un molidor manual y tamizarlos finamente hasta obtener la harina de Tarwi la cual contenía la siguiente composición bromatológica.

Tabla 3. Composición bromatológica de la Harina de Tarwi, *Lupinus mutabilis* (% en base seca).

NUTRIENTE	%
Humedad	8.4
Proteína Bruta	46.3
Grasa(extracto etereo)	32.7
Carbohidratos	12.6

Fuente: Laboratorio de Bromatología y Limnología DEL IIAP (2008).

Se tomaron muestreos cada 28 días, se hicieron 3 repeticiones de la alimentación alternativa y un tratamiento control que fueron los alevines alimentados con concentrado o alimento balanceado, en donde los índices zootécnicos evaluados fueron, la ganancia de peso diaria, conversión alimenticia, y tasa de crecimiento específico en donde se encontraron los siguientes resultados.

Tabla 4. Índices zootécnicos (promedio \pm desviación estándar) obtenidos de la cachama negra (*Colossoma macropomum*) alimentada con tres dietas a base de harina de Tarwi y un control durante 145 días.

VARIABLES	T1	T2	T3	T4(TESTIGO)
ICAA	5.29	4.74	5.12	4.96
GPD	0.15	0.14	0.15	0.24
TCE	0.93	0.94	0.99	1.20
K	1.95	1.84	1.68	1.90
S	86.67	100	88.89	86.67

ICCA: índice de conversión alimenticia aparente, **GPD:** ganancia de peso diario. **TCE:** tasa de crecimiento específico, **K:** factor de condición, **S:** sobrevivencia

Tomado de (17).

Los resultados obtenidos no fueron alentadores, dado que se demostró, que la harina de tarwi no suplió los requerimientos de la cachama, por lo que les hizo suponer que las proteínas presentes en el tarwi son de un bajo nivel biológico, o no es digerible por esta especie.

Por otro lado, en un experimento realizado por Castro-Guerrero (2014), en cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) en el cual se sustituyó la harina de pescado por harina de

subproductos avícolas como sangre, plumas y huesos; Se formularon 3 dietas experimentales prácticas, las cuales fueron comparadas entre sí; Una dieta contenía harina de pescado (Tratamiento 1 o T1) y 2 dietas sustituyeron la harina de pescado por la harina de vísceras de pollo (Tratamiento 2 o T2); una de estas se suplementó con aminoácidos (Metionina, treonina y lisina) [Tratamiento 3 o T3].

Los animales fueron alimentados hasta aparente saciedad dos veces al día en donde se evaluaron, la ganancia de peso diaria, tasa de conversión alimenticia, alimento consumido y tasa específica de crecimiento. Arrojando los siguientes resultados.

Tabla 5. Parámetros productivos de alevines de *Piaractus brachypomus*, alimentados con 3 dietas experimentales.

PARAMETROS	T1	T2	T3
GANANCIA DE PESO %	1304.1	1274.9	1120.7
CONSUMO DE ALIMENTO (g)	0.6	0.77	0.79
TASA DE CONVERSION ALIMENTICIA (g)	1.1	1.2	1.3
TASA ESPECÍFICA DE CRECIMIENTO (%)	5.1	5.1	4.8

Extraído de (16).

Los resultados mostraron que la tasa de conversión alimenticia no se veía afectada al usar harina de subproductos avícolas (versus harina de pescado), y coinciden con los resultados de investigaciones hechas en otras especies, por lo que se concluyó que la harina de subproductos avícolas puede sustituir a la harina de pescado como ingrediente proteico en las dietas para cachama, los resultados no mostraron diferencia para ganancia de peso, tasa de conversión alimenticia y tasa de crecimiento específico.

Otro tipo de harinas, que actualmente se están investigando, son las harinas de lombriz debido a su valor nutricional, ya que son una fuente rica en proteínas (19). La obtención a

bajo costo de la harina de lombriz, rica en proteínas, se debe a que las lombrices se alimentan de desechos orgánicos, crecen a una alta velocidad y se multiplican rápidamente, de hecho, se considera tan valiosa en su contenido nutricional, que también se está implementando en la alimentación humana.

Una dieta para alevines de Cachama negra (*Colossoma macropomum*) utilizando harinas de lombriz (*Eisenia foetida*), soya (*Glycine max*) y caraotas (*Phaseolus vulgaris*) como fuentes proteicas, fue evaluada por (20). Para esta investigación se tuvieron en cuenta 441 especímenes, con un tiempo de vida de 55 días después de la eclosión; La alimentación fue ad libitum alimentándolos tres veces al día, durante 32 días; los peces se pesaron cada 15 días y se determinó el consumo de alimento en ese periodo.

Tabla 6. Resultados de crecimiento ($X \pm DE$) de los alevines de cachama negra (*C. macropomum*) alimentados con dietas experimentales durante 32 días.

Datos zootécnicos	DIETAS		
	DSL	DSCA	DT
PMI	0.82	0,87	0,92
PMF	8.9	9,9	6,5
GPT	266.1	220,8	216,8
GP%PI	990.1	971,2	599,6
IC	1.04	1,22	1,11
E Eff	0.98	0,82	0,9
CEP (PER)	3.08	2,42	2,84
TCE %	7.43	7,4	6,07
ICD %	3.5	3,6	2,8
CONS (g)	300.5	302,1	270,9
% SBRV	93.2	97,1	98,4

Dietas: DSL (h. soya: h. lombriz); DSCA (h. soya: h. caraota); DT (h. pescado)

PMI: Peso medio inicial; PMF: Peso medio final; GPT: Ganancia de peso total; GP%PI: Ganancia de peso en porcentaje de peso inicial; IC: Índice de consumo;

Eff: Eficiencia alimenticia; CEP: Coeficiente de eficacia proteica; TCE: Tasa de crecimiento específico; ICD: Índice de crecimiento diario; CONS: Consumo; % SBRV= % de sobrevivencia.

Los resultados obtenidos de ganancia de peso total en este estudio indicaron que, en los alevines de cachama alimentados con las dietas, no obtuvieron variación del crecimiento, a pesar de que las fuentes proteicas eran diferentes, por lo cual se concluyó, que de igual forma es viable utilizar la mezcla de harina de lombriz y harina de soya, o harina de soya y harina de caraotas para sustituir la harina de pescado en las dietas para alevines de cachama.

La harina de quinua, también ha sido estudiada por su calidad nutritiva, representada por su composición de aminoácidos esenciales tanto en calidad como en cantidad, por lo que lo convierte en un alimento funcional e ideal para el organismo y su diversidad de formas de utilización tradicional, no tradicional y en innovaciones industriales.(21)

La quinua tiene un excepcional balance de proteínas, grasa, aceite y almidón Su contenido de proteínas es alto, ya que el embrión constituye una gran parte de la semilla. El promedio de proteínas en el grano es de 16%, pero puede contener hasta 23%, lo que es más del doble que cualquier otro cereal. Además, las proteínas de la quinua tienen un alto grado de aminoácidos Lisina, Metionina y Cistina, los cuales son aminoácidos esenciales.

Las semillas de quinua contienen entre 58 y 68% de almidón y 5% de azúcares y aunque los granos de almidón son bastante pequeños, éstos contienen cerca de 20% de amilosa, y forman gelatinas entre los 55 a 65 °C. La grasa contenida en la quinua es de 4 a 9%, de los cuales la mitad contiene ácido linoleico, esencial para la dieta humana, adicionalmente, contiene un alto nivel de calcio y fósforo. En sus hojas hay un bajo índice de nitrato y oxalato, lo que es positivo, puesto que estos compuestos son considerados elementos perjudiciales en la nutrición. (22).

En el estudio que realizó (23), fueron tomados por 132 alevinos de *Colossoma macropomum*, se tuvo una densidad de siembra de 1 alevín/ m², los animales fueron alimentados 2 veces/ día y se manejó un porcentaje de biomasa del 6% para la alimentación; Los muestreos biométricos se evaluaron cada 30 días con la finalidad de determinar el incremento de peso (g.), longitud (cm.), y la relación del número de gramos de peso por milímetros de longitud, el estado de salubridad y sobre todo para reajustar la cantidad de alimento a suministrar.

Tabla 7. Promedios de los principales índices de crecimiento obtenidos en el cultivo de alevinos de *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas experimentales, utilizando harina de quinua *Chenopodium quinoa*, registrados en los tratamientos 1, 2 y 3, hasta los 106 días de cultivo.

VARIABLES	TRATAMIENTOS		
	T1	T2	T3
PI(g)	21.9	24.7	19.6
PF(g)	216.4	273.7	200
GP(g)	194.5	249	180.4
GPD(g)	1.83	2.3	1.7
BI(g)	963	1088	864.4
BF(g)	9521.5	12044	8800
BG(g)	8558.5	10956	7936
LTI (cm)	10.8	11.3	10,6
LTF(cm)	23	25.1	22.9
LG(cm)	12.2	13.8	12.3

Peso inicial: PI, Peso final: PF, Ganancia de peso: GP, Ganancia de peso diario: GPD, Biomasa inicial: BI, Biomasa final: BF, Biomasa ganada: BG, Longitud total inicial: L TI, Longitud total final: L TF, Longitud ganada: LG.

Extraído de (23).

Se comparó el crecimiento de la cachama en la fase de alevinaje al ser alimentada con harina de quinua en comparación con el alimento balanceado para esta etapa de crecimiento de la especie, sin obtener resultados significativos, por lo cual puede representar una fuente alternativa de alimentación.

ALIMENTO VIVO.

Para (9), el alimento vivo en acuicultura describe el grupo de organismos planctónicos que constituyen la base en la alimentación de los estadios larvarios de los crustáceos, de las postlarvas de peces y las diferentes fases en el desarrollo de los moluscos. Entre el zooplancton se destacan organismos tales como los cladóceros, copépodos, artemia y los rotíferos de otro lado, entre el fitoplancton se destacan variados grupos de microalgas, principalmente diatomeas y clorofitas; en esta revisión solo se hablará del zooplancton.(24)

El zooplancton es un grupo muy diverso de pequeños animales, la mayoría microscópicos, que tienen poca capacidad para desplazarse en el agua, en realidad, se encuentran suspendidos en el agua y se mueven junto con las corrientes (25). El zooplancton es muy importante porque constituye junto al fitoplancton, la base de la pirámide alimenticia de los ecosistemas marinos y de agua dulce. Es considerado, el alimento de los peces pequeños, que a su vez son el alimento de otros organismos como los peces mayores y las aves marinas.(26)

Durante los últimos 10 años, para atender los requerimientos nutricionales de los alevines, se ha usado un método conocido como el “enriquecimiento”, a través de esta técnica, se transfiere toda clase de elementos esenciales aprovechando los organismos

zooplactónicos que los peces consumen, más específicamente para alimentar larvas y postlarvas.(27). Entre los diferentes enriquecimientos realizados se registran la vitamina C, vitamina E, probióticos, antibióticos, fosfolípidos y ácidos grasos.

De acuerdo a Kubitza (1998) citado por (11), son varias las investigaciones que demuestran que los mejores resultados se obtienen cuando el primer alimento externo de las cachamas blancas (*Colossoma macropomum*) es el zooplancton, compuesto principalmente por: protozoarios, rotíferos, cladóceros, copépodos, entre otros organismos, debido a que estos aportan enzimas proteolíticas, que al ser liberadas por acción física de las larvas durante la captura e ingestión, desencadenan la hidrólisis de las proteínas del propio zooplancton ingerido y estimulan la secreción de enzimas endógenas por el tracto digestivo de las postlarvas, favoreciendo los procesos digestivos del animal.

Por el contrario, continúa el autor, las dietas microencapsuladas son de difícil aceptación y aprovechamiento por parte de las larvas de los peces, ya que estas, no ha desarrollado por completo su tracto digestivo lo que limita su capacidad de aprovechar satisfactoriamente los nutrientes de la dieta, (15), adicionalmente, dichas dietas, no proporcionan las enzimas necesarias para facilitar el desdoblamiento y absorción de los nutrientes. (15)

En el trabajo realizado por (11) se evaluaron 4 tratamientos (T0: Alimento concentrado al 45% de proteína, T1: Nauplios de artemia salina, T2: Espirulina, T3: Mesocosmos) y tres replicas por tratamiento en post-larvas de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). Se obtuvo una densidad de siembra de 10 postlarvas/l. El experimento tuvo una duración de 72 horas con un Sistema de alimentación por goteo implementado para el

desarrollo del experimento; Se estimó una densidad por comida de 10 nauplios de Artemia salina por cada postlarva de Cachama blanca.

Figura 1. Sistema de alimentación por goteo implementado para el desarrollo del experimento



Tomada de (11).

Tabla 8. Valores medios y desviación estándar de peso final (mg), Talla final (mm), y sobrevivencia (%) para los diferentes tratamientos.

VARIABLE	TRATAMIENTO 0	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	TRATAMIENTO 3
	CONC 45% P	ARTEMIA SALINA	ESPIRULINA	MESOCOSMOS
TALLA FINAL (mm)	5.25	6.18	5.42	6.25
PESO FINAL (mg)	0.75	1.19	0.93	0.80
SOBREVIVENCIA (%)	10	36.67	13.33	6.67

Extraído de (11).

Se concluyó que las diferentes dietas suministradas bajo un sistema de alimentación por goteo no presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, sin

embargo, los mejores resultados para talla final, peso final y sobrevivencia se obtuvieron al emplear artemia salina.

Estos resultados contrastan por los citados por (11): David et al (2010) en *Piaractus brachypomus*, Kohler y Camargo (2004) en *Colossoma macropomum*, Atencio (2001) en *Brycon siebenthalae*, Acosta et al (2010) en *Brycon melanopterus*, Atencio et al (2006) en *Prochilodus magdalenae*, Merlano et al (2010) en *Leiarius marmoratus* y Jomoria et al (2003) y Menossi et al (2012) en *Piaractus mesopotamicus*. Todos estos autores encontraron que los nauplios de artemia salina, empleados como primera alimentación exhiben los mejores resultados con diferencias estadísticas significativas, respecto al uso de otros alimentos (alimento concentrado y espirulina) sobre el peso en mg y en talla en mm, en las postlarvas de las especies respectivamente relacionadas.

Además de lo anterior en una revisión bibliográfica hecha por (9). Encontraron que: (1) Valor promedio del índice de Chesson obtenido de cuatro estanques de alevinaje de 50 m² sembrados a densidades entre 50 y 150 larvas/m² (Adaptado de Lamadrid & Arroyo, 2005). (2) Valor promedio del índice de Chesson obtenido de dos estanques de alevinaje de 350 m² sembrados a densidades entre 87 y 100 larvas/m². (Adaptado de Ramos & Trujillo, 2005). (3) Valor promedio del índice de Chesson obtenido de cuatro estanques en tierra de alevinaje de 40 m², sembrados a densidades de 25 y 50 larvas/m². (Adaptado de Padilla & Torres, 2006).

Tabla 9. Grupos del zooplancton preferidos por tres especies de peces neotropicales durante su transformación de larva a alevino en estanques en tierra (alevinaje). El número corresponde al valor promedio del índice de Chesson, el cual indica preferencia cuando es mayor de 0.2.

BOCACHICO PROCHILODUS MAGDALENAE (1)					
DIAS DE ALEVINAJE	PROTOZOARIOS /ROTIFEROS	CLADOCEROS	COPEPODOS (ADULTOS Y JUVENILES)	COPEPODOS NAUPLIOS)	OSTRACODOS
5	0.59	0.29	0.07	0.02	0.03
10	0.7	0.21	0.01	0.01	0.07
15	0.91	0.07	0.01	0.02	0
20	0.39	0.16	0.08	0.07	0.03
25	0.54	0.03	0.01	0.04	0.38
30	0.64	0.11	0.03	0.04	0.17
DORADA BRYCON SINUENSIS (2)					
3	0	0.43	0.33	0.09	0.15
6	0	0.34	0.2	0.02	0.43
9	0	0.42	0.09	0	0.49
12	0	0.12	0.04	0	0.83
15	0	0.07	0.48	0	0.45
18	0	0.03	0.27	0	0.7
BAGRE BLANCO SORUBIM CUSPICAUDOS (3)					
5	0.17	0.37	0.42	0.04	0
10	0	0.79	0.11	0	0.1
15	0	0.31	0.18	0	0.51
20	0	0.58	0.24	0	0.19
25	0	0.56	0.24	0	0.2
30	0	0.18	0.06	0	0.76
35	0	0.09	0.13	0	0.78
40	0	0.08	0.12	0	0.81

Extraído de (9)

El alimento vivo es muy estimado por ser fisiológicamente una forma valiosa de nutrimento, y además, se valora como un factor conductual importante en la dieta de los peces (García, 2000). Así mismo, constituye una cápsula nutritiva que contiene, por lo general, los elementos básicos de una dieta balanceada, con la ventaja de conservar su valor hasta el momento de ser consumidos por los organismos acuáticos.

Por otra parte un estudio realizado en el Bocachico (*Prochilodus magdalenae*) por (28), evaluaron diferentes tipos de alimentación viva en esta especie; En el primer experimento evaluaron diferentes tipos de presas durante cinco días de alimentación. Las postlarvas (Pl) fueron alimentadas con nauplios de Artemia (NA), cistos descapsulados de Artemia (CA), zooplancton silvestre tamizado entre 125-160 μm (Z125-160) y zooplancton silvestre tamizado entre 250-400 μm (Z250-400); además, un grupo de post-larvas fue mantenida en ayuno durante el ensayo (AY). En todos los casos las presas fueron ofrecidas en proporción de 5 Presas/mL.

Tabla 10. Valores promedios de la ganancia en peso (GP), ganancia en longitud (GL), tasa de crecimiento específico (G), sobrevivencia final (S) y sobrevivencia a la prueba de resistencia al estrés (RE) de las post-larvas de Bocachico (*Prochilodus magdalenae*).

PARAMETROS	TIPO DE PRESA				
	NA	CA	Z125-160	Z250-400	AY
GP (mg)	2.0	0.5	0.8	2.0	-0.5
GL (mm)	1.8	0.7	1.1	1.6	0.1
G (%/día)	21.4	7.3	13.8	22.6	-12.8
S (%)	73.2	49.9	64.0	25.4	34.6
RE (%)	87.1	47.9	79.4	88.7	1.3

Los resultados son posteriores a la alimentación con diferentes tipos de presas durante cinco días (NA, nauplios de Artemia; CA; cistos descapsulados de Artemia; Z125-160, zooplancton silvestre tamizado entre 125 y 160 μm ; Z250-400, zooplancton silvestre tamizado entre 250 y 400 μm ; AY, ayuno).

Extraído de (28)

Las mayores ganancias de peso y longitud las registraron las Pl alimentadas con NA y Z250-400 μm , las Pl alimentadas con Z125-160 μm presentaron una baja sobrevivencia final, sin embargo, su sobrevivencia cuando fueron sometidas a la prueba de resistencia al estrés fue similar a las obtenidas para las PL alimentadas con NA y Z250-400 μm .

Por otra parte las larvas de mosquito son otra alternativa de alimentación viva para los alevines de cachama como menciona (29). Como reportan y citan Ortega-morales et al. (2011), las larvas de mosquito, “son organismos que reúnen características apropiadas para su utilización como alimento vivo dentro de la acuicultura, entre éstas, podemos mencionar su alto valor nutritivo, abundancia, movilidad y cuerpo blando.(30)

Por ejemplo, el *Culex stigmatosoma* en su estado adulto no es común que se alimente de la sangre de humanos, lo que constituye un factor importante para promover su uso como alimento de peces sin causar problemas en cuanto a la hematofagia antropofílica, ocasionada por su manejo (Reisen y Reeves, 1990; Workman y Walton, 2003); aun así, la recomendación del estudio no era cultivarlo, sino recolectar a estos culícidos de hábitats naturales e incorporarlos a la dieta de peces”.

CONCLUSIONES

Las leguminosas tienen un gran potencial para su uso en acuicultura como sustituto parcial de la harina de pescado, por varios aspectos como: los altos niveles de proteína que contienen, porque en su cultivo no se requieren fertilizantes nitrogenados y por la amplia variedad de especies que de ella existen. Algunas de ellas se han estudiado, presentando altos niveles de proteínas, sin embargo, se han encontrado también en ellas varios factores antinutricionales y por tal motivo existen restricciones en su utilización, o simplemente algunas especies animales, no pueden aprovechar completamente sus nutrientes.

Hay que tomar en cuenta que la mayoría de productos vegetales contienen polisacáridos, que los animales acuáticos no pueden digerir, lo que reduce la eficacia alimentaria, por disminución de la digestibilidad de las grasas y proteínas.

La lombriz ha sido considerada un oligoqueto potencial para la agricultura y hoy en día hay buena información sobre su uso en piscicultura. Su importancia radica en su capacidad de regeneración y sus elevados contenidos nutricionales, dado que posee entre un 70 % y 80 % de proteína, aminoácidos y vitaminas, entre las que se destacan las siguientes: Lisina (7.5%), Cistina (1,5 %), Metionina (2,1 %), Fenilalanina, Isoleucina, Leucina, Niacina, Riboflavina, Tiamina (B1), Ácido pantoténico (complejo B), Piridoxina (B6), Vitamina B12 y Ácido Fólico.(20).

Se resalta que los mejores resultados obtenidos en las investigaciones revisadas para este artículo, fueron los que se obtuvieron al utilizar alimento vivo como zooplancton, el cual mostró que favorecía la ganancia de peso diaria de los alevinos y principalmente, mejoraba los niveles de sobrevivencia de estos, siendo este un factor de importante para la producción piscícola, dado que en las etapas de alevino o postlarva es en las que se encuentra la mayor mortalidad del ciclo productivo.

Se debe tener en cuenta, que los niveles de inclusión encontrados en los diferentes estudios revisados, son recomendaciones bajo condiciones óptimas de calidad de agua y los resultados de cualquier proceso alimenticio se van a ver influenciados por la calidad físico química del agua y la genética de los alevines.

BIBLIOGRAFIA

1. Balbuena E, Rios VM. Manual básico de sanidad piscícola. 2011;1-59.
2. Allain Rojas Diana Mercedes. SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE PESCADO, POR HARINA DE TORTA DE SACHA INCHI (*Plukenetia volúbilis* Linneo) EN ALIMENTO PARA ALEVINES DE TILAPIA GRIS (*Oreochromis*. 2016;
3. Lizarralde R, Arango J, Gomez R. Plan Nacional para el Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia - PlaNDAS. 2014. 11 p.
4. León-Sánchez Rafael, Gerardo Javier Villanueva-Cuevas, Isaías González-Ledesma P, Macedonio García-López, Mario Alberto Ruiz-López AAG-C. Evaluación de subproductos agropecuarios en nutrición de tilapias *Oreochromis* spp (PISCES CICHLIDAE). 2010;
5. Luisa A, Morillo M, Visbal T, Rial L, Ovalles F, Aguirre P, et al. ALIMENTACIÓN DE ALEVINES DE *Colossoma macropomum* CON DIETAS A BASE DE *Erythrina edulis* Y SOYA. 2013;
6. Cruz Castro AC, Héctor L, Hernández H, Alfredo M, Araiza F, Pérez TR, et al. Effects of diets with soybean meal on the growth , digestibility , Phosphorus and Nitrogen excretion of juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* Efectos de dietas con harina de soya en el crecimiento , digestibilidad , excreción de fósforo y nitrógeno d. 2011;21(2):118-25.
7. Merino M, Salazar G, Gómez D. Guia Practica de Piscicultura en Colombia. Vol. 7, Ministerio de agricultura y desarrollo de colombia. 2006. p. 1-81.
8. Miranda-gelvez FDRA, De E, Sacha D, Plukenetia I. Efecto de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) sobre el desempeño productivo de juveniles de tilapia roja. 2015;20(2).

9. Prieto, G. Martha; Atencio G. V. Zooplancton en la larvicultura de peces neotropicales. Rev MVZ Cordoba. 2008;13(2):1415-25.
10. Atencio V. Produccion de Especies Nativas. MVZ Cordoba [Internet]. 2001;6(1):9-14. Disponible en:
<http://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/revistamvz/article/view/1060/1301>
11. Palacios PJ. Evaluacion del Crecimiento y Supervivencia de Postlarvas de Cachama Blanca (*Piaractus brachypomus*) Alimentadas con Cuatro Tipos de Dietas, Mediante un Sistema de Goteo, en el Centro Experimental Amazonico, Mocoa, Putumayo. Corpoamazonia [Internet]. 2013;1:1-13. Disponible en:
http://www.corpoamazonia.gov.co/files/Investigaciones/Evaluacion_Crecimiento.pdf
12. Carlos Antonio Martínez Palacios, María Cristina Chávez Sánchez, Miguel Angel Olvera Novoa MIA de la P. FUENTES ALTERNATIVAS DE PROTEINAS VEGETALES COMO SUBSTITUTOS DE LA HARINA DE PESCADO PARA LA ALIMENTACION EN ACUICULTURA.
13. Lam Romero F, Barroso Sandoval V, Domínguez Brito J. Evaluación De Tres Tipos De Alimento En El Crecimiento Preliminar De La “Cachama Blanca” (*Piaractus Brachypomus*) En La Localidad De Santa Clara, Provincia De Pastaza, Ecuador. Rev Amaz Cienc y Tecnol. 2012;4:137.
14. Vásquez-Torres W, Pereira-Filho M, Arias-Castellanos JA. Optimum dietary crude protein requirement for juvenile cachama *Piaractus brachypomus*. Ciência Rural. 2011;41:2183-9.
15. Brú-Cordero SB, Pertúz-Buelvas V, Ayazo-Genes J, Atencio-García VJ, Pardo-Carrasco S. Bicultivo de cachama blanca <i>Piaractus brachypomus</i> y tilapia nilótica <i>Oreochromis niloticus</i> en biofloc alimentadas con dietas de origen vegetal. Rev la Fac Med Vet y Zootec [Internet]. 2017;64(1):44-60.

- Disponible en: <http://revistas.unal.edu.co/index.php/remvez/article/view/65824>
16. Castro-Guerrero AJP-R; MCG-E; SR. Sustitución total de la harina de pescado por subproductos avícolas suplementados con aminoácidos en dietas para juveniles de *Piaractus brachypomus*, Cuvier 1818 The total substitution of fishmeal for poultry by-product meal supplemented with amino acids. Orinoquía. 2014;18(2):13-24.
 17. PAIMA EGP, FLORES NA, RIBEIRO HS. Influencia de la harina de tarwii en el crecimiento de alevines de cachama. 2010;
 18. Jacobsen SE, Mujica A, Jacobsen S-E, Mujica A. El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. Bot Econ los andes Cent Univ mayor San Andrés. 2006;458-82.
 19. Vielma Rondon R, Ovalles Duran J, León Leal A, Medina A. Valor nutritivo de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) como fuente de aminoácidos y su estimación cuantitativa mediante cromatografía en fase reversa (HPLC) y derivatización precolumna con o-ftalaldehído (OPA). Ars Pharm. 2003;(15):43-58.
 20. Morillo S M, Visbal B T, Altuve D, Ovalles D F, Medina G AL. Valoración de dietas para alevines de *Colossoma macropomum* utilizando como fuentes proteicas harinas: de lombriz (*Eisenia foetida*), soya (*Glycine max*) y caraotas (*Phaseolus vulgaris*). Rev Chil Nutr [Internet]. 2013;40(2):147-54. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182013000200009&lng=es&nrm=iso&tlng=es
 21. Moreau Y, Arredondo JL, Perraud-Gaime I, Roussos S. Dietary utilisation of protein and energy from fresh and ensiled coffee pulp by the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Brazilian Arch Biol Technol. 2003;46(2):223-31.
 22. Ministerio de Agricultura y Riego. Quinoa. Disponible en: <http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosemer>

- gentes/QUINUA.pdf
23. Enrique LTM. Efecto de niveles proteicos provenientes de la quinua en el crecimiento y en la composición corporal de alevinos de gamitana, *Colossoma Macropomum*, cultivados en corrales. 2010;
 24. Velásquez YC, Kijora C, Martínez VA, Schulz C. Inclusion of fermented aquatic plants as feed resource for Cachama blanca, *Piaractus brachypomus*, fed low-fish meal diets La inclusión de plantas acuáticas fermentadas en dietas con bajo contenido de harina de pescado para Cachama blanca, *Piaractus bra*. Orinoquia Supl - Univ los Llanos [Internet]. 2014;18:229-36. Disponible en:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-37092014000300010&lang=pt
 25. Klein S, Lorenz EK, Bueno GW, Signor A, Feiden A, Boscolo WR. Levels of crude protein in diets for pacu (*piaractus mesopotamicus*) from 150 to 400g reared in cages. Arch Zootec [Internet]. 2014;63(244):599-610. Disponible en:
http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922014000400004&lang=pt
 26. Moya JD. Estudio De La Calidad Nutricional De La Vermiharina De Lombriz Liofilizada Como Materia Prima Para La Elaboracion De Balanceado Para Alevines De Trucha Arcoiris. Esc Super Politec Chimborazo Fac Ciencias. 2011;120.
 27. Luna-Figueroa J. Incorporación de larvas de mosquito *Culex stigmatosoma* (Diptera : Culicidae) en la dieta del pez cebrá *Brachidanio rerio* (Pisces : Cyprinidae) y su efecto en la reproducción. 2007;11:49-59.
 28. Atencio-garcía V, Kerguelén E, Wadnipar L, Narváez A, Córdoba U De. MANEJO DE LA PRIMERA ALIMENTACIÓN DEL BOCACHICO (*Prochilodus magdalenae*). 2003;(1):254-60.

29. Ortega-morales AI, Huerta H, Strickman D, Sánchez-Ramos FJ, Landeros-Flores J, Cerna-Chávez E. Registros de Mosquitos en México: *Culex stigmatosoma* Dyar y *Cx . thriambus* Dyar (Diptera: Culicidae) con Notas Taxonómicas para Ambas Especies. *Southwest Entomol.* 2011;36(2):177-96.
30. Plancton. ¿Qué es?. Importancia. Principales componentes. 2010;1-4.