

## Avances Del Uso De La Semilla De Alpiste (*Phalaris Canariensis* L) En La Alimentación De Tilapia (*Oreochromis Niloticus*).

García C.A.<sup>2</sup> [cristal\\_agc@hotmail.com](mailto:cristal_agc@hotmail.com)

\*Gutiérrez R.<sup>2,3</sup> [granferi@hotmail.com](mailto:granferi@hotmail.com) Ramírez J.C. [ramcara60@gmail.com](mailto:ramcara60@gmail.com)<sup>2,3</sup>

Ulloa J.A.<sup>2</sup> [arulloa5@gmail.com](mailto:arulloa5@gmail.com) Bautista P.U.<sup>2</sup> [u\\_bautista@hotmail.com](mailto:u_bautista@hotmail.com)

Rosas P.<sup>2</sup> [petrosas@uan.edu.mx](mailto:petrosas@uan.edu.mx)

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit.

<sup>2</sup>Cuerpo Académico de Tecnología de Alimentos, Universidad Autónoma de Nayarit

<sup>3</sup>Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nayarit, Carretera Chapalilla-Compostela km. 3.5. Compostela, Nayarit, México. C.P. 63700.

**RESUMEN:** La creciente producción de tilapia requiere la búsqueda de ingredientes no convencionales para disminuir el costo del alimento. El alpiste es una semilla con alto valor nutrimental y gran disponibilidad, además no existen antecedentes de efectos negativos al incluirla en dietas de otras especies. El objetivo principal de este trabajo fue la evaluación de la calidad nutrimental de la semilla de alpiste en dietas para tilapia. Se desarrollaron cuatro dietas isoproteicas e isolípídicas: un control y tres con semilla de alpiste (10%, 20% y 30%) con 35% de proteína y 8% de lípidos. Las dietas fueron evaluadas en un bioensayo de crecimiento con juveniles de tilapia nilótica de 40 g. En las dietas se encontró un menor porcentaje de estabilidad en función del nivel de inclusión del alpiste (20% y 30%), por otro lado no hubo diferencias entre las dietas con alpiste y la dieta control en cuanto al crecimiento ( $P>0.05$ ), y no se encontró una tendencia negativa en la utilización del alimento medido a través de la eficiencia proteica y la conversión del alimento ( $P>0.05$ ). En conclusión, la harina de alpiste puede ser considerado un ingrediente no convencional en dietas para tilapia nilótica.

**PALABRAS CLAVE:** Alpiste, tilapia, alimento balanceado, bioensayo, crecimiento.

**ABSTRACT:** The growing tilapia production requires the search of new nonconventional ingredients to decrease the feed costs. The canary seed is a grain with huge nutrimental value and great availability, also it does not exist evidence of negative effects when it's included in diets of other species. The objective of this work was the evaluation of the nutrimental quality of canary seed in diets for tilapia. Four isoproteic and isolipidic diets were developed: one control and three with canary seed (10%, 20% y 30%) with 35% of protein and 8% of lipids. The diets were evaluated in a growth bioassay with juveniles of Nile tilapia of 40 g. In the diets was found a lower percentage of stability in function of canary seed inclusion level (20% y 30%), on the other hand, there were no differences between diets with canary seed and the control in terms of growth ( $P>0.05$ ), and it wasn't found a negative trend in the utilization of the feed calculated through protein efficiency and feed conversion ( $P>0.05$ ). In conclusion, the canary seed flour could be considered a nonconventional ingredient in diets for Nile tilapia.

**KEY WORDS:** Canary seed, tilapia, bioassay, food balance, growth

Categoría: Nutrición Animal

### INTRODUCCIÓN

La semilla de alpiste (*Phalaris canariensis* L) es principalmente cultivada en países como Canadá, Argentina y México, este recurso presenta prácticas de cultivo similares a las de otros cereales como avena y trigo según Cogliatti (2012). Se reportan volúmenes de producción mundial en apropiadamente 500 ton/año (FAOSTAT, 2016). Tradicionalmente el alpiste se utiliza para la alimentación de aves enjauladas u ornamentales sola o mezclada con otras semillas como trigo, mijo y girasol (Yaguez, 2002; Miravalles *et al.*, 2002). En los últimos años esta semilla ha sido incluida como ingrediente en alimentos balanceados para cerdos y aves de corral como un reemplazo parcial del trigo (De la Cruz, 2017; Newkirk *et al.*, 2011), debido a que posee una riqueza proteica entre 17-23%, la cual es mayor que otras semillas de su misma familia (INIAP, 2016; CDCS, 2011; Abdel-Aal *et al.*, 2011; Abdel-Aal *et al.*, 2010). Actualmente no se han reportado efectos negativos al incluirla en la dieta de humanos y animales domésticos, sin embargo no hay evidencias sobre el uso de esta semilla en la alimentación de peces dulceacuícolas como es el caso de tilapia nilótica, la cual es una especie originaria del continente Africano,

actualmente producida a nivel mundial a través de la acuicultura en países tropicales y subtropicales, esto se debe a que es un pez con características que lo hacen fácil para su cultivo dentro de las que se encuentran: una alta adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales, alta productividad, rápida aceptación a todo tipo de alimentos tanto naturales como artificiales, incluyendo los producidos por medio de la fertilización orgánica o química (FAO, 2012; FAO, 2005; Hurtado, 2005). Debido a esto es estimado que esta especie presentara un incremento de producción de alrededor del 50% a nivel mundial, siendo esto abastecido principalmente por la acuicultura (FAO, 2016; Diana *et al.*, 2013), por otro lado este incremento ha acarreado consigo algunos problemas en la producción de tilapia, entre los que destacan el desabasto de recursos acuícolas, incremento de precios, desnutrición y la aparición de enfermedades (Oliva, 2012; Tacon, 2008; Mahecha, 2006), por lo cual una alternativa para contrarrestar los problemas anteriormente mencionados es la incorporación de nuevos ingredientes no convencionales con alto valor nutrimental, de bajo costo y con alta disponibilidad durante todo el año, aspectos que en conjunto los convierte en ingredientes con potencial de utilizarse en alimentos acuícolas como es el caso del alpiste (Watabane, 2002).

### SEMILLA DE ALPISTE

La composición química proximal de la semilla de alpiste refleja un adecuado contenido nutrimental en comparación con otros cereales (Tabla 1).

Tabla 1. Composición química proximal del alpiste (base seca).

Proteína bruta (%)	Extracto etéreo (%)	Fibra cruda (%)	ELN (%)	Cenizas (%)	Fuente de consulta
15.8	6.5	2.2	61.6	5.7	UAN (2018)*
17.6	6.1	2.7	70.7	2.7	INIAP, 2016.
23.7	7.9	7.3	55.8	2.3	Abdel-Aal <i>et al.</i> , 2011.
20.3	8.3	6.6	50	2	Abdel-Aal <i>et al.</i> ; 2010.
21.6	5.5	-	60.9	2.1	CDCS, 2011.

ELN = Extracto libre de Nitrógeno.

\*Análisis realizados con las metodologías AOAC (2002) en el Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Universidad Autónoma de Nayarit.

Encontramos que es un ingrediente no convencional que podría utilizarse en la nutrición de tilapia, ya que además posee un perfil de aminoácidos que puede cubrir los requerimientos de esta especie, ya que posee altos niveles de arginina, fenilalanina y lisina (aminoácidos importantes para crecimiento), según los valores observados en la Figura 1 (NRC, 1993; El-Sayed, 2006; Furya, 2010; CDCS, 2011).

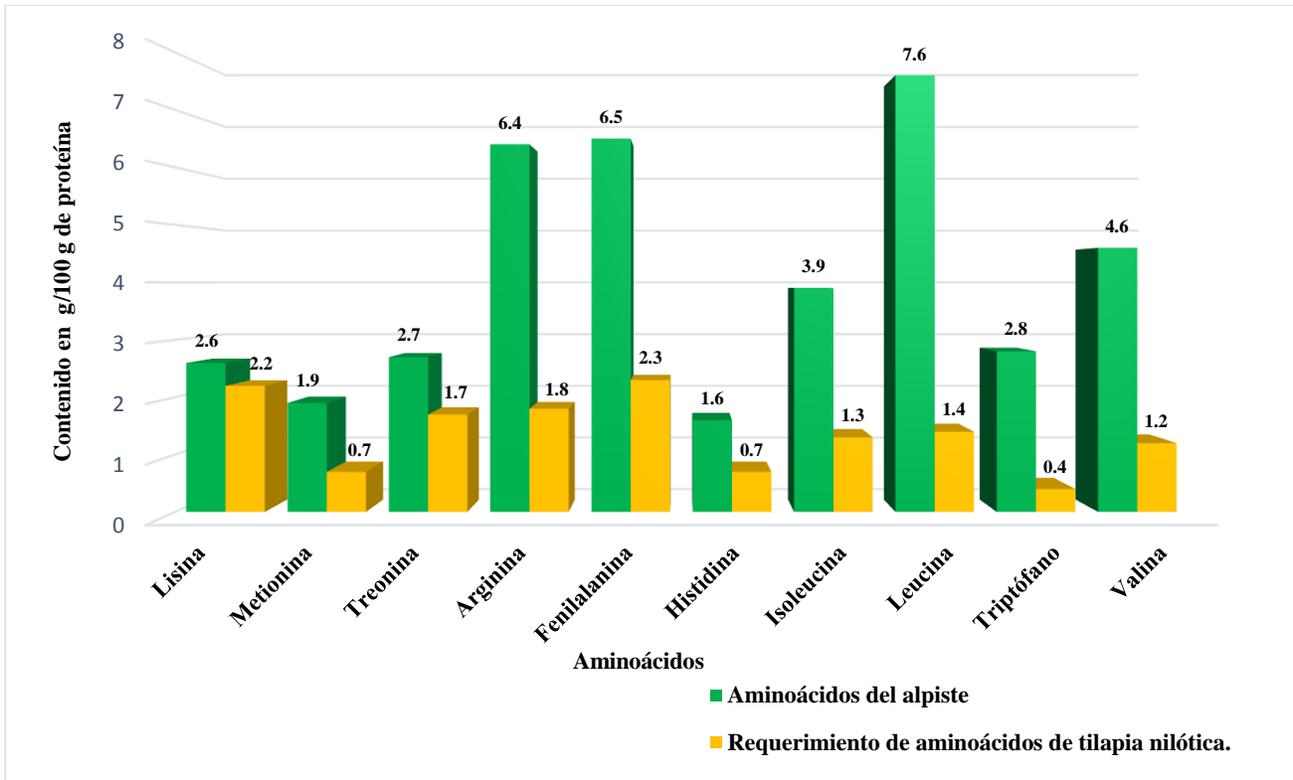


Figura 1. Perfil de aminoácidos esenciales del alpiste y requerimientos de aminoácidos de tilapia nilótica.

**Problema de estudio**

El Plan Nacional de Desarrollo para el periodo 2013-2018 establece como línea de acción el establecimiento de ecosistemas científico-tecnológicos que favorezcan el desarrollo regional. En la actualidad hay una gran inquietud por parte de los Gobiernos Federal y Estatales de organizar y mejorar toda la cadena productiva, puesto que nuestro país tiene una ubicación geográfica muy buena con respecto a Estados Unidos, y ellos son un gran consumidor de esta especie, principalmente en filetes frescos. Además de la importancia de la transferencia tecnológica y el uso de tecnologías de punta, en los últimos años, se ha profundizado en la importancia de la generación de valor agregado en la cadena productiva de la tilapia, la cual actualmente es muy pobre en el Sistema Producto Nacional Tilapia en México, a diferencia de lo que se realiza en el mercado Europeo (Arosamena-Villarreal, 2009). Adicionalmente el perfil nutrimental del alpiste como ingrediente cubre el requerimiento de aminoácidos esenciales para la tilapia de acuerdo con la Figura 1, lo cual proporciona un adecuado marco de referencia para estudios de frontera con esta semilla.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### DIETAS EXPERIMENTALES

Un lote de ingredientes formado por semilla de alpiste, pasta de soya, harina de trigo, harina de calamar, premezcla de vitaminas y minerales, almidón de maíz y aceite de cártamo fue adquirido con distribuidores de Tepic Nayarit. Posteriormente con estos ingredientes fueron formuladas las dietas experimentales con el software Nutrion en base a los requerimientos nutricionales de *Oreochromis niloticus* (NRC, 1993), fueron formuladas y fabricadas cuatro dietas isoproteicas e isolípídicas: una dieta control, y tres dietas con diferentes niveles de harina de alpiste (DHA10%, DHA20% y DHA30%), hasta obtener pellets extruidos de 2 mm de grosor según el método descrito por Gutiérrez-Leyva en 2006, las cuales fueron secadas a 60 ° C durante 12 h.

### PRUEBAS DE ESTABILIDAD

A las dietas fabricadas se les determinó el porcentaje de materia seca retenida según el método de Obaldo *et al.* (2002). Para esto, se pesaron dos gramos de alimento, se colocaron en un matraz de 250 ml con 200 ml de agua destilada a temperatura ambiente. Después de 1 h de inmersión, con agitación constante a 100 r.p.m. en un agitador horizontal el alimento residual se filtró a través de papel filtro Whatman No. 2, y se secó en una estufa con flujo de aire a 105 °C por 12 h (Figura 2). El porcentaje de materia seca retenida en la dieta se calculó como:  $\%MSR = 100 \times (\text{peso de materia seca en la dieta} - \text{peso de materia seca en la dieta después de la inmersión en agua}) / \text{peso de materia seca en la dieta}$ , con lo cual se determinó la estabilidad. Estas pruebas se realizaron en el Laboratorio de Toxicología de la UAN.



Figura 2. Metodología utilizada para la determinación de estabilidad de dietas experimentales (modo de agitación de las dietas en agua destilada).

### ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL Y DE ENERGÍA

Las dietas experimentales fueron analizadas en su composición química proximal de proteína cruda, extracto etéreo (lípidos), humedad, cenizas, fibra cruda con los métodos estandarizados A.O.A.C. (2002). Todo esto realizado en el Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la UAMVZ. La energía bruta se determinó utilizando un calorímetro isoperibólico IKA C600 (IKA, Germany).

### BIOENSAYO DE CRECIMIENTO DE TILAPIA

Para el Bioensayo, se utilizaron alevines machos comerciales de *O. niloticus* de la variedad Spring con un peso inicial de 1 g, los cuales se aclimataron hasta un peso promedio de  $40 \pm 0.2$  g en tanques de 1200 L con una dieta comercial (Purina, México con 40% proteína), llegando a ese peso, fueron ajustadas las condiciones de cultivo experimentales las cuales fueron: recambio de agua diario, alimentación a saciedad aparente, duración 60 días, temperatura de  $25.5 \pm 0.5$  °C, y  $4.5 \pm 0.2$  mg/L oxígeno disuelto, densidad de cultivo 7 tilapias/tanque y tres réplicas por dieta, todo esto realizado en el laboratorio de Nutrición Animal de la UAMVZ en Compostela Nayarit. Las biometrías fueron realizadas en los días 0, 15, 30, 45 y 60 bajo los lineamientos de bienestar animal con protocolos recomendados para disminuir estrés de manejo (Yu *et al.* 2013) como se aprecia en la Figura 3. Para cada bioensayo se estimaron los parámetros productivos de ganancia de peso, alimento consumido,

conversión alimenticia y eficiencia proteica con fórmulas estándares para peces. El alimento consumido fue estimado diariamente mediante el uso de una charola alimentadora al interior de los tanques y calculado con el uso de una regla graduada de alimentación con las especificaciones del laboratorio de nutrición acuícola de la UAMVZ para estimar el alimento residual. Los parámetros de oxígeno disuelto y temperatura fueron medidos diariamente con un medidor multiparámetros portátil los cuales estuvieron dentro de los valores óptimos de calidad del agua para el cultivo de la tilapia descritos por El-Sayed (2006) y Alcantar *et al.*, (2014).



Figura. 3. Sistema experimental de cultivo utilizado en el bioensayo de crecimiento. A) Vista panorámica de tanques de 1200 L, y B) Tilapia nilótica variedad Spring (peso vivo).

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos de los parámetros productivos se analizaron en su normalidad y homogeneidad de varianzas con las pruebas estadísticas de Shapiro-Wilk's y Bartlett's, respectivamente. Los datos del bioensayo de crecimiento y de calidad física de las dietas se analizaron mediante una prueba ANOVA de una vía con un  $\alpha$  de 0.05. Posteriormente aquellos tratamientos con diferencias se analizaron mediante una prueba de comparación múltiple de medias de Tukey (Sokal y Rohlf, 1995).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el bioensayo experimental la calidad del agua se mantuvo dentro de los valores recomendados para la especie (temperatura:  $24.5 \pm 0.6$  °C y Oxígeno disuelto:  $4.4 \pm 0.1$  mg/L), estas variables no afectaron el crecimiento debido a que la tilapia es un organismo dulce acuícola de ambientes tropicales que puede soportar grandes rangos de temperatura (22-35 °C) y de oxígeno disuelto (4-6 mg/L) de acuerdo a lo reportado en la literatura (El-Sayed, 2006; Bautista, 2011; Alcantar, *et al.*, 2014).

Por otro lado es bien sabido que la calidad física de los pellets desarrollados para la alimentación acuícola es de suma importancia ya que estos deben ir en función del tamaño y preferencias del pez, además estos deben mantener su integridad física con el fin de evitar la pérdida de los nutrientes y así los organismos puedan aprovechar mejor el alimento (Obaldo *et al.*, 2002; Rust, 2002), todo esto depende de factores como la formulación, mezclado y métodos de extrusión a los que son sometidos, por lo cual de acuerdo lo anterior podemos observar en la Tabla 3 que las dietas desarrolladas presentaron una menor estabilidad al incluir el alpiste al 20% y 30%, lo cual nos da la noción que a mayor inclusión de la semilla hay mayor aporte de cenizas y fibra cruda que influyen en la estabilidad.

Los diferentes niveles de inclusión de alpiste no afectaron el crecimiento de la tilapia ( $P > 0.05$ ), por lo tanto, el crecimiento observado fue atribuido a la calidad nutrimental de las dietas experimentales (Tabla 4). De acuerdo a los resultados se puede observar que no hubo efectos negativos en el consumo del alimento, ya que no se encontraron diferencias entre las dietas con diferentes niveles de inclusión de semilla de alpiste (HA10%, HA20% y HA30%) respecto al control. No hubo mortalidad asociada a la calidad del alimento a pesar que los niveles de inclusión del alpiste son altos comparado con lo que se ha probado en otras especies animales como cerdos y aves de corral (Newkirk *et al.*, 2011; De la Cruz, 2017).

Tabla 3. Estabilidad, composición de ingredientes, proximal y energética de las dietas para *O. niloticus*.

Ingredientes mayoritarios (base húmeda)	Dietas experimentales			
	Control	DHA10%	DHA20%	DHA30%
Harina integral de alpiste (%)	0.0	10.0	20.0	30.0
Harina de trigo (%)	38.3	40.0	31.1	22.1
Harina de calamar (%)	31.3	29.0	28.5	28.1
Pasta de soya (%)	10.0	10.0	10.0	10.0
Almidón de maíz (%)	10.0	1.2	1.0	1.0
Aceite de cártamo (%)	6.2	5.7	5.2	4.7
Composición (base seca)				
Proteína bruta (%)	37.6 ± 0.3	37.1 ± 0.5	37.0 ± 0.2	37.3 ± 0.4
Fibra cruda (%)	1.9 ± 0.4	2.1 ± 0.3	2.3 ± 0.0	2.5 ± 0.1
Energía bruta (cal/g)	4753 ± 13.0	4708 ± 9.0	4779 ± 7.0	4734 ± 5.0
Cenizas (%)	3.6 ± 0.1	3.8 ± 0.0	4.3 ± 0.0	4.8 ± 0.0
Extracto libre de nitrógeno (%)	43.4	42.8	42.1	41.6
Extracto etéreo (%)	8.2 ± 0.0	8.6 ± 0.1	8.4 ± 0.0	8.0 ± 0.0
Estabilidad (%)	85.8 ± 0.7 <sup>a</sup>	84.9 ± 0.6 <sup>ab</sup>	84.1 ± 0.0 <sup>b</sup>	84.1 ± 0.7 <sup>b</sup>

Claves: Dieta HA10% (10% de inclusión de semilla de harina integral de alpiste); Dieta HA20% (20% de inclusión de semilla de harina integral de alpiste); Dieta HA30% (30% de inclusión de semilla de harina integral de alpiste).

\*ELN (Extracto Libre de Nitrógeno). Calculado por diferencia: 100 - (% proteína + % extracto etéreo + % fibra cruda, + % cenizas). Letras diferentes en el índice derecho de los números indican diferencias significativas con Tukey ( $P > 0.05$ ).

Por otro lado, de acuerdo a los resultados obtenidos en los parámetros de utilización del alimento (conversión alimenticia y eficiencia proteica) encontramos que no hay diferencias entre las dietas ( $P > 0.05$ ), lo cual nos indica que los organismos tuvieron el mismo aprovechamiento de las dietas, y por lo tanto, éstas cumplieron con los requerimientos nutrimentales del pez, de acuerdo a la base de datos realizada por Furuya (2010) y la NRC (1993).

Tabla 4. Parámetros productivos de *O. niloticus* determinados durante el bioensayo crecimiento-engorda.

Dieta	CONTROL	HA10%	HA20%	HA30%
Alimento consumido (g/tilapia/día)*	7.31 ± 0.0 <sup>a</sup>			
Peso final (g)*	196.6 ± 15.2 <sup>a</sup>	185.7 ± 25.7 <sup>a</sup>	171.3 ± 27.8 <sup>a</sup>	175.4 ± 22.2 <sup>a</sup>
Biomasa ganada (g/tilapia/día)*	3.9 ± 0.2 <sup>a</sup>	3.7 ± 0.4 <sup>a</sup>	3.5 ± 0.4 <sup>a</sup>	3.5 ± 0.3 <sup>a</sup>
Conversión alimenticia*	1.8 ± 0.1 <sup>a</sup>	1.9 ± 0.3 <sup>a</sup>	2.1 ± 0.2 <sup>a</sup>	2.2 ± 0.3 <sup>a</sup>
Eficiencia proteica*	2.7 ± 0.1 <sup>a</sup>	2.5 ± 0.2 <sup>a</sup>	2.4 ± 0.3 <sup>a</sup>	2.4 ± 0.2 <sup>a</sup>

\*Valores promedio de tres replicas por tratamiento ± desviación estándar.

Letras diferentes en el índice derecho de los números indican que no hay diferencias significativas con ANOVA ( $P > 0.05$ ).

AC = alimento total consumido/ (número de tilapias) (número de días experimentales).

BG = (peso total acumulado/tilapias) /número de días experimentales.

CA = alimento aparentemente consumido / incremento en peso vivo.

EP = incremento en peso vivo / proteína consumida.

## CONCLUSIONES

- El alpiste posee un adecuado perfil nutrimental para peces dulceacuícolas como la tilapia, que además es un ingrediente que se puede incorporar en la dieta a niveles del 10% sin afectar la estabilidad.
- El crecimiento de la tilapia no se afecta con niveles de hasta el 30% de alpiste en la dieta, por lo tanto la harina de alpiste puede ser considerado un ingrediente no convencional en alimento para tilapia, sin embargo se requieren estudios adicionales en bioensayos de engorda para validar estos resultados.

### BIBLIOGRAFIA

- Abdel-Aal, E.S.M., Hucl, P., Patterson, C.A., & Gray, D. (2010). Fractionation of Hairless Canary Seed (*Phalaris canariensis*) into Starch, Protein, and Oil. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58 (11), 7046-7050.
- Abdel-Aal, E.S.M., Hucl, P., Patterson, C.A., & Gray, D. (2011). Phytochemicals and heavy metals content of hairless canary seed: A variety developed for food use. *Food Science and Technology*, 44, 904-910.
- Alcantar, J.P., Santos, C., Moreno, R., Antonio, C. (2014). Manual para la producción de super machos de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), Universidad del Papaloapan DES: Ciencias Agropecuarias Ingeniería en Acuicultura, 20-24 p.
- AOAC. (2002). Official Methods of Analysis. 16ª edition. Ed. Association of Official Analytical Chemists, international Gaitherstourg, E.U.U.
- Arosamena-Villareal, D. (2009). Desarrollo de estrategias para la producción y comercialización de productos con valor agregado a partir de tilapia y aprovechamiento de los subproductos resultantes de su procesamiento. Comité Sistema Producto Tilapia de México AC México. México DF.
- Bautista-Covarrubias, J.C. y Ruiz-Velasco, J.M.J. (2011). Calidad de agua para el cultivo de tilapia en estanques de geomembrana. *Revista Fuente*, Julio-Septiembre. No. (8). 10-14.
- Canaryseed Development Commission of Saskatchewan. (2011). En línea [http://www.canaryseed.ca/documents/NutriFacts\\_brown\\_canaryseed\\_groats\\_2011.pdf](http://www.canaryseed.ca/documents/NutriFacts_brown_canaryseed_groats_2011.pdf).
- Cogliatti, M. (2012). Cultivo de Alpiste. *Scientia Agropecuaria*. 3,1: 75-88.
- De la Cruz, M. (2017). Comportamiento productivo y retención de Nitrógeno en cerdas alimentadas con dietas a base de alpiste (*Phalaris canariensis*). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- El-Sayed AFM. (2006). Tilapia Culture. First Edition, *CABI Publishing*, Cambridge, MA, USA. 2006: 34-46.
- Diana J. (2013). Responsible Aquaculture in 2050: Valuing local conditions and human innovations will be key to success. *BioScience*, 63 (4), 255-262.
- FAO. (2005). Cultured aquatic species information programme *Oreochromis niloticus*. Programa de información de especies acuáticas. Texto de Rakocy, J.E. In; Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO (en línea).
- FAO. (2012). Fisheries global information system. In FAO. Assessed on the World Wide Web. [URL:http://www.fao.org/fishery/statistics/en](http://www.fao.org/fishery/statistics/en).
- FAO. (2016). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma. pp. 224.
- FAOSTAT. (2016). Cantidades de producción de alpiste por país. Recuperado de <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>
- Furuya W. M. (2010). Tabelas Brasileiras para a nutrição de tilapias, Gráfica Editora, Toledo, p 100.

- Gutiérrez-Leyva, R. (2006). Uso de harinas de *Macrocystis pyrifera* y *Sargassum spp.*, en alimentos balanceados para el camarón *Litopenaeus vannamei*: efectos sobre el crecimiento y la digestibilidad in vivo. Tesis de Maestría en Ciencias. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. Pp.84.
- Hurtado, T.N. (2005). Inversión sexual en tilapias. Revisión bibliográfica. Perú: INH, Ingenieros Consultores. Pp 43.
- INIAP. (2016). Análisis físico químico de alimentos Recuperado: [http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com\\_content&view=article &id=89&Itemid=95](http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=89&Itemid=95).
- Mahecha. C. (2006). Efecto de la inclusión de probióticos y prebióticos sobre el desempeño productivo y la sobrevivencia de alevinos de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) variedad chitralada. Facultad de Biología Marina, Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia.
- Miravalles, M. T., Sallez, L. and Möckel, F. (2002). Alpiste: revisión de la situación del cultivo. *Revista Facultad de Agronomía*, 22(1): 7-17.
- Newkirk, R.W., Ram, J.I., Hucl, P., Patterson, C.A., & Classen, H.L. (2011). A study of nutrient digestibility and growth performance of broiler chicks fed hairy and hairless canary seed (*Phalaris canariensis L.*) products. *Poultry Science*, 90(12), 2782-2789.
- Obaldo, L.G., Divakaran, S. & Tacon, G.A. (2002). Method for determining the physical stability of shrimp feeds in water. *Aquaculture Research*, 33, 369-377.
- Oliva A. (2012). Nutrition and health of aquaculture fish. *Journal Fish D.* 2012; 35:83-108.
- Rust. M. (2002). Nutritional physiology. In. Fish nutrition. .Editado por J.E. Halver & r. w. Hardy. Academic press. Three: 824pp.
- Tacon A., Metian M. (2008). Global overview on the use of fishmeal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture* 285, 146–15.
- Sklan, D., Prag, T., Lupatsch, I., (2004). Structure and function of the small intestine of the tilapia *Oreochromis niloticus L.* *Cells Tissues Organs* 166, 294-303.
- Sokal, R.R & F.J. Rohlf. (1995). Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. W. H. Freeman, New York. 887 p.
- Watanabe T. (2002). Strategies for further development of aquatic feeds. *Fisheries Science*, 68(2), 242-252. doi: 10.1046/j.14.
- Yaguez, J.L. (2002). Alpiste: un cultivo olvidado, Convenio INTA-Ministerio de Asuntos Agrarios de la provincia de Buenos Aires. [www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/agricultura/alpiste/alpiste.pdf](http://www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/agricultura/alpiste/alpiste.pdf)
- Yu, D.H., Gong, S.Y., Yuan, Y.C., Luo, Z., Lin, Y.C., & Li, Q. (2013). Effect of partial replacement of fishmeal with soybean meal and feeding frequency on growth, feed utilization and body composition of juvenile Chinese sucker, *Myxocyprinus asiaticus* (Bleeker). *Aquaculture Research*, 44(3), 43-58.