



Abanico Veterinario. Enero-Diciembre 2022; 12:1-18. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2022.34>
Revisión de Literatura. Recibido:12/12/2021. Aceptado:21/11/2022. Publicado:15/12/2022. Clave: e2021-89.
<https://www.youtube.com/watch?v=4M5aVU6jA40>

Uso de la semilla de alpiste en alimentos para peces dulceacuícolas: una revisión

Use of canary seed in aquaculture feeds for freshwater fishes: a review



García-Caballero Cristal^{1ID}, Ulloa José^{2ID}, Ramírez-Ramírez José^{2, 3ID}, Rosas-Ulloa Petra^{2ID}, Bautista-Rosales Ulises^{2ID}, Gutiérrez-Leyva Ranferi^{2, 3,*ID}

¹Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit, Nayarit, México. CP 63780. ²Universidad Autónoma de Nayarit, Cuerpo Académico de Tecnología de Alimentos, Ciudad de la Cultura "Amado Nervo", Tepic, Nayarit, México. CP 63155. ³Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Nayarit, México. *Autor de correspondencia: Gutiérrez-Leyva Ranferi. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nayarit, Carretera Chapalilla-Compostela km. 3.5. Compostela, Nayarit, México. CP 63700. E-mail: cristal.garcia@tec.mx, ranferi.gutierrez@uan.edu.mx, arulloa@uan.edu.mx, josec.ramirez@uan.edu.mx, petrosas@uan.edu.mx, ubautista@uan.edu.mx.

RESUMEN

Esta revisión analiza la información más relevante de 88 publicaciones de las cuales 41 están enfocados sobre la calidad nutricional y funcional de la semilla de alpiste, la cual es originaria de la región mediterránea con una producción mundial de aproximadamente 257,600 ton en 2020. Contiene un aporte moderado de proteína, dentro del cual destaca un contenido aminoacídico rico en lisina, arginina y triptófano, mayor que otros granos comestibles, también posee un alto contenido de grasas monoinsaturadas y poliinsaturadas; además, se ha encontrado que aporta un gran contenido de enzimas tipo lipasas ayudando estas en la reducción de triglicéridos de la sangre cuando se le utiliza como un ingrediente en la dieta de humanos. Estudios más recientes indican que es una muy importante fuente de esteroides, por lo cual se ha utilizado esta semilla en la cultura popular para tratar problemas asociados con el incremento del colesterol y algunas enfermedades cardiovasculares sobre todo en personas con obesidad. Sin embargo, en peces dulceacuícolas el uso de esta semilla no se ha potencializado para incrementar aspectos como valor agregado y proponer nuevos ingredientes no convencionales para la industria alimentaria acuícola, por lo tanto, estos aspectos son la parte central de esta revisión.

Palabras clave: Alpiste, peces de agua dulce, fitoesteroides, colesterol, efecto hipocolesterolemico, alimento funcional.

ABSTRACT

This review analyzes the most relevant information from 88 publications of which 41 are focused on the nutritional and functional quality of canaryseed, which is native to the Mediterranean region with a world production of approximately 257,600 tons in 2020. It contains a moderate contribution of protein, within which stands out some amino acid content rich in lysine, arginine and tryptophan, higher than other edible grains, it also has a high content of monounsaturated and polyunsaturated fats; in addition, it has been found to provide a high content of lipase type enzymes helping in the reduction of triglycerides in the blood when used as an ingredient in the diet of humans. More recent studies indicate that it is a very important source of sterols, which is why this seed has been used in popular culture to treat problems associated with increased cholesterol and some cardiovascular diseases, especially in people with obesity. However, in freshwater fish the use of this seed has not been potentiated to increase aspects such as added value and to propose new non-conventional ingredients for the aquaculture food industry, therefore, these aspects are the central part of this review.

Keywords: Canary seed, freshwater fish, phytosterols, cholesterol, hypocholesterolemic effect, functional feed.



INTRODUCCIÓN

La producción combinada de las pesquerías y la acuicultura aportan 17% respecto al consumo mundial de todas las fuentes convencionales a nivel mundial (Boyd *et al.*, 2022). La acuicultura mundial en 2018 alcanzó una producción récord de 114.5 millones de toneladas; además, se ha estimado que para el año 2050 el consumo de peces será abastecido principalmente por la acuicultura, siendo el consumo de tilapia considerado de alta demanda, con un incremento anual estimado en su demanda de 2 a 3% a escala global (FAO, 2020). Sin embargo, este incremento ha provocado varios problemas entre los que destacan el desabasto de insumos acuícolas, el aumento de los precios, deficiencias nutrimentales, la presencia de enfermedades y en la última década la inquietud de generar un mayor valor agregado a la cadena productiva de la misma afectando así el desarrollo económico del sector (Gutiérrez *et al.*, 2020; Sahubawa *et al.*, 2021; Sukri *et al.*, 2022), por lo cual se requiere la búsqueda de nuevos insumos con potencial de utilizarse en alimentos acuícolas para incrementar la eficiencia de la producción comercial de peces dulceacuícolas (Audu, 2021; Tewari & Kaur, 2022).

En México, un insumo con potencial para organismos dulceacuícolas por su volumen de explotación y de importación desde países como Canadá (Ferrarotto y Da Silva, 2013; May *et al.*, 2022) es la semilla de alpiste (*Phalaris canariensis* L.), a la cual hoy en día se le han inferido una diversidad de cualidades debido a sus componentes químicos, y por lo tanto se está proponiendo su uso como un ingrediente funcional en la industria alimentaria (Abdel-Aal *et al.*, 1997; Hucl *et al.*, 2001; Urbizo-Reyes *et al.*, 2021; Rico, 2020). Diversos estudios consideran al alpiste como un cereal potencialmente importante, debido a su elevado contenido proteico (componente dietario de mayor costo en acuicultura) en valores del 18% al 24% (Abdel-Aal *et al.*, 2011; Mason, 2019), convirtiéndolo en un cultivo con riqueza proteica mayor al de la mayoría de cereales (Holt, 1988; Mason *et al.*, 2018; Schalk *et al.*, 2017). Por otro lado, ha sido usada principalmente en nutrición animal como reemplazo de otros granos como el trigo o como suplemento dietario sin encontrar efectos secundarios indeseables en los rendimientos productivos como tasa de crecimiento y supervivencia (Hucl *et al.*, 2001; Newkirk *et al.*, 2011; Pelikan, 2000; Thacker & Haq, 2008), lo cual se ha validado debido a que posee un bajo perfil anti-nutrimental (Abdel-Aal *et al.*, 2011). Dentro de la cultura popular la leche preparada a partir de esta semilla se utiliza como un tratamiento para diversos padecimientos, como el colesterol, control de los niveles de triglicéridos, la diabetes, y como promotor de la pérdida de peso, entre otras (Perez *et al.*, 2016; Kchaou *et al.*, 2015; García, 2012). Aspectos que en conjunto describen al alpiste como una semilla con un alto valor nutrimental y funcional (Urbizo-Reyes *et al.*, 2021) con potencial de utilizarse en la alimentación de especies dulceacuícolas, las cuales preferentemente tienden a presentar conductas alimentarias como peces herbívoros.



La semilla de alpiste

El alpiste es originario del Mediterráneo, pero se cultiva comercialmente en varias partes del mundo, siendo Canadá su principal productor ($\approx 80\%$ de la producción mundial) según lo citado por [May et al. \(2022\)](#). Se considera un cereal verdadero, cuyos granos presentan una composición y una estructura similar a la de otros de la misma familia botánica *Poaceae* (Figura 1).

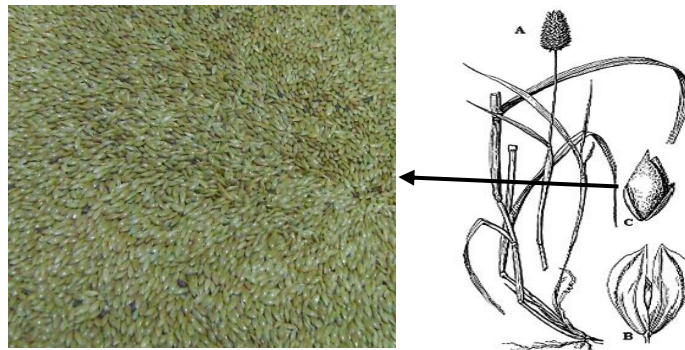


Figura 1. Descripción de la planta de alpiste; A) panícula, B) espiguilla C) grano. Es una planta de alrededor de 60-100 cm de altura, sus vainas son libres de pelo, presenta hojas plantas de alrededor de 20-40 mm de largo, panículas con forma ovalada donde se conserva la semilla, sus granos son muy pequeños y se encuentran cubiertos por pelos o tricomas de sílice reportado por [Cogliatti \(2014\)](#) y reportada en https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Ilustracion-de-la-planta-de-alpisteA-panoja-B-espiguilla-C-grano_fig3_313820723. Imagen izquierda semilla entera de alpiste proveniente de laboratorio LABAE de la Universidad Autónoma de Nayarit tomada en febrero de 2021 con semillas comercializadas en BCS, México.

Los principales productores mundiales son Canadá, Tailandia y Argentina, los cuales concentran el 69.2%, 14.6% y 7.9% respectivamente de un volumen mundial producido de 257,600 ton en 2020 ([TRIDGE, 2022](#)). Dentro de su composición química proximal, encontramos que es una semilla con características relevantes para peces dulceacuícolas en comparación con otros granos, las cuales se presentan en la Tabla 1. Dentro de su perfil de ácidos grasos encontramos que es una semilla rica en ácidos grasos insaturados destacándose el ácido oleico con un 31% y poliinsaturados como el ácido linoleico con un 52% ([Salah et al., 2018](#)).

Tabla 1. Composición química proximal de la semilla de alpiste (base seca)

PB (%)	EE (%)	FC (%)	ELN (%)	CZ (%)	Fuente de consulta
22.50	6.90	ND	64.90	5.70	Lima et al. (2021) .
15.63	5.24	ND	62.88	4.40	Urbizo-Reyes et al. (2021) .
23.7	7.9	7.3	55.8	2.3	Abdel-Aal et al. (2011) .
21.67	5.59	ND	60.93	2.16	CDCS (2011) .

Abreviaturas: PB (proteína bruta), EE (extracto etéreo), FC (fibra cruda), ELN (extracto libre de nitrógeno), CZ (cenizas). ND = no determinado.



Por otro lado, encontramos que es una semilla rica en aminoácidos esenciales de acuerdo con los requerimientos de las principales especies de interés comercial de agua dulce, los cuales se presentan en la Tabla 2, en la cual destacan importantes cantidades de arginina, fenilalanina y leucina en comparación con lo encontrado en la pasta de soya (insumo proteico muy usado en dietas para peces). En cuanto a la presencia de factores anti nutricionales (Abdel-Aal *et al.*, 2011) encontraron 5.8 mg/ 100 g de fitatos, 2.26 mg/ 100 g de inhibidores de amilasa y 0.36 mg/ 100 g de inhibidores de tripsina, siendo estos considerados bajos comparado con lo que se han encontrado en otras semillas.

Tabla 2. Perfil de aminoácidos esenciales de semilla de alpiste y pasta de soya de acuerdo con los requerimientos de algunos peces dulceacuícolas de interés comercial

Aminoácidos esenciales	Aminoácidos del alpiste	Aminoácidos de la pasta de soya	Requerimiento de aminoácidos de la tilapia nilótica (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Requerimiento de aminoácidos de bagre de canal (<i>Ictalurus punctatus</i>)	Requerimiento de aminoácidos de carpa (<i>Cyprinus carpio</i>)
Lisina	2.6	3.0	5.1	5.1	5.7
Metionina	1.9	0.6	3.2	2.3	2.1
Treonina	2.7	1.8	3.7	2.0	3.9
Arginina	6.4	3.3	4.2	4.3	4.3
Fenilalanina	6.5	2.5	5.5	5.3	4.4
Histidina	1.6	1.4	1.7	1.5	2.1
Isoleucina	3.9	2.2	3.1	2.6	2.5
Leucina	7.6	3.6	3.3	3.5	3.3
Triptófano	2.8	0.7	1.0	0.5	0.8
Valina	4.8	2.3	2.8	3.0	3.6
Fuente de consulta	Mason <i>et al.</i> (2018).	Galkanda-Arachchige <i>et al.</i> (2021).	Pezzato <i>et al.</i> (2010); NRC (1993).	NRC (1993).	NRC (1993).

Dentro de sus contenidos fitoquímicos con potencial funcional encontramos la investigación realizada por Abdel-Aal *et al.* (2022) los cuales encontraron que la semilla de alpiste es rica en carotenoides (7.6 and 12.9 µg/g,) comparado con otros granos, por su parte Li y Beta (2012) reportaron compuestos carotenoides en semilla de alpiste como; la luteína, zaexantina y el β-caroteno. Por otro lado, autores como (Chen *et al.*, 2016) y (Takagi & Iida, 1980) encontraron compuestos antioxidantes como ácido ferúlico, cafeico, sinápico, lignanos, esteroides y algunos triterpenos. Otros estudios realizados por La Torre *et al.* (2013), encontraron una cantidad de esteroides del 3% aproximadamente, siendo el más predominante el ergosterol. En la investigación de Salah *et al.* (2018) sobre la composición del aceite extraído del grano de alpiste encontrando los siguientes; β-sitosterol (48 %), brassicasterol (0.21-0.32%), campesterol (24%), stigmasterol (2.0-2.3%), Δ-7-campesterol (0.5%), entre otros.

Usos de la semilla de alpiste en nutrición animal

Es la única especie de su género cultivada para la producción de granos, los que se destinan casi exclusivamente a la alimentación de aves canoras u ornamentales enjauladas (Dicovski & Meza, 2020). Sin embargo, ha sido estudiado en otras especies animales, sin encontrar efectos negativos al incluirla en la dieta (Tabla 3).



Tabla 3. Usos de la semilla de alpiste en nutrición animal

Animal	Resultados encontrados respecto al control	Fuente de consulta
Ratas	Efecto hipocolesterolemico en dosis de 30% en la dieta	Ojeda et al. (2021).
Cerdas de la raza Landrace de 47 kg.	Mejor rendimiento productivo y mejor calidad de la carne a un nivel de inclusión del 10%	Aragadvay & De la Cruz (2017).
Ratas	Inhibición de enzimas relacionadas con la diabetes y la obesidad retardando la absorción de lípidos y carbohidratos	Pérez et al. (2016).
Ratones de laboratorio (machos CD1 de 20 a 25 g)	Reducciones en: estrés oxidativo, lipoproteínas, niveles de glucosa en sangre, colesterol sérico, triglicéridos y una pérdida de peso con el uso de los extractos en dosis de 400 mg por 30 días. A su vez un aumento del colesterol HDL e insulina sérica en ratones diabéticos.	Pérez et al. (2014).
Ratas	Sin efectos negativos de intoxicación al incluirlo en la dieta respecto al control.	Magnuson et al. (2014).
Ratas	Efecto antihipertensivo	Passos et al. (2012).
Pollos de engorda	Similares ganancias de peso y alimento consumido comparados con aquellos alimentados con trigo.	Newkirk et al. (2011).
Rata común	Efecto hipocolesterolemico en dosis de 1.64 mL	Pezo (2011).
Cerdos (34.4 +/- 2.8 kg)	Aumentos en la tasa de crecimiento a niveles de inclusión del 25%.	Thacker & Haq (2008)

Propiedades funcionales de la semilla de alpiste

El valor biológico de esta semilla se ve subestimado debido a que se considera exclusivamente un producto destinado al consumo animal ([Dicovski & Meza, 2020](#)), sin embargo, [Mason et al., \(2020\)](#), [Valverde et al., \(2017\)](#) y [Estrada-Salas \(2013\)](#), encontraron que el alpiste podría llegar a ser considerado como alimento del tipo funcional ya que califica a sus péptidos con propiedades medicinales para el tratamiento de la diabetes y la hipertensión. [Bravo & Rodríguez \(2017\)](#) le atribuyen propiedades hipocolesterolemicas. [Vaca et al. \(2010\)](#) realizaron un estudio de tres semanas con pacientes humanos, los cuales tenían diferentes niveles de colesterol y triglicéridos en sangre, encontrando que mediante la suministración de un licuado a base de alpiste los niveles de colesterol y triglicéridos bajaron entre un 50% y 100%, respectivamente. En la medicina tradicional se les atribuyen beneficios a la salud en padecimientos como reductor de lípidos y azúcares en sangre, como relajante y desinflamante natural, para la salud ocular, en problemas como la cistitis (inflamación de la vejiga urinaria), hiperazotemia (concentración de productos nitrogenados en urea) y la migraña (dolor fuerte de cabeza), por otro lado es alto en lipasas teniendo efecto directo sobre lípidos y triglicéridos del organismo y la fibra que posee ayuda a reducir la absorción del colesterol ([Abdel-Aal et al., 2021](#); [Salah et al., 2018](#); [Perez et al., 2016](#); [Magnuson; 2014](#); [Li & Beta, 2012](#); [Benítez et al., 2010](#)).

Fitoesteroles y su acción hipocolesterolemica

Los fitoesteroles son esteroides vegetales, es decir, moléculas esteroideas similares al colesterol animal. Su mayor funcionalidad es su acción o su efecto hipocolesterolemico, ya que contribuyen en la disminución del colesterol total y aquel unido a las lipoproteínas de baja densidad ([Jones et al., 2018](#); [Rysz et al., 2017](#);



Genser *et al.*, 2012), esta funcionalidad ha sido demostrada en humanos y en distintas especies animales, tal como se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4. Efecto hipocolesterolémico de dietas con diferente concentración de fitoesteroles

Tipo de esteroles	Nivel de inclusión	Efecto	Modelo de estudio	Bibliografía
Sitoesterol	0.5 %	Reducción de colesterol en hígado	Cerdos de Guinea (<i>Dunkin hartley</i>)	Jahreis <i>et al.</i> (2013).
Fucoesterol	4, 6 y 8 % del alga <i>Macrocystis pyrifera</i>	Reducción de colesterol en huevo	Gallina Leghorn	Carrillo <i>et al.</i> (2012).
Mezcla de esteroides	0.8-3 %	Reducción de colesterol LDL	Humanos	Pezo (2011).
Fucoesterol	4 % del alga <i>M. pyrifera</i>	Acción hipocolesterolémica	Camarón café (<i>Farfantepenaeus californiensis</i>)	Casas-Valdez <i>et al.</i> (2006).
Ésteres de fitoesteroides	2 g/día	Reducción de colesterol total, y colesterol LDL	Humanos	Lottenberg <i>et al.</i> (2002).

En peces hasta la fecha el estudio de fitoesteroides es escaso, salvo el estudio que realizaron Ferreira *et al.* (2011) con tilapia nilótica, donde se encontró que aquellos organismos alimentados con harinas de origen vegetal presentaron niveles más bajos de colesterol total, colesterol LDL y colesterol HDL en comparación con los tratamientos con harina de pescado. Sin embargo, estudios posteriores realizados por Liland *et al.* (2013) con salmón del Atlántico, evidenciaron que al reemplazar la harina de pescado por proteína vegetal en niveles del 80%, y los lípidos del aceite de pescado en 40% con aceites vegetales en niveles del 35% y 70% encontraron que no tuvieron un efecto en la reducción de colesterol de dichos peces. Esto se podría deber a que, en comparación con peces dulceacuícolas como la tilapia, el salmón no es un animal del tipo herbívoro, y sus requerimientos de ácidos grasos son diferentes.

Fitoesteroides y su acción lipolítica

El efecto hipocolesterolémico de los fitoesteroides ha sido demostrado en niños, adultos y ancianos con o sin antecedentes de colesterolemia o enfermedades cardiovasculares de acuerdo a algunos estudios realizados (Katan *et al.*, 2003), se han reportado también más de 200 tipos de esteroides, siendo los más abundantes el campesterol, stigmasterol y el β -sitosterol (Uddin *et al.*, 2018; Patel & Thompson, 2006), su ingesta diaria varía por hábitos alimenticios poblaciones oscilando entre rangos de 160 mg/día a 500 mg/día (Valenzuela, 2004), estructuralmente son muy parecidos al colesterol provocando que a nivel intestinal ejerzan una competencia con el colesterol por la solubilización en las micelas mixtas, por otro lado disminuyen la esterificación del colesterol en las células intestinales por la inhibición de la enzima acil-CoA: colesterol aciltransferasa (ACAT), evitando así su incorporación junto con los triglicéridos provenientes de la dieta a los quilomicrones, por otro lado el colesterol que no llegó a ser esterificado es nuevamente enviado a intestino para ser transportados por transportadores ABC, como se aprecia en la Figura 2 (Muñoz-Jauregui *et al.*, 2011; Ros, 2006; Palou *et al.* 2005; Valenzuela, 2004). En estudios



más recientes la ingesta de fitoesteroles por medio de la dieta ha demostrado la inhibición de la síntesis de 27-hidroxicolesterol reduciéndose así la absorción del colesterol (Brauner *et al.*, 2012).

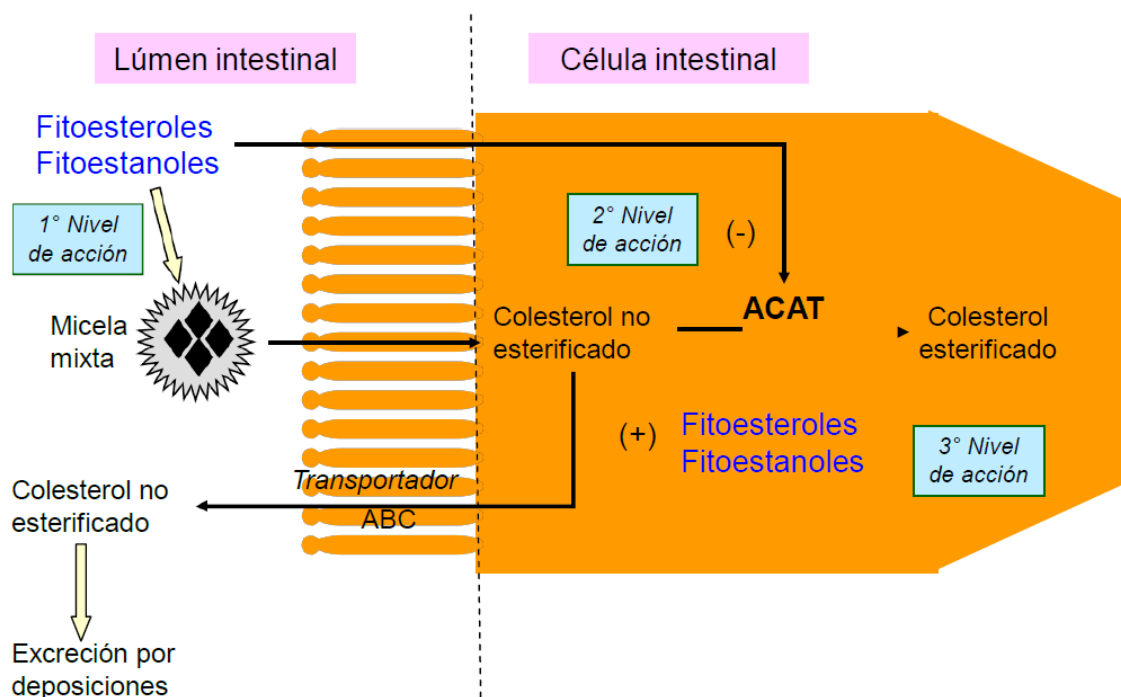


Figura 2. Mecanismos de acción del efecto hipocolesterolémico de fitoesteroles y fitoestanoles reportada por Muñoz-Jauregui *et al.* (2011).

Existen un gran número de evidencias que han demostrado que los fitoesteroles tienen un importante efecto sobre la reducción de los niveles de colesterol total y colesterol LDL (8-14%), habiéndose demostrado en estudios *in vivo* e *in vitro* (Moghadasian, 2000; Pollak, 1953), una reducción del colesterol a nivel intestinal provoca un incremento en la síntesis endógena la cual no llega a compensar los niveles de colesterol, por lo cual existe una reducción del colesterol ligado a lipoproteínas de baja densidad LDL (Uddin *et al.*, 2018; Plat & Mensik, 2002), sin verse afectados los niveles de colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad HDL y los niveles de triglicéridos en sangre. Diversos estudios resaltan que para que esta funcionalidad se logre son necesarios la ingesta de hasta 2.6 g/día de fitoesteroles, sin importar la fuente de la cual provengan (Pezo, 2011; Rocha *et al.*, 2011; Ecurriol *et al.*, 2009; Katan, *et al.*, 2003; Homma, *et al.*, 2003; Lottenberg *et al.*, 2002; Miettinen *et al.*, 1995; Vanhanen *et al.*, 1994) ya que se ha encontrado que a dosis superiores se bloquea esta funcionalidad (Muñoz-Jauregui *et al.*, 2011).



Usos potenciales del alpiste

Mason *et al.* (2018) reportaron que la semilla de alpiste se considera alimento funcional ya que promueven la salud y aporta un adecuado contenido de ácidos grasos insaturados, minerales y fitoquímicos. Por su parte, considerando que la alimentación representa el costo más elevado en los cultivos semi-intensivos e intensivos de tilapia, llegando a valores entre 50% y 70% de los gastos de operación debido a la utilización de alimentos de alta calidad nutricional (Gutiérrez-Leyva *et al.*, 2020), y el hecho de que la tasa de crecimiento de la industria de peces dulceacuícolas crece sobre un 3% al 7% al año (Jayasankar, 2018), entonces las proyecciones de la demanda mundial de nuevos ingredientes de alta calidad nutrimental que se prevé para los próximos 30 años seguirá aumentando (Tacon & Metian, 2015). Esta posible ventana de oportunidad para el consumo de los peces dulceacuícolas es posible que también se deba a que hay un mayor criticismo de los consumidores por adquirir proteína animal de alta calidad, que además de aportar nutrimentos beneficiosos para la salud presenten bajo nivel de riesgo de ingerir en la dieta contaminantes químicos como metales pesados, bifenilos policlorados (BPC), dioxinas, hormonas, etc., algunas veces asociados estos elementos con el uso de alimentos hechos a base de harinas de pescado o con subproductos derivados de las pesquerías mundiales de plataforma continental marina (Naylor *et al.*, 2009). Suominen *et al.* (2011) reportaron la presencia de furanos, dioxinas policloradas y BPC en 13 muestras de harinas de pescado de origen marino sugiriendo la necesidad de poner especial atención a la calidad, origen y pureza de la materia prima destinada a usos comerciales. Por su parte, el papel de las proteínas derivadas de semillas subutilizadas en la industria acuícola ha sido analizado en profundidad en los trabajos recientes de Argungu *et al.* (2022), Jimoh *et al.* (2022) y Le Xuan *et al.* (2022). Una demanda social relevante para México es prescindir de importar filetes de tilapia, ya que los niveles actuales de producción solo cubren entre el 30% y 40% de la demanda nacional, lo cual requiere de nuevos proyectos encaminados en elevar los niveles de producción por hectárea con mejores utilidades para productores de cultivos tradicionales como caña y maíz. En México la superficie de cultivo de estas variedades representa 234,000 ha según datos de la FAOSTAT (2020), por lo tanto, si se demuestran las ventajas nutrimentales de dietas a base de alpiste en peces dulceacuícolas como la tilapia, carpa y bagre; las posibilidades de potenciar su cultivo podrían ser una alternativa a las problemáticas planteadas (Gutiérrez-Leyva *et al.*, 2017).

CONCLUSIONES

La semilla de alpiste ha demostrado un buen perfil químico proximal y un adecuado aporte de aminoácidos de acuerdo con los requerimientos nutrimentales de especies como tilapia, bagre y carpa. Además, ha demostrado tener propiedades funcionales como agente hipocolesterolémico en algunos animales, por otro lado, no se ha demostrado el efecto al incluirlo en especies dulceacuícolas de interés comercial como ingrediente en la dieta. A pesar que no hay evidencia suficiente de su uso en peces



dulceacuícolas sobre parámetros productivos, de inocuidad alimentaria y como agente de cambio de las propiedades bioquímicas corporales en peces acuícolas, las evidencias presentadas en este documento permiten recomendar su uso en el diseño de alimentos experimentales para especies dulceacuícolas considerando el hecho de que su cultivo y producción podrían potenciar el uso de ingredientes no convencionales de producción local y de menor costo como lo representa la pasta de soya.

AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México, por la beca número 461913 para estudios de Maestría.

LITERATURA CITADA

ABDEL-AAL ESM, Hucl P, Sosulski, FW. 1997. Characteristics of canaryseed (*Phalaris canariensis* L.) starch. *Starch-Stärke*. 49(12):475-480. ISSN: 1521-379X. <https://doi.org/10.1002/star.19970491202>

ABDEL-AAL ESM, Hucl P, Patterson CA, 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. ISSN: 2689-1816. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.10.019>

ABDEL-AAL ESM, Mats L, Rabalski I. 2022. Identification of carotenoids in hairless canary seed and the effect of baking on their composition in bread and muffin products. *Molecules*. 27(4):1307. ISSN: 1420-3049. <https://doi.org/10.3390/molecules27041307>

ABDEL-AAL ESM, Hucl P, Patterson CA, 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. ISSN: 0021-8561. <https://doi.org/10.1021/jf100736m>

ABDEL-AAL ESM. 2021. Nutritional and functional attributes of hairless canary seed groats and components and their potential as functional ingredients. *Trends in Food Science and Technology*. (111):680-687. ISSN: 0924-2244. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224421002211>

ARAGADVAY RG, De La Cruz MF. 2017. Comportamiento productivo y retención de nitrógeno en cerdas alimentadas con dietas a base de alpiste (*Phalaris canariensis*). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Tesis Medicina Veterinaria. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25003>

ARGUNGU LA, Umar F, Jibrin H, Hashim A. 2022. Nutritional, phytochemical and biochemical composition of (*Moringa Oleifera*) raw seed, seed cake, and leaf meal for Aquaculture feeds. *Aquaculture and Fisheries Science*. 8(2):037-044. ISSN: 2455-8400. <https://doi.org/10.17352/2455-8400.000076>



AUDU R, Yola IA. 2021. Contemporary issues in fisheries and aquaculture: a review on non-conventional feed ingredients for fish feed in Nigeria. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*. 13(2):22-28. ISSN: 2076-3417.
<https://doi.org/10.4314/bajopas.v13i2.3>

BENÍTEZ G, González-Tejero MR, Molero-Mesa J. 2010. Pharmaceutical ethnobotany in the western part of Granada province (southern Spain): Ethnopharmacological synthesis. *Journal of Ethnopharmacology*. 129(1): 87-105. ISSN: 0378-8741. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.02.016>

BOYD CE, McNevin AA, Davis RP. 2022. The contribution of fisheries and aquaculture to the global protein supply. *Food Security*. (14):805-827. ISSN: 1876-4525.
<https://doi.org/10.1007/s12571-021-01246-9>

BRAUNER R, Johannes C, Ploessl F, Bracher F, Lorenz RL. 2012. Phytosterols Reduce Cholesterol Absorption by Inhibition of 27-hydroxycholesterol Generation, Liver X Receptor α Activation, and Expression of the Basolateral Sterol Exporter ATP-Binding Cassette A1 in Caco-2 Enterocytes. *The Journal of Nutrition*. 142(6):981-989. ISSN: 0022-3166. <https://doi.org/10.3945/jn.111.157198>

BRAVO M, Rodríguez KA. 2017. Estudio y Análisis del Alpiste (*Phalaris canariensis*) y su Aplicación de nuevas propuestas Gastronómicas en la ciudad de Guayaquil. Universidad de Guayaquil. Guayaquil (Ecuador). Pp. 104.
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/20535>

CARRILLO S, Bahena A, Casas M, Carranco ME, Calvo CC, Ávila E, Pérez-Gil F. 2012. El alga *Sargassum spp.* como alternativa para reducir el contenido de colesterol en el huevo. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 46 (2): 181. ISSN: 0034-7485.
<https://www.redalyc.org/pdf/1930/193024447011.pdf>

CASAS-VALDEZ M, Portillo-Clark G, Águila-Ramírez N, Rodríguez-Astudillo S, Sánchez-Rodríguez I, Carrillo-Domínguez S. 2006. Efecto del alga marina *Sargassum spp.* Sobre las variables productivas y la concentración de colesterol en el camarón café, *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900). *Revista de biología marina y oceanografía*. 41(1):97-105. ISSN 0718-1957. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572006000100012>

CDCS (Canary Development Commission of Saskatchewan). 2011. *Canaryseed News*. Canada.
https://www.canaryseed.ca/documents/Canaryseed_News_Spring_2011.pdf

CHEN Z, Yu L, Wang X, Gu Z, Beta T. 2016. Changes of phenolic profiles and antioxidant activity in canaryseed (*Phalaris canariensis L.*) during germination. *Food Chemistry*. ISSN: 0308-8146. 194(1):608-618.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.08.060>



COGLIATTI M, Bodega J, Dalfonso C. 2014. El cultivo del alpiste (*Phalaris canariensis* L.). 1a ed. - Tandil : Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Pp. 158. ISBN: 978-950-658-345-3.

https://www.researchgate.net/publication/295912524_El_Cultivo_de_Alpiste_Phalaris_canariensis_L

COGLIATTI, M. 2012. Cultivo de Alpiste. *Scientia Agropecuaria*. 3(1):75-88. ISSN: 2306-6741. https://sites.google.com/a/unitru.edu.pe/sci-agropecu/publicacion/scagropv3n1/scagrop03_75-88

DICOVSKIY LM, Meza LE. 2020. Canary seed, *Phalaris canariensis*, its use for human consumption. *El Higo Revista de Ciencia y Tecnología*. 10(22):1-11. ISSN: 2413-1911. <https://doi.org/10.5377/elhigo.v10i2.10581>

ESCURRIOL V, Cofán M, Serra M, Bulló M, Basora J, Salas-Salvadó J, Corella D, Zazpe I, Martínez-González MA, Ruiz-Gutiérrez V, Estruch R, Ros E. 2009. Serum sterol responses to increasing plant sterol intake from natural foods in the Mediterranean diet. *European Journal of Nutrition*. 48:373-382. ISSN: 1436-6215. <https://doi.org/10.1007/s00394-009-0024-z>

ESTRADA-SALAS PA. 2013. Identificación y caracterización de las propiedades biológicas de péptidos de alpiste: cereal empleado para el tratamiento de diabetes e hipertensión. Tesis de Maestría. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, San Luis Potosí, México. Pp. 48. <https://repositorio.ipicyt.edu.mx/handle/11627/235>

FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome. <https://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf>

FAOSTAT. 2020. Datos sobre alimentación y agricultura 2020. <https://www.fao.org/faostat/es/#home>

FERRAROTTO MS, Da Silva H. 2013. Germinación y morfología de alpiste (*Phalaris canariensis* L.) *Poaceae*, bajo distintas condiciones de calidad de luz. *Polibotanica*. 36:95-104. ISSN: 1405-2768. <http://www.scielo.org.mx/pdf/polib/n36/n36a6.pdf>

FERREIRA MW, De Araujo FG, Costa DV, Rosa PV, Figueiredo HCP, Murgas LDS. 2011. Influence of Dietary Oil Sources on Muscle Composition and Plasma Lipoprotein Concentrations in Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Journal of the World Aquaculture Society*. 42(1):24-33. ISSN: 1749-7345. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2010.00440.x>

GALKANDA-ARACHCHIGE HSC, Stein HH, Davis DA. 2021. Soybean meal sourced from Argentina, Brazil, China, India and USA as an ingredient in practical diets for Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*. 27(4):1103-1113. ISSN: 1365-2095. <https://doi.org/10.1111/anu.13251>



GARCÍA G. 2012. Alimentos que ayudan a prevenir y combatir enfermedades. *Palibrio*. Pp. 394. ISBN: 9781463336752.

<https://es.scribd.com/book/387268594/Alimentos-Que-Ayudan-a-Prevenir-Y-Combatir-Enfermedades>

GENSER B, Silbernagel G, De Backer G, Bruckert E, Carmena R, Chapman MJ, Deanfield J, Descamps OS, Rietzschel ER, Dias KC, März W. 2012. Plant sterols and cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis. *European Heart Journal*. 33:444-451. ISSN: 1522-9645. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehr441>

GUTIÉRREZ-LEYVA R, Ulloa JA, Ramírez-Ramírez JC, Bautista-Rosales PU, Rosas-Ulloa P, Silva-Carrillo Y, Ramírez-Acevedo EA, Camarena-Herrera ME. 2020. Evaluation of the intensive production of juvenile tilapia under greenhouse conditions: Profitability analysis and aspects of its applicability. *Revista Biociencias*. 7:1-23. ISSN: 2007-3380. <https://doi.org/10.15741/revbio.07.e584>

GUTIÉRREZ-LEYVA R. 2017. El alga kelp y la semilla de alpiste como ingredientes no convencionales en la alimentación de tilapia. ABANICO DE BIOTECNOLOGÍAS PECUARIAS. Primera Edición. Editorial: Sergio Martínez González. Pp. 175-185. ISBN: 978-84-17075-23-1.

HOLT NW. 1988. Effect of nitrogen fertilizer on the agronomic performance and seed quality of annual canarygrass. *Canadian Journal of Plant Science*. 68(1):41-45. ISSN: 1918-1833. <http://doi.org/10.4141/cjps88-004>.

HOMMA Y, Ikeda I, Ishikawa T, Tateno M, Sugano M, Nakamura H. 2003. Decrease in plasma low-density lipoprotein cholesterol, apolipoprotein B, cholesteryl ester transfer protein, and oxidized low-density lipoprotein by plant stanol ester-containing spread: a randomized, placebo controlled trial. *Nutrition*. 19(4):369-374. ISSN: 0899-9007. [https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(02\)00926-7](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(02)00926-7)

HUCL P, Matus-Cadiz M, Vandenberg A, Sosulski FW, Abdel-Aal ESM, Hughes GR, Slinkard AE. 2001. CDC Maria annual canarygrass. *Canadian Journal of Plant Science*. 81(1):115-116. ISSN: 1918-1833. <http://doi.org/10.4141/P00-047>

JAHREIS G, Wohlgemuth S, Grünz G, Martin L, Knieling M, Engel R, Türk M, Keller, S. 2013. Dietary crystalline common-, micro-, nanoscale and emulsified nanoscale sitosterol reduce equally the cholesterol pool in guinea pigs, but varying nanosystems result in different sterol concentrations in serosal jejunum. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*. 9(7):1027-1035. ISSN: 1549-9634. <https://doi.org/10.1016/j.nano.2013.03.007>

JAYASANKAR P. 2018. Present status of freshwater aquaculture in India: A review. *Indian Journal of Fisheries*. 65(4):157-165. ISSN: 9706011. <http://eprints.cmfri.org.in/13354/>



JIMOH WA, Ayeloja AA, Shittu MO, Yusuf YO. 2022. Use of watermelon seed meal as a replacer of soybean meal in African catfish diets: effect on growth, body composition, haematology, and profit margin. *Acta Agriculturae Slovenica*. 118(1):1-9. ISSN: 1854-1941. <http://ojs.aas.bf.uni-lj.si/index.php/AAS/article/view/1549>

JONES JH, Shamloo M, MacKay DS, Rideout TC, Myrie SB, Plat J, Rouillet JB, Baer DJ, Calkins KL, Davis HR, Duell PB, Ginsberg H, Gylling H, Jenkins D, Lütjohann D, Moghadasian M, Moreau RA, Mymin D, Ostlund RE, Ras RT, Reparaz JO, Trautwein EA, Turley S, Vanmierlo T, Weingärtner O. 2018. Progress and perspectives in plant sterol and plant stanol research. *Nutrition Reviews*. 76(10):725-746. ISSN: 1753-4887. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuy032>

KATAN MB, Grundy SM, Jones P, Law M, Miettinen T, Paoletti MD. 2003. Efficacy and safety of plant stanols and sterols in the management of blood cholesterol levels. *Mayo Clinic Proceedings*. 78(8):965-978. ISSN: 1942-5546. <https://doi.org/10.4065/78.8.965>

KCHAOU M, Salah HB, Abdennabi R, Walha A, Allouche N. 2015. Antioxidant, antibacterial and antiacetylcholinesterase activities of *Phalaris canariensis* from Tunisia. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 4(4):242-249. ISSN: 2278-4136. https://www.researchgate.net/publication/289958030_Antioxidant_antibacterial_and_antiacetylcholinesterase_activities_of_Phalaris_canariensis_from_Tunisia

LA TORRE VEV, Caicedo JMR, Reyes SGR, Casanova EAV. 2013. Estudio farmacognóstico de la semilla de *Phalaris canariensis* L. "alpiste" y su cuantificación de esteroides. *SCIENDO*. 13(1-2). <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/SCIENDO/article/view/283>

LE XUAN C, Wannavijit S, Outama P, Lumsangkul C, Tongsir S, Chitmanat C, Van Doan H. 2022. Dietary inclusion of rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) seed to Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) reared in biofloc system: Impacts on growth, immunity, and immune-antioxidant gene expression. *Fish & Shellfish Immunology*. 122:215-224. ISSN:1050-4648. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2022.01.020>

LI W, Beta T. 2012. An evaluation of carotenoid levels and composition of glabrous canaryseed. *Food Chemistry*. 133(3):782-786. ISSN: 0308-8146. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.01.092>

LILAND NS, Espe M, Rosenlund G, Waagbø R, Hjelle JI, Lie Ø, Fontanillas R, Torstensen BE. 2013. High levels of dietary phytosterols affect lipid metabolism and increase liver and plasma TAG in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *British Journal of Nutrition*. 110(11):1958-1967. ISSN: 0007-1145. <https://doi.org/10.1017/S0007114513001347>



LIMA JF, Dias MI, Pereira C, Ivanov M, Soković M, Steinmacher NC, Ferreira ICFR, Barros L. 2021. Characterization of Nonconventional Food Plants Seeds *Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass., *Panicum miliaceum* L., and *Phalaris canariensis* L. for Application in the Bakery Industry. *Agronomy*. 11(9):1873. ISSN: 2073-4395.
<https://doi.org/10.3390/agronomy11091873>

LOTTENBERG AM, Nunes VS, Nakandakare ER, Neves M, Bernik M, Santos JE, Quintão EC. 2002. Eficiência dos Ésteres de Fitoesteróis Alimentares na Redução dos Lípides Plasmáticos em Hipercolesterolêmicos Moderados. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 79:139-142. ISSN: 0066-782X. <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2002001100005>

MAGNUSON BA, Patterson CA, Hucl P, Newkirk RW, Ram JI, Classen HL. 2014. Safety assessment of consumption of glabrous canary seed (*Phalaris canariensis* L.) in rats. *Food and Chemical Toxicology*. 63:91-103. ISSN: 0278-6915.
<https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.10.041>

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. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología Marina, Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia. Pp. 50.
<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/1170/T776.pdf?sequence=1>

MASON E. 2019. Nutritional and bioactive properties of glabrous canaryseed (*Phalaris canariensis*, L.) proteins. Doctoral dissertation thesis. McGill University), Montreal, Quebec.
<https://www.proquest.com/openview/0a4ec8a4e53a5930c2e6ce4b35e1e9ab/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>

MASON E, L'Hocine L., Achouri A, Karboune S. 2018. Hairless Canaryseed: A Novel Cereal with Health Promoting Potential. *Nutrients*. 10(9):1327. ISSN: 2072-6643.
<https://doi.org/10.3390/nu10091327>

MAY WE, Train JC, Greidanus L. 2022. Response of annual canarygrass (*Phalaris canariensis* L.) to nitrogen fertilizer and fungicide applications. *Canadian Journal of Plant Science*. 102(1):83-94. ISSN: 1918-1833. <https://doi.org/10.1139/cjps-2020-0221>

MIETTINEN TA, Puska P, Gylling H, Vanhanen H, Vartiainen E. 1995. Reduction of Serum Cholesterol with Sitostanol-Ester Margarine in a Mildly Hypercholesterolemic Population. *New England Journal of Medicine*. 333:1308-1312. ISSN: 1533-4406.
<https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJM199511163332002>

MOGHADASIAN MH. 2000. Pharmacological properties of plant sterols *in vivo* and *in vitro* observations. *Life Sciences*. 67(6):605-615. ISSN: 0024-3205.
[https://doi.org/10.1016/S0024-3205\(00\)00665-2](https://doi.org/10.1016/S0024-3205(00)00665-2)



MUÑOZ-JAUREGUI AM, Alvarado-Ortíz CU, Encina C. 2011. Fitoesteroles y fitoesteranos: Propiedades saludables. *Horizonte Médico*. 11(2):93-100. ISSN: 1727-558X. <https://www.redalyc.org/pdf/3716/371637122007.pdf>

NAYLOR RL, Hardy RW, Bureau DP, Chiu A, Elliott M, Farrell, AP, Foster I, Gatlin DM, Goldberg RJ, Hua K, Nichols PD. 2009. Feeding aquaculture in an era of finite resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 106(36):15103-15110. ISSN: 2752-6542. <https://doi.org/10.1073/pnas.0905235106>

NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL). 1993. Nutrient requirements of warm water fishes and shell fishes. Washington, D.C., National Academy Press. Pp. 102. https://www.academia.edu/10430327/Nutrient_Requirements_of_Fish_Subcommittee_on_Fish_Nutrition_National_Research_Council

NEWKIRK RW, Ram JI, Hucl P, Patterson CA, Classen HL. 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. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01408>

OJEDA L, Da Ruiz Y, Martínez F, Odreman R, Torri J, Villegas R, Pérez L, Machado NN. 2021. Effects of the seed of *Phalaris canariensis* and the change of diet on serum lipids in rats. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 33(4):287-292. ISSN: 2079-0538. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2021.v33.i4.2685>

PALOU A, Picó C, Bonet ML, Oliver P, Serra F, Rodríguez AM, Riutort J. 2005. El libro blanco de los esteroides vegetales. 2da Edición, Ed. Unilever Foods. S.A. España. Pp. 177. ISBN 84-609-5850-7. https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/libro_blanco_esteroides_vegetales_-_andreu_palou_oliver.pdf

PATEL MD, Thompson PD. 2006. *Phytosterols and vascular disease*. *Atherosclerosis*. Volume 186(1):12-19. ISSN: 0021-9150. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2005.10.026>

PASSOS C, Nova L, Braz R, Ribeiro R, Ikuta O, Aparecida M. 2012. Blood pressure reducing effects of *Phalaris canariensis* in normotensive and spontaneously hypertensive rats. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*. 90(2):201-208. ISSN: 1205-7541. <https://doi.org/10.1139/y11-120>

PATTERSON CA. 2011. Canaryseed - Naturally Gluten-Free. Canaryseed News, ISSUE #21, 4. https://www.canaryseed.ca/documents/Canaryseed_News_Fall_2011.pdf

PELIKÁN J. 2000. Evaluation of yield in canary grass (*Phalaris canariensis* L.) varieties. *Rostlinná Výroba*. 46(10):471-475. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20003021136>



PEREZ RM, Madrigales D, Horcacitas MDC, Garcia E, Cruz T, Mota-Flores JM. 2014. Ameliorative effect of hexane extract of *Phalaris canariensis* on high fat diet-induced obese and streptozotocin-induced diabetic mice. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2014:1-13. Article ID 145901. ISSN: 1741-4288.
<http://dx.doi.org/10.1155/2014/145901>

PEREZ RM, Madrigales D, Cruz T. 2016. Inhibition by seeds of *Phalaris canariensis* extracts of key enzymes linked to obesity. *Alternative Therapies in Health & Medicine*. 22(1):8-14. ISSN: 1078-6791. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26773316/>

PEZZATO LE, Barros MM, Boscolo WR, Cyrino JEP, Furuya VRB, Feiden A. 2010. Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias. Toledo: GFM. Editor Wilson M. Furuya. Pp. 100. ISBN: 978-85-60308-14-9.
https://www.academia.edu/8857270/Tabelas_Brasileiras_para_a_Nutri%C3%A7%C3%A3o_de_Til%C3%A1pias

PEZO M. 2011. Elaboración de una bebida de alpiste (*Phalaris canariensis* L.) y su aplicación en ratas con hipercolesterolemia inducida experimentalmente. *ReNut*. 5(16):836-849. ISSN: 1996-9583. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-626175>

PLAT J, Mensink RP. 2002. Effects of plant stanol esters on LDL receptor protein expression and on LDL receptor and HMG-CoA reductase mRNA expression in mononuclear blood cells of healthy men and women. *The FASEB Journal*. 16:258-260. ISSN: 1530-6860. <https://faseb.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1096/fj.01-0653fje>

POLLAK OJ. 1953. Reduction of Blood Cholesterol in Man. *Circulation*. 7:702-706. ISSN: 1524-4539. <http://doi.org/10.1161/01.CIR.7.5.702>

SALAH, HB, Kchaou M, Kolsi RBA, Abdennabi R, Ayedi M, Gharsallah N, Allouche N. 2018. Chemical composition, characteristics profiles and bioactivities of Tunisian *Phalaris canariensis* seeds: a potential source of ω -6 and ω -9 fatty acids. *Journal of Oleo Science*. ess17278. ISSN: 1345-8957. <https://doi.org/10.5650/jos.ess17278>

SUOMINEN K, Hallikainen A, Ruokojärvi P, Airaksinen R, Koponen J, Rannikko R, Kiviranta H. 2011. Occurrence of PCDD/F, PCB, PBDE, PFAS, and organotin compounds in fish meal, fish oil and fish feed. *Chemosphere*. 85(3):300-306. ISSN: 0045-6535. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.06.010>

RICO H. 2020. Alpiste para bajar la presión: verdad o mito. *Cienciorama*. 8 pp. http://cienciorama.unam.mx/a/pdf/637_cienciorama.pdf

ROCHA M, Banuls C, Bellod L, Jover A, Victor VM, Hernandez-Mijares A. 2011. A Review on the Role of Phytosterols: New Insights Into Cardiovascular Risk. *Current Pharmaceutical Design*. 17(36):4061-75. ISSN: 1873-4286.
<https://doi.org/10.2174/138161211798764852>



ROS E. 2006. Doble inhibición del colesterol: papel de la regulación intestinal y hepática. *Revista Española de Cardiología*. 6(7):52-62. ISSN: 1579-2242. <https://www.revespcardiol.org/es-doble-inhibicion-del-colesterol-papel-articulo-S1131358706753298>

RYSZ J, Franczyk B, Olszewski R, Banach M, Gluba-Brzozka A. 2017. The Use of Plant Sterols and Stanols as Lipid-Lowering Agents in Cardiovascular Disease. *Current Pharmaceutical Publishers*. 23(17):2488-2495. ISSN: 1873-4286. <http://dx.doi.org/10.2174/1381612823666170316112344>

SAHUBAWA L, Atmoko CR, Sasongko S. 2021. Application of technology to increase economic value and consumer preferences of tilapia, stingray and cow leather products. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 919(012032). The 4th International Symposium on Marine and Fisheries Research. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/919/1/012032/pdf>

SALAH HB, Kchaou M, Ben AK, Abdallah RB, Abdennabi R, Ayedi M, Gharsallah N, Allouche N. 2018. Chemical Composition, Characteristics Profiles and Bioactivities of Tunisian *Phalaris canariensis* Seeds: A Potential Source of ω -6 and ω -9 Fatty Acids. *Journal of Oleo Science* 67 (7):801-812. ISSN: 1347-3352. <https://doi.org/10.5650/jos.ess17278>

SCHALK K, Lexhaller B, Koehler P, Scherf KA. 2017. Isolation and characterization of gluten protein types from wheat, rye, barley and oats for use as reference materials. *PLoS ONE*. 12(2):e0172819. ISSN: 1932-6203. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172819>

SUKRI SA, Andu Y, Harith ZT, Sarijan S, Pauzi MNF, Wei LS, Dawood MAO, Kari ZA. 2022. Effect of feeding pineapple waste on growth performance, texture quality and flesh colour of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 29(4):2514-2519. ISSN: 1319-562X. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.12.027>

TACON AGJ, Metian M. 2015. Feed Matters: Satisfying the Feed Demand of Aquaculture. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*. 23(1)1-10. ISSN: 2330-8257. <https://doi.org/10.1080/23308249.2014.987209>

TAKAGI T, IIDA T. 1980. Antioxidant for fats and oils from canary seed: Sterol and triterpene alcohol esters of caffeic acid. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 57(10):326-330. ISSN: 1558-9331. <https://doi.org/10.1007/BF02662051>

TEWARI G, Kaur R. 2022. Fish feed supplementation using non-conventional plant resources: Way to sustainable aquaculture. *The Pharma Innovation Journal*. SP-11(5):309-321. ISSN: 2277-7695. <https://www.thepharmajournal.com/archives/2022/vol11issue5S/PartE/S-11-4-137-490.pdf>



THACKER PA, Haq I. 2008. Nutrient digestibility, performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs fed diets containing graded levels of canaryseed. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 88(11):2019-2025. ISSN: 1097-0010. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3314>

TRIDGE. 2022. <https://www.tridge.com/intelligences/canary-seed/production>

UDDIN MS, Ferdosh S, Haque-Akanda J, Ghafoor K, Rukshana AH, Ali ME, Kamaruzzaman BY, Fauzi MB, Hadijah S, Sharifudin S, Zaidul IS. 2018. Techniques for the extraction of phytosterols and their benefits in human health: A review. *Separation Science and Technology*. 53(14):2206-2223. ISSN: 1520-5754 <https://doi.org/10.1080/01496395.2018.1454472>

URBIZO-REYES UC, Aguilar-Toalá JE, Liceaga AM. 2021. Hairless canary seeds (*Phalaris canariensis* L.) as a potential source of antioxidant, antihypertensive, antidiabetic, and antiobesity biopeptides. *Food Production, Processing and Nutrition*. 3(6):1-12. ISSN: 2661-8974. <https://doi.org/10.1186/s43014-020-00050-w>

VACA P, Malory K, Cuellar J, Dilse J. 2010. Efectividad del licuado de alpiste como tratamiento reductor del colesterol, triglicéridos y el índice de masa corporal. Tesis Licenciatura en Bioquímica y Farmacia. Universidad Cristiana de Bolivia (UCEBOL). Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Pp. 6. https://kipdf.com/efectividad-del-licuado-de-alpiste-como-tratamiento-reductor-del-colesterol-trig_5ad9d4e17f8b9ae8648b45dd.html

VALENZUELA A, Ronco AM. 2004. Los fitoesteroles y fitoestanoles: aliados naturales para la protección de la salud cardiovascular. *Revista Chilena de Nutrición*. 21(1):161-169. ISSN: 0717-7518. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182004031100003>

VALVERDE ME, Orona-Tamayo D, Nieto-Rendón B, Paredes-López O. 2017. Antioxidant and Antihypertensive Potential of Protein Fractions from Flour and Milk Substitutes from Canary Seeds (*Phalaris canariensis* L.). *Plant Foods for Human Nutrition*. 72(1):20-25. ISSN: 1573-9104. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11130-016-0584-z>

VANHANEN HT, Kajander J, Lehtovirta H, Miettinen TA. 1994. Serum Levels, Absorption Efficiency, Faecal Elimination and Synthesis of Cholesterol during Increasing Doses of Dietary Sitostanol Esters in Hypercholesterolaemic Subjects. *Clinical Science*. 87(1):61-67. ISSN: 0143-5221. <https://doi.org/10.1042/cs0870061>

[Errata Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-veterinario/errata>