

Estudio sobre grano de ajonjolí (*Sesame indicum sp.*) y su procesamiento en la actualidad

Elaborado por:

Mayra Andrea Tejada Rico

Ingeniería de Alimentos

Asesor:

Francisco Cabrera

Docente

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS TECNOLOGÍA E INGENIERÍA
INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Girardot, Enero de 2018

Estudio sobre grano de ajonjolí (*Sesame indicum sp.*) y su procesamiento en la actualidad

Elaborado por:

Mayra Andrea Tejada Rico

Ingeniería de Alimentos

Monografía presentada para optar el título profesional de Ingeniero de Alimentos

Asesor:

Francisco Cabrera

Docente

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS TECNOLOGÍA E INGENIERÍA
INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Girardot, Enero de 2018

Resumen analítico especializado (RAE)	
Título	Estudio sobre grano de ajonjolí (<i>Sesame indicum sp.</i>) y su procesamiento en la actualidad
Modalidad de trabajo de grado	Monografía presentada para optar el título profesional de Ingeniero de Alimentos
Autor	Mayra Andrea Tejada Rico.
Institución	Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Fecha	Junio 05 de 2018
Palabras claves	Ajonjolí, cadena productiva, procesamiento, aceite, grano descortezado
Descripción	<p>Este documento presenta los resultados del trabajo de grado realizado en la modalidad de monografía para optar por el título de Ingeniero de Alimentos, bajo la asesoría del ingeniero Francisco Cabrera, y que expone el estado actual del procesamiento del ajonjolí principalmente en Colombia, reconociendo los beneficios nutricionales del grano, su cadena productiva en el país, tradicionales productos obtenidos y otros posibles usos.</p> <p>Su pertenencia deriva en que el ajonjolí tiene muchas cualidades nutricionales que permiten que el estudio del grano y de sus productos generen desarrollo de nuevos bienes, lo cual beneficiaría no solo a los productores de la semilla sino a las empresas procesadoras, que podrían ampliar el portafolio de productos, disminuir la contaminación y obtener mayores ganancias a partir de la misma materia prima.</p>
Fuentes	<p>Para el desarrollo de la investigación se utilizaron las siguientes fuentes principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corporación PBA. (2013). Guía para el manejo integrado del cultivo de ajonjolí. Bogotá: Corporación PBA. Recuperado a partir de http://www.corporacionpba.org/portal/sites/default/files/Cartila_Ajonjoli - diagramada (2)-min.pdf • IICA, I. I. de cooperación para la agricultura, MAGFOR, & jiCA. (2004). Cadena agroindustrial del ajonjolí de Nicaragua. Nicaragua: IICA, Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura. Recuperado a partir de http://repiica.iica.int/docs/B0010e/B0010e.pdf • Ministerio de comercio, industria y turismo. (2011). Plan de manejo ambiental para la subvención No. R-008 “Agregación de valor para el mejoramiento de la competitividad de la cadena productiva del ajonjolí en los municipios de Córdoba, San Jacinto, Zambrano y San Basilio de Palenque en los montes de María”. Ministerio de comercio, industria y turismo. Recuperado a partir de http://www.mipymes.gov.co/loader.php?lServicio=Documentos&lFuncion=verPdf&id=3738&name=88921599-Plan-de-Manejo-Ambiental-para-la-Agregacion-de-valor-para-el-mejoramiento-de-la-competitividad-de-la-cadena-productiva-del-Ajonjoli-en-los-municipios.pdf

Resumen analítico especializado (RAE)	
Fuentes	<ul style="list-style-type: none"> • USDA. (2016). Food Composition Databases Show Foods -- Seeds, sesame seeds, whole, dried. Recuperado 12 de febrero de 2018, a partir de https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3620?fgcd=&manu=&lfacet=&format=&count=&max=50&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=sesame&ds=&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing= • Vaca Morán, F., Vásquez Galán, J., Vásquez Granda, V., & Vásquez Guillén, J. (2001). El cultivo del ajonjolí. Recuperado a partir de https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2550/1/210904_0325_ajonjoli.pdf
Contenido	<p>Este trabajo de grado consta de 7 capítulos. En los primeros 3 capítulos se realiza la definición del problema (planteamiento y descripción), la justificación y los objetivos general y específicos del trabajo de grado. En el capítulo 4, se abarca el marco teórico y desarrollo del problema, mediante la presentación del origen y zonas productoras, las características del ajonjolí, su cadena productiva, la normatividad actual, y los usos y procesamiento no convencionales del ajonjolí.</p> <p>En el capítulo 5, se encuentra la metodología utilizada para desarrollar la problemática, esto es un enfoque cualitativo. El capítulo 6, trata de los resultados de esta y el capítulo 7, abarca las conclusiones obtenidas.</p>
Metodología	<p>El trabajo aborda el enfoque cualitativo, el cual es flexible en la presentación y análisis de la información; y que por las características del documento no sigue una metodología específica, sino que es una combinación de varios tipos de investigación: documental, descriptiva y explicativa.</p>
Conclusiones	<p>El ajonjolí es un alimento seguro, rico en grasas monoinsaturadas y poliinsaturadas, minerales como calcio y vitamina E; aunque no debe desconocerse los componentes antinutricionales presentes en el grano, al momento de decidir llevar una dieta rica en esta semilla.</p> <p>Es considerado como producto alérgico a nivel internacional, puesto que se tienen plenamente identificados los componentes que causan esta particularidad en el grano y se contempla una posible reactividad cruzada con las avellanas. Afortunadamente a nivel nacional existe una concientización de reportar el ajonjolí entre sus productos, puesto que a pesar que en el país no es obligatorio mencionarlo, debido al carácter exportador de muchas compañías, la mayoría lo hacen para cumplir los estándares internacionales, siendo beneficioso para la población en general.</p> <p>Asimismo, es interesante el planteamiento de otros usos y procesos para el ajonjolí, donde es destacable la utilización del aceite como lubricante, lo cual permitiría utilizarlo libremente en las empresas de alimentos en los procesos de mantenimiento. También es resaltado su uso como sustituto en la fabricación de diferentes alimentos, que permitiría el incremento de su demanda.</p>

Resumen analítico especializado (RAE)

Referencias bibliográficas

- Agronet, R. de información y comunicación del sector agropecuario colombiano. (2016). Estadísticas agrícolas del ajonjolí. Agronet. Recuperado a partir de <http://www.agronet.gov.co/Documents/Ajonjolí.pdf#search=ajonjolí>
- Banco Central de Nicaragua. (2005). Ajonjolí. Revista de comercio exterior. Recuperado a partir de <http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/historico/sinopsis/5.pdf>
- Banco de la República. (2018). Coyuntura del sector agropecuario colombiano. Colombia: Banco de la República. Recuperado a partir de <http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/informe-congreso-marzo-2018-recuadro-2.pdf>
- Corporación PBA, y las organizaciones de, & Proyecto., productores participantes en el. (2009). Cadenas productivas de los montes de María. Corporación PBA. Recuperado a partir de <http://www.rutamontesdemaria.com/sites/default/files/2016-05/CARACTERIZACION DE LAS CADENAS PRODUCTIVAS DE MMa.pdf>
- Cruz Hernández, E. (2003). *La importancia del cultivo de ajonjolí (Sesamum indicum L.) en México*. Universidad Autónoma Agraria. Recuperado a partir de [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1261/LA_IMPORTANCIA_DEL_CULTIVO_DE_AJONJOLI%28sesamum indicuml.%29 EN MEXICO.pdf?sequence=1](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1261/LA_IMPORTANCIA_DEL_CULTIVO_DE_AJONJOLI%28sesamum%20indicum%29_EN_MEXICO.pdf?sequence=1)
- Delgado, A. E., & Aperador, W. A. (2014). Estudio Comparativo del Poder Lubricante y Estabilidad Oxidativa entre el A...: Discovery Service para UNAD. *Información Tecnológica*, 25(4), 79-90. Recuperado a partir de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2171/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=23209f1e-6ba1-4cb0-9282-13402c68c956%40sessionmgr4008>
- Delgado, A. E., García-Cáceres, R. G. G., & Aperador, W. A. (2016). Estudio del poder lubricante del aceite de ajonjolí con adición de nanopartículas de cobre. *Información Tecnológica*, 27(6), 175-184. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642016000600018>
- Falasca, S., Anschau, A., & Galvani, G. (2010). Las potenciales áreas productivas de sésamo (*Sesamus indicum l*) en argentina, materia prima para biodiesel. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 14, 11.63-11.68. Recuperado a partir de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-27_falasca_anschau_galvani_asades2010_1_.pdf

Resumen analítico especializado (RAE)

Referencias bibliográficas

- Fernández, P., & Laurentin, H. (2015). Efecto de extractos etanólicos de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) sobre *Fusarium oxysporum* f. sp. *Sesami*. *Acta Agronómica.*, 65(1), 104-108. Recuperado a partir de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2171/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=1d015236-62c5-45a3-a32f-5de34aeed10%40sessionmgr4006>
- Grasso, F. V. (2013). Diseño del proceso: Pretratamiento enzimático para extracción de aceites vegetales en un extractor de columna. Universidad Nacional de La Plata. Recuperado a partir de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26889/Documento_completo_.pdf?sequence=1
- ICONTEC. NTC 536. Industrias Alimentarias. Grano de ajonjolí (sésamo) para uso industrial., ICONTEC 1-8 (1980). Recuperado a partir de http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2083/icontec_enormas_mobile/visor/HTML5.asp
- Lázaro Sastre, M., & Ibañez Sandín, M. D. P. (s. f.). Capítulo 7. Alergia a los frutos secos (pp. 127-142). SEAIC.
- Martínez Palacios, C. A., Chávez Sánchez, M. C., Olvera Novoa, M. A., & Abdo de la Parra, M. I. (1996). Fuentes alternativas de proteínas vegetales como substitutos de la harina de pescado para la alimentación en acuicultura. En L. E. Cruz Suárez, D. Ricque Marie, & R. Mendoza Alfaro (Eds.), *Avances en Nutrición Acuícola III* (pp. 279-324). Nuevo León, México: Universidad Autónoma de Nuevo León. Recuperado a partir de http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/III/archivos/5.pdf
- Ministerio de Salud Pública. Resolución número 4241 de 1991, INVIMA 1-9 (1991). Recuperado a partir de https://www.invima.gov.co/images/stories/resoluciones/resolucion_4241_1991.pdf
- Montero, P. M., Acevedo, D., Arnedo, A. J., & Miranda, N. K. (2015). Efecto de la Incorporación de plasma sanguíneo y Pasta de Ajonjolí en la fabricación de un embutido tipo salchicha. *Información Tecnológica*, 26(6), 55-64. Recuperado a partir de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2171/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=f7932087-cea5-493e-8197-0ab96a3ec8c0%40sessionmgr4006>

Índice general

Introducción	10
1. Definición del problema	12
2. Justificación	14
3. Objetivos	16
3.1 Objetivo general	16
3.2 Objetivos específicos	16
4. El Ajonjolí	17
4.1 Origen y zonas productoras	17
4.2 Características del ajonjolí	18
4.3 Cadena productiva del ajonjolí	22
4.3.1 Producción primaria.	23
4.3.2 Procesamiento agroindustrial del ajonjolí.	26
4.3.3 Consumo.	35
4.4 Legislación nacional e internacional	36
4.5 Usos y procesamientos no convencionales del ajonjolí	40
5. Aspectos Metodológicos	46
5.1 Enfoque cualitativo	46
6. Resultados y discusión	48
7. Conclusiones y recomendaciones	50
Referencias bibliográficas	52

Índice de tablas

Tabla 1. Composición nutricional del ajonjolí entero	19
Tabla 2. Especificaciones para el grano de ajonjolí natural	37
Tabla 3. Requisitos que debe cumplir el grano ajonjolí o sésamo para uso industrial	37
Tabla 4. Niveles de infestación para el grano ajonjolí o sésamo para uso industrial.....	38
Tabla 5. Requisitos fisicoquímicos para el aceite crudo de ajonjolí o sésamo	38
Tabla 6. Requisitos de calidad el aceite de ajonjolí o sésamo	39
Tabla 7. Composición nutricional de grano ajonjolí tostado variedades nacionales	60

Índice de figuras

Figura 1. Descripción de la cadena productiva del ajonjolí en Colombia.	22
Figura 2. Producción primaria de ajonjolí.	25
Figura 3. Clases de ajonjolí.....	26
Figura 4. Diagrama de flujo de la limpieza de ajonjolí natural.	27
Figura 5. Diagrama de flujo del ajonjolí descortezado y ajonjolí descortezado tostado	30
Figura 6. Diagrama de flujo del ajonjolí de la pasta de ajonjolí (tahini).	32
Figura 7. Diagrama de flujo de aceite de ajonjolí y torta de ajonjolí.....	34
Figura 8. Diámetro de huellas. Ensayo de Desgaste Preventivo - DP Propiedades de Presión Extrema (PE))	42
Figura 9. Desgaste preventivo. Morfología de la huella de desgaste - Aceite de ajonjolí aditivado	42
Figura 10. Presión extrema a 314 Newton. Morfología de la huella de desgaste - Aceite de ajonjolí aditivado	43

Introducción

El ajonjolí o sésamo como es conocido en Asia, es una semilla oleaginosa rica en nutrientes como hierro y calcio, además de proveer aceite con alto contenido de ácido linoléico y ser una buena fuente de fibra así como de lecitina (Marrugo Ligardo et al.,2015; Banco Central de Nicaragua, 2005). Es una planta herbácea, de clima cálido (hasta 35°C), cuyo cultivo no es exigente en cuanto a nutrientes, y se da en diferentes tipos de suelos (Banco Central de Nicaragua, 2005).

En Colombia, se cultiva principalmente en la costa Atlántica y en el departamento del Tolima, con la particularidad de que su cultivo sigue en decaimiento a pesar de haber tenido una excepción entre 2013 - 2014, años en los cuales hubo un incremento de las áreas sembradas entre el 62-110% respecto al 2012 (Agronet, 2016); y de haber llegado a ser hace 20 años, el tercer productor de ajonjolí en Latinoamérica de acuerdo a Marrugo Ligardo et al. (2015). Lastimosamente este producto a nivel nacional se caracteriza por su carencia de técnicas y tecnologías adecuadas que permitan obtener cosechas satisfactorias, mejorar el procesamiento de productos, así como la conservación del grano y la prolongación de su vida útil.

A pesar de sus múltiples cualidades y beneficios, la semilla de ajonjolí ha sido encasillada tradicionalmente en la obtención de aceite comestible, gracias a la particularidad de este, ser de larga duración por el contenido de antioxidantes que posee (Banco Central de Nicaragua, 2005) y en segunda instancia como producto de decoración de otros alimentos. Sin embargo, en la

actualidad, el grano de ajonjolí en el país está destinado principalmente para uso en panadería y confitería, en la decoración de panes (como es el caso del pan hamburguesa y del pan perro), incorporación en productos integrales, adición a frutos secos confitados como el maní y elaboración de dulces; y subsiguientemente en obtención de aceite comestible y alimentación animal.

Conforme a lo anterior se vislumbra que el grano no ha sido explotado como otras oleaginosas, como por ejemplo la soya, pero que tiene un gran potencial para la obtención de más productos, sólo que falta más interés en su aprovechamiento.

1. Definición del problema

¿Qué otros usos pueden dársele al grano de ajonjolí en la actualidad, que permitan un mayor aprovechamiento en Colombia?

El ajonjolí es distinguido a nivel mundial principalmente por ser materia prima para la obtención de aceite comestible (CEI & JICA, 2013), debido a su un elevado porcentaje de lípidos totales (entre el 42-60%); el cual es altamente apetecido en Asia y otros países del mundo, y aunque es menos popular que el aceite de oliva y otra oleaginosas, sí es reconocido como de mejor calidad, lo cual incide en su precio y acceso al consumidor final (Cruz Hernández, 2003).

Lamentablemente en Colombia el consumo de aceite de ajonjolí es bajo, a pesar de su riqueza nutricional en ácidos grasos mono y poliinsaturados, folato y vitamina E así como en calcio (975mg), magnesio (352mg), potasio (468mg), entre otros (USDA, 2016); siendo más frecuente en la población inclinada hacia los alimentos saludables, orgánicos y/o light que en la población general, la cual está más acostumbrada a los aceites de maíz, soya, girasol, o mezcla de aceites (que son más económicos); debido al desconocimiento de los múltiples beneficios que el producto posee, la baja producción, la falta de adecuada comercialización y su elevado precio en comparación a otros aceites.

Subsiguientemente el grano se destaca por la comercialización y consumo ya sea con cáscara y sin cáscara; el principal uso del primero es en panadería de forma decorativa, así como en preparaciones alimenticias; mientras que el segundo es más usado en la elaboración de dulces y galletas. En el país está es la principal forma de consumo, es decir en grano, irónicamente buena parte de la población coincide en que es usado para producción de aceite o para la

fabricación de dulces, desconociendo que las semillas que decoran el pan perro o pan hamburguesa es ajonjolí, y que el sector de la panificación es su más grande cliente.

Cabe anotar que el descortezado de la semilla de ajonjolí, puede generar residuos líquidos con altas demandas biológicas y químicas de oxígeno (DQO y DBO), sino son tratadas adecuadamente, disminuyendo el contenido de bagazo en las aguas residuales de la operación, que sirve como fertilizante y para consumo animal.

Del proceso del aceite, el subproducto obtenido es la torta de ajonjolí, la cual está destinada para alimentación animal, debido a su gran contenido proteico, de fibra, y de aminoácidos como metionina y triptófano (Falasca, Anschau, & Galvani, 2010); pero podría ser utilizada para la obtención de proteína y aislado de proteína para consumo humano.

La torta al igual que el aceite es relativamente costosa respecto a otros productos que son utilizadas con el mismo fin, en este caso, productos a base de maíz como el silo; esto hace que sea menos apetecida a pesar de tener mejores beneficios nutricionales para los animales; aunque puede ser competitiva respecto a la torta de soya, debido a que esta materia prima es importada principalmente, y la torta de ajonjolí sería una buena opción para hacer frente a este tipo de productos, incentivando el consumo de lo nacional (Oliva Martínez et al., 2015).

El ajonjolí tiene muchas cualidades nutricionales que permiten que el estudio del grano y de sus productos derive en el desarrollo de nuevos, lo cual beneficiaría no solo a los productores de la semilla sino a las empresas procesadoras, que podrían ampliar el portafolio de productos, disminuir la contaminación y obtener mayores ganancias a partir de la misma materia prima.

2. Justificación

El análisis de las cualidades del ajonjolí, como semilla oleaginosa, procesada en el país, permite recoger y examinar la información para revelar la realidad de la situación.

La intencionalidad de este documento es plantear otras formas de aprovechamiento del grano de ajonjolí, con el propósito de vislumbrar potenciales nuevos productos, así como otros usos para los productos habitualmente obtenidos, consiguiendo así su maximización.

Para lo anterior primero se identificarían cuáles son componentes nutricionales; luego se investigarían cuáles han sido sus formas de procesamiento y usos convencionales, y luego de recopilar esta información se plantearían otras opciones de aprovechamiento según la bibliografía consultada y que podrían ser adoptadas por la industria colombiana; para responder a diversas necesidades tanto de tipo alimentario como no alimentario, lo que generaría una mayor demanda del grano y desarrollo de nuevos productos, así como modificación de los ya existentes.

Lo anterior permitiría no sólo descatalogar el ajonjolí como producto de decoración, sino reforzar sus cualidades nutricionales y su versatilidad en la obtención de productos; lo cual podría inducir un aumento en la demanda del grano a nivel nacional, permitiendo que las hectáreas sembradas y cosechadas se incrementarán, lo que permitiría volcar el interés agronómico sobre el grano, para mejorar la calidad del mismo desde su cultivo y desarrollar e implementar mejores prácticas agrícolas y de poscosecha. Así como que se fomentará e impulsará el desarrollo tecnológico en el procesamiento del ajonjolí; e igualmente contribuir con la disminución del poco enfoque que le dan la mayoría de los departamentos del país en soluciones de innovación industrial o tecnológica; pecando al exportar las materias primas e

importar las manufacturas (Portafolio, 2016) y llegando a considerar la factibilidad que se cumplieran con los objetivos del programa de Colombia Siembra enfocados a este producto, cuya finalidad es convertir al país en una potencia mundial en alimentos (Revista Dinero, 2015).

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Investigar las características del grano de ajonjolí, procesos y productos obtenidos en la actualidad, para la maximización del aprovechamiento del grano, mediante el análisis de la información recolectada sobre sus propiedades y particularidades.

3.2 Objetivos específicos

- Reconocer la composición nutricional del grano de ajonjolí.
- Establecer la cadena productiva del ajonjolí.
- Definir los usos y procesos convencionales actuales del ajonjolí e identificar otros posibles usos y/o procesos para el ajonjolí.

4. El Ajonjolí

4.1 Origen y zonas productoras

Aunque su origen es incierto, se atribuye a África Central, siendo principalmente cultivado en India, África y China, y en menor medida en Centroamérica y Suramérica, hoy en día es muy apetecido tanto en Japón, Estados Unidos como en Europa (Vaca Morán et al., 2001), y es usado como condimento y en la obtención de aceite, el cual es muy apetecido por su olor, sabor y su larga estabilidad (Banco Central de Nicaragua, 2005).

A nivel de Latinoamérica, México y Venezuela son los mayores productores de ajonjolí seguidos por países centroamericanos como Nicaragua, Guatemala y Honduras, y algunos sudamericanos como Bolivia y Colombia.

A nivel nacional, el ajonjolí es principalmente cultivado en la costa Atlántica en los departamentos de Bolívar, Córdoba, Magdalena y Sucre (Pérez Bolaños, 2016), resaltando regiones azotadas por la violencia como los Montes de María, y al interior del país en el Tolima, aunque algunos municipios de Cundinamarca también siembran el grano pero en menor medida. Se generan dos cosechas al año, la primera es acopiada entre los meses de junio-agosto, y la segunda entre diciembre y febrero; el cultivo se caracteriza por ser apto al clima cálido y ser tolerante a la sequía, a diferentes tipos de suelos, con un rango de pH entre 4,3 y 8,7 (Vaca Morán et al., 2001).

El ajonjolí es un grano con muchos beneficios nutricionales y aunque su demanda no es tan fuerte en comparación a otros frutos oleaginosos, su déficit afecta reveladoramente la presentación de muchos productos ofrecidos al consumidor final. Una muestra de lo anterior es

la situación que desencadenó el fenómeno del niño que azotó el país entre 2015 y 2016, que afectó severamente los cultivos agrícolas en el país, entre ellos significativamente el del ajonjolí; por carencia de agua, altas temperaturas y emergencias por incendios forestales de diferentes zonas, siendo las más representativas Magdalena, Boyacá, Santander, La Guajira, Cundinamarca y Tolima.

Lo anterior conlleva a la necesidad de importación del grano de países como Venezuela principalmente, Bolivia, India y México para suplir la carencia industrial y de consumo del país, que llegó a ser tan desmedida, que incluso fue necesario por parte de muchas empresas modificar sus recetas para reducir en sus productos la cantidad normalmente adicionada del grano.

Lo anterior implica que a pesar que este producto es considerado de menor importancia en comparación a otras oleaginosas, su escasez genera importantes consecuencias.

4.2 Características del ajonjolí

El grano de ajonjolí, es una oleaginosa considerada como condimento por la legislación nacional según la resolución 4241 de 1991, y está incluida en la lista de alimentos seguros GRAS (Generally Recognised As Safe, “reconocido como alimento seguro”) por la FDA. Por lo anterior, el ajonjolí puede ser consumido de forma directa o ser usado en panadería para decoración, en confitería, galletería y pastelería, además cabe resaltar su riqueza nutricional en calcio, hierro, vitamina E y grasas insaturadas.

El ajonjolí, al no contener gluten es una buena opción para las personas que sufren de enfermedad celíaca, y por su contenido proteico es considerado como opción para el aislamiento de proteínas y la preparación de complementos alimenticios (López, Flores, Gálvez, Quirasco, & Farrés, 2001), especialmente después de habersele extraído el aceite.

El ajonjolí, no es un alimento tóxico, su consumo es seguro y no han sido descritas contraindicaciones del sésamo o ajonjolí, salvo en aquellas personas que experimenten alergia al mismo o a alguno de sus componentes.

Tabla 1. *Composición nutricional del ajonjolí entero*

Nutriente	Valor x 100g
Proximales	
Agua	4,69 g
Energía	573 kcal
Proteína	17,73 g
Lípidos totales	49,67 g
Carbohidratos	23,45 g
Fibra dietética total	11,88 g
Ceniza	4,45 g
Minerales	
Calcio, Ca	975 mg
Hierro, fe	14,55 mg
Magnesio, Mg	351 mg
Fósforo, P	629 mg
Potasio, K	468 mg
Zinc, Zn	7,75 mg
Vitaminas	
Niacina	4,5 mg
Folato total	97 µg
Vitamina E	2,27 mg
Lípidos	
Ácidos grasos saturados totales	6,957 g
Ácidos grasos monoinsaturados totales	18,759 g
Ácidos grasos polinsaturados totales	21,773 g
Colesterol	0 mg
Fitosteroles	714 mg

Nota. Información tomada de USDA. (2016). Food Composition Databases Show Foods -- Seeds, sesame seeds, whole, dried. Recuperado 12 de febrero de 2018, a partir de <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3620?fgcd=&manu=&lfacet=&format=&count=&max=50&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=sesame&ds=&qt=&qp=&qq=&qn=&q=ing=>

Cabe mencionar que la cantidad de nutrientes es variable de una semilla a otra, pero todas son magníficas fuentes de minerales, vitaminas y grasas insaturadas (Sibrían Gutiérrez, 2004).

[\(Ver apéndice A\)](#)

Por otra parte, se ha detectado en semilla de ajonjolí la presencia de bajas cantidades de ácido mirístico, palmitoléico y arachídico, así como de pentosano, colina, sacarosa y ácido clorogénico (en el follaje) (Sibrían Gutiérrez, 2004).

Sin embargo se debe tener en cuenta que también posee sustancias anti-nutricionales como ácido oxálico (oxalatos), que son quelantes de minerales como calcio, hierro, magnesio, cobre y zinc, es decir, les hace precipitar, por lo que se impide la absorción de estos minerales, claro que tienen la particularidad de ser termolábiles (González Urrutia, 2005); es decir que esta situación mejora al descortezar el ajonjolí, puesto que durante su procesamiento se elimina gran parte de esta sustancia, presente en el grano natural, siendo más específicos en su cáscara. El cuerpo humano tolera cierta cantidad de oxalatos, pero un consumo excesivo puede producir déficits de los minerales citados, cálculos renales y en casos de ingesta elevada se pueden presentar efectos tóxicos. Puede llegar a ser letal en dosis de 5g en adultos.

Adicional posee ácido fítico (fitatos), que al igual que los oxalatos, también reducen la biodisponibilidad de minerales, especialmente calcio, hierro y zinc, al tener una fuerte acción secuestrante de esos minerales y de otros como magnesio y fósforo; y además disminuye la absorción de la niacina. A diferencia de los anteriores no se inactivan con el calor, se inactivan parcialmente con remojo en medio ácido, fermentado y germinado. El ácido ascórbico (Vitamina C) puede reducir el efecto del ácido fítico en el hierro (González Urrutia, 2005).

De igual manera se debe considerar que el ajonjolí es un alimento alergénico. Actualmente se tiene que los componentes alérgenos del ajonjolí son 7, reportados en la lista

WHO/IUIS, (World Health Organization and International Union of Immunological Societies, 2014):

- Ses i 1 2S albumin
- Ses i 2 2S albumin
- Ses i 3 7S vicilin-like globulin
- Ses i 4 oleosin
- Ses i 5 oleosin
- Ses i 6 11S globulin
- Ses i 7 11S globulin

La alergia al sésamo es una alergia que puede desencadenarse no sólo por el consumo de alimentos a base del grano, sino que también lo contengan así como por el uso de productos cosméticos y de farmacia con extracto de su aceite. En 2005, la Unión Europea incluyó al sésamo en el grupo de alérgenos alimentarios, haciendo que fuera declarado en las etiquetas de los alimentos por parte de las empresas productoras; más sin embargo en el país aún no es considerado alérgeno dentro de la legislación vigente.

De acuerdo a (Lázaro Sastre & Ibañez Sandín, s. f.), la temperatura no desnaturaliza las proteínas del sésamo, debido a que una de las peculiaridades de los frutos secos es la potencia elevada de sus alérgenos y su estabilidad frente al calor y los procesos digestivos. Se considera que existe reactividad cruzada variable entre el sésamo y otras oleaginosas, distintivamente las nueces (principalmente las avellanas).

4.3 Cadena productiva del ajonjolí

La cadena se compone de tres eslabones estratégicos: los productores primarios (agricultores), transformadores - comercializadores y los consumidores.

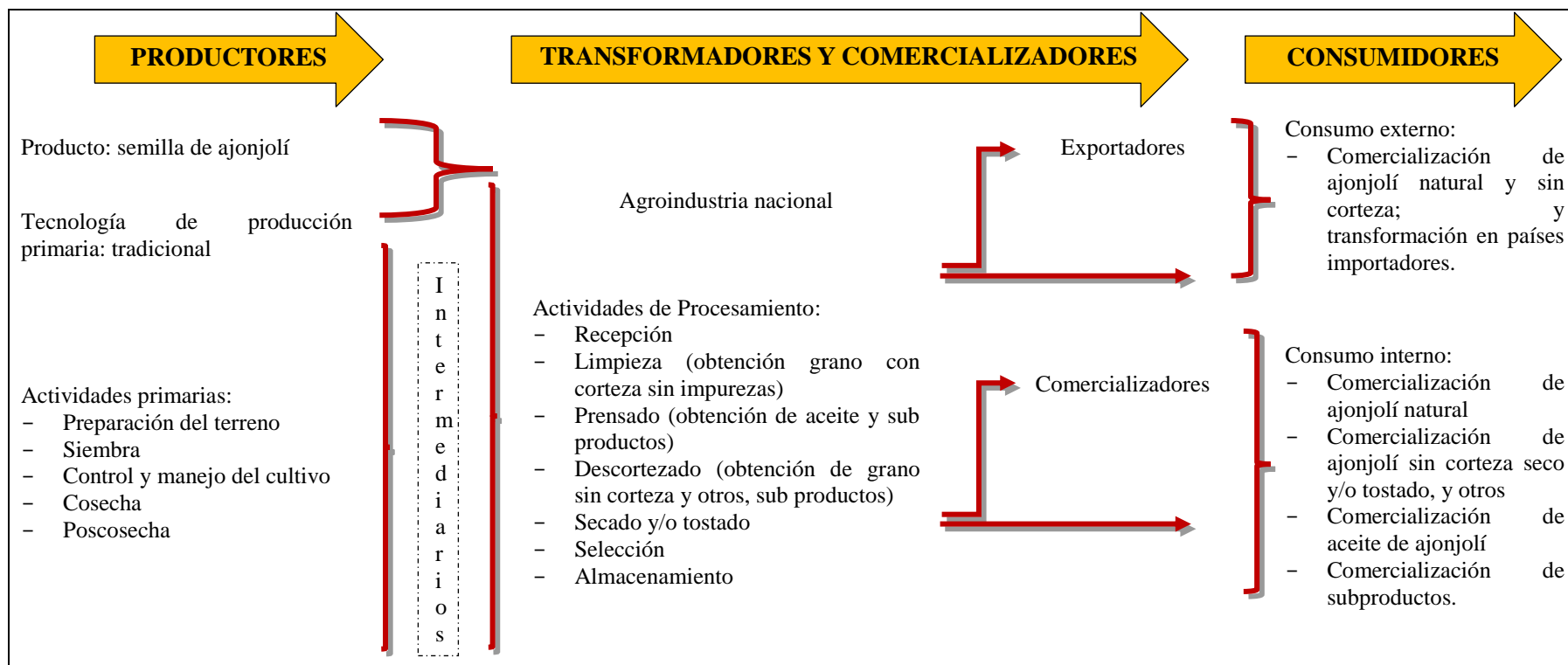


Figura 1. Descripción de la cadena productiva del ajonjolí en Colombia. (Corporación PBA & Proyecto., 2009; IICA, MAGFOR, & jiCA, 2004)

4.3.1 Producción primaria. El ajonjolí es un cultivo que está singularizado por la carencia de tierras propias de los agricultores para sembrar, siendo particular en la costa Atlántica que el cultivo se dé en buena parte en los playones que deja el río Magdalena durante la época de sequía, puesto que son terrenos fértiles y abandonados que sirven para cultivos transitorios; mientras que en el Tolima, es común arrendar los terrenos para este cultivo. La carencia de terrenos propios es mayoritariamente impedimento para el acceso a los créditos bancarios para mejoramiento del cultivo (Ministerio de comercio, 2011).

Además, es un cultivo carente de tecnología agrícola, siendo principalmente realizadas casi todas las actividades primarias de forma manual. Para la preparación del terreno se recomienda hacer 2 pases de arando en cincel y 2 ases de rastrillo para pulverizar el terreno debido al tamaño de la semilla. La siembra es realizada de forma manual, colocando entre 4-5 semillas por hueco, preferiblemente durante época de lluvia para favorecer la germinación. El raleo, consiste en eliminar las plantas que exceden la densidad aconsejada para el cultivo, también es realizado de forma manual, dejando 2-3 plantas por sitio distanciadas entre 35-40cm entre ellas (Corporación PBA, 2013).

El control de malezas puede realizarse de forma manual o con aplicación de agroquímicos, aunque muchos agricultores prefieren la primera para evitar dañar los brotes del ajonjolí durante su inicio; el control de plagas y enfermedades generalmente es tratado con plaguicidas, siendo la plaga más común la polilla *Antigastra catalaunalis* (*Lepidoptera pyralidae*) que causa la enfermedad conocida como el enrollador del ajonjolí; claro está que lo recomendado es evitar el uso de este tipo de productos y mejorar en la preparación del terreno, control de malezas y aplicar productos orgánicos para disminuir los contaminantes químicos en el cultivo (Corporación PBA, 2013).

La cosecha se realiza manualmente cuando ha terminado la floración y las hojas se tornan amarillas, cortando las plantas y haciéndose pilas verticales con éstas para secarlas al sol, práctica conocida como emburrado; posteriormente se procede con la trilla manual (sacudido de las plantas secas) para liberar la semilla de las cápsulas y se finaliza con una limpieza muy artesanal del grano usando ventiladores, cerniendo la semilla o sacudiendo los sacos sobre una carpa (Corporación PBA, 2013).

Finalmente, la semilla es empacada en sacos de 50 kilos o más en la zona norte de Colombia, y de 30-50kg en la región centro, y se dispone para su venta ya sea a intermediarios o consumidor industrial directamente.

Entre las desventajas que se tienen en la actividad primaria es que el ajonjolí sigue siendo un producto secundario para la mayoría de los productores colombianos tanto del Caribe como del Tolima (Corporación PBA & Proyecto., 2009); adicional a lo anterior en la zona de la costa no se utiliza un sistema técnico de riego en los cultivos (Ministerio de comercio, 2011), mientras que en Tolima sí hay zonas cultivadas con irrigación gracias a las canales de riego de los ríos Coello y Saldaña principalmente. Lastimosamente en Colombia a diferencia de otros países como Venezuela, México y otros, se carece de procesos de investigación, desarrollo e innovación tecnológica para mejoramiento de semillas, de acceso y desarrollo de maquinaria agrícola adecuada para el cultivo y cosecha de ajonjolí, así como de procesamiento; que permitan modernizar el cultivo y contribuyan a la expansión comercial del mismo y su transformación (Corporación PBA & Proyecto., 2009; Ministerio de comercio, 2011).



a)



b)



c)



d)



e)

Figura 2. Producción primaria de ajonjolí. a) Siembra; b) Cultivo de ajonjolí; c) Emburrado del ajonjolí, d) Sacudido o trilla del ajonjolí de campo y e) Cernido del ajonjolí de campo. (Corporación PBA, 2013)

4.3.2 Procesamiento agroindustrial del ajonjolí. El ajonjolí tiene diferentes variedades y colores, pasando desde el tono crema claro hasta el negro; puede ser consumido de forma natural, descortezado y/o tostado; aunque su uso más conocido es para la extracción de aceite.



a)



b)



c)

Figura 3. Clases de ajonjolí. a) Ajonjolí natural según su variedad, b) grano de ajonjolí descortezado y c) grano de ajonjolí descortezado tostado. (Escarola, 2018; Laurentin T., 2018; Molimax, 2018)

- **Grano de ajonjolí natural.** El grano de ajonjolí se recibe de campo y es sometido a un proceso de limpieza pasando por zarandas o tamices con mallas de diferentes aperturas para el retiro de impurezas propias de la cosecha como hojas, palos, tierra, etc.; luego se pasa por una

Diagrama de flujo de la limpieza de ajonjolí natural

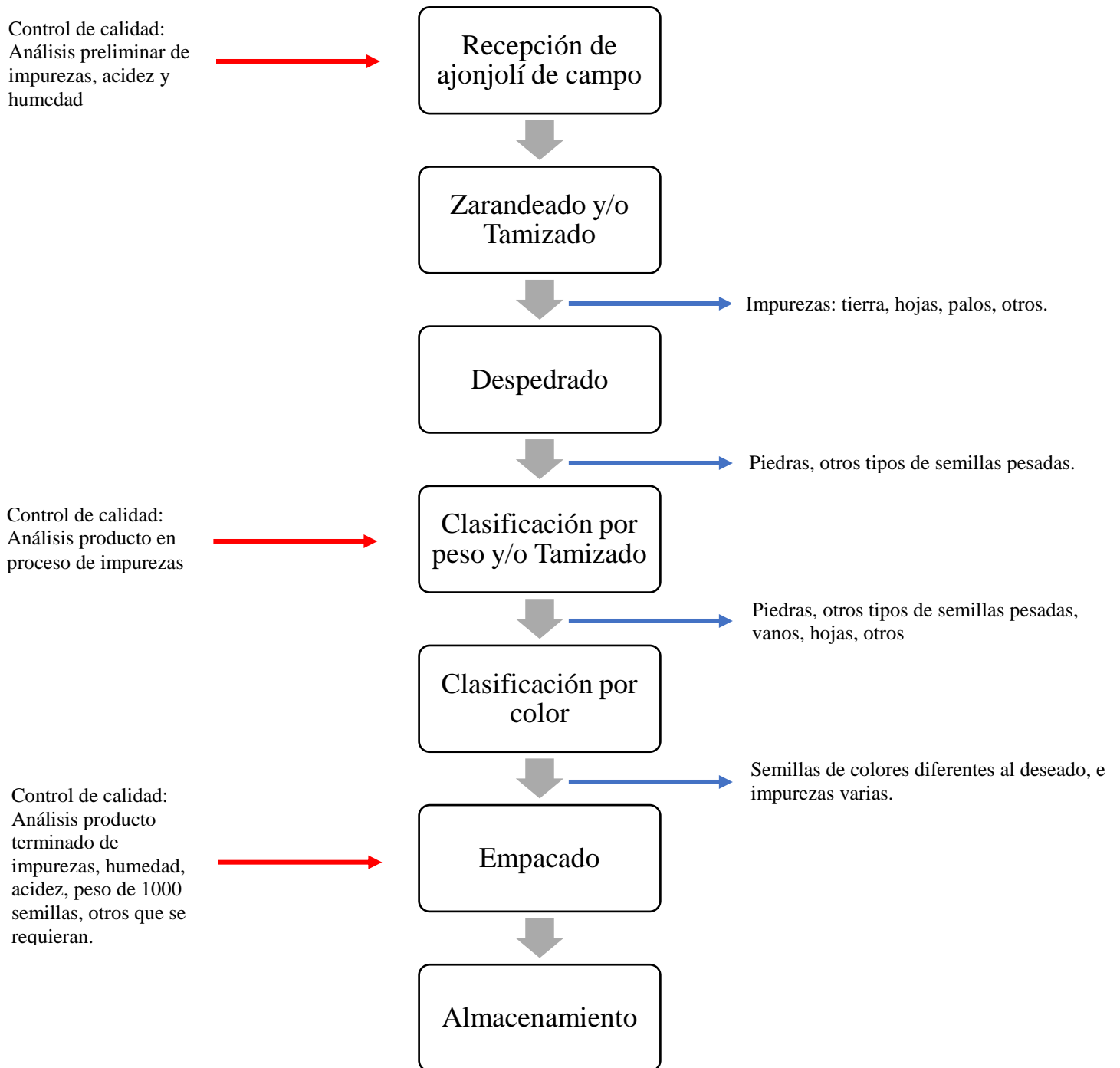


Figura 4. Diagrama de flujo de la limpieza de ajonjolí natural.

Fuente: Elaboración propia

máquina despedradora para el retiro de piedras, residuos minerales y otros tipos de semillas. Dependiendo del uso final del grano se puede seleccionar por color después de haber sido seleccionado por peso en una mesa gravimétrica o por tamaño en un tamiz; y finalmente se empaca en bultos que pueden ser de 25 kg, 40 kg y 50 kg o del peso requerido por los clientes, siendo más comerciales los dos primeros pesos.

Su principal uso es para la elaboración de dulces, decoración del maní confitado y la extracción de aceite.

- **Grano de ajonjolí descortezado.** Una vez limpia la semilla proveniente de campo puede ser sometida a una inmersión en agua caliente o en soluciones cáusticas calientes, para el ablandamiento de la corteza, que luego es retirada mediante un lavado con agua fría. Posteriormente es sometido a una operación de secado para retirar el exceso de humedad a temperaturas hasta 140°C; luego se realiza una selección ya sea manual o electrónica para eliminar granos de colores diferentes y otras impurezas, y se procede a su empaqueo y almacenamiento en bultos de 25 kg generalmente.

Su destino es principalmente la industria panificadora, para ser usado de forma decorativa en los panes. Además, es usado en la elaboración de galletas tanto de dulce como de sal, en especial las integrales; así como en la elaboración de dulces blandos y duros. También es habitual que en algunos países, especialmente asiáticos, el ajonjolí descortezado sea teñido de colores para adornar platos como el sushi.

- **Grano descortezado tostado.** Cuando el grano está deshidratándose, puede aumentarse la temperatura de secado a 140°C o más, para darle una cualidad de tostado a la semilla, que

repercute tanto en su color, pasando de ser crema pálido a ser amarillo tostado hasta marrón oscuro, así como en su olor y sabor que pasa de ser oleoso neutro o dulce, según la variedad, a

Diagrama de flujo del ajonjolí descortezado y ajonjolí descortezado tostado

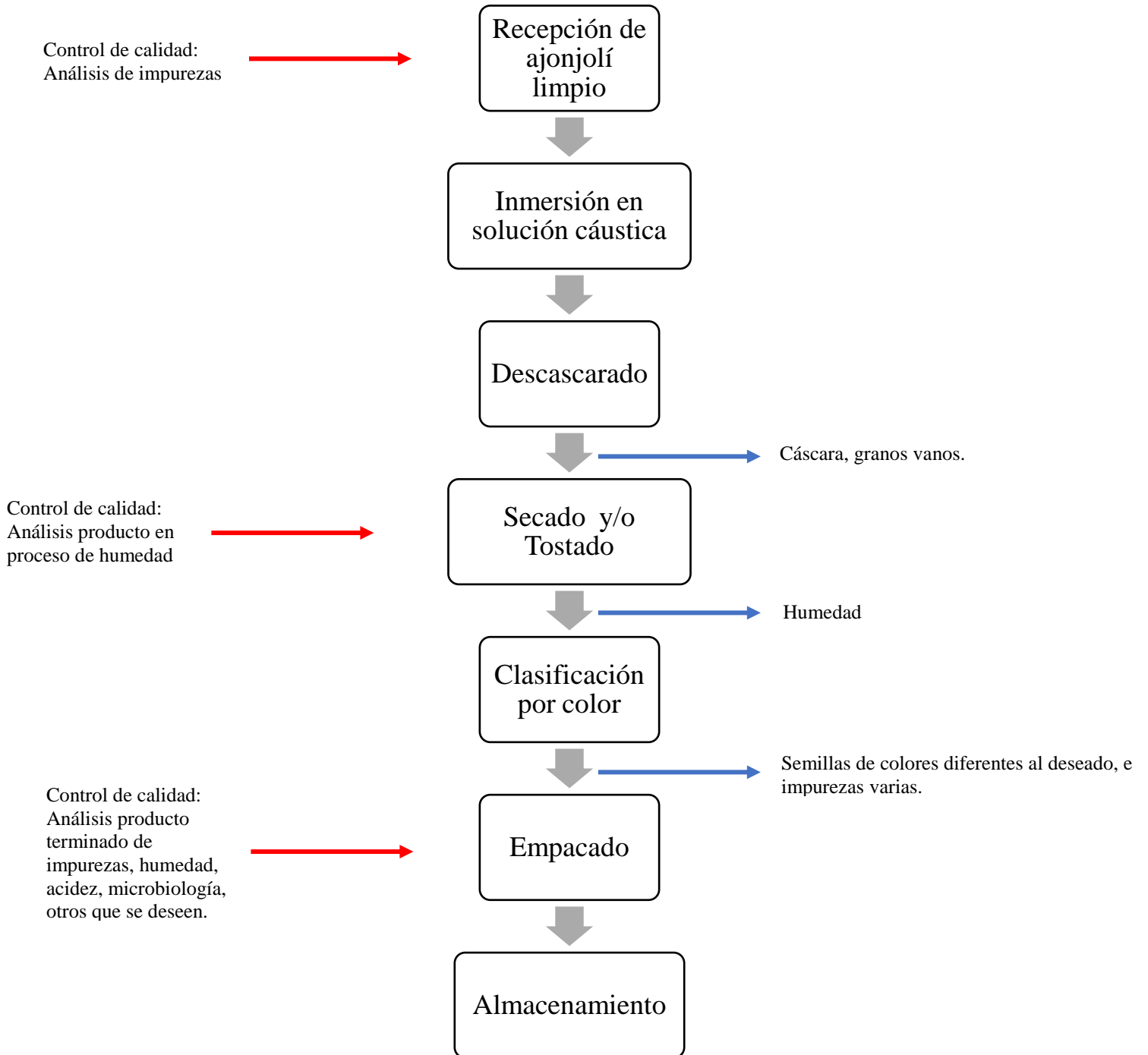


Figura 5. Diagrama de flujo del ajonjolí descortezado y ajonjolí descortezado tostado
Fuente: Elaboración propia

tener una marcado sabor y olor característicos de oleaginosas como maní o nueces. Este producto también es sometido a selección manual o electrónica, y empaçado de 25 kg.

Al igual que el descortezado, es usado frecuentemente en la galletería, dulcería y como condimento de platos culinarios.

- **Pasta de ajonjolí.** Es conocida también como tahini en muchos países, es obtenida a partir de la molienda de semillas de sésamo descascarilladas, previamente remojadas en salmuera, y tostadas entre 110-150°C. Es utilizada como ingrediente en muchos tipos de alimentos listos para el consumo como halva y hummus así como de aderezo para ensalada, principalmente en los países del Medio Oriente y el Mediterráneo oriental, donde su consumo es habitual (Osaili & Al-Nabulsi, 2016; Torlak, Sert, & Serin, 2013). En Colombia este tipo de producto no es muy habitual ni demandado por la población en general; es más de tipo gourmet, aunque en la costa Atlántica es habitual que los campesinos muelan la semilla natural y la consuman en forma de pasta para untar.

- **Aceite comestible.** Es la forma de consumo más tradicional, y gracia a sus propiedades es comparable con el aceite de oliva por su múltiples beneficios, rico en ácido linoleo, y en sesamol, que es un antioxidante natural que lo hace resistente a la rancidez oxidativa en comparación con otros aceites, además posee un sabor agradable y no requiere de refinación, aunque eso depende de la preferencia de los clientes o el destino final del mismo (Zavala Giler & Castillo Farfan, 2007).

El aceite crudo o natural puede tener tonos amarillos claros hasta ámbar oscuro, siendo predominante el amarillo oro, lo anterior depende de la variedad de la semilla como de sí el

grano está en forma natural, descortezado o tostado. El aceite refinado tiene a ser más pálido debido a la pérdida de carotenos en el proceso de blanqueo (Zavala & Castillo Farfan, 2007).

Diagrama de flujo de la pasta de ajonjolí (tahini)

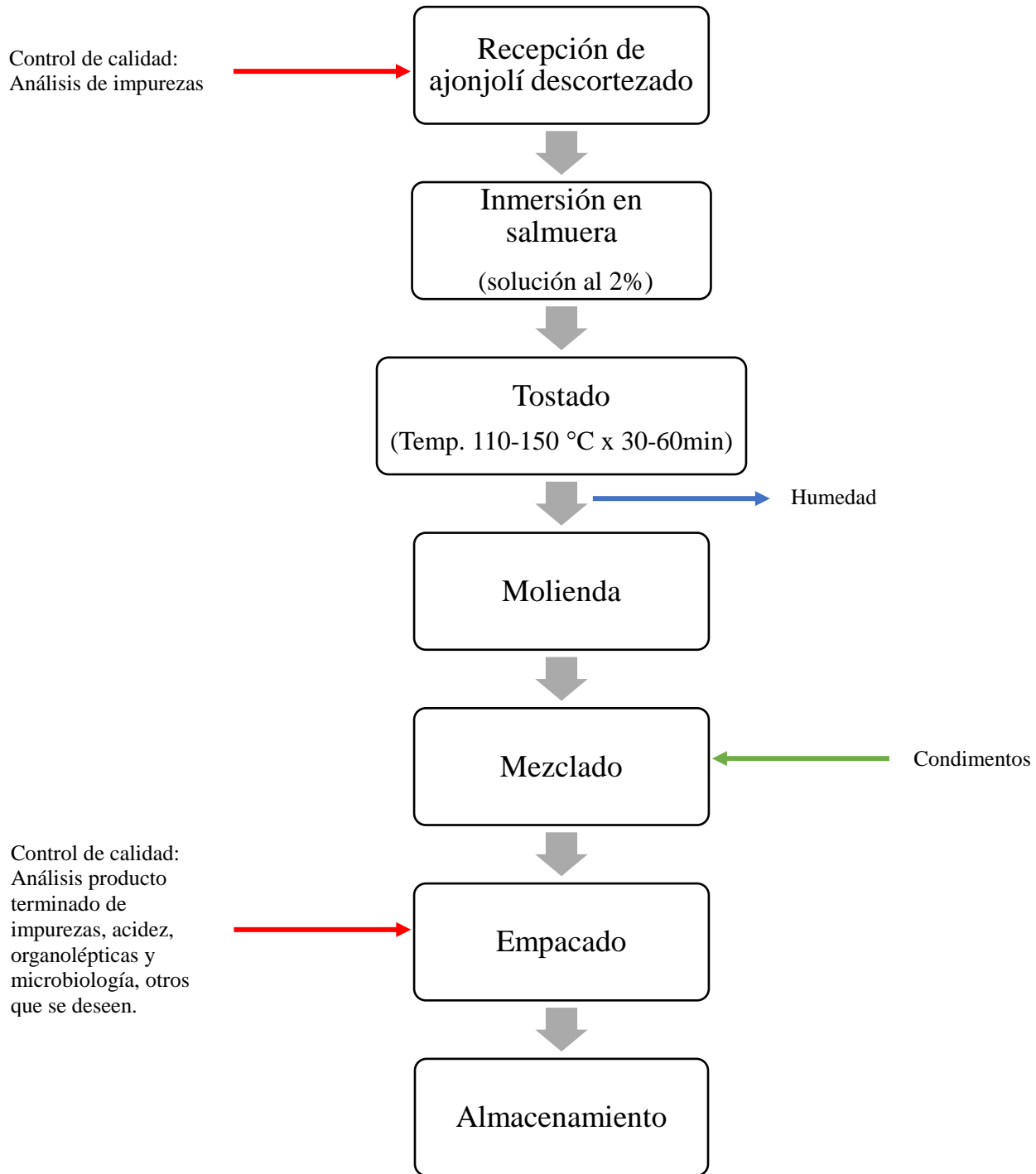


Figura 6. Diagrama de flujo del ajonjolí de la pasta de ajonjolí (tahini).
Fuente: Elaboración propia

Se recomienda no tomar aceite de ajonjolí ni grandes cantidades de semillas durante el embarazo debido a los lignanos, un tipo de fitoestrógenos que puede afectar el ciclo del embarazo.

A nivel de hogar, el aceite de ajonjolí es usado como cualquier otro aceite para las preparaciones culinarias cotidianas; a nivel industrial en cuanto al sector alimenticio es utilizado para la elaboración de frituras, margarinas, y productos de repostería; mientras que en el sector cosmético y farmacéutico es utilizado para la elaboración de cremas, bases líquidas, suplementos alimenticios y como ingrediente de algunos medicamentos veterinarios (Corporación PBA & Proyecto., 2009)

- **Torta de ajonjolí.** Del proceso de extracción de aceite se obtiene como subproducto la torta o pasta de ajonjolí, como es conocida en otros países, la cual es usada en la alimentación animal, y se caracteriza por su alto valor proteico (32-50%) (Chiriboga Espín, 2013; Martínez Palacios et al., 1996), siendo un excelente sustituto de la torta de soya; su sabor agradable permite la buena aceptación por los animales y debido a su contenido nutricional puede ser utilizado en la alimentación de diferentes tipos de animales tanto monogástricos como en rumiantes.

Un factor a tener en cuenta con la torta de ajonjolí en la dosificación de alimentación animal, es que ésta es rica en ácido fítico, el cual afecta la disponibilidad biológica, al formar complejos insolubles con ciertas proteínas y cationes metálicos, impidiendo la absorción de minerales. Además en exceso causa pérdida de grasa corporal en porcinos, mal sabor en la carne vacuna y funciona como laxante (Chiriboga Espín, 2013; Martínez Palacios et al., 1996).

Diagrama de flujo de aceite de ajonjolí y torta de ajonjolí

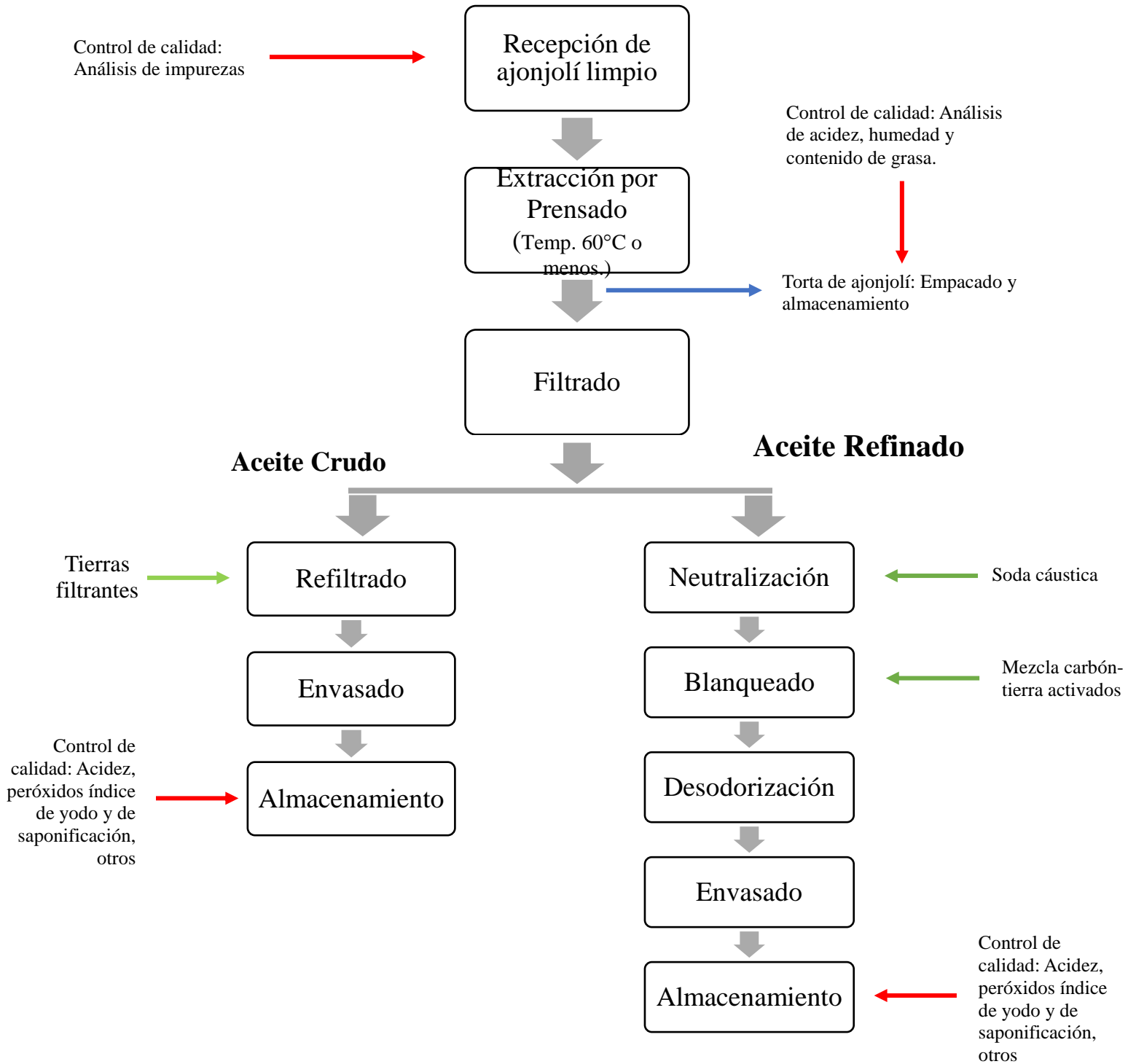


Figura 7. Diagrama de flujo de aceite de ajonjolí y torta de ajonjolí.

Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Consumo. Después de haber sido procesado el ajonjolí ya sea sólo de forma primaria (limpieza del grano) o secundaria (descortezado o extracción de aceite), se procede a su comercialización interna o externa, siendo mayoritariamente preferido a nivel internacional el grano de ajonjolí natural, puesto que los mercados internacionales no son asequibles a los productos elaborados a base de ajonjolí; por este motivo, los exportadores llevan a estos mercados productos semiprocesados, como es el caso de países como Japón y los de la Unión Europea; mientras que hay otros países como Estados Unidos que prefieren el grano sin cáscara, claro que las exportaciones a este país son casi nulas, puesto que el mercado centroamericano es el principal abastecedor de este país.

Los principales destinos de exportación de Colombia en los últimos años han sido México y Ecuador (Corporación PBA & Proyecto., 2009; IICA et al., 2004).

La comercialización interna se caracteriza por el consumo principalmente de ajonjolí sin cáscara, el cual como se ha mencionado antes es elevadamente demandado por la industria panadera y confitera; mientras que al detal es demandado por tiendas naturistas y supermercados. Otros productos como el aceite, son demandados a nivel mayorista por empresas cosméticas y farmacéuticas y a nivel minorista por tiendas naturistas, orgánicas, restaurantes gourmet y supermercados (Corporación PBA & Proyecto., 2009)

En cuanto a la torta de ajonjolí, su demanda no es tan significativa como los derivados de la palma africana, de leguminosas y cereales; lo cual es una lástima debido a su buen contenido nutricional, aun así, su consumo es principalmente en el sector porcícola seguido del ganadero.

4.4 Legislación nacional e internacional

En Colombia el grano de ajonjolí no es considerado como producto alérgeno, por lo tanto no está incluido en la resolución 5109 de 2005, la cual establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado que deben cumplir los alimentos envasados y materias primas de alimentos para consumo humano; pero la unión europea sí lo incluyó como tal en el reglamento (UE) N° 1169/2011 del parlamento europeo y del consejo el 25 de octubre de 2011. Además, a pesar que la FDA de Estados Unidos tampoco contempla el ajonjolí como un alérgeno de alimento principal, y no está incluido en los ocho alimentos o grupos alimenticios alérgenos en la Ley de Etiquetado de Alérgenos de Alimento y Protección al Consumidor de 2004 (FALCPA), en la Ley en Inocuidad Alimentaria de Estados Unidos de 2011, conocida como (FSMA), la cual consiste en siete reglamentos enfocados a la prevención y a la reacción ante posibles problemas en la inocuidad alimentaria, entre los cuales se exige cumplir con el buen rotulado y se desarrolla el programa de verificación de proveedores extranjeros, que obliga a los importadores a verificar que los alimentos que importan cumplan con los estándares de inocuidad de los EE. UU, se deben tener en cuenta los alérgenos o agentes sensibilizantes regulados por los países donde se distribuyan los productos que se reciban, procesen y/o fabriquen en ese país.

Lo anterior implica que pese a que en el país este producto no tiene relevancia alérgica a nivel internacional sí la tiene, lo que hace que las empresas tanto nacionales como extranjeras procesadoras y comercializadoras de ajonjolí y sus productos, deban considerarlo como tal en su rotulado.

Respecto a sus características físicas, organolépticas y microbiológicas, el grano de ajonjolí se rige bajo dos normas, la primera es la resolución 4241 de 1991, la cual define las

características de las especias o condimentos vegetales, en este caso las especificaciones que se dan son aplicables al grano de ajonjolí natural, puesto que el descortezado y el tostado no permiten valores tan altos de humedad.

La segunda es la NTC 536, que establece los requisitos del grano de ajonjolí para uso industrial, entendiéndose como grano natural, es decir, con cáscara, debido a que los valores de humedad presentados en esta son acordes a los de la resolución 4241 de 1991, y que no son aptos para ningún grano de ajonjolí sin corteza, por su rápida descomposición.

Tabla 2. Especificaciones para el grano de ajonjolí natural

Característica	Especificación			
Fisicoquímicas				
Humedad	7% máx.			
Cenizas	7% máx.			
Cenizas insolubles	1% máx.			
Fibra bruta	7% máx.			
Organolépticas				
Propia de su especie				
Microbiológicas				
	n	m	M	c
NMP coliformes fecales	3	4	40	1
Esporas <i>Clostridium</i> sulfito reductor	3	100	1.000	1
<i>B. cereus</i> /g	3	100	1.000	1
Hongos y levaduras	3	3.000	5.000	1

Nota. Donde: n = Número de muestras a examinar, m = índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad, M = índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad, c = Número máximo de muestras permisibles con resultados entre m y M. Fuente: (Ministerio de Salud Pública, 1991)

Tabla 3. Requisitos que debe cumplir el grano ajonjolí o sésamo para uso industrial

Requisitos	Porcentaje en masa	
	Grado 1	Grado 2
Total de granos dañados, máximo	2	3
Humedad, máximo	7	7
Impurezas, máximo	3	4
Ácidos grasos libres, máximo	1,5	2,5
Contenido de aceite, mínimo	47	42

Nota. Fuente: (ICONTEC, 1980)

Además fija los valores de infestación permitidos así:

Tabla 4. Niveles de infestación para el grano ajonjolí o sésamo para uso industrial

Nivel	Número de insectos vivos en 1000 g de ajonjolí		Número total de insectos permitidos (primarios y secundarios)
	Primarios	Secundarios	
Libre	0	0	0
Ligeramente Infestado	1 a 3	1 a 5	5
Infestado	Mayores a 3	Mayores a 5	Mayores a 5

Nota. Fuente: (ICONTEC, 1980)

Esta norma también establece que el valor máximo de aflatoxinas es de 20ppb, pero la NTC 3581 del 2006 fija los valores máximos de aflatoxinas en alimentos para consumo humano directo en 10ppb (10µg/kg), mientras que para los alimentos a granel no destinados para consumo humano directo se mantiene en 20ppb. Es decir que dependiendo del destino final de la semilla natural de ajonjolí se tomaría el valor correspondiente, es decir, depende sí va a ser utilizada directamente o procesada.

El aceite de ajonjolí crudo se rige bajo la norma NTC635, la cual establece las siguientes especificaciones:

Tabla 5. Requisitos fisicoquímicos para el aceite crudo de ajonjolí o sésamo

Requisitos	Especificaciones	
	Mínimas	Máximas
Densidad 25 °C/25 °C	0,914	0,919
Índice de refracción a 25 °C)	1,470	1,474
Índice de yodo	104	120
Índice de saponificación (mg KOH/g de aceite)	187	195
Acidez expresada como ácido oleico porcentaje	-	2,5
Materia insaponificable expresada en porcentaje	-	2,0
Humedad e impurezas expresadas en porcentaje	-	1,0
Color lovinbond, celda de 25,4mm	Amarillo 30 Rojo 2,5	
Reacción de Villavecchia	Positiva	
Determinación de aceite de pescado	Negativa	

Nota. Fuente: (ICONTEC, 1992)

Mientras que el aceite de ajonjolí refinado se rige bajo la norma NTC 256, la cual establece las siguientes especificaciones:

Tabla 6. Requisitos fisicoquímicos para el aceite de ajonjolí o sésamo refinado

Requisitos	Especificaciones	
	Máximas	Mínimas
Densidad 20 °C/20 °C	0,924	0,915
Índice de yodo	120	104
Índice de saponificación (mg KOH/g de aceite)	195	186
Índice de refracción (ND a 40 °C)	1,469	1,465
Materia insaponificable (g/Kg)	≤20	-
Acidez expresada como ácido oleico en fracción en masa expresado en porcentaje (%)	0,1	-
Índice de peróxido, meq O ₂ /kg de grasa:		
- En fábrica	1	-
- Fuera de fábrica	5	-
Humedad y materia volátil en fracción en masa expresado en porcentaje (%)	0,1	-
Impurezas insolubles en fracción en masa expresado en porcentaje (%)	0,05	-
Identificación de jabón residual	Negativo	

Nota: Los resultados obtenidos para los contenidos de: acidez, humedad y materia volátil e impurezas insolubles, se expresan en fracción de masa según el Sistema Internacional de Unidades, el cuál dice: “Fracción de masa de B, W_B: Esta cantidad se expresa frecuentemente en por ciento, %. La notación “% (m/m)” no deberá usarse”. Fuente: (ICONTEC, 2010)

Factor de conversión 1% = 0,01

Tabla 6 Requisitos de calidad el aceite de ajonjolí o sésamo

Requisitos	Contaminantes, en mg/kg	
	Máximos	Mínimos
Hierro	1,5	-
Cobre	0,1	-
Plomo	0,1	-
Arsénico	0,1	-
Identificación de aceite mineral	Negativa	

Nota. Fuente: (ICONTEC, 2010)

4.5 Usos y procesamientos no convencionales del ajonjolí

Entre las muchas opciones que presenta el ajonjolí para ser procesado y otros posibles usos fuera de los convencionales, se mencionan los siguientes a continuación:

- **Obtención de aceite de ajonjolí con pretratamiento enzimático.** De acuerdo a Grasso (2013), la permeabilidad de semillas y frutos oleaginosos puede aumentarse mediante hidrólisis parcial de las paredes celulares de los vegetales oleaginosos con el empleo de enzimas adecuadas; por ejemplo el uso de enzimas proteolíticas permite que el aceite obtenido sea separado más fácilmente a través de un medio acuoso o por un solvente orgánico luego de la acción proteolítica. El autor también expone que según las enzimas empleadas y el manejo y control de sus variables de trabajo, es posible incrementar la productividad, reducir el tiempo de operación y/o la cantidad de solvente empleado con mínimas alteraciones en la obtención de aceite.

- **Extracción de aceite residual de la torta con fluidos supercríticos.** Este tipo de operación está siendo utilizada para la obtención de extractos aromáticos (aceites esenciales), extractos de tipo activo (principios activos) y de tipo oleoso (aceites vegetales), gracias a la acción lipofílica que poseen los agentes de extracción, siendo el CO₂ supercrítico uno de los más utilizados; esta tecnología no solo es amigable con el medio ambiente, también cuenta con un elevado poder de extracción de compuestos orgánicos y gran capacidad de penetración en sólidos (Andrade Avila, 2017), además que minimiza o evita el empleo de solventes derivados del petróleo (Dorado, Hurtado, & Martínez Correa, 2017) como el hexano que es frecuente utilizado para la extracción de aceite residual de las tortas obtenidas después del prensado o para la extracción completa, permitiendo la obtención de un aceite libre de solventes y más sano para

los consumidores, sin embargo su mayor desventaja son los elevados costos de producción.

- **Elaboración de aceite lubricante.** Aunque el principal uso del ajonjolí es la obtención de aceite comestible por sus propiedades nutricionales, desde hace unos años se estudian el uso y ventajas de los aceites vegetales para operaciones de lubricación respecto a los lubricantes de origen petroquímico, debido a que manifiestan mejor efectividad en condiciones de lubricación según lo citado por Delgado et al (2016). En 2014, Delgado & Aperador manifestaron que el aceite de ajonjolí tiene mayor poder lubricante gracias a la naturaleza polar de los triglicéridos presentes, lo que le da mayor afinidad por las superficies metálicas a diferencia de los aceites minerales no polares como el aceite mineral comercial; a partir de esto Delgado et al (2016) revelan que la adición de nanopartículas de cobre en forma de dispersión al aceite de ajonjolí, mejora su capacidad de lubricación en la prevención del desgaste, aumenta la carga anterior al desgaste visible, el punto de soldadura y tiene buen comportamiento en lubricación de extrema presión respecto a un aceite lubricante comercial reconocido; lo cual amplía el campo de aplicación del aceite de ajonjolí permitiendo considerarlo para el mantenimiento de equipos tanto en el sector alimentario como en el no alimentario.

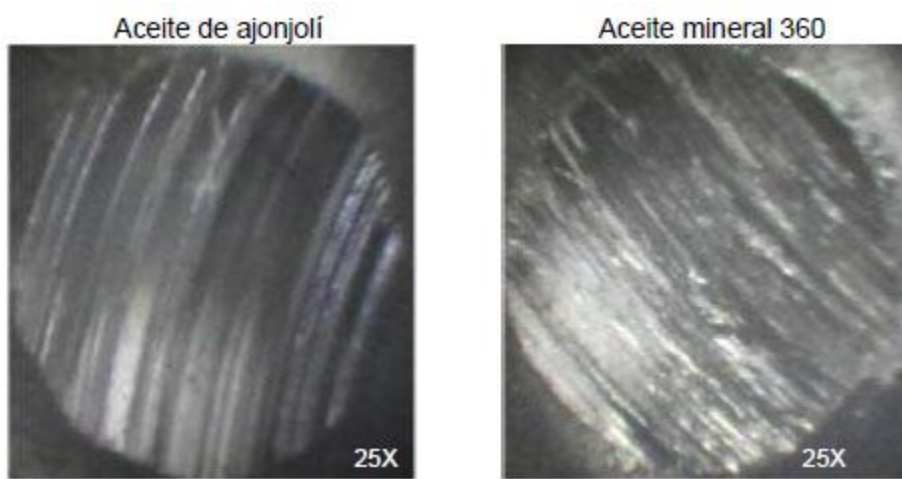


Figura 8. Diámetro de huellas. Ensayo de Desgaste Preventivo - DP Propiedades de Presión Extrema (PE). (Delgado & Aperador, 2014)

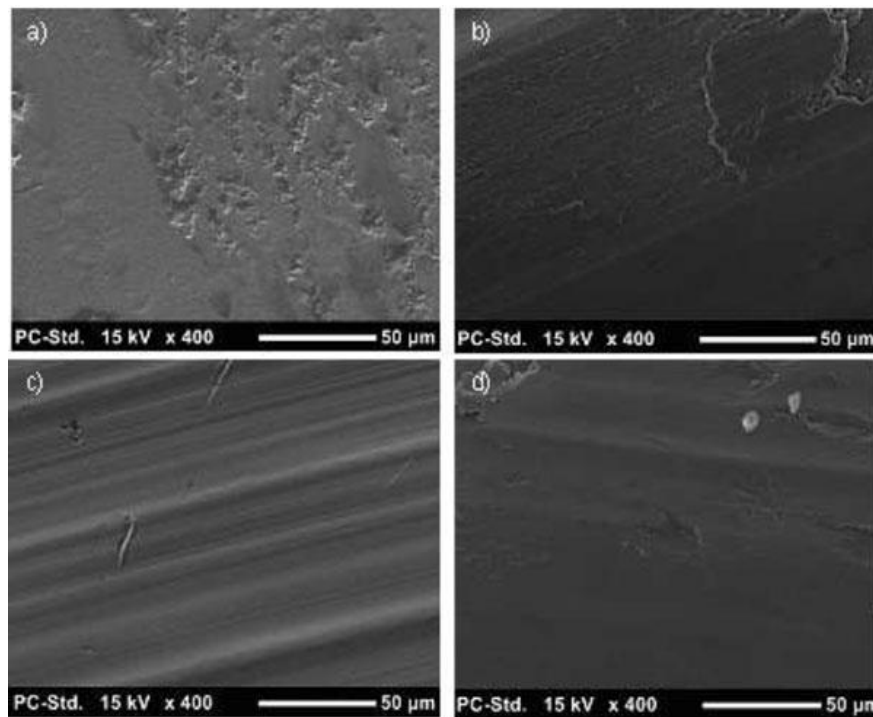


Figura 9. Desgaste preventivo. Morfología de la huella de desgaste - Aceite de ajonjolí aditivado
a) 0,5% DNpCu b) 1,0% DNpCu c) 2,5% DNpCu. d) Aceite hidráulico Terpel® ISO 68.
(Delgado et al., 2016)

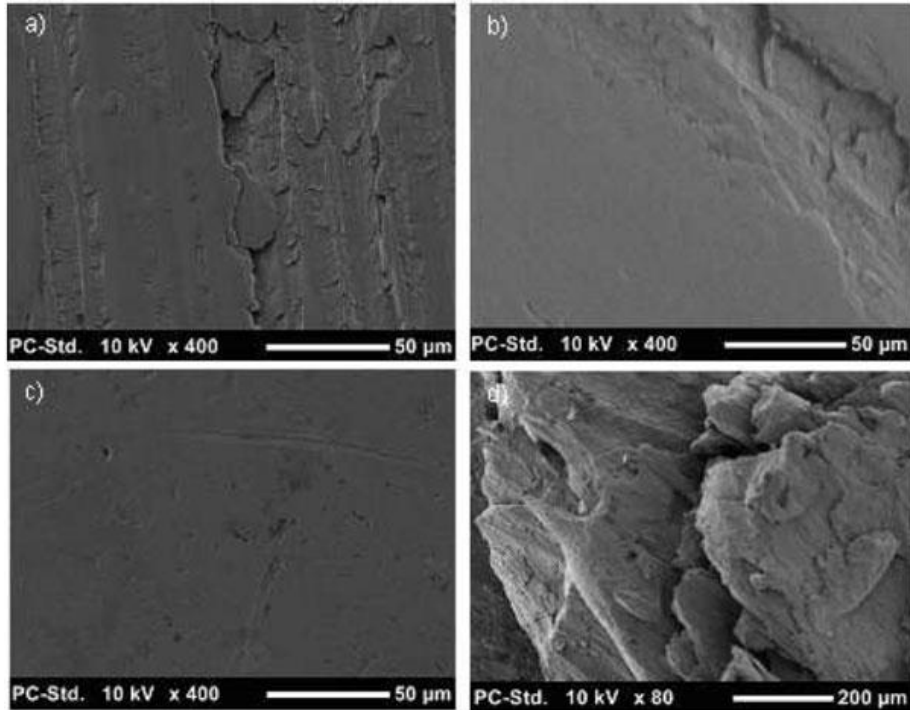


Figura 10. Presión extrema a 314 Newton. Morfología de la huella de desgaste - Aceite de ajonjolí aditivado a) 0,5% DNpCu b) 1,0% DNpCu c) 2,5% DNpCu. d) Aceite hidráulico Terpel® ISO 68. (Delgado et al., 2016)

- Sustituto parcial de grasa y proteína.** Hoy en día, gracias a los cambios en los hábitos de consumo que se han volcado a una alimentación más saludable y con menos contenido de grasas saturadas, sal y/o azúcares; hacen que se utilicen en la industria alimenticia sustitutos de estos procedentes de proteínas, carbohidratos, grasas modificadas y sintéticas, para la fabricación de alimentos con bajo contenido calórico; por lo tanto, gracias a las características nutricionales del ajonjolí, puede ser considerado como un sustituto de grasas y proteínas en diferentes alimentos como por ejemplo: en embutidos, los cuales deben cumplir con un mínimo de proteína sea de origen animal o vegetal y en lo posible contener la menor grasa saturada posible (Montero, Acevedo, Arnedo, & Miranda, 2015); en helados en los cuales es posible usarlo como oleogel para sustituir las grasas saturadas, de acuerdo al proyecto desarrollado por estudiantes de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (Código San Luis, 2017); en galletas, en las cuales

permite disminuir y/o reemplazar el contenido de harina de trigo así como de grasas provenientes de la mantequilla, entre otros, etc.

- **Obtención de proteína.** En 2002, dos personas diferentes patentaron la extracción, aislamiento y obtención de proteína de ajonjolí, usando métodos diferentes. Mientras que Correa Raquel, expone la obtención de proteína a partir de harina desengrasada, solubilizándola en una mezcla de álcali con agua a pH entre 9-11 y a 15-45 °C; con agitación constante durante un tiempo de 5 minutos a 2 horas; posteriormente filtrándose y centrifugándose, para finalmente realizar ultrafiltración por membranas entre 25-45 °C a 20-100 lb/ft², obteniendo una concentración de sólidos totales entre 12 a 17%, sin sobrepasar los 20 °Bx. Inmediatamente el concentrado es enfriado a un rango de temperatura de 5-15 °C, neutralizado hasta lograr un pH de 6,5-7 y secado por aspersión.

Torres Juárez (2002), plantea primero la etapa de extracción de aceite, seguida de la molienda de la torta obtenida, solubilizándola en una mezcla de NaCl a 0,1-5M y pH comprendido entre 8-11 o 2-4. Luego se realiza una ultrafiltración con límite de exclusión de 70-360 Kdal, se filtra el producto obtenido con carbón activado y se precipita la proteína con disminución de pH a 4,5-7,5, pudiéndose acelerar la operación con centrifugación a 10.000-20.000 rpm. Finalmente el producto es secado hasta valores inferiores al 20%.

Aunque ambos procesos tienen algunas similitudes, presentan operaciones sencillas, novedosas y manejables; además los dos permiten la obtención de proteína utilizable en la industria alimentaria ya sea para elaboración o complementación de productos comestibles.

- **Control de enfermedades fúngicas en cultivos.** En 2015, Fernández & Laurentin expusieron que el extracto etanólico de las raíces de la variedad de ajonjolí INIA, inhibieron el crecimiento de *Fusarium oxysporum f. sp. sesami*, el cual afecta a variedad de cultivos incluido

el del sésamo cuando tiene las condiciones de favorabilidad para ser patogénico; la relevancia del estudio es que a pesar de que existen muchos otros extractos procedentes de especies vegetales que inhiben el desarrollo del hongo, la mayoría no usan especies que sea afectadas por el microorganismo, así con base en los resultados obtenidos del estudio se especula que el efecto inhibitorio procede de metabolitos naturales presentes en la planta como defensa natural; lo cual hace que la variedad sea atractiva para fines de mejoramiento genético.

5. Aspectos Metodológicos

5.1 Enfoque cualitativo

Para el desarrollo de este trabajo se ha adoptado el enfoque cualitativo, el cual permite la recolección y el análisis de la información de diversas fuentes. Por su carácter, el escrito no se apoya en una metodología específica, pero se puede decir que se desarrolló una investigación documental y descriptiva, al señalar el estado actual del procesamiento del ajonjolí en Colombia principalmente; combinado con una investigación explicativa, buscando establecer posibles nuevos usos para el ajonjolí y mejorar su aprovechamiento en el país, tomando primariamente como referencia diferentes estudios generados sobre el tema en los últimos 10 años, y de forma agregada bibliografía de más de una década.

5.1.1 Materiales y métodos. Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron especialmente artículos científicos y tesis experimentales escritos acerca del tema; consultados principalmente en la base de datos de la biblioteca virtual de la universidad y otros sitios académicos. También se consultaron libros, periódicos, revistas, normatividad colombiana e internacional sobre ajonjolí, documentos de conferencias, documentos generados como resultados de análisis situacionales y/o proyectos de fundaciones empresariales e incluso documentos electrónicos como páginas web; que permitieron recopilar la información necesaria para dar cumplimiento a los objetivos.

El método de recolección de información no requirió las técnicas tradicionales de encuestas, ni discusión grupal ni entrevistas; tampoco se presentan datos estadísticos por no ser un estudio cuantitativo.

6. Resultados y discusión

Después de realizada la investigación documental se aprecia que a nivel nacional existe poca investigación respecto al ajonjolí; la mayoría de documentos más recientes proceden como resultados de estudios de fundaciones y organizaciones no gubernamentales, y aunque existen tesis y otros documentos al respecto están más enfocadas al mercadeo y a la parte agronómica que en la investigación y el procesamiento. La mayoría de investigaciones proceden de otros países especialmente los fuertes productores y/o consumidores de ajonjolí.

También se evidencia falta de actualización en la normatividad vigente, la falta de clasificación de los productos y de generación de normas de calidad para cada uno de ellos.

Además se registra como el cultivo de ajonjolí ha perdido el interés de los agricultores y como a pesar que aún se mantiene, en condiciones inferiores a las contempladas años atrás, sigue concentrado en las mismas zonas sin diversificarse en otras regiones (Banco de la República, 2018; Agronet, 2016); cuya disminución es causada entre muchos motivos a los bajos precios al productor, al desconocimiento de prácticas de manejo adecuadas, la falta de estudios que ayuden a comprender el crecimiento y el desarrollo del vegetal en la zona, el cual modula los patrones de crecimiento, que influyen en aspectos de su fisiología, maduración y la calidad de sus frutos (Pérez Bolaños & Salcedo Medonza, 2018).

Luego de la clasificación documental y el análisis de información, se comprueba el motivo por el cual el grano de ajonjolí es considerado como un súper alimento para el sistema óseo, al contener en 100 g básicamente todo el requerimiento diario de calcio para el organismo

establecido entre 1000 – 1200 mg/día (Barrera, Lancheros, & Vargas, 2012). También se destaca por su contenido de fósforo, zinc, proteínas, vitamina E y antioxidantes benéficos para la salud.

Asimismo, se evidencia como la cadena productiva del ajonjolí es sencilla y básica, debido a la simpleza de su procesamiento por no ser fuertemente explotado su consumo y el desarrollo de productos a nivel nacional. Es evidente como necesita fortalecerse, para esto se requiere tener visión de la cadena productiva, puesto que al estar rezagados agrícolamente es indispensable dar valor agregado para lograr competitividad, no sólo a este sino a otros productos (Ortiz Castaño, 2016).

Igualmente se aprecia como el ajonjolí y sus productos pueden ser considerados no solo para uso alimenticio como en el caso del aceite, sino que también pueden tener otros destinos y que pueden obtenerse más productos que los convencionales.

7. Conclusiones y recomendaciones

El ajonjolí es un alimento seguro, rico en grasas monoinsaturadas y poliinsaturadas, minerales como calcio y vitaminas E principalmente en el grano natural; aunque no debe desconocerse los componentes antinutricionales presentes en este, al momento de decidir llevar una dieta rica en esta semilla.

Es considerado como producto alérgico a nivel internacional, puesto que se tienen plenamente identificados los componentes que causan esta particularidad en el grano y se contempla una posible reactividad cruzada con las avellanas. Afortunadamente a nivel nacional existe una concientización de reportar el ajonjolí entre sus productos, puesto que a pesar que en el país no es obligatorio mencionarlo, debido al carácter exportador de muchas compañías, la mayoría lo hacen para cumplir los estándares internacionales, siendo beneficioso para la población en general.

Al comparar los datos bromatológicos de la tabla nutricional del ajonjolí consultada en línea vs los analizados de la semilla colombiana para grano tostado se evidencia, que la semilla nacional tiene mayor contenido de proteína y más grasa después de haber sido procesada; lo que la hace más interesante para la obtención de proteína y/o aceite comestible tostado.

Además, se establecen que existen tres componentes de la cadena productiva del sésamo en el país: el de producción primaria, producción industrial y consumo; y se contrasta que los problemas generados desde el primer actor inciden en el desarrollo de los otros. La disminución de áreas cosechadas y la falta de producción agrícola tecnificada y/o mejorada, inciden tanto en la calidad como la en la oferta del producto, siendo necesario recurrir a las importaciones de países vecinos como Venezuela.

Se identifican los procesos de los productos más representativos elaborados a partir del ajonjolí son extracción de aceite y torta y el descuticulizado de la semilla; lamentablemente en el país no se generan otros valores agregados que podrían poner al ajonjolí al nivel de importancia como la soya y el maíz tanto en la alimentación animal como en la humana, siendo esta una alternativa mejor y posiblemente de mayor acceso. Además, el contenido proteico que posee serviría como opción para obtención de proteínas así como para suplir, complementar o adicionar ciertas clases de harinas en la industria alimentaria.

Asimismo, es interesante el planteamiento de otros usos y procesos para el ajonjolí, donde es destacable la utilización del aceite como lubricante, lo cual permitiría utilizarlo libremente en las empresas de alimentos en los procesos de mantenimiento. También es resaltable su uso como sustituto en la fabricación de diferentes alimentos, que permitiría el incremento de su demanda.

Por último, es evidente el retraso legislativo en cuanto a calidad alimentaria referente al grano de ajonjolí, lo cual hace primordial que las entidades encargadas en este caso INVIMA, Ministerio de Salud así como el Instituto Nacional de Salud (INS), se actualicen y generen normas aplicables a cada uno de los productos causados a partir del ajonjolí, especialmente el grano con y sin cáscara en sus diferentes presentaciones y que son consumidos en el país.

Referencias bibliográficas

- Agronet, R. de información y comunicación del sector agropecuario colombiano. (2016). Estadísticas agrícolas del ajonjolí. Agronet. Recuperado a partir de <http://www.agronet.gov.co/Documents/Ajonjolí.pdf#search=ajonjolí>
- Andrade Avila, Y. Y. (2017). *Proceso de extracción supercrítica del aceite esencial de pimienta de jamaica (Pimenta dioica l. merrill)*. Universidad Autónoma de México. Recuperado a partir de <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/67610>
- Banco Central de Nicaragua. (2005). Ajonjolí. *Revista de comercio exterior*. Recuperado a partir de <http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/historico/sinopsis/5.pdf>
- Banco de la República. (2018). Coyuntura del sector agropecuario colombiano. Colombia: Banco de la República. Recuperado a partir de <http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/informe-congreso-marzo-2018-recuadro-2.pdf>
- Barrera, M. del P., Lancheros, L., & Vargas, M. (2012). Consumo de calcio: evolución y situación actual. *Revista Facultad de Medicina*, 60(1), 50-61. Recuperado a partir de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v60s1/v60s1a06.pdf>
- CEI, C. de E. e I. N., & JICA, A. de cooperación internacional del J. (2013). Estudio de Mercado de Japón para la Semilla de Ajonjolí Nicaragüense. Nicaragua: JICA. Recuperado a partir de https://www.jica.go.jp/nicaragua/espanol/office/others/c8h0vm000001q4bc-att/21_estudio_01.pdf
- Chiriboga Espín, M. G. (2013). *Evaluación de la efectividad nutricional de la pasta de ajonjolí*

(Sesamum indicum L.) como sustituto de la pasta de soya en el crecimiento de codornices (Coturnix coturnix). Universidad San Francisco de Quito. Recuperado a partir de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2785/1/108877.pdf>

Código San Luis. (2017, diciembre 23). Alumnos de Ciencias Químicas sustituyen grasa en el helado con ajonjolí. *Código San Luis*. Recuperado a partir de <http://www.codigosanluis.com/alumnos-ciencias-quimicas-sustituyen-grasa-helado-ajonjoli/>

Corporación PBA. (2013). Guía para el manejo integrado del cultivo de ajonjolí. Bogotá: Corporación PBA. Recuperado a partir de [http://www.corporacionpba.org/portal/sites/default/files/Cartila_Ajonjoli_-_diagramada_\(2\)-min.pdf](http://www.corporacionpba.org/portal/sites/default/files/Cartila_Ajonjoli_-_diagramada_(2)-min.pdf)

Corporación PBA, y las organizaciones de, & Proyecto., productores participantes en el. (2009). Cadenas productivas de los montes de María. Corporación PBA. Recuperado a partir de http://www.rutamontesdemaria.com/sites/default/files/2016-05/CARACTERIZACION_DE_LAS_CADENAS_PRODUCTIVAS_DE_MMa.pdf

Correa Raquel, A. S. (2002). Proceso para la extracción, aislamiento y purificación de proteína de ajonjolí. Google Patents. Recuperado a partir de <https://patents.google.com/patent/WO2004019694A1/es>

Cruz Hernández, E. (2003). *La importancia del cultivo de ajonjolí (Sesamum indicum L.) en México*. Universidad Autónoma Agraria. Recuperado a partir de [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1261/LA_IMPORTANCIA_DEL_CULTIVO_DE_AJONJOLI_%28sesamum indicuml.%29 EN MEXICO.pdf?sequence=1](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1261/LA_IMPORTANCIA_DEL_CULTIVO_DE_AJONJOLI_%28sesamum%20indicuml.%29_EN_MEXICO.pdf?sequence=1)

Delgado, A. E., & Aperador, W. A. (2014). Estudio Comparativo del Poder Lubrificante y

- Estabilidad Oxidativa entre el A...: Discovery Service para UNAD. *Información Tecnológica*, 25(4), 79-90. Recuperado a partir de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2171/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=23209f1e-6ba1-4cb0-9282-13402c68c956%40sessionmgr4008>
- Delgado, A. E., García-Cáceres, R. G. G., & Aperador, W. A. (2016). Estudio del poder lubricante del aceite de ajonjolí con adición de nanopartículas de cobre. *Información Tecnológica*, 27(6), 175-184. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642016000600018>
- Dorado, D., Hurtado, A., & Martínez Correa, H. (2017). Extracción supercrítica de aceite de semillas de papaya (*Carica papaya*): composición y propiedades fisicoquímicas. *VITAE, Revista de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias*, 24(2), 35-45. Recuperado a partir de <https://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/vitae/article/viewFile/330539/207870>
- 40
- Escarola. (2018). Ajonjolí Tostado 500 gramos. Recuperado 4 de abril de 2018, a partir de <https://www.escarola.co/product/ajonjoli-tostado-500-gramos/>
- Falasca, S., Anschau, A., & Galvani, G. (2010). Las potenciales áreas productivas de sésamo (*Sesamus indicum* L) en argentina, materia prima para biodiesel. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 14, 11.63-11.68. Recuperado a partir de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-27_falasca_anschau_galvani_asades2010_1_.pdf
- Fernández, P., & Laurentin, H. (2015). Efecto de extractos etanólicos de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) sobre *Fusarium oxysporum* f. sp. *Sesami*. *Acta Agronómica.*, 65(1), 104-108. Recuperado a partir de

<http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2171/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=1d015236-62c5-45a3-a32f-5de34aeed10%40sessionmgr4006>

González Urrutia, R. (2005). Biodisponibilidad del hierro. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 14(26), 6-12. Recuperado a partir de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292005000100003

Grasso, F. V. (2013). *Diseño del proceso: Pretratamiento enzimático para extracción de aceites vegetales en un extractor de columna*. Universidad Nacional de La Plata. Recuperado a partir de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26889/Documento_completo__.pdf?sequence=1

ICONTEC. NTC 536. Industrias Alimentarias. Grano de ajonjolí (sésamo) para uso industrial., ICONTEC 1-8 (1980). Recuperado a partir de http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2083/icontec_enormas_mobile/visor/HTML5.asp

ICONTEC. NTC 635. Grasas y aceites. Aceite crudo de ajonjolí o sésamo, ICONTEC 1-6 (1992). Recuperado a partir de http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2083/icontec_enormas_mobile/visor/HTML5.asp

ICONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC 256. Grasas y aceites comestibles vegetales y animales. Aceite de ajonjolí o sésamo, ICONTEC 1-13 (2010). Recuperado a partir de http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2083/icontec_enormas_mobile/visor/HTML5.asp

IICA, I. I. de cooperación para la agricultura, MAGFOR, & jiCA. (2004). Cadena agroindustrial del ajonjolí de Nicaragua. Nicaragua: IICA, Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura. Recuperado a partir de <http://repiica.iica.int/docs/B0010e/B0010e.pdf>

Laurentin T., H. E. (2018). El cultivo del ajonjolí: consideraciones generales y agronómicas –

UNIVERSIDAD AGRICOLA. Recuperado 28 de marzo de 2018, a partir de <http://universidadagricola.com/el-cultivo-del-ajonjoli-consideraciones-generales-y-agronicas/>

Lázaro Sastre, M., & Ibañez Sandín, M. D. P. (s. f.). Capítulo 7. Alergia a los frutos secos (pp. 127-142). SEAIC.

Marrugo Ligardo, Y. A., Fuentes Berrio, L., Montero Castillo, P. M., & Acevedo Correa, D. (2015). Factibilidad de almacenamiento de semillas de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en bolsas silobag. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(1), 83-89. Recuperado a partir de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v13n1/v13n1a10.pdf>

Martínez Palacios, C. A., Chávez Sánchez, M. C., Olvera Novoa, M. A., & Abdo de la Parra, M. I. (1996). Fuentes alternativas de proteínas vegetales como substitutos de la harina de pescado para la alimentación en acuicultura. En L. E. Cruz Suárez, D. Ricque Marie, & R. Mendoza Alfaro (Eds.), *Avances en Nutrición Acuícola III* (pp. 279-324). Nuevo León, México: Universidad Autónoma de Nuevo León. Recuperado a partir de http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/III/archivos/5.pdf

Ministerio de comercio, industria y turismo. (2011). Plan de manejo ambiental para la subvención No. R-008 “Agregación de valor para el mejoramiento de la competitividad de la cadena productiva del ajonjolí en los municipios de Córdoba, San Jacinto, Zambrano y San Basilio de Palenque en los montes de María”. Ministerio de comercio, industria y turismo. Recuperado a partir de <http://www.mipymes.gov.co/loader.php?lServicio=Documentos&lFuncion=verPdf&id=3738&name=88921599-Plan-de-Manejo-Ambiental-para-la-Agregacion-de-valor-para-el-mejoramiento-de-la-competitividad-de-la-cadena-productiva-del-Ajonjoli-en-los->

municipios.pdf

Ministerio de Salud Pública. Resolución número 4241 de 1991, INVIMA 1-9 (1991).

Recuperado a partir de

https://www.invima.gov.co/images/stories/resoluciones/resolucion_4241_1991.pdf

Molimax. (2018). Beneficios del Ajonjolí. Recuperado 4 de abril de 2018, a partir de

<http://molimax.com/blog/index.php/2015/05/29/beneficios-ajonjoli/>

Montero, P. M., Acevedo, D., Arnedo, A. J., & Miranda, N. K. (2015). Efecto de la Incorporación

de plasma sanguíneo y Pasta de Ajonjolí en la fabricación de un embutido tipo salchicha.

Información Tecnológica, 26(6), 55-64. Recuperado a partir de

<http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2171/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=f7932087-cea5-493e-8197-0ab96a3ec8c0%40sessionmgr4006>

Oliva Martínez, D., Ayala González, L., J. Ly, Jiménez Dominguez, L., González, I., & Moreno,

Y. (2015). Potencialidades de la torta de ajonjolí (Sesamun indica L) para la producción de

cerdos en ceba - Engormix. En *V Congreso Internacional de Producción Animal Tropical*

2015. La Habana: Engormix. Recuperado a partir de

<https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/potencialidades-torta-ajonjoli-sesamun-t33146.htm>

Ortiz Castaño, D. (2016, junio 3). Colombia: con campo para sembrar soya que tanto importa. *El*

Colombiano. Recuperado a partir de <http://www.elcolombiano.com/negocios/cultivo-de-soya-en-colombia-no-suple-demanda-JL4278946>

Osaili, T. M., & Al-Nabulsi, A. (2016). Inactivation of stressed *Escherichia coli* O157:H7 in

tahini (sesame seeds paste) by gamma irradiation. *Food Control*, 69, 221-226.

<https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2016.05.009>

- Pérez Bolaños, J. de J. (2016). *Crecimiento e intercambio gaseoso del ajonjolí (Sesamum indicum L.), bajo la oferta ambiental del bs– T, Sucre – Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado a partir de <http://www.bdigital.unal.edu.co/54888/1/1003594082.2016.pdf>
- Pérez Bolaños, J. de J., & Salcedo Medonza, J. G. (2018). Componentes del rendimiento en cultivares de ajonjolí *Sesamum indicum L.* (Pedaliaceae), en el departamento de Sucre (Colombia). *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*, 19(2), 263-276. Recuperado a partir de revista.corpoica.org.co/index.php/revista/article/download/660/518
- Portafolio. (2016, diciembre). Agroindustria en Colombia carece de innovación. *Portafolio*. Recuperado a partir de <http://www.portafolio.co/negocios/agroindustria-en-colombia-carece-de-innovacion-502355>
- Revista Dinero. (2015, septiembre). Todo lo que debe saber sobre Colombia Siembra. *Revista Dinero*. Recuperado a partir de <https://www.dinero.com/economia/articulo/plan-colombia-siembra-para-agricultura/214542>
- Sibrían Gutiérrez, M. (2004). *Elaboración de una mantequilla alimenticia a partir de la semilla descortezada de ajonjolí*. Universidad de El Salvador. Recuperado a partir de <http://ri.ues.edu.sv/5625/1/10128826.pdf>
- Torlak, E., Sert, D., & Serin, P. (2013). Fate of Salmonella during sesame seeds roasting and storage of tahini. *International Journal of Food Microbiology*, 163(2-3), 214-217. <https://doi.org/10.1016/J.IJFOODMICRO.2013.03.010>
- Torres Juárez, M. C. (2002, septiembre 19). Proceso para la obtención de un aislado proteico de ajonjolí mediante solubilización, ultrafiltrado y precipitación. Recuperado a partir de <https://patents.google.com/patent/WO2004026038A1/es>

- USDA. (2016). Food Composition Databases Show Foods -- Seeds, sesame seeds, whole, dried. Recuperado 12 de febrero de 2018, a partir de <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3620?fgcd=&manu=&lfacet=&format=&count=&max=50&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=sesame&ds=&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=>
- Vaca Morán, F., Vásquez Galán, J., Vásquez Granda, V., & Vásquez Guillén, J. (2001). *El cultivo del ajonjolí*. Recuperado a partir de https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2550/1/210904_0325_ajonjoli.pdf
- World Health Organization and International Union of Immunological Societies, (WHO/IUIS). (2014). Allergen Nomenclature WHO/IUIS Allergen Nomenclature Sub-Committee. Recuperado 6 de marzo de 2018, a partir de <http://www.allergen.org/search.php?allergenname=&allergensource=Sesamum+indicum&TaxSource=&TaxOrder=&foodallerg=all&bioname=>
- Zavala Giler, I. F., & Castillo Farfan, F. A. (2007). *Obtención del aceite virgen de la semilla de ajonjolí*. Universidad de Guayaquil. Recuperado a partir de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/1647/1/1011.pdf>

Apéndice

Tabla 7. Composición nutricional de grano ajonjolí tostado variedades nacionales

Nutriente	Valor x 100g
Proximales	
Agua	1,2 g
Energía	690 kcal
Proteína	20,9 g
Lípidos totales	61,8 g
Carbohidratos	12,6 g
Fibra cruda	1,1 g
Ceniza	2,4 g
Minerales	
Hierro, fe	4,3 mg
Sodio, Na	59,1 mg
Vitaminas	
Vitamina A	0 mg
Vitamina C	0 mg
Lípidos	
Ácidos grasos saturados totales	9,474 g
Ácidos grasos monoinsaturados totales	23,360 g
Ácidos grasos polinsaturados totales	28,956 g
Colesterol	<0,5 mg

Nota. Información tomada de certificado de análisis No. F14-30401 de Biotrends para ajonjolí descortezado tostado. (2014).