

DESARROLLO DE ALIMENTOS FORMULADOS PARA ESPECIES ACUÍCOLAS¹

[DEVELOPMENT OF FOOD FORMULATED FOR AQUACULTURE SPECIES]

Lenin Eleazar Fabián Canseco^{1§}, Jorge Luis Casas Lemini¹, Alma Delia Fernández Suárez¹, Román Rodríguez Flores¹, Herlindo Ramírez López¹, Álvaro Chávez Galavíz¹, Omar Vázquez Lozada¹, Sergio Duran Alonso².

¹Profesor-Investigador, Instituto Tecnológico Superior de Tlatlauquitepec (ITSTL), Tlatlauquitepec, Puebla, México.

²Estudiante, ITSTL, Tlatlauquitepec, Puebla, México. [§]Autor para correspondencia (len.canseco@gmail.com, biolemini@gmail.com, almadeliafernandez@hotmail.com, romvi_bio@hotmail.com, Ing_herlindo_jr@hotmail.com, itstl_crad@live.com.mx, omar.vazquez.ing@gmail.com, eminemcina@hotmail.com).

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue identificar insumos para la elaboración de alimentos para acuicultura en Tlatlauquitepec, Puebla. Se realizó una caracterización nutrimental y caracterización organoléptica (olor, color y consistencia) del ensilado (hidrolizado) de estos insumos; así también, se evaluó la aceptación de los productos elaborados en la alimentación de *Cambarellus* sp. y *Betta splendens*. De las actividades agrícolas de la región, se identificaron subproductos que pueden ser utilizados como insumos en la fabricación de alimentos como: la cascarilla de frijol y la cascarilla o vaina del haba; de las actividades comerciales se identificaron como insumos, desechos de la compra-venta de pescado fresco, compra-venta de pollo y res destazada. Los ensilados realizados con desechos de pescado fueron hidrolizados con ácidos en diferentes proporciones: a) 1% (w/v) de ácido sulfúrico al 98 %; b) 1% (w/v) de ácido clorhídrico al 98%; c) 0.5% (w/v) de ácido sulfúrico al 98% y 0.5 mL (w/v) de ácido clorhídrico. Los resultados mostraron que las características organolépticas de los ensilados, fueron aceptables, sin ningún indicador de descomposición. El pH fue estable para los tres ensilados (menor a 4.5). Se concluye que la harina de cascarilla de haba y ensilado de desechos de pescado son insumos potenciales en la zona como un sustituto de insumos proteicos.

Palabras clave: Acuicultura, ensilados, insumos, pescado.

ABSTRACT

The purpose of this study was to identify inputs for aquaculture feed production in Tlatlauquitepec, Puebla. A nutritional and organoleptic characterization (smell, color and consistency) of silage (hydrolyzed) of these inputs was performed; also, the acceptance of the products made in *Cambarellus* sp. and *Betta splendens* feeding was evaluated. Of agricultural activities in the region, subproducts that can be used as inputs in the manufacture of foods were identified, as: bean husk and husk or pod of broad bean; from commercial activities were identified as inputs: waste from the marketing of fresh fish, chicken and beef butchered. Silage made from fish waste was hydrolyzed with acids in different proportions: a) 1% (w/v) of sulfuric acid 98%; b) 1% (w/v) of hydrochloric acid 98%; c) 0.5% (w/v) of sulfuric acid 98% y 0.5 mL (w/v) of hydrochloric acid 98 %. The results showed that the characteristics of organoleptic silage were acceptable, without any decomposition indicator. pH was stable for the three silages (less

¹ Recibido: 15 de noviembre de 2014.

Aceptado: 20 de abril de 2015.

than 4.5). It is concluded that the flour of broad bean husk and forage of fish waste are potential inputs in the area as a substitute for protein intake.

Index words: *Aquaculture silage, supplies, fish.*

INTRODUCCIÓN

La producción acuícola mundial ha seguido creciendo en el nuevo milenio. En el transcurso de medio siglo, la acuicultura ha pasado de ser casi insignificante a equipararse totalmente a la producción de la pesca de captura en cuanto a la alimentación de la población en el mundo. Este sector también ha evolucionado respecto a innovación tecnológica y la adaptación (FAO, 2012). Este desarrollo que ha tenido en las dos últimas décadas la industria de la acuicultura, está íntimamente ligado al desarrollo de la industria de los alimentos concentrados, siendo verdaderamente notable el progreso logrado en esta última.

En los proyectos acuícolas, la alimentación tiene un papel fundamental en el crecimiento y supervivencia de los organismos, sin embargo, en muchos de estos sistemas de producción, los requerimientos nutricios, fuentes de alimentación no convencionales, tasas de crecimiento, mortalidad y condiciones óptimas para el cultivo reciben poca atención (Ceballos-Barbarito y Galindo-López, 2006).

Hasta hace algunos años, la principal importancia de los alimentos era proveer los nutrimentos necesarios para obtención de un máximo crecimiento, sin embargo, actualmente las dietas tienen el propósito de fungir como alimentos funcionales, es decir, que su función no solo promueva el crecimiento si no que se extienda a incrementar la salud, resistencia al estrés, disminución de enfermedades dentro de los sistemas de cultivo (Escobar-Briones *et al.*, 2006) y minimice el impacto ambiental. Así también los alimentos formulados deben contener ingredientes de bajo costo que aporten los requerimientos alimenticios que permiten a los organismos crecer y estar en un estado saludable. Una mayor proporción de proteínas incrementa el costo del alimento formulado. Los alimentos balanceados son esenciales en el desarrollo de la acuicultura y pueden representar porcentajes superiores al 50% de los costos totales de producción en el cultivo de peces en sistemas intensivos.

Los alimentos comerciales contienen entre 30 a 50% de proteína cruda, principalmente de productos de origen marino como son harinas de pescado, camarón y calamar (Civera *et al.*, 2010). Estos ingredientes alimenticios tienen un alto valor nutritivo y buena palatabilidad; sin embargo, son muy caros y su disponibilidad es variable (Civera *et al.*, 2010). Algunos de estos principales ingredientes que se usan en la formulación de los alimentos provienen de las pesquerías las cuales han llegado a su límite máximo de explotación, situación que restringe el uso actual y futuro de las harinas y aceites de pescado en alimentos acuícolas (García-Ortega *et al.*, 2010). Tomando en cuenta el posible incremento en el costo de los productos de origen marino y la incertidumbre de la disponibilidad a mediano plazo, se ha planteado la necesidad de buscar nuevas fuentes alternativas de proteína, convencionales o no convencionales, tanto de origen animal como de origen vegetal que puedan ser empleadas como sustitutos parciales o totales de la harina de pescado.

Es así, que una línea actual de investigación en acuicultura se ha venido centrando en el estudio de factores que permitan la formulación y elaboración de alimentos que optimicen la

eficiencia productiva y que puedan significar un ahorro en los costos de producción (Civera *et al.*, 2010) y obtener un alimento amigable con el ambiente; es por ello que la optimización en la manufactura, calidad y uso de los alimentos acuícolas ha sido necesaria para incrementar la eficiencia de producción comercial de diversas especies de peces y crustáceos (García-Ortega *et al.*, 2010). Por lo anterior, resultan relevantes las investigaciones enfocadas a encontrar fuentes alternativas de proteína y lípidos para los alimentos acuícolas como los son, por ejemplo, los ingredientes de origen vegetal.

Cabe señalar que otras fuentes de alimentación de dietas que pueden ser considerados con alto contenido proteínico y que minimizan los costos de producción, pueden provenir de fuentes tales como: 1) de origen animal (harina de pescado, camarón, krill, calamar, vísceras, langostinos, entre otros), 2) de origen vegetal (harina de soya, sorgo, trigo, maíz, amaranto, algodón, por mencionar algunos), 3) procedentes de organismos unicelulares (levaduras y micro algas) y 4) aditivos (hormonas, atrayentes, aglutinantes, enzimas, entre otros). En la actualidad, los subproductos de semillas oleaginosas, como la pasta de soya, son las proteínas vegetales más ampliamente utilizadas en la alimentación animal, por su alto contenido de proteína, su amplia disponibilidad y su costo, que generalmente es menor al de la harina de pescado (Civera *et al.*, 2010).

Se han desarrollado diversas investigaciones en la utilización de alimentos balanceados utilizando subproductos tanto de la pesca, como de otras actividades alimentarias como son la agricultura y ganadería para alimentación de diversas especies acuícolas obteniendo buenos resultados. Sudaryono *et al.* (1996) evaluaron diferentes combinaciones de fuentes de proteína animal preparadas de subproductos de la pesca (harina de cabeza de camarón, harina de desperdicios de langosta y harina de desperdicios de mejillones) obteniendo una mejor digestibilidad en camarones en comparación con alimentos a base de harinas de pescado (Civera *et al.*, 2010). Cruz-Suárez *et al.* (2007) evaluaron la sustitución de la harina de pescado con subproductos de pollo en alimentos para *Litopenaeus vannamei* encontrando que los coeficientes de digestibilidad fueron similares y aún superiores al 80% en todos los alimentos.

Bautista-Teruel *et al.* (2003) evaluaron el potencial de la harina de chícharo como fuente alterna a la pasta de soya en alimentos para camarones *Penaeus monodon*, encontrando que los coeficientes de digestibilidad de materia seca y proteína de los alimentos que contenían harina de chícharo se incrementan a medida que se incrementa el reemplazo de la soya. Molina-Poveda y Morales (2004) usaron una mezcla de harina de cebada y gluten de trigo como alternativa en alimentos para camarones *L. vannamei*, encontrando que los organismos alimentados con esta mezcla incrementaron su digestibilidad de proteína y materia seca, concluyendo que la mezcla puede sustituir en su totalidad a la proteína de origen animal.

Considerando lo antes mencionado, es importante la elaboración de alimentos balanceados que permitan generar mejor desarrollo de las especies que se cultivan. Por otra parte, subproductos de origen animal y vegetal que muchas veces son considerados desechos como las vísceras, huesos entre otros pueden ser utilizados en la elaboración de ensilados, harinas, aceites y más, a la vez que se disminuyen los costos de producción y se aseguran mayores ganancias durante la venta de los productos acuáticos cultivados. Aunado a todo lo anterior, se reduce la cantidad de desperdicios o residuos generados del aprovechamiento y manejo acuícola y agrícola principalmente, y con esto menor impacto ambiental. Por otra parte, se crean nuevas opciones de trabajo y fuentes de empleo regional generadas por el uso sustentable de las fuentes de proteína

utilizadas.

En el presente trabajo se identificaron insumos potenciales para elaborar alimentos balanceados para especies acuícolas con el fin del desarrollo de investigación para el aprovechamiento sustentable en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Identificación y análisis de subproductos como insumos para alimentos

Se realizó un análisis de campo, por medio de entrevistas, para conocer los productos que se “producen/utilizan” (cultivan, comercializan, consumen) dentro del municipio de Tlatlauquitepec; se identificaron aquellos donde se podrían obtener subproductos de desecho que puedan ser utilizados como insumos para alimentos acuícolas. Se consideraron productos procedentes de otras actividades alimenticias como es: la agricultura, la ganadería y el comercio. Las actividades de las cuales se identificaron insumos para dietas acuícolas se dividieron en actividades: agrícolas, ganaderas y comerciales.

Elaboración de harinas y ensilados

Los análisis de laboratorio de realizaron en las instalaciones del ITSTL, que consistieron en la elaboración de harinas, elaboración de ensilado, análisis bromatológico y ensayos de palatabilidad. La elaboración de harinas de los insumos agrícolas se realizó a partir de cascarilla de haba seca y vaina seca de frijol, las cuales fueron puestas en estufa para disminuir el contenido de agua, se molieron en licuadora para posteriormente tamizarlos (1 mm) y almacenarlas.

La elaboración de las harinas de origen animal, se realizó a partir de los desechos de pescado adquiridos en los mercados locales. Todos los desechos, vísceras, aletas, branquias, cabezas, fueron lavados con agua corriente para posteriormente secarlos en estufa por al menos 72 h, a 55 °C.

Los ensilados químicos se realizaron en botes de plástico. Los desechos de pescado ya lavados con agua corriente, se molieron en licuadora, con el fin permitir un mejor contacto entre las partículas de pescado y el ácido. La pasta obtenida se homogenizó y fue dividida en tres porciones, a la primera (EAS) se le adicionó el 1 % (w/v) de ácido sulfúrico al 98%, a la segunda (EAC) el 2% de ácido clorhídrico al 98% y a la tercera (EASC) el 0.5% de ácido sulfúrico al 98 % y 0.5% de ácido clorhídrico al 98%. La mezcla obtenida (pasta de pescado y ácido) fue removida durante una hora, revisando el pH cada 15 minutos (con potenciómetro digital HANNA®). Posteriormente fue almacenada a temperatura ambiente por seis días (revisada diariamente para determinación de pH y evaluación organoléptica). Finalmente fue secada en horno a 70 °C por 48 h, molida y almacenada.

La caracterización de los insumos se realizó mediante un análisis proximal siguiendo las técnicas descritas por Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C., 1995); materia seca por desecación en estufa a 105 °C; proteína bruta (PB) por Kjeldhal utilizando el factor 6.25; extracto etéreo (EE) por el método de extracción de Soxhlet, utilizando éter de petróleo como solvente a 40-60°; y cenizas por incineración en mufla a 550 °C.

Elaboración de alimentos y pruebas

A partir de la obtención de insumos se elaboraron alimentos utilizando la harina de desechos de pescado (HDP), harina de cascarillas de haba (HCH) y la harina de ensilado de pescado (EAS, EAC, EASC). Se elaboraron artesanalmente cuatro alimentos experimentales: 1) HDP y HCH; 2) EAS y HCH; 3) EAC y HCH; y 4) EASC y HCH. En todos los casos se utilizó el 65% de la HCH, el 30% de la harina de pescado (en sus cuatro presentaciones) y el 5% de grenetina, como aglutinante. Para la elaboración del alimento, se mezclaron las harinas en seco hasta homogenizar, por separado se hidrató la grenetina con agua caliente para luego mezclar con las harinas hasta lograr una pasta homogénea. Finalmente la mezcla obtenida se peletizó para ser secado en estufa a 55 °C por 5 h.

Los alimentos obtenidos fueron tamizados y ofrecidos a ejemplares de camarones de río (*Cambarellus sp.*) y a individuos de *Betta splendens* con el fin de evaluar la aceptación del alimento, tomando como parámetro la cantidad de alimento consumido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación y análisis de sub productos como insumos para alimentos

Dentro de las actividades agrícolas identificadas de mayor impacto en la región fueron: el cultivo de haba, el cultivo papa, el cultivo de maíz, el cultivo de frijol, entre otros, los cuales se desarrollan prácticamente durante todo el año. El cultivo de haba se desarrolla en los meses de agosto a octubre y se obtiene una producción en la región de 20 t, en el cultivo de papa, de marzo a diciembre, se produce aproximadamente 200 t, el cultivo de maíz (de las cuales se cultivan cuatro variedades, azul, rojo, amarillo y blanco), supera fácilmente la producción de haba y papa. Y el cultivo de frijol, mayo a octubre, el cual produce aproximadamente 350 t (Motte-Zaragoza com. pers., 2013). Debido a estas altas cifras de producción se puede considerar a varios sub-productos como insumos, ya que su abastecimiento será constante. De estas actividades se identificaron subproductos que pueden ser utilizados como insumos en la fabricación de alimentos como: la cascarilla de frijol, la cascarilla o vaina del haba.

Las actividades ganaderas identificadas fueron la crianza de res, cerdo y pollo. Pero la mayor oportunidad de obtención de insumos es el rastro del municipio, en donde se identificó la sangre como un posible ingrediente.

La actividad con mayor potencialidad para obtención de insumos fue la comercial, ya que dentro del municipio y sus alrededores se ofertan y demandan diversos productos alimenticios. Dentro de los productos comercializados de los que podemos obtener insumos, de fuente de proteína animal, son: la compra-venta de pollo destazado, res, cerdo y productos acuícolas (pescados y mariscos), este último de vital importancia, ya que se ha demostrado la necesidad de incorporar una fuente proteica de origen marino o dulceacuícola, en los alimentos balanceados, debido al contenido de aminoácidos y ácidos grasos esenciales para el óptimo desarrollo de las especies cultivadas. Estos productos se ofertan en mercados locales, mercados populares (los cuales se establecen semanalmente) y comercios establecidos.

En la localidad de Tlatlauquitepec se identificaron 80 establecimientos dedicados exclusivamente a la venta de pollo, 40 a la venta de res y 150 establecimientos donde se ofertan

tanto pollo y cerdo. En estos establecimientos se identificaron como insumos: las cabezas, las vísceras y las plumas de pollo, huesos y vísceras de res y cerdo.

En el mercado popular de Tlatlauquitepec, el cual se establecen los días jueves de cada semana, ofertan en promedio seis comerciantes dedicados a la venta de pescados y mariscos. Estos comerciantes venden en promedio de 60 a 80 kg de producto, dependiendo de factores como: días de pago, condiciones climáticas, temporadas, entre otros. Cabe resaltar que en la temporada de “Semana Santa” pueden llevar a vender hasta nueve veces más el promedio antes mencionado. De esta actividad se identificaron como insumos las cabezas, aletas y vísceras de pescado. Se observó que en promedio los comerciantes desechan alrededor de 30 kg de pescado por semana por comerciante (lo que supone una obtención de 180 kg. por semana), superando esto en temporadas altas.

De manera similar a Tlatlauquitepec, los municipios aledaños producen igual o mayor cantidad de desechos de pescado en sus respectivos mercados semanales populares, cabe resaltar que los mercados aledaños se encuentran a una distancia menor a 10 km por lo esta fuente de materia prima es considerable.

Por lo que la potencialidad de la zona para desarrollar alimentos formulados es alta, debido a que se identificaron insumos (los cuales pueden ser abastecidos prácticamente todo el año) para fabricar estos alimentos, dentro de estos insumos se encuentran la cascarilla de haba. En estas harinas y ensilados, tanto de origen animal como vegetal, posiblemente podemos encontrar elementos nutricios (vitaminas, minerales, aminoácidos y ácidos grasos esenciales) indispensables y necesarios para la elaboración de un buen alimento acuícola.

Elaboración de harinas y ensilados

Para el caso de los insumos agrícolas, la humedad de la cascarilla de haba y vaina de frijol seca fue menor al 5 %, en ambos casos. Cabe mencionar que los insumos son adquiridos después de haber sido secados al sol, como parte de su proceso de obtención del frijol y haba respectivamente. En el caso de los desechos de pescado el rendimiento de la harina fue del 35% del peso húmedo.

Las características organolépticas de los ensilados fueron constantes durante los seis días para los tres ensilados (Cuadro 1). El pH del ensilado elaborado con ácido sulfúrico no fue mayor a 2.70, valor similar a lo citado por Vidotti *et al.* (2002); y el pH de los demás ensilados elaborados fue menor a 3.5. Estos valores son aceptados para la conservación de los residuos de pescado en base a Toledo-Pérez y Llanes-Iglesias (2006) para garantizar la buena calidad de los silos en este tipo de subproducto.

Para el caso del análisis bromatológico, el porcentaje de humedad para la harina de haba fue menor al 2% y la harina de pescado fue menor al 5%. Los análisis de proteína, lípidos y cenizas se encuentran en proceso.

Cuadro 1. Características organolépticas de los ensilados.

Ensilado de pesado	Características organolépticas			
	Olor	Color	Consistencia	pH
EAS	Ligeramente ácido	Pardo- Oscuro	Pastosa	2.15 - 2.70
EAC	Ácido	Pardo- Oscuro	Pastosa	2.67 - 3.30
EASC	Ligeramente ácido	Pardo- Oscuro	Pastosa	2.20 - 3.10

EAS = pasta con 1% (w/v) de ácido sulfúrico al 98%. EAC = 2% de ácido clorhídrico al 98%. EASC = 0.5% de ácido sulfúrico al 98 % y 0.5% de ácido clorhídrico al 98%.

Elaboración de alimentos y pruebas

La aceptación del alimento fue mayor para el caso de los camarones de río que para el caso de los peces. En el caso de *Cambarellus* sp. la mayor aceptación se presentó con el alimento a base de HDP, seguida de alimento formulado con EAS y menor para los alimentos a base de EAC y EASC al observarse mayor cantidad de alimento sin ingerir en el fondo de los recipientes; esto puede deberse a que el ensilado ácido alteró algunos parámetros de atractabilidad o palatabilidad del granulado.

De manera similar, Austreng y Asgord (1986) observaron en salmón del Atlántico (*Salmo salar*) poca aceptación a las dietas a base de ensilados de pescado conservados con ácido sulfhídrico o ácido propiónico. Sin embargo, la mayoría de los ensayos realizados con ensilados han mostrado buenos resultado para diferentes especies de peces y crustáceos (Bautista *et al.*, 2003; Coelho-Emerenciano y Massamitu-Furuya, 2006; Cruz-Suárez *et al.*, 2007; González *et al.*, 2007; Toledo-Pérez *et al.*, 2009; Llanes *et al.*, 2010; Fraga-Castro y Ceballos-Barbarito, 2011).

CONCLUSIONES

En el municipio evaluado existe una fuente importante de insumos para la elaboración de alimentos acuícolas, siendo uno de los principales los desechos de pescado, ya que la inclusión de proteína animal, y en específico de proteína proveniente de organismos acuáticos, es prácticamente indispensable en la elaboración de alimentos por su contenido nutrimental. Así también, es importante la utilización de cascarilla de haba, vaina seca de frijol, desechos de pollo, res y cerdo. Los ensilajes químicos elaborados fueron aceptados satisfactoriamente, por tanto, pueden constituir una alternativa como fuente proteica en la elaboración de alimentos balanceados.

LITERATURA CITADA

- A.O.A.C. 1995. Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemist. 16th Edition, Washington, D. C., 1018 p.
- Austreng E. y T. Asgord. 1986. Fish silage and its use. En: E. Grinialdi y H. Rosenthal (Eds.). Trend and problems in aquaculture development. Proc. 2nd Int. Conf. Aqua-farming

- Aquaculture'86, Verona, Italy. 120 p.
- Bautista-Teruel, M.N., P.S Eusebio, y T.P. Welsh. 2003. Utilization of feed pea, *Pisum sativum*, meal as a protein source in practical diets for juvenile tiger shrimp, *Penaeus monodon*. *Aquaculture* 225: 121-131.
- Ceballos-Barbarito, J. y J. Galindo-López. 2006. Dietas prácticas para el cultivo de *Litopenaeus schmitti*: una revisión. Comportamiento post-destete en crías porcina tratadas Homeopáticamente. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*. 7(12):1-12.
- Civera, R., A. Galicia, H. Nolasco, E. Goytortúa, L.E. Cruz, D. Ricque, F. Moyano, D. Tovar, E. Palacios y A. Álvarez. 2010. Uso del cártamo (*Carthamus tinctorius*) como ingrediente en alimentos para juveniles del camarón *Litopenaeus vannamei*. En: Cruz-Suarez L.E., D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar, M. Nieto-López, D. A. Villarreal-Cavazos, J. Gamboa-Delgado. (Eds), *Avances en nutrición acuícola X. Memorias del X Simposio Internacional de Nutrición Acuícola*. pp. 393-466. ISBN 978-607-433-546-0.
- Coelho-Emerenciano, M.G. y W. Massamitu-Furuya. 2006. Ensilado de maíz en dietas para postlarva de camarón de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii*. *Invest. Mar. Valparaíso*. 34(2): 57-61.
- Cruz-Suárez, L. E., M. Nieto-López, C. Guajardo-Barbosa, M. Tapia-Salazar, U. Scholz and D. Ricque-Marie. 2007. Replacement of fish meal with poultry by product meal in practical diets for *Litopenaeus vannamei*, and digestibility of the tested ingredients and diets. *Aquaculture* 272: 466-476.
- Escobar-Briones L., M. A. Olvera-Novoa y C. Puerto-Castillo. 2006. Avances sobre la ecología microbiana del tracto digestivo de la tilapia y sus potenciales implicaciones. *Avances en nutrición acuícola VIII. VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. ISBN: 970-694-333-5.
- FAO. 2012. El estado mundial de la pesca y acuicultura (SOFIA). Departamento de Pesca y Acuicultura. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Fraga-Castro, I.E. y J. Ceballos-Barbarito. 2011. Efecto de ensilados de pescado e hígado de tiburón en el crecimiento de *Litopenaeus schmitti*, en sustitución de la harina y el aceite de pescado. *Revista electrónica de Veterinaria* 12(11): 1-15.
- García-Ortega, A., D. Muy-Rangel, A. Puello-Cruz, Y. Villa-López, M. Escalante-Rojas y K. Preciado-Iñiguez. 2010. Uso de ingredientes de origen vegetal como fuentes de proteína y lípidos en alimentos balanceados para peces marinos carnívoros. En: Cruz-Suarez, L.E., D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar, M.G. Nieto-López, D.A. Villarreal-Cavazos, J. Gamboa-Delgado (Eds.). *Avances en nutrición acuícola X - Memorias del Décimo Simposio Internacional de Nutrición Acuícola*, pp. 321-340. ISBN 978-607-433-546-0.
- González, D., J. Córdoba, F. Indorf y E. Buitrago. 2007. Estudios preliminares en la formulación de dietas para camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*) utilizando ensilado de pescado. *Rev. Cien. Universidad del Zulia*. 17(2): 166-172.
- Llanes, J., A. Bórquez, J. Toledo y J.M. Lazo de la V. 2010. Digestibilidad aparente de los ensilajes de residuos pesqueros en tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). *Zootecnia Trop*. 28(4): 499-505.
- Molina-Poveda, C. and M.E. Morales. 2004. Use of a mixture of barley-based fermented grains and wheat gluten as an alternative protein source in practical diets for *Litopenaeus vannamei* (Boone). *Aquaculture Research* 35: 1158-1165.
- Sudaryono, A., E. Tsvetnenko and L.H. Evans. 1996. Digestibility studies on fisheries by-product based diets for *Penaeus monodon*. *Aquaculture* 143: 331-340.
- Toledo-Pérez, J., A. Botello-León y J. Llanes-Iglesias. 2009. Evaluación de tres ensilados

químicos de pescado en la alimentación de *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). Rev. Cub. Invest. Pesq. 26(1):14-18.

Toledo-Pérez, J. y J. Llanes-Iglesias. 2006. Estudio comparativo de los desechos de pescado ensilados por vías bioquímica y biológica. Revista AquaTIC 25:28-33.

Vidotti R.M., D.J. Carneiro and E.M. Macedo V. 2002. Acid and fermented silage characterization and determination of apparent digestibility coefficient of crude protein for Pacu *Piaractus mesopotamicus*. J. World Aquaculture Soc. 33:57-62.