

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA EN LARVAS DE PEZ ESCALAR (*Pterophyllum scalare*) ALIMENTADAS CON POLEN Y PAN DE ABEJAS

Mayorquín C.A.¹; Turmequé O.D.¹; Quintero L.G.²; Tello J.E.²;

Universidad Nacional de Colombia–Sede Bogotá; Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia; Departamento de Ciencias para la Producción Animal

RESUMEN

Si falla el mercadeo y/o la comercialización se produce el fracaso de cualquier empresa. La producción apícola genera diversos productos: miel, cera, propóleo, apitoxina, servicios de polinización inducida, jalea real, polen y pan de abejas; los tres últimos son ricos nutricionalmente, por poseer proteínas, vitaminas, enzimas, pigmentos, hormonas, entre otros. Colombia es un país con aptitudes para producir polen, superando los 30kg polen/colmena/año, por ello, se hace indispensable diversificar el mercado consumidor del polen. Simultáneamente, la cría de peces ornamentales, conlleva a una mayor extracción del medio natural de peces para suplir el mercado, provocando la falta de desarrollo del sistema productivo debido a sus altos costos de alimentación, en comparación con la pesca extractiva.

En este estudio se realizó la evaluación del polen y pan de abejas como una alternativa para alimentar postlarvas del pez escalar (*Pterophyllum scalare*), pues su alimentación tradicional, realizada a través de artemia salina viva, es bastante costosa en comparación con estos dos productos apícolas, siendo el costo del polen 9.2 y del pan 2.4 veces menor que el costo de la artemia, además presentan una composición similar en cuanto al perfil de ácidos grasos y aminoácidos, ingredientes limitantes de la dieta.

El experimento se realizó en el laboratorio de Ictiología de la Universidad Nacional de Colombia, empleando 1.180 larvas, distribuidas en 18 acuarios, divididos en 3 tratamientos (6 repeticiones/tratamiento), con el fin de evaluar su crecimiento y supervivencia, encontrando que los alimentados con polen y pan de abejas presentaron un menor rendimiento en las variables estudiadas ($P>0,05$), que los alimentados con

¹ Estudiantes de Decimo semestre de Zootecnia, e-mail: camayorquinb@unal.edu.co; odturmequeh@unal.edu.co.

² Profesores asociados, e-mail: lgquinterop@unal.edu.co; jetellod@unal.edu.co.

artemia viva, efecto, probablemente asociado a la atracción del movimiento de la artemia, esencial para que el alevino consuma con voracidad este alimento, que se mueve en la columna de agua; diferente a la alimentación exógena inerte (polen y pan de abejas), que una vez suministrada cae depositándose en el fondo, sin ser consumida totalmente.

ABSTRACT

Any company will go out of business if there is not success with marketing strategies. Apiculture generates several products: honey, beeswax, propolis, apitoxine, induced pollination services, royal jelly, pollen and bee bread; last three products are nutritionally rich, due to its content of proteins, vitamins, enzymes, pigments, hormones and so on. Colombia has good faculties to the production of pollen, achieving 30kg pollen/hive/year; hence, it is necessary to diversify the pollen customer market. Simultaneously, ornamental fishes breeding carries out a greater extraction of the fishes from their natural environment to supply the market. This situation causes a lack of development of the production system due to the high costs of feeding, in comparison with the extractive fishing.

This study was conducted to evaluate the Pollen and bee bread like an alternative to feeding post larvae of angel fish (*Petrophyllum scalare*), because their traditional feeding, based on brine shrimp is more expensive. Both, pollen and bee bread have respectively 9.2 and 2.4 times lower cost that the brine shrimp cost, in addition this bee products have a similar composition regarding the fatty acids and amino acids profile, which are limiting in the diet.

This research was conducted in the Ichthyology laboratory of National University of Colombia, using 1.180 post larvae, distributed in 18 aquariums, divided in 3 treatment (6 repetitions/treatment), to evaluate the growth and survival. The post larvae feeding with pollen and bee bread had lower scores to variables ($P > 0,05$) than the animals feeding with brine shrimp. This is due probably to the movement attraction of brine shrimp, essential to this fishes in early stages, which remains in the water column; unlike to exogenous feeding inert (pollen and bee bread), which is deposited at bottom when is supplied, without being totally consumed.

INTRODUCCIÓN

La larvicultura es la etapa más crítica del cultivo de peces, ya que es donde se presenta la mayor mortalidad por causas como: calidad del agua, depredadores y la más importante la alimentación. En este sentido la mayor parte del éxito de la larvicultura está determinada por el primer régimen de alimentación y la calidad nutricional del mismo (*Izquierdo et al, 2000*). De acuerdo a *Argão et al (2004)* en los estadios jóvenes de los peces, los requerimientos de aminoácidos son muy importantes debido a las altas tasas de crecimiento, lo que implica unas altas tasas de síntesis de proteína; por ello un perfil ideal de aminoácidos le permitirá un crecimiento óptimo al animal. Sin embargo, un desbalance de aminoácidos causará un incremento de la oxidación de aminoácidos y la disminución en la tasa de crecimiento; es decir, un buen balance y una buena cantidad de aminoácidos esenciales son de particular importancia (*Conceição et al. 1998*). Adicionalmente, *Izquierdo et al (2000)* reporta que los lípidos son factores importantes para el crecimiento y supervivencia larval.

Tradicionalmente, la alimentación en la fase de larvicultura de peces ornamentales se maneja con el suministro de artemia salina (especie de crustáceo), la cual desde la década de los 30 ha sido usada en acuicultura, pues en esta década se informó acerca del alto valor nutricional que tenían los nauplios recién eclosionados de este crustáceo en la alimentación de alevines de peces; desde entonces su uso se ha incrementado exponencialmente (*FAO, 1986*). Los nauplios recién eclosionados son presas que presentan un adecuado tamaño (400-500 µm), buena digestibilidad y buena palatabilidad, presentando valores porcentuales entre 37-71% de proteína (Aminoácidos libres principalmente), 12-30% de lípidos, 11-23% de carbohidratos y 4-21% de cenizas (*Flores, 2004*). Sin embargo, esta fuente de alimento tiene un costo elevado en Colombia, el cual se encuentra en \$110.000 pesos colombianos/500gr (aproximadamente 58,64 dolares/500gr), incrementando de manera importante los costos de producción en esta fase.

El polen apícola, caracterizado por poseer un alto valor nutricional y por ser usado en alimentación tanto animal como humana, aunque no presenta unos valores porcentuales iguales a los de la artemia, mostrando en promedio una proteína de 29,3%; lípidos 2,5%; carbohidratos de 50,3% y cenizas de 2,6% (*Carulla J, 1999*); al analizar las pruebas de laboratorio de aminoácidos y ácidos grasos tanto del polen (*UNAL, 2003; Cepeda M, 2007*) como de la artemia (*Argão et al, 2004; Malpica et al, 2003*), se observa claramente que el polen muestra una composición similar a la de la artemia en estos dos elementos, los cuales son fundamentales en los primeros estadios de los peces. Sin embargo, a diferencia

de la artemia, el polen se comercializa en Colombia por un valor de \$12000 pesos colombianos/500gr (9,2 veces menor al costo de la artemia).

De forma general, se plantea que el pan de abejas posee el mismo valor nutricional que el polen, siendo este rico en proteínas de alto valor biológico, al igual que en potasio y vitaminas del complejo B. Sin embargo, su composición enzimática y pigmentaria es análoga a la del polen, la cual solo se distingue por su fermentación láctica avanzada y su contenido superior en vitamina K. Adicionalmente, la digestibilidad del pan de abejas es optimizada por la actividad de las enzimas que transforman los componentes de moléculas grandes en unidades de menor peso molecular (Apiterapia, 2001 citado por Del Risco). En cuanto al costo del pan de abejas, en Colombia se encuentra alrededor de \$45.000 pesos colombianos/500gr (3,8 veces mayor al costo del polen).

Teniendo en cuenta lo anterior, se desarrolla el presente trabajo que tiene entre sus objetivos la búsqueda de una alternativa de comercialización al polen apícola y/o al pan de abejas, integrando el sistema de producción apícola con otro sistema de producción pecuario, que aunque es poco desarrollado en Colombia por su competencia con la extracción de peces, es importante por el papel que juega en la preservación de las especies y la sostenibilidad de la biodiversidad acuícola del país; este hace referencia al sistema de producción de peces ornamentales.

En este trabajo se usa como biomodelo el pez escalar (*Pterophyllum scalare*) en la fase de larvicultura, en el cual se evalúa el desempeño en crecimiento y la supervivencia de las larvas al ser alimentadas con artemia salina (alimento de uso tradicional), polen o pan de abejas, desde el momento en el cual las larvas han reabsorbido totalmente el saco vitelino y son dependientes de alimentación exógena.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue realizado en las instalaciones del laboratorio de ictiología del Departamento de Ciencias para la Producción Animal perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

➤ Distribución de los animales.

Para el desarrollo del experimento fueron utilizadas 1180 larvas de pez escalar (*pterophyllum scalare*), las cuales provenían de los desoves de tres parejas previamente sincronizadas en el laboratorio. El experimento inicio a los 7 días de haberse presentado los desoves, lo cual equivale al momento en el cual las larvas reabsorben por completo el saco vitelino y adquieren natación horizontal; correspondiendo dicho momento al inicio de la alimentación exógena.

Las larvas fueron distribuidas en 18 acuarios con una columna de agua aproximadamente de 18cm (equivalente a 40 litros de agua) y cada acuario fue dotado con un aireador y un calentador de agua con capacidad para 15 galones. Los 18 acuarios correspondían a 3 tratamientos y 6 repeticiones por cada tratamiento, de tal forma que en cada acuario se introdujo un total de 65 larvas al iniciar el experimento (1170 larvas) y 10 larvas fueron pesadas en la balanza analítica para tener el valor correspondiente al peso inicial de los animales.

Los tres tratamientos evaluados fueron: tratamiento 1, Alimentación con Nauplios de Artemia Salina (Control); Tratamiento 2, Alimentación con Polen y Tratamiento 3, Alimentación con Pan de Abeja.

➤ **Alimentación y manejo de los animales.**

Los animales fueron alimentados 4 veces al día, en los horarios de las 8:00am, 11:00am, 2:00pm y 5:00pm, la alimentación se manejo ad-libitum, garantizando que todo el tiempo se encontrara alimento disponible en el agua. Para los tratamientos 2 y 3 se realizó una transición de 5 días momento en el cual las larvas iniciaron la alimentación del 100% polen y pan de abeja, respectivamente. El pan de abejas y el polen se hidrataban antes del suministro para garantizar que el alimento no se quedara flotando en la superficie del agua.

Cada 3 días se realizaba una limpieza y recambio del 50% (20 litros de agua aproximadamente) del agua de los acuarios; previo al recambio se realizaban los análisis de agua de amonio y nitritos con el kit de aguas Hach. El agua empleada para llenar los acuarios era agua potable con un reposo mayor a 24 horas, garantizando así que esta estuviera declorada y no fueran a verse afectados los animales por el recambio.

A diario se realizaba el conteo de todos los animales, de tal forma que se tuviera la certeza de la cantidad real de animales por acuario, al igual que se controlaba que el parámetro mortalidad se mantuviera acorde con el número de animales presentes en cada momento.

➤ **Toma y registro de datos.**

La toma de datos se realizó 4 veces al día; en las planillas de registro se anotaba la temperatura, pH, número de animales vivos y número de animales muertos. Los horarios para la toma de datos, corresponden a los mismos horarios en los que se suministraba el alimento.

Para llevar un registro del crecimiento de los animales, se realizaron pesajes dos veces por semana, tomando de cada acuario 5 larvas. Estas larvas eran secadas con papel absorbente y posteriormente se pesaban en una balanza analítica. Los pesajes se registraban de manera individual y se promediaban el peso de las larvas por acuario.

Para corroborar los pesajes se tomaban fotografías a las larvas a una distancia conocida, las cuales estaban sumergidas en una caja de petri con agua; de tal manera que a través del procesamiento de imágenes con el uso del software *AXIOVISION*, se obtuvo la longitud de la larva.

Adicionalmente se tomo el registro de calidad de guas cada 3 días, el cual se realizaba antes de la limpieza de los acuarios; el análisis correspondía a la determinación de la cantidad de nitritos y de amonio que contenía el agua, resultados que se complementaban, con el monitoreo continuo de la temperatura y el pH del agua de los acuarios.

➤ **Análisis estadístico.**

Para el análisis de los datos se realizó una prueba t para diferencia de medias, de tal manera que se pudiera observar si existían diferencias significativas entre tratamientos; esta prueba se realizo para cada una de las variables estudiadas en el experimento (mortalidad, peso y longitud).

Adicionalmente, se realizaron las curvas de crecimiento para las variables longitud y peso, comparando los resultados obtenidos en los tres tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el fin de evaluar una alternativa en la alimentación de post larvas de pez escalar (*Pterophyllum scalare*), se realizó la alimentación con dos productos de la colmena como lo es polen y pan de abejas el cual es una fermentación hecha por las abejas hacia el polen con el fin de consumirlo posteriormente por ellas mismas y se compararon con la alimentación tradicional hecha en post larvas de la mayoría de los peces, el cual es la artemia, obteniendo los resultados presentados en la tabla No. 1, en donde tratamiento 1 es el control, alimentación realizada con artemia, el tratamiento 2 en donde los animales fueron alimentados con polen y finalmente el tratamiento 3 en donde fueron alimentadas las post larvas con pan de abeja.

Tabla 1. Diferencias entre las medias de los datos obtenidos.

Trat.	N°. Rep	N°. Muertes	Long.1 (mm).	Long 2 (mm)	Long 3 (mm)	Long 4 (mm)	Peso 1 (mg)	Peso 2 (mg)	Peso 3 (mg)	Peso 4 (mg)
1	6	1,00	3,85	5,80	7,62	10,35	1,70	3,70	9,64	23,45
2	6	18,17**	3,85	5,34	5,90**	6,00**	1,70	2,78	3,73**	3,98**
3	6	26,17**	3,85	5,42	5,84**	5,82**	1,70	2,43	3,36**	3,71**

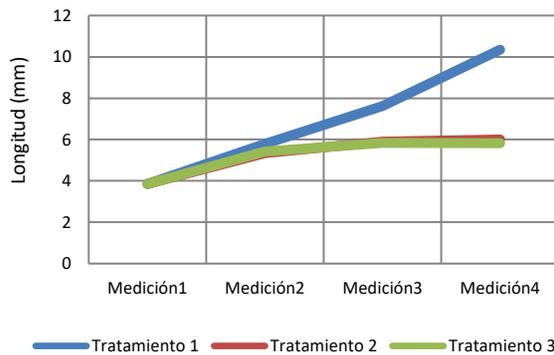
*Diferencia significativa $P > 0,05$

**Diferencia significativa $P > 0,01$

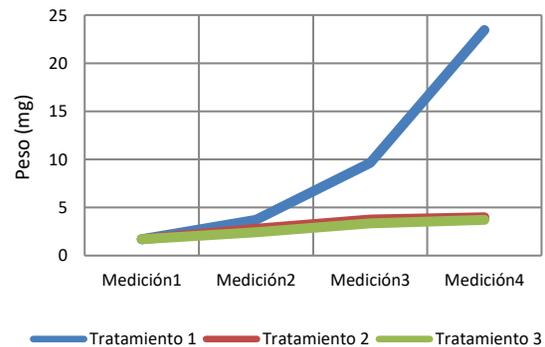
En estos resultados podemos ver que para el tratamiento 1 en el cual las post larvas fueron alimentadas con el alimento tradicional usado en piscicultura, el cual corresponde a artemia salina, los animales obtuvieron un mejor rendimiento tanto en supervivencia como en crecimiento, en comparación con las post larvas que fueron alimentadas con el polen y pan de abeja, en los tratamientos 2 y 3 respectivamente.

La afirmación anterior se puede observar más claramente en la gráfica 1 y 2, las cuales muestran el desempeño de los animales en cuanto a longitud y peso, respectivamente.

Gráfica 1. Curva de crecimiento de acuerdo a la longitud del pez



Gráfica 2. Curva de crecimiento de acuerdo al peso del pez



En la alimentación de peces es necesario tener en cuenta varios factores, según *Guillaume et al, 2002* los estímulos visuales y químicos son importantes ya que condicionan la velocidad de aceptación del alimento artificial, las partículas deben tener un tamaño adecuado y una estabilidad en el agua, de modo que no sea ni excesiva, de modo que pueda ser degradada en la luz intestinal, ni insuficiente, para no disolverse en el agua. Esta puede ser una de las explicaciones de los resultados presentados anteriormente, ya que al preparar el alimento ofrecido para los tratamientos 2 y 3 se realizaba una mezcla de polen o de pan de abeja respectivamente con agua lo que nos proporcionaba una solución la cual se diluía muy fácilmente al ser ofrecida en el acuario, lo que no pasaba con la artemia ya que por ser alimento vivo, se mantenían en la columna de agua a un tamaño adecuado para la alimentación del animal.

Otro factor importante que es necesario tener en cuenta para la alimentación de peces en estadios tempranos es la organogénesis de dicha especie, según *Avila et al (2008)*, en donde describe el desarrollo digestivo del pez escalar (*Pterophyllum scalare*), anuncia que el principal órgano de producción de enzimas digestivas, el cual es el hígado, se empieza a diferenciar desde las 54 horas después de ocurrida la eclosión y puede tardar hasta 154 horas después de dicho acontecimiento, deduciendo que en estos peces es posible que ah más tardar a los 7 días estén preparados para la alimentación exógena, sin embargo *Rota (2003)*, asegura que en peces en donde el sistema digestivo es rudimentario en estadios tempranos, los peces utilizan las enzimas proteolíticas liberadas del zooplancton, el cual es el alimento inicial en vida natural, a causa del proceso de captura por parte de las post-larvas a estos microorganismos, para la digestión de la proteína ingerida y además estas mismas estimulan la secreción de enzimas endógenas digestivas, las cuales son substrato dependientes.

En este caso se realizó una adaptación de los animales durante 5 días en donde se empezó la alimentación exógena con alimento inerte, los cuales eran el polen y el pan de abeja, posiblemente el inicio de la alimentación con este tipo de alimento fue muy rápida sin alcanzar el desarrollo óptimo del tracto digestivo dando como resultado un bajo crecimiento y una mortalidad alta en dichos animales, ya que en una prueba piloto realizada por *Mayorquín & Turmequé (2010)* en donde se evaluó la alimentación con artemia viva, artemia deshidratada, polvillo de polen y polen para los tratamientos 1, 2, 3, y 4 respectivamente sobre la supervivencia de los animales, encontrando los siguientes resultados:

Prueba piloto				
T	R	Vivos Finales	Muertos Finales	Mortalidad (%)
T1	R1	35	0	0
	R2	34	1	2,86
T2	R1	18	17	48,57
	R2	15	20	57,14
T3	R1	30	5	14,29
	R2	34	1	2,86
T4	R1	35	0	0
	R2	24	11	31,43

Adapatado de Mayorquín & Turmequé (2010)

En esta prueba piloto se puede observar que el tratamiento 4 en donde los animales fueron alimentados con polen, hubo una repetición en la cual se murieron 11 animales

pero fue por causas ajenas al tipo de tratamiento, la cual fue ocasionada por la falta de oxígeno en el recipiente en donde se encontraban los animales a causa de un fallo en el aireador proporcionado para esta repetición de este tratamiento. En esta prueba realizada los animales tuvieron un periodo de acostumbramiento de 10 días y en términos generales los animales obtuvieron buenos resultados, lamentablemente no se pudo realizar más mediciones y análisis estadístico debido a que el número de animales utilizados y el número de repeticiones fueron muy pocas, por este motivo solo se dejó como una prueba piloto.

Sin embargo esto puede contribuir a la afirmación realizada tanto por *Ávila et al (2008)* y *Rota (2003)* en donde es necesario un mayor periodo para el desarrollo del tracto gastrointestinal, para una mejor respuesta del animal.

Otro factor muy importante que es necesario considerar, son los atrayentes que poseen los alimentos, particularmente aminoácidos (*Guillaume, J. et al, 2002*), la artemia al ser considerado el alimento ideal para este estadio de los animales, nos puede proporcionar el perfil de aminoácidos ideales para su correcto desarrollo, los cuales son presentados a continuación comparándolos con los del polen:

Contenido de Aminoácidos del polen				
Aminoácidos Libres		Polen CAM (%)*	Polen MSA (%)**	Artemia (%)***
Acido Aspártico	ASP	5,91	12,5	-
Acido Glutámico	GLU	9,58	12,1	-
Serina	SER	7	4,95	5
Glicina	GLY	11	4,81	5,8
Histidina	HIS	1,71	-	2,1
Arginina	ARG	8,96	5,35	6,2
Alanina	ALA	17	5,38	7,3
Prolina	PRO	-	6,21	3,6
Tirosina	TYR	1,89	3,69	4,5
Valina	VAL	4,23	6,91	6,4
Metionina	MET	2,12	1,17	3,2
Cistina	CYS	-	<1	0,3
Isoleucina	ILE	2,81	7	5,6
Leucina	LEU	-	9,06	9,6
Fenilalanina	PHE	4,5	5,94	5,5
Lisina	LYS	10,5	7,7	8,1

* Universidad Nacional de Colombia (2003)
 **Polen Miel Sabinas Arlanza (www.mielarlanza.com/es/contenido/?iddoc=73)
 ***Argao et al (2004)

Según *Guillaume et al (2002)*, aunque no son muy conocidos los factores que influyen en la atracción de los peces los aminoácidos que determinan la atracción en dorada han sido lisina alanina y arginina, de los cuales son muy similares en los dos perfiles obtenidos del polen con respecto al de la artemia teniendo en cuenta que el perfil de aminoácidos de esta última es el ideal, sin embargo es importante mencionar que la capa externa que recubre el polen denominada exina, disminuye el valor nutricional de este alimento ya que es indigerible (*Franchi et al, 1997*). Por otro lado el pan de abeja posee el mismo contenido nutricional del polen (*Apiterapira, 2001, citado por del Risco*), sin embargo el valor nutricional es más alto debido al rompimiento de la exina ocasionado por la fermentación realizada por las abejas al polen colectado, como lo demuestra *Human & Nicolson (2006)*.

A pesar del perfil de aminoácidos que poseen estos tres productos, es importante mencionar que el contenido de proteína cruda es también relevante para el desarrollo de los animales, en donde la artemia contiene 37% de proteína en el peor de los casos (*Florez, 2004*) y por otro lado el polen siendo mucho más variable de acuerdo a la región donde se encuentren las abejas, obteniendo un promedio de 29% de proteína cruda (*Carulla J. 1999*) y en algunos casos llegando incluso hasta 50% (*Human & Nicolson, 2006*).

Es por estos motivos que realmente existe un gran potencial de la inclusión del polen en la alimentación en peces ornamentales, ya que el contenido nutricional de este es bastante parecido en cuanto aminoácidos se refiere, los cuales son bastante importantes para el desarrollo del animal, tanto en estadios tempranos como en estadios más avanzados.

Sin embargo es importante realizar mayor investigación con este producto ya que es necesario coordinar muy bien la alimentación con alimento vivo y alimento inerte, con el fin de proporcionarle al animal un periodo apropiado para el desarrollo del tracto gastrointestinal y de este modo un buen aprovechamiento de los alimentos por parte del pez.

BIBLIOGRAFÍA

ARGÃO, C. CONCIENCAO, L. DINIS, M.T. FYHN, H.; Amino acid pools of rotifers and Artemia under different conditions: nutritional implications for fish larvae; *Aquaculture* 234 (2004) 429-445.

- AVILA BOTELLO, M. INSUASTY LEON, I. GUEVARA ROZO, E. Organogenesis del sistema digestivo del pez *Pterophylum scalare* (Perciformes: Cichlidae). Rev. Biol. Trop. (Int.J.Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 56(4): 1857-1870. 2008
- CARULLA, J. Análisis bromatológico del polen del Centro Agropecuario Marengo, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Laboratorio de nutrición animal. Bogotá-Colombia, 1999.
- CEPEDA, M. Perfil de ácidos grasos, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Laboratorio de toxicología. Bogotá-Colombia, 2007.
- CONCEIÇÃO, L. OZORIO R. SUURD, E. VERRETH, J; Amino acid profiles and amino acid utilization in larval African Catfish (*Clarias gariepinus*): effects of ontogeny and temperature; Fish Physiology and Biochemistry 19: 43-57, 1998
- FLORES M,J.; Efecto en la tasa de crecimiento de Artemia sp. (Cepa Vrrial) sustituyendo parcialmente la dieta algal con diferentes concentraciones de harina de "maca" (*Lepidum meyenii* Walp.); Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas; Lima , Peru; 2004.
- FRANCHI, G. FRANCHI, G. CORTI, P. POMPELLA, A. Microspectrophotometric evaluation of digestibility of pollen grains. Plant foods for human nutrition 50: 115-126, 1997
- GUILLAUME, J. KAUSHIK, S. BERGOT, P. METAILLER, R. Nutrición y alimentación de peces y crustáceos. INRA, España, 2002.
- HUMAN, H. NICOLSON, S. Nutritional content of fresh, bee-collected and stored pollen of *Aloe greatheadii* var. *davyana* (Asphodelaceae). Phytochemistry 67 (2006) 1486-1492
- IZQUIERDO, M. SOCORRO, J. ARANTZAMENDI, L. HERNANDEZ-CRUZ, C.; Recent advances in lipid nutrition in fish larvae; Fish Physiology and Biochemistry 22: 97-107, 2000.
- MALPICA S,A. CASTRO B,T. SANDOVAL T,H. CASTRO M,J. DE LARA A,R. CASTRO M,G.; Composición del contenido de ácidos grasos en tres poblaciones mexicanas de *Artemia franciscana* de aguas epicontinentales; Rev. Biol. Trop. 52(1): 297-300, 2003.
- MAYORQUIN, C. TURMEQUE, O. Uso de polen en la alimentación de larvas de pez escalar (*Pterophylum scalare*). Universidad Nacional de Colombia. 2010.
- UNAL (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA). Determinación por cromatografía líquida de alta resolución, HPLC, del contenido de aminoácidos después de hidrólisis de la muestra de polen. Bogotá-Colombia, 2003.
- ROTTA, M.; Aspectos gerais da fisiología e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura; EMBRAPA; 2003

- **Pág. web:**

Composición del polen de abeja, Miel Sabinares de Arlanza. <<http://www.mielarlanza.com/es/contenido/?iddoc=73>> <citado el 2 de octubre de 2010>

DEL RISCO, R.C. Polen-Pan de abejas: composición, nutrición, acción en la salud humana y microbiología. <http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/alimentacion/35_polen_pan_de_abejas.pdf> <citado el 19 de febrero de 2011>

FAO, Manual para el cultivo y uso de Artemia en acuicultura; 1986. <<http://www.fao.org/docrep/field/003/ab474s/ab474s00.HTM>>. <Citado el 27 de septiembre de 2010>.