



ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES Y TECNOLÓGICAS DEL ALPISTE Y SUS APLICACIONES EN INDUSTRIA ALIMENTARIA PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS HORNEADOS

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Curso: 2017/2018

Alumno: Estefanía Bécares Peque

Tutor: Pedro A. Caballero Calvo

Máster en Calidad, Desarrollo e Innovación de Alimentos
E.T.S. Ingenierías Agrarias, Campus de la Yutera (Palencia)
Universidad de Valladolid

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL ALPISTE	7
3. ASPECTOS BOTÁNICOS Y FISIOLÓGÍA DEL ALPISTE.....	9
4. MEJORA GENÉTICA DEL ALPISTE	11
5. COMPONENTES DEL GRANO DE ALPISTE Y FUNCIONALIDAD TECNOLÓGICA.....	12
6. VALOR NUTRICIONAL Y PROPIEDADES SALUDABLES DEL ALPISTE	14
7. APLICACIONES ALIMENTARIAS DEL ALPISTE: ELABORACIÓN DE PRODUCTOS HORNEADOS	18
8. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS	22
9. BIBLIOGRAFÍA.....	25

RESUMEN

Los beneficios aportados por los granos enteros y la demanda cada vez mayor de los consumidores de alimentos saludables y beneficiosos para la salud ha llevado a los investigadores a estudiar otros granos que aún no hayan sido explotados.

El objetivo fundamental de este estudio fue realizar una recopilación de la información actualmente disponible sobre las propiedades nutricionales y funcionales del alpiste, así como sus posibles aplicaciones y usos en la industria alimentaria y, particularmente, para la elaboración de productos horneados.

El alpiste (*Phalaris canariensis* L.) es una gramínea anual de crecimiento invierno-primaveral originario de las Islas Canarias, que fructifica dando lugar a granos o semillas en forma de cariósipide y, por lo tanto, tiene la consideración de cereal.

Históricamente, los granos de alpiste han sido utilizados, casi con exclusividad, para la alimentación de aves ornamentales, pero diversos estudios han demostrado que su composición única lo hace excepcional para su uso alimentario. El desarrollo de variedades desprovistas de tricomas silíceos (altamente irritantes), ha supuesto un hito para el desarrollo de diversas aplicaciones alimentarias de este cereal.

Diversos trabajos recientes han evaluado el empleo de los granos de alpiste y los derivados de su molienda en la elaboración de una amplia gama de productos alimenticios horneados.

Debido a sus propiedades nutricionales y medicinales, es previsible un incremento de la presencia de alpiste en la dieta de pacientes con problemas de salud, con el fin de mejorar la calidad de la dieta de pacientes con diversas patologías, o que presentan intolerancias alimentarias, como la celiaquía

Palabras clave: *Phalaris canariensis*, alpiste, alpiste libre de tricomas, pan, productos horneados.

ABSTRACT

The benefits provided by whole grains and the increasing demand of consumers for healthy and health-promoting foods has led researchers to study other grains that have not yet been exploited.

The main objective of this study was to compile the information currently available on the nutritional and functional properties of birdseed, as well as its possible applications and uses in the food industry and, particularly, for the preparation of baked products.

The birdseed (*Phalaris canariensis* L.) is an annual grass of winter-spring growth originating in the Canary Islands, which fructifies giving rise to grains or seeds in the form of caryopsis and, therefore, has the consideration of cereal.

Historically, canary seed grains have been used, almost exclusively, to feed ornamental birds, but various studies have shown that their unique composition makes them exceptional for their food use. The development of varieties devoid of silicic trichomes (highly irritating), has been a milestone for the development of various food applications of this cereal.

Several recent works have evaluated the use of canary seed grains and their milling derivatives in the preparation of a wide range of baked food products.

Due to its nutritional and medicinal properties, it is foreseeable an increase in the presence of birdseed in the diet of patients with health problems, in order to improve the quality of the diet of patients with various pathologies, or who have food intolerances, such as the celiac.

Keywords: *Phalaris canariensis*, canaryseed, hairless canaryseed, bread, baked products.

1. INTRODUCCIÓN

Los beneficios aportados por el consumo de granos enteros y la demanda cada vez mayor de alimentos, han llevado a los investigadores a estudiar diversos granos que pudieran proporcionar beneficios, para la salud del consumidor y que se encuentren escasamente explotados. De esta manera, numerosos cereales y pseudocereales, debido a su valor nutricional, están atrayendo la atención de la industria alimentaria y, en particular, de la industria de productos horneados (Abdel-Aal *et al.*, 1997; Hucl, 2001).

Recientes estudios en investigaciones sobre productos horneados sin gluten han demostrado que el trigo sarraceno o alforfón es una fuente rica en almidón y, debido a su excelente valor nutricional, se puede incluir en una dieta libre de gluten. Se han estudiado diversas aplicaciones alimentarias con este pseudocereal y se ha visto que es un ingrediente interesante para formulaciones de productos horneados sin gluten, ya que afecta positivamente a la calidad tecnológica de los productos como pan, galletas o pasta, obteniéndose un producto final enriquecido y con propiedades funcionales (Giménez-Bastida *et al.*, 2015).

Lo mismo ocurre con otros pseudocereales como amaranto, quinoa y chía, los cuales son fuentes no convencionales de proteínas cuyo interés ha aumentado en los últimos años debido a su excelente valor nutricional. Las semillas de amaranto se procesan de diferentes maneras para el consumo humano. La harina obtenida del grano de amaranto también se usa para tortillas, panes, galletas, pasta y cereales para desayuno. La harina de quinoa se puede usar en pan y galletas. Hoy en día, existen diferentes productos a base de quinoa en el mercado como platos precocinados, pasta y productos horneados, entre otros. La chía normalmente se consume cruda, aunque la Comisión Europea aprobó el uso de semillas de chía en productos panificados. Se utiliza para diferentes aplicaciones como cereales para desayuno, galletas y pasteles. Además, estos pseudocereales también representan un interesante campo de investigación debido a su alto contenido de diferentes macromoléculas y fitoquímicos con alto valor biológico (López *et al.*, 2018).

Aunque sin tanto éxito, otros cereales como el sorgo o el mijo también se han propuesto para la elaboración de productos horneados sin gluten. El sorgo es una fuente potencialmente importante de nutraceuticos debido a sus propiedades

antioxidantes y reductor del colesterol. Se han elaborado pasteles, galletas y pasta, a base de sorgo y, en algunos casos, mijo. Sin embargo, los productos elaborados no presentan características tecnológicas positivas y requieren la utilización de aditivos como hidrocoloides, grasa o huevo para mejorar la calidad de los mismos (Taylor et al., 2006).

El alpiste es un cultivo que se caracteriza por un grano pequeño y elíptico, que crece en condiciones similares a las del trigo y, que en los últimos años, se está considerando alimento para humanos e ingrediente funcional en la industria alimentaria (Abdel-Aal *et al.*, 1997; Hucl, 2001).

Históricamente, los granos de alpiste han sido utilizados, casi con exclusividad, para la alimentación de aves ornamentales. Sin embargo, se han propuesto otros usos alternativos como la elaboración de tejidos (Bravo y Rodríguez, 2017), la alimentación de cerdos y aves de corral, así como la elaboración de alimentos para consumo humano, lo que vislumbra un futuro prometedor para este cultivo (Cogliatti et al., 2014).

Los cereales y oleaginosas con elevado volumen de producción y comercialización a escala mundial como el trigo, maíz, soja y girasol, presentan mercados internacionales activos. En el caso del alpiste, los analistas sostienen que la producción procedente de Canadá, principal exportador, es la que determina los precios mundiales. Sin embargo, dadas las características de la producción global, su mercado se define como muy volátil y, al ser considerado un cultivo menor, habitualmente no presenta cotizaciones formales en los mercados tradicionales (Cogliatti, 2014).

El alpiste es considerado un verdadero cereal, con granos que presentan una composición única y una estructura similar a la de otros de la misma familia botánica como trigo, avena, cebada y arroz. Desafortunadamente, en la cascarilla de la mayor parte de las variedades de alpiste se encuentran una especie de vellosidades, conocidas como espículas, con un alto contenido en silicio, las cuales son altamente irritantes cuando entran en contacto con la piel y, por lo tanto, representan el principal inconveniente de su utilización como alimento para consumo humano; además, algunos estudios han relacionado estas espículas con cáncer de esófago en humanos (O'Neill et al., 1980). Sin embargo, el desarrollo de variedades desprovistas de espículas ha supuesto un hito para el desarrollo de diversas aplicaciones alimentarias de este cereal.

Las investigaciones realizadas sobre el alpiste como cultivo destinado al consumo humano, coinciden en definirlo como un cereal que tiene ventajas por encima de otros cereales de uso común, en base a su composición química. El perfil de aminoácidos que posee este grano remarca la estructura única de sus proteínas, principalmente por su elevado contenido en triptófano (Robinson, 1978; Abdel-Aal *et al.*, 1997). Por otro lado, el alpiste es una buena fuente de aminoácidos, de ácidos grasos esenciales (omega 3 y 6), y es una fuente rica en antioxidantes como los lignanos, que se encuentran mayoritariamente en las plantas (Abdel-Aal *et al.*, 1997).

El presente trabajo pretende recopilar la información actualmente disponible sobre las propiedades nutricionales y funcionales del alpiste, así como sus posibles aplicaciones y usos en la industria alimentaria y, particularmente, en la elaboración de productos horneados.

2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL ALPISTE

El alpiste, conocido por su nombre científico como *Phalaris canariensis L.* es una gramínea anual de crecimiento invierno-primaveral originario de las Islas Canarias, que se encuentra adaptado a la región occidental de la cuenca del Mediterráneo, donde crece en forma silvestre y, en ocasiones, se presenta como maleza de otros cultivos. Además de localizarse en Europa Meridional, se sabe que también está presente en Inglaterra, Austria y Alemania en los campos de cereales (Cogliatti, 2012).

El alpiste se cultiva para la producción de granos en muchas zonas de climas templados. En la actualidad, su producción se concentra en las provincias del suroeste de Canadá y en menor escala en Argentina, Tailandia y Australia. Aunque la superficie y la producción mundial presentan un incremento en las últimas décadas, a nivel mundial es considerado como un cultivo menor, con una producción de alrededor de 250.000 toneladas al año. Esto se debe, principalmente a sus bajos volúmenes de producción, comparado con otros cereales como por ejemplo el trigo y la cebada lo que restringe la inversión privada y la investigación pública en su mejoramiento genético y tecnológico. Por esta razón el tipo de manejo del cultivo que se aplica a esta especie depende en gran medida de las innovaciones hechas en otros cultivos similares (Cogliatti, 2012; Cogliatti, 2014).

Hasta finales de la década de los 70, Argentina fue el principal país productor de alpiste (Cogliatti, 2014). En la actualidad, los países productores de esta gramínea son Argentina, Canadá y Hungría, por lo que su siembra y su cosecha están muy segmentadas. Existen varias zonas del planeta con condiciones óptimas para que se produzca, pero debido al desconocimiento y a la poca información que existe respecto a sus usos y beneficios, no se considera un producto relevante (Bravo y Rodríguez, 2017).

En relación con el comercio internacional, Canadá introdujo en el mercado en los últimos diez años aproximadamente el 83% de la producción mundial del alpiste. Es especialmente importante la cosecha en el Oeste de Canadá, donde la producción ha aumentado mucho en las últimas décadas (Abdel-Aal *et al.*, 1997). Entre el resto de exportaciones mundiales destacan Bélgica (5%), Argentina (3%), EEUU (3%) y Hungría (2%), entre otros países.

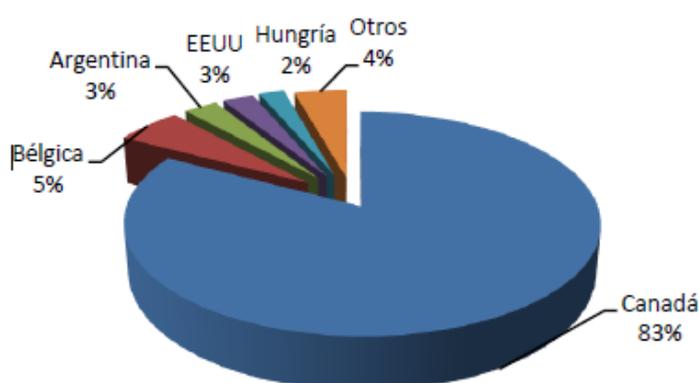


Figura 1. Principales países exportadores de alpiste a nivel mundial (Cogliatti *et al.*, 2014).

Gran parte de las exportaciones de Canadá se dirigen a México y a países de América del Sur; en éste último caso, el volumen de las exportaciones canadienses depende del nivel de producción en Argentina.

Por otra parte, los principales países importadores son México, Brasil y Bélgica, quienes en su conjunto absorbieron en el periodo 2005-2009, 102.000 toneladas, es decir, aproximadamente el 50% de las importaciones mundiales. Brasil es el principal

comprador de alpiste proveniente de Argentina, mientras que la demanda de los mercados europeos se satisface principalmente con las exportaciones de Hungría.

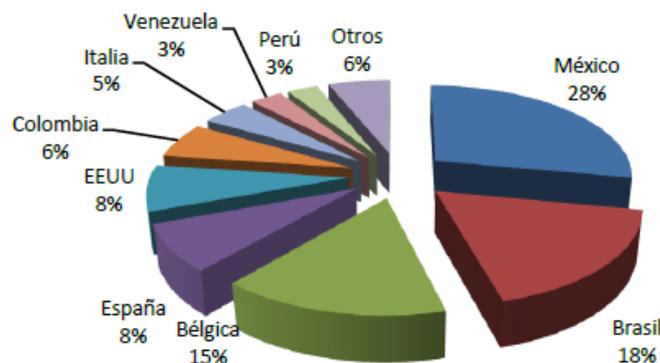


Figura 2. Principales países importadores de alpiste a nivel mundial (Cogliatti *et al.*, 2014).

3. ASPECTOS BOTÁNICOS Y FISIOLÓGÍA DEL ALPISTE

El alpiste (*Phalaris canariensis* L.) es una gramínea anual que se cultiva, mayoritariamente, para la producción de granos. Es una especie diploide ($2n=2x=12$) y autógena (Cogliatti *et al.*, 2014). Pertenece a la familia de las Poáceas o gramíneas que incluye a los cereales.

Es una especie anual, con tres o cuatro tallos cilíndricos y huecos (cañas) que superan el metro de altura provistos de nudos manifiestos y hojas glabras, semejantes a las del trigo, con láminas de hasta 40 cm de longitud y 1 cm de anchura; presenta lígula obtusa de 6-8 mm de longitud. Posee panoja ovoide de 2-5 cm de longitud y 1,2-2 cm de diámetro, muy compacta, con las espiguillas dispuestas en forma imbricada. Sus glumas son de 6-10 mm de longitud con bandas longitudinales de color verde oscuro, notablemente aladas en los dos tercios superiores. Sus flores están dispuestas en pequeñas espigas agrupadas en racimos, cuyo fruto es una semilla de varios colores y envuelta en una pequeña cáscara (Cogliatti *et al.*, 2014).

La temperatura y el fotoperiodo son los principales factores que controlan el crecimiento de la planta. El alpiste crece mejor en lugares con días largos y cálidos y noches frescas. Por lo general se cultiva donde se cultiva el trigo porque requiere temperatura y fotoperiodo similares a las del trigo blando. El alpiste es tolerante a las heladas en la etapa de plántula. Los productores han afirmado que las plantas de semillero pueden sobrevivir a temperaturas mínimas de -5°C (Putnam et al.,1996). Sin embargo, las temperaturas altas aumentan el rendimiento y el desarrollo de la planta del alpiste.

El alpiste crece con éxito en la mayoría de suelos y tiene cierta tolerancia al agua. Es más tolerante a la salinidad y al exceso de agua en el suelo que el trigo y se adapta mejor a suelos que retienen la humedad. Por lo tanto, debido a sus hábitos de enraizamiento superficial, no crece bien en suelos arenosos y climas áridos. La planta de alpiste puede crecer excesivamente cuando la fertilidad del suelo y su humedad son abundantes. En estas condiciones, el elevado crecimiento vegetativo no conduce necesariamente a una alta producción de semilla (Cogliatti, 2012).

El alpiste es una gramínea con un ciclo de cultivo y prácticas de producción similares a las de otros cereales de invierno, tales como el trigo o la avena. Actualmente, sus granos se destinan, casi con exclusividad, a la alimentación de aves, solos o en forma de mezcla con otros granos como mijo, girasol y lino. El alpiste es un cereal genuino con una composición única que sugiere un gran potencial para su uso alimentario (Cogliatti, 2012).

Lo que se conoce como semilla o grano de alpiste, es en realidad su fruto llamado cariósido. Este es el fruto típico de los cereales. El grano de alpiste es un grano vestido, recubierto por dos láminas llamadas glumelas o cáscaras.

Es considerado un verdadero cereal, con granos que presentan una composición única y una estructura similar a la de otros de la misma familia botánica (*Poaceae*) como trigo, avena, cebada y arroz (Abdel-Aal et al., 2011). Los mismos poseen una capa de salvado que rodea al endospermo y al germen. El endospermo almidonoso constituye la mayor proporción del grano y está compuesto por gránulos de almidón y cuerpos discretos de proteínas embebidos en una matriz proteica. El almidón representa alrededor del 60% de los carbohidratos totales del grano.

4. MEJORA GENÉTICA DEL ALPISTE

A nivel mundial, y en relación a otros cereales, el alpiste ha tenido poco mejoramiento genético, por lo que sólo existen alrededor de una docena de variedades comerciales. La escasez de variedades probablemente responda a la limitada variabilidad genética hallada en esta especie (Poverene *et al.*, 1994; Bodega *et al.*, 1995 y Cogliatti, 2011).

Entre las variedades comerciales se pueden citar Alden, Keet, Elías, Abad, Karcsu, Lizard, Cantate, Judita, CDC-María, CDC-Togoy, CDC-Bastia.

Los granos comunes de alpiste, una vez descascarillados, presentan una coloración marrón oscura. La tendencia es que las nuevas variedades posean pericarpio de color amarillo, pensando en su futura utilización en la elaboración de alimentos para consumo humano. Este carácter ya existe y fue obtenido por mutagénesis inducida (Hucl *et al.*, 2001).

Los caracteres de, grano glabro (carente de espículas) y semilla de color amarillo están controlados por un solo gen recesivo y segregan de forma independiente, lo que indicaría que son rasgos fácilmente transferibles a través de cruzamientos (Matus-Cádiz *et al.*, 2003).

Más allá de las mejoras genéticas realizadas en la especie, es evidente que aún quedan aspectos sobre los que trabajar. A continuación se muestran los de mayor relevancia (Cogliatti, 2014):

- En relación a la productividad, el principal cultivo que compite con el alpiste es el trigo, el cual presenta un rendimiento 3,5 veces superior a este. Aunque el precio del alpiste supere al del trigo, es necesario mejorar su rendimiento para que se convierta en un cultivo viable.
- La obtención de genotipos enanos o semienanos podría revertir la tendencia al encamado que muestran las plantas de alpiste cuando se cultivan en condiciones óptimas, de tal manera que puedan alcanzar su rendimiento potencial.
- La disponibilidad de variedades con un mayor desarrollo radicular mejoraría la exploración del suelo por parte del cultivo, optimizando la captación de agua y

nutrientes; la obtención de variedades precoces podría favorecer la elección del cultivo de alpiste sobre otros como el trigo y la cebada.

- El alpiste es muy sensible a la mayoría de los herbicidas disponibles, lo que limita las alternativas de control, especialmente de algunas malezas difíciles como por ejemplo la avena negra (*Avena fatua*) y el trigollo (*Lolium temulentum*). Además, también es afectado negativamente por la presencia de ciertos residuos de herbicidas en suelo, aplicados en los cultivos precedentes. Por lo tanto, la disponibilidad de variedades con resistencia a herbicidas podría ser una solución viable al problema planteado.
- La mejora genética enfocada a la obtención de variedades ricas en determinadas sustancias nutricionales, farmacológicas o de aplicación industrial podría favorecer igualmente la difusión de su cultivo.

5. COMPONENTES DEL GRANO DE ALPISTE Y FUNCIONALIDAD TECNOLÓGICA

Se ha demostrado que la microestructura de la cariósida del grano de alpiste es similar a la de otros cultivos (trigo, avena, cebada, arroz) con tres componentes principales: una capa de salvado que rodea el endospermo, que incluye la aleurona y todas las capas hacia el exterior; el germen o embrión; y el endospermo amiláceo. El endospermo con almidón constituye la mayor proporción del grano aunque también posee una fracción proteica característica. Los principales componentes del grano son almidón, proteína y grasa y de ellos depende la funcionalidad de los alimentos e ingredientes industriales obtenidos a partir del mismo. Además, el grano de la variedad 'CDC María', carente de espículas, ha demostrado un elevado potencial como un cultivo alimenticio para consumo humano, en base a su contenido en nutrientes y la funcionalidad que presenta en los procesos de panificación (Abdel-Aal *et al.*, 2011).

El elevado porcentaje de almidón en forma de pequeños gránulos (alrededor del 60%) es la razón de que este cereal tenga una elevada temperatura de empastado y una alta estabilidad térmica. El contenido de proteínas (16-18%) es muy elevado para un grano de cereal y éstas consisten principalmente en prolaminas solubles en alcohol y

glutelinas insolubles. Además, la semilla de alpiste contiene en torno a un 7% de fibra soluble e insoluble y un porcentaje de cenizas superior al de otros cereales. Al tener un 5% de grasa aproximadamente, la estabilidad y la funcionalidad de las harinas de alpiste depende de la composición de los lípidos y los ácidos grasos que los componen (Abdel-Aal *et al.*, 1997b). Por otra parte, posee entre sus componentes ácido salicílico y oxálico (Abdel-Aal y Wood, 2005).

El comportamiento y las propiedades funcionales del almidón de dos variedades diferentes fueron estudiadas por Irani *et al.* (2016), y demostraron que el almidón de la variedad CDC María se puede usar como espesante para productos que necesitan más resistencia al flujo después del estrés umbral. Por otro lado, el almidón de la variedad CO5041 es adecuado como estabilizador para mantener las propiedades de los alimentos. Las propiedades reológicas del almidón CO5041 fueron menos sensibles a la temperatura en comparación con la variedad CDC María.

A su vez, los almidones generalmente tienen un grado de cristalización entre el 15-45%. Este grado de cristalización puede afectar al empastado, a las propiedades térmicas y a la digestibilidad del almidón. El grado de cristalización depende de la estructura molecular de la amilopectina (longitud de la cadena, grado de ramificación y peso molecular) y del contenido en amilosa. El grado de cristalización disminuye al aumentar el contenido en amilosa, por lo que el grado de cristalización del almidón de la variedad CDC María se mostró superior al que presenta la variedad CO5041 (Irani *et al.*, 2016).

Cuando los gránulos de almidón se calientan en exceso, absorben agua, se hinchan y gelatinizan, causando un aumento en la viscosidad. Cuando el contenido en amilosa es mayor, el tiempo para llegar a la viscosidad máxima también es mayor. La viscosidad resultante de los procesos de gelatinización depende de algunos factores como el contenido en amilosa, la longitud de la cadena y su estado de dispersión. En base a este comportamiento, el almidón de alpiste presenta mayor capacidad de gelificación y más tendencia a la retrogradación que el almidón de trigo, debido a que su contenido en amilosa es menor y su contenido en amilopectina mayor que el almidón de trigo. Los resultados del estudio realizado por Irani *et al.* (2016) demostraron que, en función de estas propiedades, pueden considerarse agentes espesantes, debido a su alto contenido en amilopectina, de gran interés en algunos tipos de aplicaciones alimentarias.

La estabilidad de congelación y descongelación de los geles de almidón es una característica crucial en la industria alimentaria. Se mide como la cantidad de agua desprendida después de cinco ciclos de congelación-descongelación. En general los almidones de alpiste presentan poca sinéresis, es decir, presentan buena estabilidad después de la congelación y descongelación, esto es debido a su alto contenido en amilopectina y su bajo contenido en amilosa. Sin embargo, los almidones con alto contenido en amilosa presentan mayor sinéresis debido a la cantidad de agua expulsada durante el proceso de retrogradación (Irani *et al.*, 2016).

Las principales fracciones proteicas del alpiste son la prolamina, la albúmina y la glutelina. El contenido de prolamina y glutelina supone el 78% del total de las proteínas del grano de alpiste, siendo más altos los niveles de glutelina (45%) comparado con el 37% de la proteína de trigo, lo que indica que la semilla de alpiste tiene potencial para producir masas de alta viscosidad. El contenido de albúmina está muy por debajo de los niveles de la proteína de trigo (Abdel-Aal *et al.*, 1997b).

En cuanto a los ácidos grasos que conforman la composición del alpiste, los mayores porcentajes son ácidos altamente insaturados y por eso se puede producir enranciamiento con rapidez (Abdel-Aal *et al.*, 1997b).

El principal azúcar soluble en la semilla de alpiste es la sacarosa, que constituye alrededor del 47% del total de azúcares solubles. La fructosa y la glucosa también están presentes pero en muy bajas concentraciones. El total de azúcares solubles es de aproximadamente 1,8% y, por ello, no tiene un efecto importante en el almacenamiento de la semilla de alpiste o en la utilización de la harina para fines alimentarios (Abdel-Aal *et al.*, 1997b).

6. VALOR NUTRICIONAL Y PROPIEDADES SALUDABLES DEL ALPISTE

Históricamente, el alpiste se ha empleado para la fabricación de textiles y pintura, así como en la alimentación de aves ornamentales, pero no como ingrediente de alimentos o suplementos. El desarrollo de algunas variedades de semilla sin espículas ha creado la oportunidad de utilizar este cereal altamente rico en nutrientes como grano para la alimentación humana. Los granos del alpiste son descascarillados

mecánicamente de manera previa a su empleo para distintas aplicaciones alimentarias.

Los granos descascarillados de la semilla de alpiste contienen aproximadamente el 19-22% de proteína, 5-7% de grasa cruda, 2% de ceniza, 55% de almidón y 6-8% de fibra dietética (Magnuson *et al.*, 2014).

De los compuestos antinutricionales presentes en la semilla de alpiste, el nivel de fitato está dentro del rango encontrado en otros cereales, legumbres, nueces y comestibles de consumo habitual (Abdel-Aal *et al.*, 2011).

Según los datos aportados por los estudios científicos precedentes, el alpiste destaca por el contenido nutritivo de sus granos.

Los **carbohidratos** son el componente mayoritario del grano, ya que constituyen el 60% del mismo. Especialmente destacan los carbohidratos complejos, representados mayoritariamente por el almidón (Apagüño y Pezo, 2014).

La **fracción proteica** es también importante, ya que constituye el 20% del grano aproximadamente. Al igual que en las semillas de otros cereales, las proteínas son deficientes en el aminoácido esencial lisina pero son ricas en cistina, triptófano y fenilalanina, lo que los convierte en buenos complementos a las legumbres. La semilla del alpiste contiene tiamina y riboflavina en niveles superiores a otros cereales. Destaca también su contenido en ácido glutámico (Apagüño y Pezo, 2014; Abdel-Aal *et al.*, 2011).

El alpiste es pobre en **grasas**, contiene alrededor del 5%, pero las que contiene son de alta calidad. Los ácidos grasos predominantes son el palmítico y el linoleico. El total de ácidos grasos Omega 3 es de 0,12% y Omega 6 de 2,86% (Cogliatti *et al.*, 2014).

El contenido en **fibra** del grano de alpiste es de 7 g en cada 100 g, predominando en este la fibra insoluble (Cogliatti *et al.*, 2014).

En relación a su contenido en **minerales**, destaca su contenido en zinc (3.3 mg/100g, el mismo que la avena y parecido al contenido en zinc de otros cereales integrales). También es una importante fuente de magnesio, fósforo y potasio (Apagüño y Pezo, 2014; Cogliatti *et al.*, 2014).

Como todos los cereales contienen **vitaminas** del grupo B, en concreto vitamina B1 o tiamina, y vitamina B3 o niacina, óptimas para la absorción de los carbohidratos

presentes en el mismo grano, e importantes para el sistema nervioso (Apagüño y Pezo, 2014).

Se ha descubierto que el alpiste es una buena fuente de aminoácidos, de ácidos grasos (omega 3 y 6) y es una de las mejores fuentes rica en antioxidantes que se encuentran en los animales y plantas. Contienen varios compuestos, uno de ellos poco conocido llamado lignano, llamado también metabolito secundario de las plantas y hasta la actualidad se desconocen todas sus funciones. Se sabe que este compuesto químico es eficaz en la producción de energía y ayuda a fortalecer el sistema inmunológico (Bravo y Rodríguez, 2017).

Existe información sobre los efectos medicinales de los granos de alpiste y su utilización en la medicina popular para el tratamiento de enfermedades renales, hipertensión, hiperglucemia e hipercolesterolemia (Ribeiro et al., 1986; Benítez et al., 2010).

Por otro lado, las propiedades antioxidantes de los granos de alpiste fueron demostradas por Novas *et al.*, (2004) en su estudio mediante la influencia sobre la emisión de quimioluminiscencia en una reacción de luminol en medio oxidante.

Los compuestos antioxidantes son potencialmente beneficiosos para la prevención de enfermedades y la promoción de la salud. Entre ellos, los carotenoides son considerados como uno de los grupos de antioxidantes naturales de mayor importancia. Los principales compuestos carotenoides presentes en los granos de alpiste son la luteína, la zeaxantina y el betacaroteno, siendo este último el que se presenta en mayores cantidades (Li y Beta, 2012).

Otras biomoléculas con propiedades antioxidantes son los fenoles o compuestos fenólicos, los cuales representan un beneficio potencial para la prevención de enfermedades degenerativas. Algunos ejemplos de estas sustancias son el ácido fenólico, los flavonoides, los taninos condensados, las cumarinas y los alquilresorcinoles. En los cereales, estas sustancias se encuentran concentradas principalmente en el pericarpio de las semillas. Li et al. (2011) realizaron la identificación y cuantificación de fenoles en granos de alpiste. Como resultado determinaron que los granos de alpiste son ricos en glucósido flavonoides y contienen como principales ácidos fenólicos al ácido ferúlico, cafeico y p-cumárico.

El desarrollo de variedades de alpiste con un alto contenido de carotenoides y compuestos fenólicos, podría ser un incentivo para la utilización de sus granos en la elaboración de alimentos saludables y con propiedades funcionales.

Ben Salah *et al.*, (2017) en su estudio determinaron la capacidad antioxidante y antibacteriana del alpiste. Se demostró que el alpiste puede ser utilizado como un agente antioxidante natural, por su alto contenido en polifenoles, y que esta propiedad puede contribuir a la reducción del riesgo de enfermedades como cáncer y las enfermedades cardiovasculares, porque ayuda a eliminar la grasa del organismo y podría ser útil para la industria farmacéutica. En cuanto a la actividad antibacteriana, los resultados obtenidos mostraron una actividad antibacteriana del alpiste moderada solamente frente a algunos microorganismos. El mecanismo principal para la actividad antimicrobiana de los granos de alpiste se debe a la elevada concentración de compuestos fenólicos en sus membranas celulares.

Las propiedades medicinales y saludables del alpiste han sido estudiadas por Valverde *et al.*, (2017) quienes demostraron los beneficios potenciales del alpiste usado ampliamente en medicina popular. Bravo y Rodríguez (2017) también han reportado efectos antihipertensivos, antidiabéticos y antiinflamatorios, así como la capacidad de reducción del colesterol y lípidos en sangre por parte del alpiste. Estos autores describen a este cereal como remedio para enfermedades renales, del páncreas y de la vejiga. Su uso para promover la salud humana está aumentando debido a la inhibición de infecciones del tracto urinario y sus efectos beneficiosos contra el reumatismo, gastritis y úlcera de estómago.

La enzima lipasa del alpiste tiene la capacidad de descomponer las grasas de los alimentos favoreciendo su absorción. Esta enzima puede actuar sobre la grasa contenida en los depósitos de nuestro cuerpo, en las arterias y cualquier parte donde se almacene, de manera que el cuerpo pueda utilizarla eficientemente para convertirla en energía y así, evitar enfermedades producidas por la acumulación de grasa. Además de favorecer el metabolismo de las grasas su elevado contenido y proporción de proteínas convierten al alpiste en un suplemento dietético que puede ayudar a disminuir la sensación de hambre y favorecer la diuresis (Apagüeño y Pezo, 2017).

Ben Salah *et al.*, (2017) han analizado las propiedades físicoquímicas de los ácidos grasos de las semillas de alpiste así como su contenido en esteroides vegetales y el contenido total en polifenoles..

Aunque ya se han descrito todos los beneficios propuestos por algunos autores hay que tener en cuenta que no se debe abusar de su consumo, dado que actúa como diurético y se podrían reducir los niveles de sodio y potasio en el organismo. Por otro lado, hay personas que son intolerantes a los compuestos del alpiste por lo que podrían padecer dolores estomacales debido a la inflamación del intestino. Hay indicios de que podría existir una relación entre el consumo excesivo de cierto tipo de alpiste (con fibras de sílice) y el desarrollo de cáncer de esófago. Por eso, los últimos estudios realizados recomiendan consumir únicamente alpiste apto para consumo humano de calidad alimenticia, el cual viene etiquetado con la indicación de que está libre de fibras de sílice (Apagüño y Pezo, 2014).

7. APLICACIONES ALIMENTARIAS DEL ALPISTE: ELABORACIÓN DE PRODUCTOS HORNEADOS

Los usos del alpiste han resultado numerosos a lo largo de la Historia, y comprenden distintos campos de aplicación. Yagüez (2002) menciona que, ocasionalmente y en pequeñas cantidades, los granos de alpiste han sido empleados por la industria para la elaboración de aprestos para tejidos y la destilación de bebidas alcohólicas. Asimismo, las plantas de alpiste han sido apreciadas por su valor ornamental y sus panojas son requeridas para integrarlas en arreglos florales, naturales o teñidas.

Aparte de las aplicaciones mencionadas con anterioridad, los granos de alpiste se han destinado mayoritariamente a la alimentación de aves ornamentales, bien individualmente o bien mezclados con otros granos como mijo, girasol y lino. En el campo de la alimentación animal, se han propuesto también diversos usos alternativos tanto en aves como en especies monogástricas. Los resultados de los ensayos para su empleo en alimentación de pollos de cría, evidenciaron que poseen valor nutritivo igual o mejor que el de los granos de trigo, sugiriendo que podrían reemplazarlos en la dieta de aves de corral (Hucl et al., 2001). Thacker (2003) evaluó el empleo de los granos de alpiste en la alimentación de cerdos y como resultado, halló que su inclusión en raciones a base de cebada y soja incrementan la tasa de crecimiento de los animales, sin perjuicio sobre la calidad de la carne. En cuanto a la utilización de alpiste como especie forrajera, Pelikán (2000) y Fischer y Dall 'Agnol, (1987) mencionan que su utilización con este propósito es poco frecuente dada su baja productividad en materia seca en comparación con otras gramíneas.

Hace décadas que se conoce que los granos de alpiste presentan un adecuado valor nutricional, siendo potencialmente útiles para la alimentación humana (Robinson, 1978). Sin embargo, su uso con este propósito se vio limitado a partir del descubrimiento de que los diminutos pelos silificados (tricomas) que recubren las capas externas del grano (glumelas) son potencialmente dañinos para la salud (O'Neill *et al.*, 1980; Abdel-Aal *et al.*, 1997).

En 1997 fue descubierta en Canadá la variedad —CDC-María'' cuya principal característica es la ausencia de tricomas en sus granos. Este hito marcó una nueva etapa de estudios sobre la composición físicoquímica de los granos de alpiste y sus potenciales usos alimentarios, farmacológicos e industriales.

Los estudios de toxicología, presencia de alcaloides y otros factores antinutricionales, han demostrado que los granos de alpiste descascarillado tienen un comportamiento similar a los del trigo común. Las harinas obtenidas de su molienda mostraron una masa adecuada para ser mezclada con la de trigo. Los contenidos de almidones, proteínas, aceites y fibras evidenciaron un alto potencial para ser utilizados en la elaboración de productos alimenticios y no alimenticios. También se han estudiado ajustes de metodologías para el procesamiento de los granos, tales como el descascarillado, tostado y molienda con el objeto de optimizar el proceso de extracción de harinas a partir de este cereal (Hucl *et al.*, 2001).

Algunos estudios han demostrado diversos usos del alpiste dentro del ámbito gastronómico (Bravo y Rodríguez, 2017). Este cereal se puede utilizar para preparar bebidas como por ejemplo bebida de alpiste o leche de alpiste, la cual es muy beneficiosa para el organismo y contiene muchos nutrientes de origen vegetal, ya que ayuda a reducir el colesterol y evita problemas cardiovasculares.

Algunos trabajos recientes, han evaluado el empleo de los granos de alpiste y los derivados de su molienda en la elaboración de una amplia gama de productos alimenticios horneados, incluyendo panes, tortillas, crackers, muffins, pastas, barras de cereales y fideos o espaguetis. En los resultados de estos estudios se observó que las harinas de alpiste podrían reemplazar a las de trigo, hasta en un 35% para la fabricación de alimentos con una aceptable calidad (Patterson, 2010).

Es importante mencionar que los granos de alpiste son libres de gluten, por lo cual podrían utilizarse para la elaboración de alimentos aptos para celíacos. Esto representa una gran oportunidad ya que posibilita el acceso y la aplicación de este cereal a un nuevo nicho de mercado (Patterson, 2011).

Los resultados de una serie de estudios han puesto de manifiesto la necesidad de una mejora en la calidad de los productos sin gluten basados en cereales. Existen varios granos libres de gluten como amaranto, quinoa y alpiste; estos se caracterizan por un excelente perfil de nutrientes. Por lo tanto, una tendencia creciente en la investigación se centra en su uso para la elaboración de productos sin gluten de alta calidad y saludables como el pan y la pasta. Sin embargo, la comercialización de estos productos todavía es bastante limitada. La disponibilidad de productos sin gluten que contengan pseudocereales o cereales sabrosos representaría un avance significativo para garantizar una ingesta adecuada de nutrientes en personas con celiaquía (Álvarez-Jubete *et al.*, 2010).

La aplicación de harina de alpiste en el campo de los productos horneados se han centrado mayoritariamente en la elaboración de pan y galletas. Estudios recientes han evaluado la calidad de los panes elaborados con este cereal en fórmulas compuestas también por leche desnatada en polvo, manteca, levadura, azúcar, malta y sal en pequeñas proporciones. En dichos estudios, el pan realizado con 100% harina de alpiste no mostró un buen rendimiento ni un volumen adecuado comparado con el pan de otros cereales como el trigo. El color de la corteza también resultó negativo, mostrando un color demasiado oscuro. Sin embargo, el pan elaborado con el 25% de semillas de alpiste mostró un rendimiento similar en términos de volumen y volumen específico, mejorando el color de la corteza en comparación con el pan elaborado solo con trigo (Cogliatti, 2012).

Sotiles *et al.* (2015) desarrollaron galletas compuestas por harina de plátano y alpiste con dos porcentajes diferentes de harina mezclada. Ambas formulaciones evidenciaron un atractivo nutricional, principalmente debido a los niveles de proteína y fibra dietética. Los dos tipos de galletas presentaron bajo contenido en humedad y bajos niveles de actividad de agua, lo que contribuye a una mayor estabilidad microbiológica y una textura crujiente mejorada. Es importante destacar que, además de la calidad nutricional, la calidad microbiológica es esencial para la seguridad y salud del consumidor.

Las galletas elaboradas mostraron alta aceptabilidad en color, textura, olor y sabor. Estos hallazgos representaron una nueva propuesta para el uso de harina de alpiste en el desarrollo de un producto alimenticio con alto valor añadido (Sotiles *et al.*, 2015).

El empleo de harina de alpiste ha sido también propuesto para la elaboración de galletas destinadas a poblaciones con necesidades específicas como los diabéticos (Jurado, 2015), proporcionando cambios en los hábitos alimenticios de este tipo de población.

También se han desarrollado galletas de alpiste con estevia con el objetivo de crear un producto novedoso y saludable, dirigido a personas con diabetes y sobrepeso (Villalba, 2016).

8. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

El alpiste es un cereal que se encuentra en auge en la industria alimentaria, debido al perfil nutricional y funcionalidad tecnológica que presenta y debido a las investigaciones y recientes descubrimientos de variedades libres de tricomas silíceos y aptas para el consumo humano. Se trata de un cereal con propiedades saludables, como por ejemplo actividad antioxidante y antimicrobiana, evita el riesgo de enfermedades cardiovasculares. También es una importante fuente de aminoácidos esenciales y, debido a componentes, como el lignano, fortalece el sistema inmunitario.

Se ha demostrado que la microestructura de la cariósida del grano de alpiste es similar a la de otros cultivos (trigo, cebada o arroz) y los principales componentes del grano son 19-22% de proteína, 5-7% de grasa cruda, 2% de ceniza, 55% de almidón y 6-8% de fibra dietética y de ellos depende la funcionalidad de los alimentos e ingredientes industriales obtenidos a partir del mismo.

Se ha descubierto que el alpiste es una buena fuente de aminoácidos, de ácidos grasos (omega 3 y 6) y es una de las mejores fuentes rica en antioxidantes que se encuentran en los animales y plantas. El desarrollo de variedades de alpiste con un alto contenido de carotenoides y compuestos fenólicos, podría ser un incentivo para la utilización de sus granos en la elaboración de alimentos saludables y con propiedades funcionales. Se han demostrado los beneficios potenciales del alpiste usado ampliamente en medicina popular como efectos antihipertensivos, antidiabéticos y antiinflamatorios, así como la capacidad de reducción del colesterol y lípidos en sangre por parte del alpiste. Su uso para promover la salud humana está aumentando debido a la inhibición de infecciones del tracto urinario y sus efectos beneficiosos contra el reumatismo, gastritis y úlcera de estómago.

Hace décadas que se conoce que los granos de alpiste presentan un adecuado valor nutricional, siendo potencialmente útiles para la alimentación humana. Algunos estudios han demostrado diversos usos del alpiste dentro del ámbito gastronómico, como por ejemplo elaboración de bebidas a base de alpiste, como leche de alpiste.

La aplicación de harina de alpiste en el campo de los productos horneados se han centrado mayoritariamente en la elaboración de pan y galletas. Es importante

mencionar que los granos de alpiste son libres de gluten, por lo cual podrían utilizarse para la elaboración de alimentos aptos para celíacos.

Por lo tanto, se trata de un ingrediente con muchas perspectivas de futuro, ya que debido a las propiedades que presenta, a partir de él se pueden elaborar alimentos funcionales y con muchas propiedades saludables para la salud de los consumidores. Particularmente prometedor es el campo de los productos sin gluten, debido a la ausencia de este componente y su elevado valor nutricional intrínseco de la harina y los granos sin gluten.

Debido a ello, las futuras tendencias tienden a incentivar el consumo de alpiste en la dieta de pacientes con problemas de salud, debido a sus propiedades nutricionales y medicinales, con el fin de mejorar la alimentación de aquellos pacientes con una salud más débil o que presentan intolerancias alimentarias, como la celiaquía.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto AGL2015-63849-C2-2-R financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad y los Fondos Europeos para el Desarrollo Regional (MINECO /FEDER), de los proyectos de la Junta de Castilla y León/FEDER (Ref: VA072P17) y (VA165G18) y del proyecto de la Comisión Europea, Marie Skłodowska-Curie H2020-MSCA-IF-2015-EF (Ref: 706102).

Quiero agradecer en primer lugar a mi tutor Pedro A. Caballero Calvo toda la ayuda recibida para llevar a cabo este Trabajo Fin de Máster.

En segundo lugar quiero dar las gracias a todas las personas que han formado parte de este trabajo, en especial a mi familia y amigos.

9. BIBLIOGRAFÍA

- ABDEL-AAL, E.S.M.; HUCL, P.J.; SOSULSKI, F.W. (1997a). Characteristics of canaryseed (*Phalaris canariensis* L.) starch. *Starch / Stärke* **49**, 475-480.
- ABDEL-AAL, E.S.M.; HUCL, P.J.; SOSULSKI, F.W. (1997b). Structural and Compositional Characteristics of Canaryseed (*Phalaris canariensis* L.). *J. Agric. Food Chem* **45**, 3049-3055.
- ABDEL-AAL, E.S.M. Y WOOD, P. (2005). Speciality grains for food and feed. *Journal of Cereal Science* **42**, 135–137.
- ABDEL -AAL , E.S.M.; HUCL , P.; MILLER , S.S.; PATTERSON , C.A.; GRA Y D. (2011). Microstructure and nutrient composition of hairless canary seed and its potential as a blending flour for food use. *Food Chemistry* **125**, 410-416.
- ÁLVAREZ-JUBETE, L., ARENDT, E.K. Y CALLAGHER, E. (2010). Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. *Trends in Food Science & Technology* **21**, 106-113.
- APAGÜEÑO ARÉVALO, A.A.O. Y PEZO AQUINO, M.A. (2014). Evaluación del efecto hipoglicémico del extracto acuoso de *Phalaris canariensis* L. (Alpiste) en ratas albinas cepa holtzman. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos-Perú.
- BEN SALAH, H., KCHAOU, M., BEN ABDALLAH KOLSI, R., ABDENNABI, R., AYEDI, M., GHARSALLAH, N., ALLOUCHE, N. (2017). Chemical composition, characteristics profiles and bioactivities of Tunisian *Phalaris canariensis* seed: a potential source of ω -6 and ω -9 fatty acids. *Journal of Food and Nutrition Research* **5**, 711-716.
- BENITEZ, G.; GONZALEZ-TEJERO, M.R. AND MOLERO-MESA, J. (2010). Pharmaceutical ethnobotany in the western part of Granada province (southern Spain): Ethnopharmacological synthesis. *Journal of Ethnopharmacology* **129**, 87–105.
- BODEGA, J.L.; DE DIOS, M.A.; RODRÍGUEZ, R.H. Y PEREYRA IRAOLA, M. (1995). Caracterización agronómica de poblaciones comerciales de alpiste. *Revista Facultad de Agronomía* **15**, 161–170.

- BRAVO MEJÍA, M.B Y RODRÍGUEZ LÓPEZ, K.A. (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: 1-104.
- Canaryseed Development Commission of Saskatchewan (2011). Disponible en: <http://www.canaryseed.ca/documents/NutritFacts_brown_canaryseed_groats_2011.pdf> (Fecha de consulta: 30/07/2018).
- COGLIATTI, M. (2012). Canaryseed crop. *Scientia Agropecuaria* **1**, 75 – 88.
- COGLIATTI, M., CORTIZO, L.V., ROGERS, W.J. (2014). Mejoramiento genético de alpiste: selección y evaluación de líneas de derivadas de la población marroquí PI284184. *RIA* **40**, 2.
- 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. 158 pp.
- FISCHER, R.G. AND DALL`AGNOL, M. (1987). Introduction and evaluation of annual winter grasses. *Herbage Abstracts* **57**, 851.
- GIMÉNEZ-BASTIDA, J.A., PISKULA, M. Y ZIELNSKI, H. (2015). Recent advances in development of gluten-free buckwheat products. *Trends in Food Science & Technology* **44**, 58-65.
- HUCL, P. (2001). Development and quality of glabrous canary seed, Crop Development Centre. Department of Plant Sciences. University of Saskatchewan: Saskatoon, Saskatchewan, Canada, pp. 1-102.
- IRANI, M., ABDEL-AAL, E-S.M., RAZAVI, S.M.A., HUCL, P. Y PATTERSON, C.A. (2016). Thermal and Functional Properties of Hairless Canary Seed (*Phalaris canariensis* L.) Starch in Comparison with Wheat Starch. *Cereal Chem.* **94**, 341–348.
- JURADO RODRÍGUEZ, K.Y. (2015). Desarrollo de un producto alimenticio: Galletas nutritivas basadas en alpiste para personas diabéticas, con el fin de optimizar su salud en la ciudad de Guayaquil. Universidad de Guayaquil (Ecuador). Pp: 1-136.

- LI, W.; QIU Y; PATTERSON, C.A.AND BETA, T. (2011). The analysis of phenolic constituents in glabrous canaryseed groats. *Food Chemistry* **127**, 10-20.
- LI, W. AND BETA, T. (2012). An evaluation of carotenoid levels and composition of glabrous canaryseed. *Food Chemistry* **133**, 782-786.
- LÓPEZ, D.N., GALANTE, M., RAIMUNDO, G., SPELZINI, D. Y BOERIS, V. (2018). Functional properties of amaranth, quinoa and chia proteins and the biological activities of their hydrolyzates. *Food Research International* xx, xx-xx.
- MAGNUSON, B.A., PATTERSON, C.A., HUCL, P., NEWKIRK, R.W., RAM, J.I., CLASSEN, H.L. (2014). Safety assessment of consumption of glabrous canary seed (*Phalaris canariensis* L.) in rats. *Food and Chemical Toxicology* **63**, 91–103.
- MATUS-CÁDIZ, M. A.; HUCL, P. AND VANDENBERG, A. (2003). Inheritance of hull pubescence and seed color in annual canarygrass. *Canadian Journal Plant Science*, **83**, 471–474.
- NOVAS, M.J.; JIMÉNEZ, A.M. AND ASUERO, A.G. (2004). Determination of antioxidant activity of canaryseed infusions by chemiluminescence. *Journal of Analytical Chemistry* **59**, 75-77.
- O'NEILL, C.H.; HODGES, G.M.; RIDDLE, P.N.; JORDAN, P.W.; NEWMAN, R.H.; FLOOD, R.J. (1980). A fine fibrous silica contaminant of flour in the high oesophageal cancer area of North-East Iran. *Int. J. Cancer* **26**, 617-628.
- PATTERSON C.A. (2010). Canaryseed - Food Applications for Canaryseed. *Canaryseed News* **17**, 5-6.
- PATTERSON C.A. (2011). Canaryseed - Naturally Gluten-Free. *Canaryseed News* **21**, 4.
- PELIKAN, J. (2000). Evaluation of yield in canary grass (*Phalaris canariensis* L.) varieties. *Rostlinná Výroba* **46**, 471-475.
- POVERENE, A.M.; CARRERA, D.; MARINCIONI, M.C.; BODEGA, J.L. (1994). Variación isoenzimática en una colección de alpiste. Actas del III Congreso Nacional de Trigo y I Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño-Invernal, Bahía Blanca. 279 – 280.

- RIBEIRO, R.; FIUZA DE MELO, M.M.R.; BARROS, F.; GOMES, C., AND TROLIN, G. (1986). Acute antihypertensive effect in conscious rats produced by some medical plants used in the state of São Paulo. *Journal of Ethnopharmacology* **15**, 261-269.
- ROBINSON, R.G. (1978). Chemical composition and potential uses of annual canarygrass. *Agron J* **70**, 797-800.
- SOTILES, A.R., DALTOÉ, M.L.M., APARECIDO DE LIMA, V., PORCU, O.M. Y ALVES DA CUNHA, M.A. (2015). Technological use of green banana and birdseed flour in preparing cookies. *Acta Scientiarum Technology* **37**, 423-429.
- TAYLOR, J.R.N., SCHOBER, T.J. Y BEAN, S. R. (2006). Novel food and non-food uses for sorghum and millets. *Journal of Cereal Science* **44**, 252-271.
- THACKER, P.A. (2003). Performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs fed diets containing graded levels of canary seed. *Canadian Journal of Animal Science* **83**, 89-93.
- USDA, NRCS. (2012). The PLANTS Database. National Plant Data Team, Greensboro, NC 27401-4901 USA. Disponible en <<http://plants.usda.gov>> (Fecha de consulta: 15/07/2018)
- VALVERDE, M.E., 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**, 20-25.
- VILLALBA MARÍN, D.A. (2016). Producción y comercialización de galletas de alpiste con estevia en la empresa lucepa de Ambato. Universidad Técnica de Ambato. (Ecuador). Pp: 1-136.
- YAGÜEZ, J.L. (2002). Alpiste: un cultivo olvidado. Convenio INTA - Ministerio de Asuntos Agrarios de la provincia de Buenos Aires. Disponible en <www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/agricultura/alpiste/alpiste.pdf> (Fecha de consulta: 15/07/2018).