

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN- León

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**Monografía para optar al título de:
Ingeniero en Alimentos**

TEMA:

Elaboración de ajonjolí (*Sesamum indicum*) tostado en un horno eléctrico, de la variedad ICTA-R proporcionado por el Complejo Agroindustrial “Del Campo”.

Presentado por:

- **Br. Sorania René Soto Fonseca.**
- **Br. Jennifer Q. Vargas Ramírez.**

TUTOR: Dra. Lesbia Lucía Hernández.

**León, Nicaragua
Septiembre, 2007.**



AGRADECIMIENTO

A **DIOS** nuestro padre celestial, por darnos la vida, la confianza, la fuerza y la sabiduría que necesitamos durante lo largo de nuestros estudios.

Agradecemos especialmente a nuestra tutora **Dra. Lesbia Lucia Hernández** por su tiempo, dedicación y apoyo brindado durante la realización de la tesis y principalmente porque nos alentó en todo momento para alcanzar nuestros objetivos.

Agradecemos a la **Cooperativa Agroindustrial del Campo** por habernos proporcionado la materia prima que utilizamos durante nuestro trabajo de investigación.

A **la Escuela de Ingeniería de Alimentos** por prestarnos los equipos y las instalaciones del laboratorio Mauricio Días Miüller para la realización de los experimentos de nuestro trabajo de investigación.

Sorania René Soto Fonseca

Jennifer Q. Vargas Ramírez.



DEDICATORIA

A **DIOS** padre celestial que me da la vida día a día, gracias por darme sabiduría, fortaleza y sobre todo entusiasmo para lograr todas mis metas.

A mis abuelos **Luis Alberto Soto Arauz (q.e.p.d)** y **Julia Valdivia de Soto**, que los quiero como mis padres, y que siempre han estado en todo momento apoyándome. Ellos para mi son ejemplo de trabajo, sacrificio, responsabilidad, amor y respeto, día a día me enseñaron el valor de la vida, gracias a ellos este logro tan importante en mi vida lo estoy culminando con éxito. Siempre estarán en mi mente y en mi corazón por que son lo más importante en mi vida.

A mis padres **Luis Gregorio Soto Valdivia** y **Graciela Fonseca López**, por estar a mi lado siempre y apoyarme.

A mi hermana **Ruth Carolina Soto Fonseca** por ser un motivo mas en mi vida de inspiración la quiero con toda mi alma, que Dios la bendiga siempre y logre todos sus objetivos y metas en su vida.

A mi novio **Álvaro Francisco Mejía Romero**, por estar siempre a mi lado en los buenos y malos momentos.

A todos y cada uno de los miembros de mi familia que me apoyaron siempre en todo lo largo de mi vida especialmente a mi tía **Miriam Soto Valdivia**.

SORANIA RENE SOTO FONSECA.



DEDICATORIA

A **DIOS** nuestro padre celestial, por darme la vida, estar en los momentos más difíciles e iluminarme para lograr uno de mis objetivos.

A mis padres: ***Pablo Alberto Vargas Pérez e Ivette Yelena Ramírez Días***, por brindarme su apoyo moral y económico e impulsarme día a día para coronar mi carrera.

Principalmente a mis abuelos: ***Gustavo García, Marcela Díaz y Elisa Vargas***, por cuidarme, protegerme, darme su amor y ser uno de los motivos por el cual alcance uno de mis propósitos en la vida.

A mis tíos: ***César, Rodolfo (q.e.p.d), Ana, Joanna, Griselda y María Dominga***, por apoyarme, motivarme, inspirarme y enseñarme día a día valores como el respeto, amor, sinceridad que me han servido en el transcurso de la carrera y de mi vida.

JENIFFER Q. VARGAS RAMIREZ.



INDICE

CONTENIDO	PÁGINA
I. INTRODUCCION -----	1
II. OBJETIVOS-----	3
III. MARCO TEORICO-----	4
3.1 Generalidades del ajonjolí-----	4
3.1.1 Origen-----	4
3.1.2 Aspectos botánicos -----	5
4. Cultivo ecológico de ajonjolí -----	6
4.1 Alimentos ecológicos-----	6
4.2 El consumo de alimentos ecológicos-----	7
4.3 Manejo ecológico del ajonjolí -----	8
5. Selección y preparación del suelo para el cultivo del ajonjolí-----	9
6. Como seleccionar la semilla de ajonjolí-----	10
6.1 Siembra -----	10
6.2 Raleo-----	11
6.3 Cosecha-----	12
7. Enfermedades del ajonjolí -----	13
8. Ficha técnica del cultivo del ajonjolí-----	15
9. Variedades del ajonjolí-----	15
10. Propiedades nutricionales del ajonjolí-----	16
11. Utilización y consumo-----	18
12. El ajonjolí en Nicaragua-----	19
12.1 Áreas aptas para sembrar ajonjolí en Nicaragua-----	20
12.2 Producción de ajonjolí en los últimos años en Nicaragua-----	20
13. El ajonjolí y la implementación del CAFTA-----	21
14. Mercado mundial-----	22
15. Fenómenos que ocurren en la semilla de ajonjolí al momento del tostado-----	24
15.1 Fenómeno de coagulación de las proteínas-----	24
15.2 Fenómeno de gelatinización-----	25
16. La oxidación -----	25
16.1 Compuestos de oxidación primaria-----	26
16.2 Compuestos no volátiles de oxidación secundaria-----	27
16.3 Compuestos volátiles de oxidación secundaria-----	27
16.4 Antioxidantes-----	27
16.5 Parámetros analíticos para el control de la oxidación de los lípidos-----	29
16.6 Análisis sensorial de la grasa o aceite-----	30
16.6.1 Determinación del índice de peróxido mediante métodos Volumétricos-----	30
16.6.2 El método tradicional-----	30
17. Empaques-----	31
17.1 Sistema para el control de humedad de los empaques-----	31
17.2 Sistema absorbente de oxígeno -----	32
18. Sistemas de aseguramiento de la calidad-----	33



18.1 El HACCP es análisis de riesgo y PCC-----	34
18.2 Principios en que se basa el HACCP-----	36
18.3 Árbol de decisiones para PCC del plan HACCP -----	37
19. Evaluación sensorial-----	38
19.1 Definición de evaluación sensorial-----	38
19.2 Evaluación organoléptica-----	38
19.3 Evaluación de las propiedades organolépticas de los Productos-----	39
19.4 Prueba de degustación-----	39
19.5. Los sentidos como herramienta de análisis-----	40
19.6 Que es la percepción -----	41
19.7 El umbral de detección -----	41
19.8 Umbral máximo o umbral de saturación-----	42
19.9 Interacciones sensoriales-----	43
19.10 Atributos sensoriales y aspectos más relevantes-----	43
19.10.1 Evaluación del color y apariencia-----	43
19.10.2 Evaluación de la consistencia y textura-----	44
19.10.3 Evaluación del sabor y olor-----	44
19.11 Relación entre perceptores y característica texturales-----	45
19.11.1 Audición y ruidos-----	45
19.11.2 Las vibraciones acústicas tienen dos dimensiones-----	45
19.12 Factores que influyen en la evaluación sensorial-----	45
19.12.1 Factores de personalidad y actitud-----	45
19.12.2 Factores relacionados con la motivación-----	45
19.12.3 Errores psicológicos-----	45
19.12.4 Factores que dependen de la relación entre el estímulo y la Percepción-----	46
19.12.4.1 Adaptación-----	46
19.12.5 Motivación-----	46
19.12.5.1 Errores psicológicos de lo juicios-----	46
19.12.5.2 Error de hábito-----	46
19.12.5.3 Error de expectación-----	46
19.12.5.4 Error por estímulo-----	47
19.12.5.5 Error lógico-----	47
19.12.5.6 Error por benevolencia-----	47
19.12.5.7 Error de tendencia central-----	47
19.12.5.8 Error por contraste-----	48
19.12.5.9 Error de proximidad-----	48
19.12.5.10 Error de posición y tiempo-----	48
19.12.5.11 Error de apreciación -----	48
19.12.5.12 Error de primera clase-----	49
19.12.5.13 Error de segunda clase-----	49
19.13 Relación entre el estímulo y la percepción -----	49
19.13.1 Adaptación-----	50
20. Pruebas de evaluación sensorial-----	50
20.1 Prueba orientada al consumidor-----	50
20.2 Pruebas de las características sensoriales-----	52



20.3 Prueba de preferencia-----	52
20. 4 Paneles de evaluación sensorial-----	53
20.5 Requisitos para una evaluación sensorial de alimentos-----	53
21. Laboratorios de pruebas-----	54
21.1 Sala de cabinas individuales-----	54
21.2 Sala para preparación de las muestras-----	55
21.3 Oficinas-----	55
22. Determinación de humedad-----	56
22.1 Humedad-----	56
22.2 Métodos para la determinación de la humedad-----	56
22.3 Métodos por secado-----	56
IV. METODOLOGIA-----	58
V. RESULTADOS Y ANALISIS-----	65
VI. CONCLUSIONES-----	73
VII. RECOMENDACIONES-----	74
VIII. REFERENCIAS BBLIOGRAFICAS-----	75
IX. ANEXOS-----	76
Anexo I-----	77
Anexo II-----	78
Anexo III-----	79
Anexo IV-----	80
Anexo V-----	81
Anexo VI-----	82
Anexo VII-----	85
Anexo VIII-----	86
Anexo IX-----	87
Anexo X-----	88
Anexo XI-----	89
Anexo XII-----	90
Anexo XIII-----	91
Anexo XIV-----	92



I. INTRODUCCION

Actualmente, Nicaragua produce el 12 por ciento del volumen total de ajonjolí de Centroamérica. El cultivo se realiza especialmente en los departamentos de Rivas, León y Chinandega, y en menor proporción Managua, Granada y Masaya. La mayor parte del área sembrada se ubica en León y Chinandega.

La producción nacional de ajonjolí se destina casi en su totalidad (90%) a las exportaciones como ajonjolí descortezado, los mercados de destino son Estados Unidos, Asia, Europa y Centroamérica y en menor medida al mercado nacional.

El pequeño porcentaje de la producción que se destina al mercado nacional, es utilizada para la elaboración de productos artesanales tales como trocante, bollos y como un insumo para panadería. En tiendas y supermercados se pueden encontrar productos a base de ajonjolí tales como Snacks.

El ajonjolí nicaragüense goza de buen prestigio en los mercados internacionales por poseer un alto porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados y tener cualidades organolépticas tales como sabor y olor agradables.

El ajonjolí cultivado en Nicaragua posee un gran potencial el cual se centra en que 1) no tiene sustituto en la industria panificadora (el ajonjolí que se exporta de Nicaragua está orientado principalmente para cubrir esta industria); 2) No tiene cuotas en el mercado internacional ya que no es producido por los grandes países consumidores del primer mundo (USA, Unión Europea, Japón), por lo que está libre de barreras proteccionistas y no tiene problemas de subsidios; 3) Es un cultivo ecológico, consumido preferiblemente por los países europeos, USA, y Japón por lo que no se utilizan agroquímicos.



La Cooperativa Agroindustrial “Del Campo”, esta compuesta por cooperativas multisectoriales y de servicio, agrupa a un número importante de productores de ajonjolí a nivel nacional (3500 productores), los cuales producen ajonjolí ecológico. Dicha cooperativa se dedica a acopiar y comercializar la semilla de ajonjolí descortezada en los mercados internacionales como Estados Unidos, Japón, y los países europeos. Además, ha identificado nichos de mercados potenciales para productos a base del mismo. Siendo esta una posibilidad para aumentar el valor agregado de la producción nacional.

Por tal razón se ha realizado una alianza estratégica entre la Cooperativa Del Campo y La Universidad de León, específicamente con la Escuela de Ingeniería de Alimentos para realizar diversos trabajos de investigación desarrollando productos utilizando como materia prima la semilla de ajonjolí nicaragüense acopiada por dicha cooperativa. En el marco de esta alianza es que este proyecto pretende elaborar ajonjolí tostado que servirá como un producto de exportación a los nichos de mercados identificados, sin perder de vista la posibilidad de poner a disposición dicho producto al mercado nacional.



II. OBJETIVOS

Objetivo general

- Elaborar ajonjolí (*Sesamum indicum*) tostado en un horno eléctrico de la variedad ICTA-R proporcionado por el Complejo Agroindustrial “Del Campo”, ubicado en el municipio de Quezalguaque departamento de León.

Objetivo específicos

- 1) Determinar el porcentaje de humedad que contiene la semilla de ajonjolí a través del método tradicional.
- 2) Identificar los puntos críticos de control en la elaboración de ajonjolí tostado.
- 3) Elaborar ficha técnica para el ajonjolí tostado como producto terminado.
- 4) Realizar carta tecnológica del ajonjolí tostado.
- 5) Evaluar la preferencia del ajonjolí tostado a diferentes temperaturas y tiempos mediante la realización de una prueba sensorial con un panel no entrenado.
- 6) Diseñar un empaque adecuado para el ajonjolí tostado que mantenga las características organolépticas del producto.
- 7) Realizar un estimado de los costos de producción de 1 Kg. de ajonjolí tostado.



III. MARCO TEORICO

3.1 GENERALIDADES DEL AJONJOLÍ

3.1.1 Origen

El ajonjolí cuyo nombre científico es *Sesamum indicum L.*, de la familia *Pedaliácea* se considera que tuvo su origen en Etiopía (África) y como regiones o países de diversificación secundaria fueron: India, Japón y China. ⁽¹⁾

Después del descubrimiento de América fue llevado a México, luego a países de Centro América con climas cálidos de zonas tropicales. La semilla era utilizada por los indios y chinos como aceite de ajonjolí para embellecer la piel y como consumo en sustitución del aceite de oliva.

Actualmente su uso se ha expandido por todo el mundo y se cultiva preferentemente en climas cálidos como India, China, Ecuador, Centroamérica y México.

Según informes del MAG (ministerio de agricultura) el ajonjolí se introdujo en Nicaragua en 1939. En 1946 el cultivo de esta semilla ocupó el segundo lugar de importancia en Nicaragua. A partir de ese año este cultivo fue desplazado poco a poco por el cultivo del algodón. ⁽¹⁾

El ajonjolí se cultiva mas en la planicie volcánica del pacifico de Nicaragua, como son los departamentos de Chinandega, León, Managua, Masaya, Granada y Rivas. Allí existe un área potencial de 300,000 manzanas con suelos francos o francos arenosos, óptimos para este cultivo. ⁽¹⁾



3.1.2 Aspectos botánicos

Es una planta anual, de la familia Labiada Pedaliáceo (de un eje y ramificada):

a) Tallo: El tallo es erecto, cilíndrico y cuadrangular y en algunos casos puede tener seis lados. El corte transversal del tallo muestra un área externa dura y una médula blanca. La médula está compuesta de parénquima suave; en los tallos adultos ésta tiende a desaparecer dejando un hueco al centro. ⁽²⁾

b) Hojas: Las hojas en la parte inferior del tallo son decusadas, es decir que en un par salen opuestas en los surcos y en el siguiente con un ángulo de 90 grados con respecto al primero. El tamaño es de 3 a 17 centímetros de largo, por uno a cinco centímetros de ancho, pecíolo largo, de forma lobulada en la base y lanceoladas en la parte apical. ⁽²⁾

c) Flor: La flor es gamopétala, de cáliz pequeño y 5 sépalos, solitaria y pedicelo corto. La corola puede ser blanca o morada, campanulaza, limbo irregular con cinco lóbulos, pubescente en su interior. Tiene ovario súpero con dos celdas, planta autógama. Las yemas florales aparecen solitarias o en grupos en las axilas de las hojas. ⁽²⁾

d) Fruto: El fruto es una cápsula de dos a cinco centímetros de largo, formada generalmente de dos carpelos divididos en dos para formar cuatro celdas. Es pubescente y dehiscente con 15 a 25 semillas cada una. A la madurez se abre por las suturas longitudinales de la cápsula, lo que determina que la parte superior se divide en dos. ⁽²⁾

e) Semilla: La semilla es aplanada, pequeña, blanca, gris o negra en su exterior; mide de dos a cuatro milímetros de longitud y uno a dos milímetros de ancho. El ciclo vegetativo es variable, entre 90 y 130 días, dependiendo de las variedades y las condiciones ecológicas y edáficas; con una altura de planta entre 0.75 a 3.00 metros y



producción promedio de 12 a 14 quintales por manzana según el manejo agronómico que se le dé al cultivo. ⁽²⁾

4. CULTIVO ECOLOGICO DE AJONJOLI

4.1 Alimentos ecológicos

Un alimento ecológico es el que se obtiene a partir de la producción ecológica, es decir, de la agricultura y ganadería ecológicas. Según el *Codex Alimentarius*, se define la producción ecológica como «un sistema de ordenación de la producción que promueve y mejora la salud del agrosistema, con inclusión de la biodiversidad, los ciclos biológicos. En la definición se hace hincapié en el uso de prácticas de ordenación más que en el uso de insumos agrícolas (fertilizantes y pesticidas), teniendo en cuenta que las condiciones regionales requieren sistemas adaptados a cada lugar. Esto se realiza utilizando métodos agronómicos, biológicos y mecánicos en lugar de materiales sintéticos.

Los principios fundamentales de la producción de alimentos ecológicos podrían resumirse en los siguientes:

- Uso mínimo de fertilizantes y plaguicidas.
- Uso de plaguicidas naturales, no sintéticos.
- Establecimiento de normas sobre materias permitidas, restringidas y prohibidas.

La producción ecológica, legislada en la Unión Europea por el Reglamento CEE 2092/91, prohíbe el uso de material modificado genéticamente (transgénicos) en la cadena alimentaria ecológica. La agricultura ecológica, también conocida como agricultura biológica u orgánica, se diferencia de la tradicional en los métodos de



explotación, que son más respetuosos con el medio ambiente. Se trata de una agricultura menos extensiva que no utiliza elementos químicos como fertilizantes inorgánicos, plaguicidas o antibióticos, ni semillas transgénicas o modificadas genéticamente. Esta técnica se sustituye por técnicas integradas en el sistema agrario que contribuyen a preservar las especies y variedades autóctonas y la diversidad biológica, tanto agrícola como silvestre.

Este tipo de cultivos disminuye la contaminación de las aguas subterráneas y de los suelos gracias al uso de fertilizantes orgánicos de baja solubilidad usados en cantidades adecuadas. Además, la agricultura ecológica provoca un aumento de la biodiversidad, ya que se trata de una producción que usa como una de sus herramientas la biodiversidad natural.

Según un informe presentado a mediados de 2005 por la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM), en todo el mundo se dedican un total de 26 millones de hectáreas a la agricultura ecológica.

Varios son los aspectos que diferencian la agricultura ecológica de otros sistemas de producción. En líneas generales, este tipo de actividad favorece el uso de recursos renovables y es capaz de restituir al suelo los nutrientes presentes en los productos residuales.

Los partidarios de la producción ecológica aseguran además que con ella se respetan los propios mecanismos de la naturaleza para el control de las plagas y enfermedades en los cultivos y la cría de animales, y evita la utilización de plaguicidas, herbicidas y abonos químicos.

4.2 El consumo de alimentos ecológicos

El mercado de los alimentos ecológicos aumenta en Europa a razón de un 20-40% anual, dependiendo de los países. Este crecimiento es consecuencia de la mayor



preocupación de los ciudadanos por la influencia de la alimentación en su salud y la sensibilización ante el deterioro medioambiental actual.

Los alimentos ecológicos más demandados son los que se consumen frescos, es decir, sin transformación previa. Entre ellos destacan las frutas, verduras y carne. Los lácteos, conservas vegetales y productos transformados derivados de cereales quedan en un segundo lugar.

En los diferentes estudios de mercado realizados, los resultados coinciden: Los consumidores europeos se interesan por el consumo de alimentos ecológicos porque entienden que éstos son alimentos de mayor calidad que los convencionales.

Las razones que sustentan la afirmación de la mayor calidad son: Ausencia de residuos de pesticidas, mayor cantidad de vitaminas y minerales y el hecho de ser alimentos más sanos. Sean o no subjetivas estas apreciaciones, es interesante conocerlas para saber las motivaciones principales de los consumidores.

4.3 Manejos ecológicos del ajonjolí

El ajonjolí se cultiva en trópico y subtropico. La planta desarrolla bien en latitudes de 40° Norte y 30° Sur. Tierras ubicadas desde el nivel del mar hasta los 500 msnm son aptas para el cultivo. ⁽²⁾

Arriba de esta altura disminuye el rendimiento y la calidad del aceite. Prefiere humedades relativas entre 40 y 75%, por eso se siembra en todos los países de Centroamérica principalmente en el litoral del pacifico. ⁽¹⁾

El ajonjolí es sensible al fotoperíodo. Le favorecen temperaturas de 15 a 40° C, siendo la óptima 27.5° C. Responde bien a precipitaciones de 300 a 600 mm distribuidas en su ciclo de cultivo. ⁽¹⁾



Esta semilla es tolerante a la sequía y puede sembrarse en zonas áridas o semiáridas. Una vez establecido, el cultivo soporta temporadas secas.

Las lluvias intensas y la alta humedad ambiental provocan poca floración, bajos rendimientos y favorecen enfermedades, las lluvias durante el emparvado producen pudrición y manchado del grano. ⁽¹⁾

Es susceptible a los vientos fuertes, debido a que tiene tallos frágiles. Cuando la planta esta completamente desarrollada, es susceptible al acame. Se debe evitar sembrar ajonjolí en lugares donde soplen vientos fuertes y que no tienen cortinas rompeviento. ⁽¹⁾

5. SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DEL SUELO PARA EL CULTIVO DEL AJONJOLI

En Nicaragua, el ajonjolí se siembra principalmente en suelos con topografía plana. Sin embargo, es posible cultivar en suelos de ladera. En este último caso las labores y manejo del cultivo, deben estar orientados a la conservación y fertilidad del suelo. ⁽¹⁾

El ajonjolí se adapta a una gran variedad de suelos. El cultivo responde mejor en suelos con texturas entre franco arenoso y franco arcilloso, y un pH de 6 a 7. Los suelos salinos no son recomendables para sembrar ajonjolí, los suelos con profundidad aproximada de 12 pulgadas (30 cm), y sub-suelos permeables, facilitan un buen drenaje. También se desarrolla bien en suelos arenosos pero con lluvias abundantes y bien distribuidas para satisfacer sus necesidades de agua en los períodos críticos del cultivo. ⁽³⁾



El cultivo del ajonjolí en suelos arcillosos conserva mucha humedad y presentan mal drenaje, lo que favorece el desarrollo de enfermedad conocida como pata negra. No se recomienda sembrar ajonjolí en este tipo de suelo. ⁽¹⁾

6. COMO SELECCIONAR LA SEMILLA DE AJONJOLI

Uno de los mayores problemas que enfrentan los productores es que no existen en el mercado semillas mejoradas y de buena calidad. La mala calidad de semilla limita los rendimientos.

Algunas consideraciones para seleccionar semilla son:

- Utilizar la variedad que mejor se adapte a las condiciones de suelo, temperaturas y lluvias.
- Una buena semilla es aquella que este libre de plagas y enfermedades, sin granos vanos, ni quebrados, que no este mezclada y que tenga una germinación no menor del 80%. Una semilla sana y vigorosa, permite el establecimiento y crecimiento de plantas sanas y altamente productivas.
- La semilla se debe de desinfectar para prevenir el ataque de plagas y enfermedades fungosas, y garantizar una buena germinación. La desinfección se puede hacer con fungicidas de baja toxicidad, acción sistemática y amplio espectro. La desinfección debe procurar proteger las plántulas del ataque de hongos durante los primeros 15 días después de nacida. ⁽¹⁾

6.1 Siembra

La siembra del ajonjolí se puede realizar a mano, con bueyes o mecánicamente. En todo caso siempre se debe garantizar que la profundidad de siembra no exceda de 0.25



a 0.5 pulgadas. La distancia de siembra depende de la variedad, es decir, si es de rama o es de chirrión.

En algunas zonas del Pacífico se puede sembrar de humedad en una fecha específica. En este caso la semilla se coloca en el fondo del surco.

Esta semilla también se puede sembrar en asocio con maíz, sin embargo, la producción es menor. Otra variante es intercalar franjas de ajonjolí con franjas de maíz, en este caso las producciones se mantienen. La cantidad de la semilla a utilizar oscila entre 4 y 7 libras por manzana.⁽¹⁾

Los productores utilizan una serie de métodos de siembra. Entre los más usados están: uso de la sembradora especializada, uso de carretilla, espeque, a mano, al voleo, cumbos, botes o botellas.

Uno de los métodos de siembra que ha tenido mayor difusión o mayor impacto es el método de siembra con la carretilla. Este método se recomienda para productores que siembran entre 10 y 12 manzanas.⁽¹⁾

6.2 Raleo

El raleo es una práctica que se realiza para regular la población muy densa de plantas de ajonjolí que emergieron luego de haber sembrado a chorrillo. Se ralea siempre y cuando la densidad de la planta germinada sea superior a la recomendada. El raleo se hace después de las limpias y se combina con un aporque.⁽³⁾

Cuando se tiene mal regulada la sembradora o la carretilla, se tiran más o menos semillas de la necesaria. El raleo se realiza cuando la planta tiene de cuatro a seis pulgadas de altura, esto generalmente ocurre a los 25 días después de la siembra.⁽³⁾



El raleo se debe realizar en el momento oportuno. Los raleos tardíos causan mas perjuicios que beneficios: causan el zanconeo, términos empleados por productores para describir plantas susceptibles al acame. ⁽¹⁾

El raleo también es una práctica sanitaria. Al ralear eliminamos las plantas enfermas, y plantas fuera de tipo y lugar. El raleo también previene el desarrollo de enfermedades.

Utilizando 5 libras por manzana con una sembradora bien regulada, no es necesario ralear. Con esta cantidad de semilla se obtiene una densidad de siembra óptima. ⁽¹⁾

6.3 Cosecha

La correcta cosecha del ajonjolí es tan importante, que un desfase en su ejecución puede poner en peligro el trabajo realizado durante todo el ciclo del cultivo. Una cosecha eficaz y siguiendo las recomendaciones garantizan mejor calidad de semilla.

La cosecha comprende las labores siguientes:

- Corte y formación de manojos.
- Emparve
- Aporreo
- Limpieza o zarandeo
- secado

El corte del ajonjolí se debe hacer cuando las plantas lleguen al momento de madurez del cultivo. Un atraso en el momento del corte puede causar pérdidas, ya que las cápsulas maduras se abren y las semillas se caen, en el momento óptimo de corte las plantas, presentan las características siguientes:



- El tallo se pone amarillento.
- Las hojas amarillas del tercio inferior de la planta empiezan a caerse.
- Las cápsulas de abajo y en medio se comienzan a poner café.
- Las cápsulas inferiores comienzan a abrirse.
- La floración llega a su final.

Si no se observan en todo el plantío las características mencionadas anteriormente, el corte se debe realizar foqueado (parchado) para evitar las pérdidas por caídas de semillas de estas plantas.

Cuando la planta se corta antes del periodo de maduración se presentan tres posibles efectos que dañan el producto y afectan al productor de la manera siguiente:

- **Poco desarrollo y peso:** El rendimiento promedio por manzana se ve afectado en forma directa disminuyendo las ganancias.
- **Consistencia blanda:** El ajonjolí con consistencia blanda se daña al procesarlo. Por la presión, la semilla se desintegra o se quiebra la cascarilla.
- **Liberación de ácidos grasos:** Al resquebrajar la capa protectora se liberan ácidos grasos en porcentajes elevados. Esta acumulación de ácidos grasos hacen el producto no aceptable en el mercado. ⁽¹⁾

7. ENFERMEDADES DEL AJONJOLÍ

En el cultivo del ajonjolí se han reportado diversas enfermedades:

- **Mancha circular zonada** (causada por *Alternaria* sp). Los síntomas son manchas en hojas, tallo y vainas. Las manchas son circulares con contornos irregulares y blanquecinos con bordes violáceos y zonas interiores concéntricas con límites de color violáceo.



- **Mancha circular** (causada por *Cercospora sesami*). Manchas redondas con un centro amplio grisáceo y un borde morado.
- **Manchas angulares** (causada por *Xanthomas campestri pv. Sesami*) Manchas angulares que se pueden convertir en un tizón de color café claro. En el tallo y en las vainas las manchas son ovaladas y de color café rojizo.
- **Pata negra:** En plantas con esta enfermedad, la base del tallo se pudre y toma color negro, este síntoma es causado por varios hongos, de los cuales se tiene información de los siguientes:
 1. ***Macrophomina Phaseoli*:** Los síntomas característicos son coloraciones negras en la base del tallo y la raíz, los cuales se pudren al final del ciclo de la enfermedad. A consecuencia de la enfermedad las plántulas se mueren. La planta adulta o madura, presenta marchitez y muerte prematura.
 2. ***Phytophthora sp*:** Se encuentra en cualquier estrato y parte de la planta. Provoca una coloración negra en el lugar afectado. En algunos casos provoca una aceleración de la madurez del cultivo, logrando la caída del grano y en otra marchitez y muerte de las plantas.
 3. ***Fusarium sp*:** Afecta la base del tallo y la raíz, provocando la muerte de las plántulas. Se observa una coloración negra en el lugar dañado por la enfermedad.
 4. ***Sclerotium Rolfsii*:** afecta la raíz y base del tallo, se puede ver el micelio en forma de abanico y sobre este unas pelotitas cremosas, cafés o negras. Las plantas se marchitan y mueren. ⁽²⁾

**8. Tabla N°1: FICHA TÉCNICA DEL CULTIVO DE AJONJOLÍ**

Clima	23-33 °C precipitaciones, 500-800 mm anuales.	Variedad	Mexicana, China roja, Rama, Cuyumaquí, ICTA- R-196, criolla, Venezuela 50, 44, y 51 y Morada.
Suelo	Franco arenoso o Franco arcillosos. Buen contenido de materia orgánica, pH 6-7, topografía plana o ligeramente ondulados bien drenada.	Fertilizantes	El ajonjolí responde bien al uso de fertilizante, sin embargo es necesario un análisis de suelo o combinar fertilizantes completo formulas 12- 30 -10 a la siembra y fertilizantes nitrogenados a la floración 2 qq/mz.
Fecha de siembra	En Nicaragua se siembra la época de primera antes del 20 de mayo para la variedad de ciclo corto o intermedio, la de postrera entre 20 de julio y 15 de agosto para la de ciclo largo.	Producción y rendimiento	Ciclo corto: Ocurre a los 90 días después de la siembra. Ciclo largo: Ocurre de 110 a 120 días después de la siembra. Se puede tomar como referencia o rendimiento promedio de 8 qq/mz.
Distancia y densidad	Distancia entre planta 10 cm y entre surco 30 cm para ciclo corto. Para ciclo largo 20 cm entre planta y 70 cm entre surco.	Plagas y enfermedades	Gusano collogero Pata negra Chiche verde Babosas Coralillo

Agricultura & desarrollo 1998. Dirección general de información del ministerio de agricultura y ganadería. N° 38. ⁽⁴⁾

9. VARIEDADES DEL AJONJOLÍ

Hay diferentes variedades de ajonjolí, entre las cuales se encuentran Turen, Inamar, Cuyumaquí, China roja, Mexicana, Nicarao, Maporal, ICTA-R-196, Venezolana, Cimarrona, P.R Ometepe, estas se pueden dividir por su color y su precocidad, las más comunes son de color blanco y negro o tostado. ⁽²⁾ (Ver tabla N° 5, anexo N° I)



10. PROPIEDADES NUTRICIONALES DEL AJONJOLI

El ajonjolí es una oleaginosa que es rica en nutrientes esenciales tales como el potasio, sodio, hierro, calcio, fósforo, zinc, magnesio, cobre, cromo y vitaminas del grupo B y E además es de fácil digestión para el organismo humano

Contienen un 85 % de ácidos grasos insaturados; 22 % de proteínas ricas en aminoácidos esenciales y 5 % de minerales. Aportan lecitina, una grasa fosforada que es un gran nutriente de las células cerebrales y los nervios ópticos. Tienen ácidos grasos que mantienen fluida la sangre, por lo cual ayudan a disolver el colesterol malo.

Otros componentes interesantes del ajonjolí son sus antioxidantes, pertenecientes a la familia de los lígnanos. Entre ellos: sesamin, sesamolin, sésamol, sesaminol, sesamolínol y pinosinol.

Estos compuestos fenólicos aportan estabilidad a los ácidos grasos presente en la semilla, razón por la cual el aceite de ajonjolí, aún siendo poliinsaturados, es muy utilizado en la cocina oriental. ⁽⁵⁾

Pero más allá de esto, los antioxidantes del ajonjolí han demostrado producir los siguientes efectos: Retardan el envejecimiento celular, prolongando la vida útil de las células, actúan contra hongos y bacterias, inhiben el desarrollo de células cancerígenas; poseen acción antiparasitaria; eliminan radicales libres, interrumpiendo procesos de oxidación celular; se potencian con la vitamina E (alfa tocoferol) presente en la semilla, mejorando su absorción en el organismo y, en consecuencia, su acción antioxidante. Completa la riquísima composición del ajonjolí, su excelente calidad de fibra. Además de la fibra insoluble, están los mucílagos presentes en la semilla, los cuales le confieren una suave acción laxante y un importante efecto protector de la flora intestinal. ⁽⁵⁾



En la tabla N° 2, se representa información nutricional de la semilla de ajonjolí comparada con otras semillas, en la que demuestra que la semilla de ajonjolí posee un alto contenido en calorías, grasas y fibras. Los valores de hidratos de carbono y proteínas son valores similares a los demás alimentos.

**Tabla N° 2: Información nutricional de diferentes alimentos
(Estos Valores corresponden a 100 gramos de cada alimento, en %)**

Alimentos	Calorías (Kcal.)	Hidratos de carbono	Proteínas	Grasas	Fibra
Semilla de girasol	569	8.5	28	47	6
Semilla de maíz	102	18.2	11	5	2.5
Cacao	404	10.8	19.8	24.5	30.4
Almendras	565	4	17	54	14
Arroz blanco	361	87	6	1	2
Avellanas	380	7	8	36	6
Cacahuates tostados	570	9	24	49	8
Nueces	525	5	11	52	5
Trigo	333	46	13	4.5	28
Sésamo	598	6	20	58	50
Avena	353	55.7	11	7	9

<http://www.medicinainformacion.com/>⁽⁶⁾



11. UTILIZACIÓN Y CONSUMO DE LA SEMILLA DE AJONJOLI

Hay muchas maneras de consumir las versátiles semillas de ajonjolí. Además de aprovechar sus magníficas propiedades, se puede disfrutar de su exquisito sabor tanto en preparaciones saladas como dulces.

Si bien pueden ingerirse las semillas crudas, es muy difícil extraer sus propiedades en este modo, ya que se requeriría una excelente y meticulosa masticación. Por ello el uso más difundido es tostándolas ligeramente, moliéndolas y adicionando sal marina se obtiene el popular Gomasio (también llamado "sal de sésamo"), de amplia difusión en Oriente para condimentar cereales y verduras. El Gomasio ayuda a reducir el uso de sodio, sin sacrificar el sabor. Incluso la versión sin sal (indicada para hipertensos) puede ser utilizada en platos dulces, ya que combina muy bien en postres y desayunos.

También el ajonjolí se puede combinar con otras semillas, como el caso del preparado Multisemilla donde se combina con girasol, lino y trigo sarraceno.

Otra variante es la mezcla de las semillas tostadas y molidas con agua o miel de abejas. El resultado es el popular Tahin oriental, un excelente concentrado de energía y vitalidad que puede consumirse a cucharadas o untado sobre pan o galletas, sustituyendo ventajosamente en este último caso a la manteca. También es conocido el uso del ajonjolí adicionado a productos de panificación: tartas, panes, bizcochos, tortas y pastelería, donde el proceso de tostado lo realiza la misma cocción.

Menos difundido es el uso del aceite de ajonjolí. Es un aceite de gran calidad y sobre todo de gran estabilidad. Esto se debe a su contenido en *sésamol*.

Ajonjolí natural. El ajonjolí natural de exportación es un producto con un 99.9% de limpieza, con tamaño y color homogenizado. Los consumidores de este producto son por lo general las panaderías, confituras y procesadoras de grasa y aceites. ⁽⁴⁾



Ajonjolí descortezado. A diferencia del ajonjolí natural, este no contiene la cascarilla y sirve como materia prima para confituras y procesamiento de aceites y grasas. ⁽⁴⁾

Aceite de ajonjolí. El aceite de ajonjolí o sésamo es un producto final para consumo humano. Este es de alta calidad y solo comparable con el aceite de oliva por lo que es muy apreciado en muchos países con altos ingresos per cápita. En nuestro país se utiliza como especia para la preparación de pan, galletas, confitería, aceite comestible, conservas, aderezo para ensaladas, en la elaboración de margarinas, en la industria farmacéutica, en la fabricación de jabones, cosméticos, lubricantes, y pinturas. Después de la extracción del aceite la parte residual (pasta) se puede usar para la alimentación del ganado y aves de corral. ⁽⁴⁾

12. EL AJONJOLÍ EN NICARAGUA

El ajonjolí es un producto alimenticio rico y exige poca especialización en su cultivo, convirtiéndose en una alternativa para los productores de bajos recursos y en una buena fuente de trabajo e ingresos, así como de divisas al país. Además que su cultivo se adapta fácilmente a las condiciones climáticas del país y con un alto potencial de consumo (15 países demandan el ajonjolí nicaragüense por su calidad, sabor agradable, su olor, entre otros atributos). ⁽⁷⁾

El ajonjolí que se produce en Nicaragua se caracteriza por tener mayor concentración de aceite y proteína que el producido en los demás países de América. El cultivo se realiza especialmente en los departamentos de Rivas, León y Chinandega, y en menor proporción Managua, Granada y Masaya.

La mayor parte del área sembrada se ubica en León y Chinandega. La producción nacional de ajonjolí se destina casi en su totalidad (90%) a las exportaciones como semilla descortezada, y en menor medida al consumo doméstico, el que se utiliza para la fabricación de dulces y panadería entre otros. ⁽⁷⁾



Se producen en el año tres cosechas de ajonjolí: La de primera, de postrera y de apante. Estas permiten suministrar el producto todo el año, especialmente en la cosecha de postrera que representa 70 por ciento de la producción total.

12.1 Áreas aptas para sembrar ajonjolí en Nicaragua:

- **Jinotega:** Municipio de las Praderas.
- **Nueva Segovia:** Municipios de Quilalí y el Júcaro.
- **Chinandega:** Santo Tomas del Norte, Somotillo, Villanueva, El Viejo, Tonalá, Chichigalpa, Posoltega y la Villa 15 de julio.
- **Estelí:** San Juan de Limay.
- **León:** Achuapa, El Sauce, Malpaisillo, Telica, Quezalguaque, La Paz Centro y Nagarote.
- **Managua:** Tipitapa, Mateare, Ticuantepe, Villa Carlos Fonseca, San Rafael del Sur.
- **Masaya:** Tisma, Nindirí, Masatepe y Nandasmo.
- **Carazo:** San Marcos, Diriamba, Jinotepe, La Conquista, El Rosario y Santa Teresa.
- **Granada:** Diriá, Diriomo y Nandaime.
- **Rivas:** Belén, Tola, Potosí, Buenos Aires, San Juan del Sur, Moyogalpa y Altagracia.
- **Matagalpa:** Sébaco, San Isidro, Ciudad Darío, Terrabona y Muy Muy.
- **Boaco:** Camoapa
- **Chontales:** Comalapa y Juigalpa. ⁽¹⁾

12.2 Producción de ajonjolí en los últimos años en Nicaragua

La producción de ajonjolí en los últimos 12 años, ha presentado los siguientes valores de áreas y rendimientos.



El comportamiento de la producción responde a las condiciones del mercado internacional. En el ciclo agrícola 90/91 se sembraron 51 mil manzanas, respondiendo a un aumento en la demanda y precios altos. En ciclos posteriores se da un descenso de los precios en el mercado internacional. Para el ciclo 98/99 se sembraron 35 mil manzanas de ajonjolí, para una producción de 315 mil quintales, entusiasmados por los buenos precios internacionales reportados. ⁽⁷⁾ (Ver anexo N° II)

13. EL AJONJOLÍ Y LA IMPLEMENTACIÓN DEL CAFTA

El ajonjolí tiene un tratamiento de acceso inmediato en cada uno de los tratados negociados por Nicaragua, se ubica en la categoría A de la lista de productos agrícolas.

Otro aspecto importante es que el ajonjolí no tiene cuotas en el mercado internacional, ya que no es producido por los grandes países consumidores (Japón, USA, UE), por tanto es libre de barreras proteccionistas. Se proyectan buenas posibilidades para el cultivo con la implementación del CAFTA, ya que Estados Unidos es un importador neto de ajonjolí, por tanto se incrementa el potencial exportador hacia dicho mercado, sin embargo, es necesario mejorar los niveles de productividad en el campo, por medio de tecnología. ⁽⁷⁾

Además los productores deben ser más cuidadosos con la calidad de la semilla al momento del acopio para la exportación, ya que el ajonjolí nicaragüense tiene un alto reconocimiento en los principales países demandantes.

Los grandes competidores para Nicaragua (grandes proveedores) en el mercado Estadounidense son México, Guatemala, El Salvador y Venezuela. Mientras que los países como la India y Etiopía (son significativos) reciben un precio menor a los de Centro y Sur América, por lo que representan competidores menores.



Estados Unidos constituye un mercado con demanda creciente por los productos naturales. El desarrollo del ajonjolí orgánico, para dicho mercado es pequeño aún, por lo que representa una excelente oportunidad.

Para aprovechar el mercado se deben tomar ciertas medidas para lograr que Nicaragua sea reconocida nuevamente como uno de los principales productores de ajonjolí de alta calidad de Centroamérica, y lograr mayores precios e incentivar la demanda de la misma.

El ajonjolí necesita un mayor valor agregado para alcanzar mayores precios, por tanto, se presenta la oportunidad de reactivar la industria descortezadora e instalación de plantas aceiteras que permitan agregar valor a la semilla de baja calidad y así promover una marca de ajonjolí nicaragüense y de sus derivados. Esto para cubrir la parte de la demanda de Estados Unidos nuestro principal consumidor de ajonjolí descortezado, y por tanto lograr mayores precios, no solo en el ajonjolí descortezado sino también por su mayor calidad.

14. MERCADO MUNDIAL

Los principales países consumidores de ajonjolí son, china, Japón, Italia, Inglaterra, estados unidos, Arabia, Libia, Taiwán, Alemania y Egipto. De estos, Japón, Estados Unidos y la comunidad europea muestran un crecimiento en su demanda anuales debido a que cuentan con poblaciones potencialmente consumidoras.

Los mayores productores del mundo se encuentran en el continente Asiático: China, India y Myanmar. En África son: Nigeria y Sudan; en América del Norte: México; y en Centroamérica: Guatemala, Honduras y Nicaragua. La producción en Centroamérica es de aproximadamente 60.0 mil TM anual, lo que representa un 2.3% de la producción mundial.



La mayor proporción del área cultivada a nivel mundial se ubica en India con 31 por ciento en 2004, seguida por Myanmar (19%), Sudan (13%) y China (10%). En los casos de México y Centroamérica, 0.69 y 1.14 por ciento respectivamente. ⁽⁴⁾

La producción mundial de ajonjolí en 2004 fue de 3,092 millones de toneladas, la cual mostró un crecimiento de 35 y 9.5 por ciento con relación a 1990 y 2000 respectivamente. El 70 por ciento de la producción mundial se destina a la elaboración de aceites y harinas, la industria alimenticia es el principal segmento de mercado.

La comercialización varía según el tipo y calidad de la semilla: la de color blanco dorado tiene un precio mayor en el mercado que la semilla mezclada (de color amarillo a café oscuro). Las semillas blancas son usadas crudas debido a su valor estético, mientras que las semillas mezcladas son generalmente convertidas en aceite.

La industria alimentaria es principal segmento del mercado en la mayoría de los países importadores. Japón es prácticamente el único importador que dedica la mayor parte de ajonjolí a la extracción de aceite, mientras que en el mayor comprador de ajonjolí descortezado es Estados Unidos, a través de la empresa McCornick y McDonald. ⁽⁴⁾

El 99% de la producción nicaragüense es destinada a la exportación a los países de Alemania, Japón, Canadá, Noruega, Suecia, Reino Unido, Suiza, Guatemala, México, El Salvador y Estados Unidos. Mientras que el 1% va al mercado nacional para la producción de alimentos balanceados, la elaboración de refrescos (horchatas), a panaderías, confiterías y para abastecer a las tiendas naturistas. ⁽⁴⁾

Se estima que la demanda de ajonjolí aumente motivada por el interés comercial e industrial, debido a la diversificación de sus usos y la tendencia de la industria alimenticia en reemplazar los antioxidantes sintéticos por los naturales, lo que provocaría cambios en los hábitos del consumidor. Es probable que la demanda mundial sobrepase la producción en los próximos años.



15. FENOMENO QUE OCURREN EN LA SEMILLA DE AJONJOLI AL MOMENTO DEL TOSTADO.

15.1 Fenómeno de coagulación en las proteínas:

El calor, ácidos y las bases fuertes, generalmente provocan cambios profundos en las propiedades físicas y químicas de las proteínas solubles. Estos cambios incluyen la pérdida de la solubilidad (coagulación), los cambios son a menudo, aunque no siempre, prácticamente irreversibles y se les llama a este cambio DESNATURALIZACION DE LAS PROTEINAS.

A nivel molecular, se define la desnaturalización de la proteína como toda modificación en la conformación de la proteína. La desnaturalización de las proteínas, por tanto implica una destrucción en mayor o menor grado de las uniones de valencia secundaria, responsables de las conformaciones propias de la proteína original, aunque sin que se produzca ruptura de las uniones covalentes o proteólisis. ⁽⁸⁾

Al darse el calentamiento, se da la desnaturalización de las proteínas, ocasionando la coagulación de las albúminas y mucílagos conjuntamente perdiendo la solubilidad de los mismos y provocando de esta manera el rompimiento de la forma cristalina interna del grano.

En la coagulación de las proteínas de las semillas, se da un agrupamiento del aceite disperso, haciendo a los sólidos de las semillas, permeables a los flujos del aceite.

En las semillas existen muchas sustancias con carácter tenso-activo, tales como fosfátidos y ácidos grasos libres y el grado en que estén presentes llegan a activarse durante la cocción, influye sin duda en la tendencia de la semilla a absorber y retener aceite. Para contenidos equivalentes de aceite, en general las semillas alteradas dan rendimientos menores que las sanas. La tendencia de las semillas alteradas a retener fuertemente el aceite, se debe, probablemente al gran contenido de ácidos grasos libres u otros agentes tenso-activos. ⁽⁸⁾



15.2 Fenómeno de gelatinización:

Cuando el producto se seca a temperaturas de 50°C a 55°C, se da un rompimiento en los enlaces de hidrógeno intermoleculares de las zonas amorfas, haciendo que los almidones absorban el agua contenida en el grano, entre mayor agua absorban los almidones, es mayor el hinchamiento del grano, a este fenómeno se le conoce como gelatinización. En estas condiciones se pueden apreciar visualmente un aumento considerable del tamaño del granulo, que va paralelo a la perdida de birrefringencia, debido a la ruptura, del arreglo radial de los polímeros. A medida que se aumenta el agua absorbida y partes de las moléculas de amilosa de bajo peso molecular, se disuelven y se difunden fuera del granulo; mientras que las cadenas de mayor tamaño permanecen en él, impidiendo que exista mas solubilización de bajo peso molecular. ⁽⁸⁾

16. LA OXIDACIÓN

Proceso destructivo que sufren muchos materiales orgánicos con alto grado de insaturación, como grasas y aceites debido a su interacción con el oxígeno con un material orgánico.

Esta comienza con la formación de radicales libres en algunas moléculas del aceite que al reaccionar con el oxígeno dan lugar a un radical peróxido. Este peróxido reacciona con otra molécula del aceite para formar tanto a un radical hidroperóxido y a otro radical libre. Este último radical libre vuelve a reaccionar con el oxígeno para formar más radicales libres, radicales peróxido e hidroperóxido y así sucesivamente. ⁽⁹⁾

Por otro lado los radicales hidroperóxidos se descomponen en varios compuestos que pueden ser aldehídos, cetonas, alcoholes y ácidos que imparten mal sabor y olor conocido a este proceso como rancidez.



Como toda reacción química, la oxidación puede ser catalizada por los factores que se describen a continuación:

1. **Temperatura.** La temperatura es un agente catalítico en casi cualquier reacción química, siempre un aumento en la temperatura implica un aumento en la velocidad de reacción. Los procesos de freído se llevan a cabo a temperaturas muy elevadas lo que promueve la oxidación.
2. **Luz.** La radiación, en particular la ultravioleta (más energética que la visible) promueve la formación de radicales libres que como ya se ha mencionado es la etapa inicial de la reacción de oxidación.
3. **Iones Metálicos.** Los iones metálicos, en particular hierro y cobre, catalizan la reacción de oxidación.
4. **Grado de Insaturación.** Las insaturaciones en una grasa o aceite son los sitios para la formación de radicales libres, de hecho entre más insaturado sea la grasa o aceite será mas susceptible a la oxidación.
5. **Disponibilidad de Oxígeno.** Resulta evidente que la oxidación se presentará en mayor o menor grado según la cantidad de oxígeno presente.

16.1 Compuestos de oxidación primaria

Un primer tipo de compuestos derivados de la oxidación de los ácidos grasos insaturados (AGI) y de otras moléculas insaturadas son los hidroperóxidos (HP) que son los compuestos de oxidación primaria más característicos y abundantes, y que su estructura vendrá determinada por la mezcla de ácidos grasos (especialmente los poliinsaturados) presentes en el aceite de fritura.



16.2 Compuestos no volátiles de oxidación secundaria

Los compuestos no volátiles de oxidación secundaria son productos formados durante el proceso de fritura, como consecuencia de diversas reacciones sufridas por los peróxidos lipídicos.

Los peróxidos pueden sufrir reacciones de fisión, formando alcoholes, aldehídos, ácidos e hidrocarburos, o bien reacciones de deshidratación que forman cetonas, mientras los radicales peroxilo pueden también dar lugar a la formación de dímeros, trímeros, epóxidos, éteres, etc., compuestos de elevado peso molecular indicadores fiables de la alteración de la grasa debido a su acumulación.

16.3 Compuestos volátiles de oxidación secundaria

Los compuestos volátiles de oxidación tienen una gran repercusión desde el punto de vista sensorial y son los responsables del aroma propio (a bajas concentraciones), así como del olor a rancio y de posibles aromas y gustos no deseables. Entre ellos destacan algunos hidrocarburos, alcoholes, aldehídos y cetonas y, en menor proporción, los furanos y ácidos carboxílicos.

16.4 Antioxidantes

Los antioxidantes son sustancias presentes en bajas concentraciones respecto al sustrato oxidable y que retardan significativamente la oxidación de éste. El antioxidante ideal debe cumplir una serie de criterios para ser utilizado en alimentos:



- Seguridad e inocuidad.
- No proporcionar color, olor ni flavor.
- Ser efectivos a bajas concentraciones presentes en el alimento acabado; y ser estables en el mismo.
- Ser liposolubles y disponibles a bajo precio.

Existen diversas clasificaciones de los antioxidantes. Según su función los antioxidantes se clasifican en:

- **Antioxidantes primarios:** Son aquellos que deben su capacidad antioxidante a la cesión de átomos de hidrógeno o electrones a radicales libres convirtiéndolos en productos más estables.
- **Antioxidantes secundarios o sinérgicos:** Los antioxidantes secundarios o sinérgicos son compuestos que actúan impidiendo o disminuyendo la formación de radicales libres por uno o varios de los siguientes mecanismos:
 - 1) Cediendo electrones o átomos de hidrógeno a radicales de un antioxidante primario y consecuentemente, regenerándolo.
 - 2) Facilitando un entorno ácido, lo que aumenta la estabilidad de los antioxidantes primarios.
 - 3) Quelando iones metálicos, evitando así las reacciones catalizadas por metales.
 - 4) Desactivando el oxígeno singulete.
 - 5) Captando oxígeno.
 - 6) Descomponiendo hidroperóxidos en especies no radicalarias.
 - 7) Absorbiendo radiación ultravioleta.

Antioxidantes “naturales”: La utilización de antioxidantes naturales atrae la atención de muchos fabricantes de productos alimenticios como resultado de la necesidad creada por la situación donde es extremadamente difícil el uso de antioxidantes sintéticos debido a la necesidad de ofrecer alimentos percibidos por los



consumidores como más saludables. Debido a esta situación, existe una gran cantidad de antioxidantes naturales, algunos de los cuáles, son utilizados frecuentemente para la protección de alimentos contra la degradación oxidativa.

- **Antioxidantes sintéticos:** Este grupo incluye sustancias sintéticas que tienen propiedades antioxidantes y que son usadas en un gran número de aplicaciones no alimentarias, por ejemplo en la estabilización de plásticos, gomas y polímeros para prevenir la degradación oxidativa en dichos materiales. Sin embargo, el uso de antioxidantes sintéticos en alimentos requiere tener en cuenta una serie de consideraciones, incluyendo la necesidad tecnológica, los efectos biológicos de los productos de oxidación lipídica, e indudablemente los estudios toxicológicos realizados para asegurar su inocuidad como aditivo alimentario.

16.5 Parámetros analíticos para el control de la oxidación de los lípidos:

Existen una serie de análisis que permiten evaluar la calidad y cantidad de los lípidos que se encuentran en los alimentos, así como la oxidación que estos sufren al someterlos a tratamientos térmicos a diferentes temperaturas, entre estos se encuentran:

- **Observación de propiedades físicas** (sin requerimientos de laboratorio): Ejemplo: La observación de la evolución del color o de la formación de espuma, la aparición de aroma desagradable o un tiempo preestablecido máximo de fritura. Dichos métodos son los procedimientos más utilizados en el sector de las freidoras discontinuas y la eficacia de su aplicación depende de la experiencia y habilidad del usuario.
- **Medida de propiedades físicas con técnicas de laboratorio:** Ejemplo: Punto de humo, altura de espuma, viscosidad, índice de color (absorción en la zona del visible), índice de refracción, etc.



- **Medida de propiedades químicas con técnicas de laboratorio:** Ejemplo: Acidez libre, índice de ATB, índice de p-anisidina, carbonilos totales, AG Insolubles en éter de petróleo, compuestos polares, etc.

16.6 Analisis sensorial de la grasa o aceite.

16.6.1 Determinación del índice de peróxidos mediante métodos volumétricos

Es una de las técnicas para determinar el estado de conservación del alimento a través de la determinación de peróxidos como producto resultante primario de la oxidación del aceite, los cuales destruyen vitaminas liposolubles A, D, E, caroteno y parte de los ácidos grasos esenciales y paraliza la biosíntesis de vitamina K. Para determinar el índice de peróxido, se usan dos métodos, el método tradicional a través de una titulación en base a Tiosulfato Sódico y el método por Fotometría.

16.6.2 El método tradicional

A través de titulación, consiste en liberar el yodo proveniente de la mezcla de la muestra con ácido acético y cloroformo y titularlo, con una solución estandarizada de Tiosulfato sódico y almidón como indicador. Los resultados se expresan con la siguiente fórmula, expresado en mili equivalentes de oxígeno activo por kg. de aceite.

Donde:

V: Volumen gastado del titulante.

N: Concentración expresado en normalidad del titulante.

P: Peso de muestra expresado en gramos.



Este método presenta algunas desventajas como: Muy lento, gasto de materiales e insumos, debe ser realizado por personal entrenado, poco preciso y requiere una habilitación especial en laboratorio.

El envasado inteligente se puede definir como las técnicas de envasado que contienen, externa o internamente, un indicador para generar una activa historia del producto y determinar su calidad.

El envasado activo se centra en la necesidad de protección y conservación que otorga el envase, protegiendo al alimento tanto de daños mecánicos durante su manipulación como del deterioro debido a los diferentes ambientes por los que pasará el envase durante su distribución y almacenamiento. A diferencia del envasado inteligente, que pretende proporcionar información del producto.

17. EMPAQUES

Los empaques utilizados para todas las oleaginosas por su alto contenido de grasa y aceites, está diseñado de manera tal de evitar la oxidación; los métodos utilizados para ello incluyen minimizar la exposición a la luz ultravioleta, obstaculizar el paso del oxígeno, ponerlos en plataforma para evitar el contacto con el piso. Los empaques protectores de las oleaginosas se centra en la necesidad de protección y conservación que otorga el envase, protegiendo al alimento tanto de daños mecánicos durante su manipulación como del deterioro debido a los diferentes ambientes por los que pasará el envase durante su distribución y almacenamiento.

17. 1 Sistema para el control de la humedad de los empaques

- **Absorbentes de humedad:** Se emplean para retener los líquidos que puedan desprenderse por exudación del producto envasado. Básicamente consisten en un polímero súper-absorbente y granular (sales de poliacrilato, amidas modificadas o copolímeros de almidón) protegidos por dos capas de polietileno o polipropileno.



Estos dispositivos se suelen colocar en las bandejas de comercialización de productos frescos, entre ellos los vegetales. ⁽¹⁰⁾

- **Plásticos con aditivos antivaho:** Estos aditivos, del tipo de los etoxilatos no iónicos o monoglicéridos, presentan el grupo apolar unido al plástico y el polar en la interface. Su función será reducir la tensión superficial del agua condensada en el interior del plástico haciendo que las gotas se unan y formen una película continua manteniendo la transparencia del envase. ⁽¹⁰⁾

- **Reguladores de humedad:** Buscan disminuir la humedad relativa en el interior del envase controlando, así, el desarrollo microbiano.

Generalmente en el mercado se utilizan sobres en los que la materia activa puede ser gel de sílice, óxido de calcio o algunas sales de cloruro sódico, existiendo también etiquetas con la misma función. A nivel de materiales de envasado que contengan compuestos absorbentes en su propia estructura tenemos como ejemplo el propilenglicol, sustancia absorbente protegida por dos capas de plástico (polivinilalcohol) muy permeables al vapor de agua. ⁽¹¹⁾

- **Películas comestibles:** Generalmente se utilizan en forma de ceras para evitar la deshidratación de frutas y hortalizas y mejorar la apariencia comercial. También se pueden utilizar películas mixtas a base de derivados de celulosa, gomas, gluten, almidón, combinados con sustancias lipídicas ya que éstas ofrecen una importante barrera a la humedad, pero pueden tener problemas de estabilidad (fundamentalmente fenómenos de oxidación), e influir en la textura y características organolépticas.

17.2 Sistema absorbente de O₂

Como materia activa absorbente de oxígeno se suele utilizar: ácido ascórbico, sales de hierro o sistemas enzimáticos como la glucosa oxidasa/catalasa. ⁽¹¹⁾



Bolsas o sobres: Los absorbedores de oxígeno están constituidos por sustancias fácilmente oxidables contenidas en pequeñas bolsas con capacidad de absorción de oxígeno variable, de los 5 a los 2000 ml. Estos dispositivos consiguen llegar a valores inferiores al 0,01% de oxígeno residual en el envase.

Como principales ventajas de este sistema destacan: fácil de usar, previene el crecimiento microbiano, evita el desarrollo de sabores, aromas y colores indeseables en el alimento, mantiene la calidad del producto sin usar aditivos, menores costes en equipos generadores de gases, así como en productos químicos para prevenir el daño por insectos. En cambio, su uso no es posible en alimentos líquidos. ⁽¹¹⁾

Para ser efectivos, se han de utilizar con envases lo más impermeables posible al oxígeno siendo los de aluminio, EVOH (alcohol vinílico) y PVDC (policloruro de vinilideno), los más adecuados.

- **Películas plásticas absorbedoras de oxígeno:** Son plásticos formados por polímeros absorbentes o bien las moléculas activas se disuelven o disgregan en la lámina de envase, es decir, el material absorbente puede estar incluido en la estructura del sólido o disponerse como adhesivo, tinta, laca o esmalte. A diferencia de los dispositivos anteriores, las películas mantienen toda su superficie en contacto con el alimento a desoxigenar o para protegerlo de la entrada de oxígeno del exterior.

- **Películas comestibles:** Son recubrimientos con permeabilidad selectiva a los gases lo que permite reducir la degradación de algunas frutas y hortalizas. Las mejores son de naturaleza proteica y las constituidas por polisacáridos.

18. SISTEMAS DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Existen diversos procedimientos que aseguran la calidad de los alimentos, entre estos se encuentran: Las Normas ISO, BPM, SSOP y el HACCP.



18.1 El HACCP es Análisis de Riesgo y Puntos Críticos de Control

El HACCP del inglés Hazard Analisis and Critical Control Point, es un enfoque sistemático que con base científica nos permite identificar riesgos específicos y medidas de control con el fin de asegurar la inocuidad de los alimentos.

HACCP es un instrumento para evaluar riesgos y establecer sistemas de control que se orientan hacia la prevención en lugar de basarse en el análisis del producto final. También se puede definir como una estrategia de aseguramiento de la calidad preventiva dirigida a todas las áreas de contaminación, supervivencia y crecimiento de microorganismos.

El HACCP fue desarrollado en el año 1960 por la Pillsbury Company, a solicitud y con el apoyo de la NASA (National Aeronautic and Space Administration) y Natick Laboratory (de la Armada de los Estados Unidos) y el Air Force Space Laboratory Project Group. El objetivo primordial era producir un alimento con el 100% de seguridad y que pudiera ser usado por astronautas del naciente programa espacial, sin peligro de ser infectados por contaminantes químicos, toxinas o microorganismos patógenos.

En los Estados Unidos de Norteamérica, en los años 70's fue adoptado y usado por la FDA (Food and Drug Administration) en los alimentos enlatados con carácter ácido. El gobierno y la industria trabajaron en cooperación para identificar los puntos críticos de control y el procedimiento de monitoreo. El programa fue diseñado como una herramienta que reduce, elimina, o controla los peligros a niveles aceptables. Para que el sistema trabaje, la herramienta de control debe tener una implementación continua.

El sistema es completo porque abarca los ingredientes, procesos y el uso de los productos; continuo porque los problemas se detectan cuando ocurren y se pueden tomar acciones rápidas para corregirlos; y sistemático, porque cubre paso a paso las operaciones, procedimientos y el control de las mediciones.



Si lo comparamos con otras herramientas similares, la visión actual del HACCP ofrece ventajas en la garantía para conseguir una verdadera inocuidad en los alimentos, debido a que:

- Permite un enfoque más amplio de un proceso de elaboración de alimentos del campo al consumidor.
- Se concentra en evitar el riesgo de contaminación de los alimentos.
- Se basa en principios científicos sólidos.
- Permite mayor eficacia y efectividad en la supervisión gubernamental, principalmente porque a través del registro de los inspectores se pueden evaluar el grado de cumplimiento de las disposiciones sobre inocuidad de los alimentos durante un período, no simplemente en un día determinado.
- Asigna, como es debido, el compromiso de toda la organización y en especial de la alta Gerencia de la industria de la elaboración y a los distribuidores la responsabilidad de la inocuidad de los alimentos.
- Conduce a un aumento muy sensible de la instrucción específica de los operadores, ya que, al establecerse responsabilidades personales en cada eslabón de la cadena alimentaria, obliga en cada caso la auto detección de los propios puntos críticos, y su corrección inmediata.
- Promueve la formación de equipos multidisciplinarios para el desarrollo del plan HACCP, pues constituye un modelo que permite organizar y sistematizar la información y el conocimiento relacionado con la metodología de la investigación.
- Permite conocer mejor el funcionamiento de las instalaciones mediante el uso adecuado de las verificaciones del sistema (auditorias internas) y los planes de entrenamiento, entre otros elementos.
- Logra hacer más eficiente el funcionamiento de la empresa, dada la organización que requiere la implementación del sistema, ayudando a la industria alimenticia a competir más eficazmente en el mercado mundial.



- La empresa está en condiciones de brindar respuestas oportunas a los cambios en las necesidades de los consumidores. De esta manera se logra acceder a un ciclo de mejoras continuas.

18.2 Principios en que se basa el HACCP

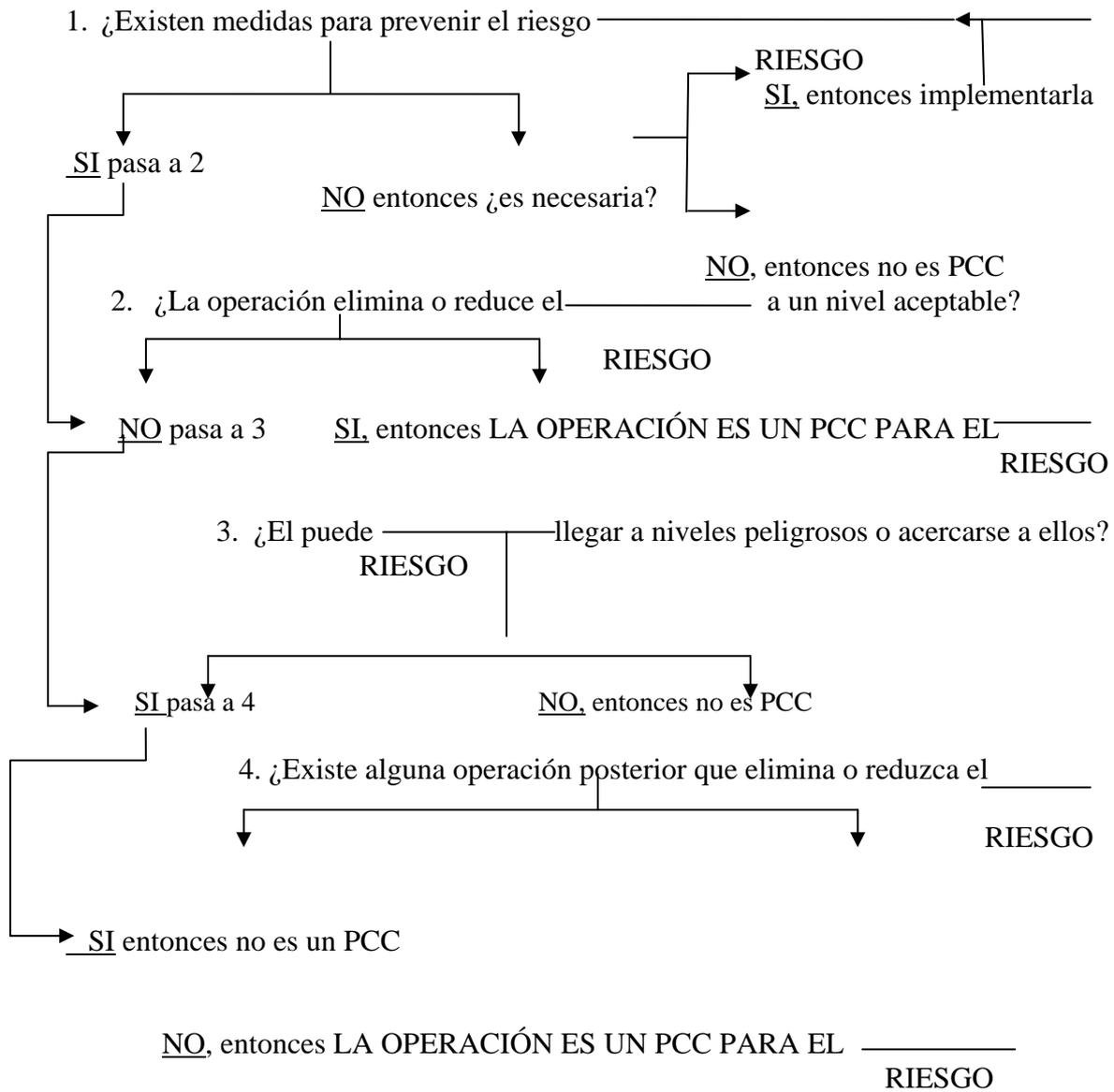
Estos principios son aceptados ampliamente y deben seguirse para elaborar un plan de HACCP, ya que explican con detalle el proceso.

1. Conducir un Análisis de Riesgo.
2. Identificar los puntos críticos de control.
3. Establecer límites críticos.
4. Establecer procedimientos de monitoreo.
5. Establecer acciones correctivas.
6. Establecer procedimientos de verificación.
7. Establecer procedimientos para la verificación sobre el correcto cumplimiento del sistema.

Para identificar los PCCs en los procesos productivos se utiliza el árbol de decisiones como una herramienta eficaz. El cual esta representado a continuación:



18.3 ARBOL DE DECISIONES PARA PCC DEL PLAN HACCP





19. EVALUACION SENSORIAL

19.1 Definición de evaluación sensorial

Es la ciencia de la evaluación y medición de las propiedades organolépticas de los productos alimentarios, mediante uno o más de los sentidos humanos. Los sentidos involucrados en la degustación de los alimentos son: el olfato y el gusto. Además la vista interviene en esta evaluación, siendo el cerebro humano encargado de integrar todas las sensaciones recibidas como: color, forma, tamaño, textura, sabor, aroma, etc.

Las propiedades organolépticas de los productos alimenticios de forma general son:

- Apariencia: comprende color, tamaño, forma, etc.
- Flavor: comprende el sabor propiamente dicho de los alimentos de su olor y aroma.
- Cenestésicas: son aquellas relacionadas con el movimiento y la sensación que causan los alimentos durante su ingestión y masticación, ejemplo: textura.

19.2 Evaluación organoléptica

La evaluación organoléptica consiste en el examen de características totales como color, olor, consistencia, textura, sabor y olor.

Esta evaluación determina la aceptación del producto. Esta característica tiene mayor influencia en el consumidor que las reglamentaciones sanitarias. La evaluación organoléptica se efectúa para tener, cambiar o rectificar el proceso de elaboración cuando el producto no alcance el nivel deseado, aunque cumpla con las reglamentaciones sanitarias. ⁽¹²⁾

La calidad organoléptica evalúa por un panel de personas especialmente entrenada para reconocer estas características. Para evaluar el color y la consistencia existen



otros métodos más objetivos. Sin embargo, para valorar el olor y el sabor del producto se recurre a un método subjetivo, o se, al juicio del panel. El panel también evalúa también el producto total.

19.3 Evaluación de las propiedades organolépticas de los productos

En la evaluación de la calidad (por métodos químicos y sensoriales) de los productos alimenticios es cada vez mayor la importancia de la evaluación sensorial de los mismos paralelamente a las determinaciones analíticas realizadas, con diversos instrumentos de medición, esto es lógico ya que el destino final de estos productos es su ingestión por el hombre y ningún instrumento de medición será capaz de integrar todos los factores que influyen en la calidad de los alimentos, mejor que el ser humano. En los últimos años los avances de este campo han sido notables, perfeccionándose las técnicas de evaluación sensorial así como los métodos estadísticos para interpretar los resultados. ⁽¹³⁾

19.4 Prueba de degustación

Por prueba de degustación se entiende a la acción de entregar producto para que se pruebe y se emitan opiniones en el acto sobre una serie de variables, usualmente de tipo sensorial.

Por sensorial, se entiende a todo aquello que afecte a los sentidos del ser humano: sabor, textura, aroma, apariencia, color, etc.

Las muestras de producto se encargan a consumidores reales o potenciales, aunque en algunos casos puede que interese realizar la degustación con personas no consumidoras para evaluar sus reacciones. El sitio donde se realicen las pruebas pueden ser el lugar de los consumidores o algún lugar especial, como un hotel, el sitio



de trabajo de los entrevistados, la escuela, el colegio o el lugar donde los consumidores realicen sus estudios.

Independientemente del lugar donde se realicen las degustaciones, una serie de precauciones se deben seguir para garantizar la calidad de la información que se va a generar:

- Garantizar la uniformidad de las muestras que se van a degustar lo cual incluye apariencia, cantidad, frescura (fecha de producción) y detalles de presentación, tales como: platos, vasos, etc. Cuando se degustan alimentos, la temperatura a la que se servirán tienen mucha influencia sobre las características organolépticas. Si se sirve un producto frío, hay que asegurar un rango de temperatura lo más ajustado posible. Lo mismo sucede cuando el alimento deba ser servido caliente.
- Sortear el orden en que se va a degustar las muestras, en el caso de pruebas con varias muestras. Se sabe que un cierto orden influye sobre la apreciación de la primera o la última que se pruebe. Este sesgo debe disminuirse variando al azar el orden en que se sirven las muestras.
- Uniformar las condiciones de la degustación, lo cual incluye el tipo de utensilios, el acompañante del producto en caso necesario y los periodos de descanso entre muestras. Ciertos alimentos no pueden ser degustados solos. Otro detalle importante es el lapso que debe de transcurrir entre la degustación de una muestra y otra, los órganos degustativos u olfativos se saturan con cierta facilidad, por lo que se le debe dar oportunidad de (desintoxicarse) sea con reposo tomando agua entre degustación u oliendo algún compuesto neutro.

19.5 Los sentidos como herramienta de análisis

Desde hace mucho tiempo se ha utilizado la evaluación sensorial con base científica en la industria de alimentos. La evaluación sensorial usa técnicas fisiológicas y de la percepción.



El análisis sensorial es una técnica multidisciplinaria en la que se utilizan panelistas humanos que utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios y de muchos otros materiales. No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos. El análisis sensorial aplicable en muchos sectores, tales como desarrollo y mejoramiento del producto, control de calidad, estudio sobre alimentación y desarrollo del proceso.

Si se desea obtener resultados confiables y valiosos en los estudios sensoriales, el panel debe ser tratado como un instrumento científico. Toda prueba que incluya paneles sensoriales debe llevarse a cabo en condiciones controladas, utilizando diseños experimentales, métodos de prueba y análisis estadísticos apropiados. Solamente de esta manera el análisis sensorial podrá producir resultados consistentes y reproducibles.

19.6 Que es la percepción

Cada objeto, una flor, un libro tienen características propias así son también los alimentos tiene su propio peso, estatura, composición, color, etc. El primer estado de percepción comienza con los receptores de percepción sensorial y estos determinan la eficiencia de los detectores. El estímulo consiste en la emisión de energía por un objeto, esta es captada por un receptor. La misma energía requerida para emitir una respuesta sensorial se define como umbral de percepción.⁽¹²⁾

19.7 El umbral de detección

Se define como el estímulo mínimo capaz de producir una respuesta sensorial de un 50% (preferiblemente de 75%) en una población dada.⁽¹²⁾



19.8 Umbral máximo o umbral de saturación

Es la máxima concentración o intensidad del estímulo que puede ser captada, o sea se aumenta la intensidad del estímulo la respuesta es la misma, también referido la respuesta de un 50% de una población dada. También es importante señalar el umbral de diferenciación que corresponde al incremento mínimo del estímulo, requerido para producir una diferenciación detectable a la percepción.

El sentido de la vista nos informa sobre la apariencia del alimento, estado físico (sólido, semi, gel) tamaño, forma, textura, consistencia, color, la estimación de estas características y hace que los otros órganos sensoriales den sus propias percepción, haciendo mas intensa la respuesta.

El sentido del tacto y los receptores nos entregan información sobre la textura, forma, peso, temperatura y consistencia del alimento. Estos receptores se ubican en la mano y boca (labios, mejillas, lengua y paladar).

El sentido de la audición esta bien asociado al proceso de comer. Los sonidos provocados por el masticar o morder un alimento. Complementarla percepción de la textura del alimento y forma también parte del placer de comer. Las vibraciones acústicas de masticar y tragar llegan al oído a través de los tubos de Eustaquio por lo huesos del cráneo.

El sentido del olfato al igual que el sentido del gusto es estimulado por energía química principalmente es capaz de percibir algunas moléculas diluidas del aire. De la gran variedad de olores que existen es una gran tarea denominarlos y bastante frecuente dar el nombre.

El sentido del gusto tiene sus receptores en la boca principalmente en labios, paladar y lengua. Estos órganos no son rigurosamente específicos en la determinación del gusto.



19.9 Interacciones sensoriales

La información captada por los diferentes receptores sensoriales es transmitida en forma potencial al cerebro, donde es interpretada en interacciones sensoriales y las asociadas a las psicologías y al color, temperatura. Textura, gusto, etc.

La problemática de la evaluación sensorial es que solo perciben algunas propiedades del alimento y el consumidor elabora un juicio subjetivo de los resultados según su fisiología y psicología.

19.10 Atributos sensoriales y aspectos más relevantes.

19.10.1 Evaluación del color y apariencia

El ojo humano puede distinguir una gran variedad de colores y matices. Además, la percepción del color depende de la composición de la luz. Cierta color puede observarse de diferente manera ante la luz natural y ante la luz artificial. La evaluación del color se hace con métodos subjetivos y con métodos objetivos.

Los métodos subjetivos hacen uso de catálogos de colores y de filtros vítreos. Con tales dispositivos, el resultado del examen depende de los juicios de especialistas. Los métodos objetivos funcionan con celdas fotoeléctricas que miden la luz que se refleja en una superficie. En este caso, el color se mide en unidades físicas llamadas mini voltios. La investigación del color se complementa con la evaluación del panel.

El sentido de la vista es estimulado por sensaciones lumínicas o radiantes que pueden provenir de grandes distancias, estas pasan por los lentes de los ojos y enfocadas como imágenes en la retina.



Se puede afirmar que la vista es el primer sentido en que interviene la evaluación de un alimento, captando los atributos con relación con su apariencia, aspecto, tamaño, forma, defectos, etc.

19.10.2 Evaluación de la consistencia y textura

- La consistencia de un producto se percibe mediante los dedos, el paladar y los dientes.
- La consistencia ideal de un producto se determina por medio del panel de prueba. Se han diseñado métodos empíricos para medir y clasificar la consistencia de muchos productos.
- La consistencia de un producto influye, además, directamente en el funcionamiento del equipo.
- La textura de productos sólidos también se valora con el panel de pruebas. La textura se puede clasificar en: firme, blanda, jugosa, correosa, elástica y fibrosa.

19.10.3 Evaluación del sabor y olor

El sabor y el olor son verdaderas características sensoriales. Son evaluadas solamente por el panel de prueba. Se puede distinguir cuatro sabores básicos: dulce, ácido, salado y amargo. Por lo general la percepción de cierto sabor será una combinación de la percepción de sabores y olores.

El hombre puede distinguir y reconocer un gran número de olores. Sin embargo, el sentido del olor disminuye cuando se está expuesto a cierto olor durante mucho tiempo. En la elaboración de productos alimenticios debe tomarse en cuenta que los olores pueden neutralizarse. Un olor puede reforzar a otro. Además una combinación de olores puede producir a otro.



19.11 Relación entre perceptores y características texturales

19.11.1 Audición y ruidos

El ruido que se produce al masticar o palpar muchos alimentos constituye una información muy apreciada por muchos consumidores que exigen la presencia de estas características en el alimento que degustan.

19.11.2 Las vibraciones acústicas tienen dos dimensiones

La amplitud sonora, que en función de la presión del sonido y se mide en decibeles y la frecuencia se mide en hertz. Las operaciones de la audición en relación con el estímulo son tres: detección, discriminación y la identificación de los estímulos sonoros.

19.12 Factores que influyen en la evaluación sensorial

De la gran variedad de factores que ejercen influencia sobre la evaluación sensorial debemos considerar lo siguiente:

19.12.1 Factores de personalidad y actitud: Influyen en gran medida en experiencia sobre aceptación o preferencia de consumidores.

19.12.2 Factores relacionados con la motivación: Influyen sobre los resultados al trabajar con concentraciones umbrales y supra umbrales.

19.12.3 Errores psicológicos: Se deben de distinguir varios errores psicológicos, como son los de tendencia central, de posición y tiempo, de contrastes. También deben considerarse la memoria, la concentración y la instrucción minuciosa, ya que pueden ser importantes.



19.12.4 Factores que dependen de la relación entre el estímulo y la percepción.

19.12.4.1 Adaptación

Es un factor de importancia que debe ser considerado siempre. Ahora veremos en detalles los factores.

19.12.5 Motivación

Este factor tiene mucha influencia en la percepción sensorial. Por lo que es conveniente hacer una escogencia de los individuos. A veces se recurre a sensibilizar el organismo a estímulos que producen una sensación agradable y de placer así mismo desagradable, lo suficiente como para distinguir otras sensaciones, de manera que se obtengan datos a los mismos niveles.

19.12.5.1 Errores psicológicos de los juicios

Son errores que pueden o no estar presentes en los juicios de los degustadores y deben evitarse.

19.12.5.2 Error de hábito

Resulta de la tendencia de continuar dentro de una misma respuesta a una serie de estímulos ordenados, ya sea creciente o decreciente siendo la diferencia entre ellos muy débil.

19.12.5.3 Error de expectación

Es muy frecuente entre los jueces impacientes que encuentran diferencias cuando no las hay. Muchas veces el juez conoce previamente el test de anticipación en forma de diferencia antes de que ocurran.



19.12.5.4 Error por estímulo

Se produce cuando el juez conoce como ha sido preparado el test o cuando los utensilios donde han sido entregados las muestras (vasos diferentes, diferentes tamaños, etc.) o los procedimientos seguidos les sugieren diferencias por lo tanto tratará de descubrirlas aunque no existan.

19.12.5.5 Error lógico

Ocurren cuando las condiciones del alimento están acomodadas a la lógica del degustante y se evalúan conjuntamente. Pueden producirse interacciones entre sus propiedades sensoriales, influenciados por respuestas sobre las características estudiadas.

19.12.5.6 Error por benevolencia

Se produce cuando en jueces que siendo benévolo, aplican esta benevolencia clasificándolo siempre como mejor. A veces sucede que los jueces que están consientes de sus fallas las tratan de compensar calificando bajo. El error se elimina colocando en la ficha una escala de valores que no incluya más de una vez la clasificación de malo.

19.12.5.7 Error de tendencia central

Se produce cuando el degustador vacila en utilizar los valores externos de la escala. Es frecuente cuando se evalúa alimentos con los que no está familiarizado. Se corrige definiendo exactamente el puntaje adjetivo asignado a todos los puntos de la escala.



19.12.5.8 Error por contraste

Aparece cuando se evalúa una muestra agradable seguida de una desagradable. El contraste entre ambas se acentúa más que cuando se evalúan por separado.

También se produce cuando el orden es inverso, pero aquí el error es mínimo. No conviene poner algo bueno seguido de algo malo y viceversa.

19.12.5.9 Error de proximidad

Se encuentra en aquellos casos en que las características próximas tienen a ser de manera similar, por ejemplo la evaluación simultánea del olor y el color, sabor a la aceptabilidad general de un grupo de muestras.

19.12.5.10 Error de posición y tiempo

Se refiere a la estimación de una muestra según su posición o sea el lugar o el orden de la presentación. Este error es común en test pareados. El error es también en función del tiempo, cuando el tiempo de presentación es más o menos rápido en función de la presentación de una muestra anterior, este tipo de error se evita balanceando el tiempo de presentación de las muestras.

19.12.5.11 Error de apreciación

Consiste en repetir las impresiones previas en una forma de respuesta condicionada. En esta forma el estímulo puede aparecer aumentado o disminuido según la asociación que exista en el juez.



19.12.5.12 Error de primera clase

Consiste en detectar un estímulo que no existe.

19.12.5.13 Error de segunda clase

Consiste en no detectar un estímulo que existe. Estos dos errores desaparecen con un buen entrenamiento.

19.13 Relación entre el estímulo y la percepción

Ahora veamos la relación entre el estímulo y la percepción. Se ha dicho que corresponden a la psicofísica del estudio del estímulo de la respuesta.

Son tres parámetros que se deben de considerar:

1. Trabajo efectuado por el juez
2. Forma de presentar el estímulo
3. La estadística en la presentación de los datos

Cuando realicemos la evaluación sensorial podemos pedirle al juez algunas de las siguientes tareas:

- Clasificación de las muestras que se van a evaluar: esta implica la identificación de las características que se investigan.
- Orden con respecto al estímulo que se va a medir: aquí se emite un juicio acerca de la magnitud del estímulo.
- Clasificación en intervalos: la relación entre dos magnitudes. Estimar magnitud es informar acerca de dos magnitudes o percepciones o estímulos. Presentar un estímulo fijo y el otro ajustable.



- La estadística se limita a la presentación de medidas de tendencia central, como mediana y medias, y las medidas de varianza y de confusión a medida del error.

19.13.1 Adaptación

Se produce cuando el estímulo actúa de forma prolongada sobre el receptor, produciendo una respuesta disminuida y actividad eléctrica. La adaptación es importante porque influye en el umbral y el resultado del test sensorial.

20. PRUEBA DE EVALUACION SENSORIAL

Existen pruebas sensoriales para la degustación de alimentos a continuación se describen algunas:

20.1 Prueba orientada al consumidor

Las pruebas orientadas al consumidor incluyen pruebas de preferencia, pruebas de aceptabilidad, y pruebas hedónicas (grado en que gusta un producto). Este tipo de prueba se lleva a cabo con paneles no entrenados.

En las pruebas con consumidores no se emplean panelistas entrenados ni seleccionados por su agudeza sensorial; sin embargo los panelistas deben ser usuarios del producto. Por lo general, para este tipo de prueba se entrevistan de 100 a 500 personas.



Los resultados se utilizan para predecir actitudes de una población determinada. Las entrevistas o pruebas pueden realizarse en un lugar central tales como: un mercado, escuela, centro comercial o centro comunitario, o también en los hogares de los consumidores.

Una verdadera prueba orientada al consumidor requiere seleccionar un panel representativo de la población escogida como objetivos. Debido a que este proceso es caro y requiere bastante tiempo, frecuentemente se utilizan paneles internos de consumidores en etapa inicial de los estudios de aceptabilidad de un producto. Estos paneles internos están integrados por personas no especializados de la organización o de la institución y generalmente se lleva a cabo antes de iniciar la verdadera prueba dirigida al consumidor.

Los paneles internos resultan mas fácil de organizar que la verdadera prueba dirigida a los consumidores y además permite un mayor grados e control de las variables y condiciones de evaluación. Es importante notar que el objetivo de los paneles internos es ampliar no remplazar las pruebas verdaderas orientadas a los consumidores.

Por lo general estos paneles internos (paneles pilotos de consumidores) están integrados de 30 a 50 panelistas no entrenados, seleccionados dentro del personal de la institución donde se lleva a cabo el desarrollo o investigación del producto. El grupo de panelistas seleccionados deberá tener características similares a la población que consumirá el producto. Es ventajoso utilizar un panel lo más numeroso que sea posible, este tipo de panel es capaz de indicar la relativa aceptabilidad de un producto y también identificar defectos en un producto.

Los resultados de paneles internos de consumidores no deben utilizarse para predecir el comportamiento de un producto en el mercado, ya que este tipo de paneles podría no ser representativo de la población real de consumidores.⁽¹³⁾



20.2 Pruebas de las características sensoriales

En la presentación de las pruebas sensoriales, se hace necesario introducir el término hedónico, el cual hace referencia a la atracción subjetiva de una persona por un producto en particular.

En el análisis hedónico, se busca la respuesta de un consumidor, la respuesta puede ser real o potencial. La aceptabilidad puede medirse como la respuesta caracterizada hacia determinado producto, previsión del uso de un producto y el nivel de aceptación o rechazo del mismo.

20.3 Pruebas de preferencia

La prueba de preferencia tiene como objetivo cual, de las dos o más muestras, es preferida por un número determinado de personas. Cuando se esta conduciendo una investigación, a menudo resulta útil conocer la preferencia que existe por el producto. Muchas veces, se llega a obtener formulaciones diferentes que son igualmente convenientes, y esto hace difícil definir por cual decidirse. En este caso por medio de un test de preferencia se puede obtener la solución al problema. Este tipo de prueba se realiza a nivel de consumidores, no a panelistas de laboratorio.

Los test de preferencia miden factores psicológicos y factores que influyen en el sabor del alimento.

Las pruebas básicas de preferencia son: muestra simple, comparación de pares, prueba de rangos, prueba de consumidores y escala hedónica.



1. **Muestra simple:** se puede entregar una sola muestra y preguntar sobre su aceptabilidad o grado de gusto.

¿Aceptable o no aceptable?

¿Que opina usted de esta muestra?

Cuando hay más de dos muestras que son presentadas al mismo tiempo al consumidor, se requiere de un diseño apropiado para dividir en grupos la población seleccionada. Las muestras están sometidas a cada grupo de acuerdo al diseño ya planificado.

20.4 Paneles de evaluación sensorial

Los paneles de evaluación sensorial se agrupan en tres tipos: paneles de expertos altamente adiestrados, paneles de laboratorio (jueces entrenados) y paneles de consumidores (utiliza un numero grande de jueces no entrenados). Los dos primeros se utilizan en control de calidad en el desarrollo de nuevos productos o para medir cambios en la composición de un producto. Los paneles de consumidores se utilizan más para determinar la reacción del consumidor hacia el producto. ⁽¹²⁾

20.5 Requisitos para una evaluación sensorial de alimentos

Cuando hemos decidido hacer una correcta y científica Evaluación Sensorial de alimentos, se deben considerar los siguientes aspectos:

- Laboratorio de pruebas.
- Muestras.
- Panel de degustadores.
- Métodos de evaluación.
- Análisis estadístico de los datos obtenidos.



21. Laboratorio de pruebas

La razón de contar con un laboratorio de degustación es poder controlar todas las condiciones de la investigación, eliminando al máximo las variables que interfieren en los juicios. Los requisitos que deben reunir los laboratorios de degustación son el resultado de observaciones ganadas a través de muchos años de experiencia en diferentes países.

El laboratorio de degustación comprende:

21.1 Sala de cabinas individuales

Debe estar:

- Provista de aire acondicionado y aislada de ruidos y olores extraños. Las paredes deben ser de color gris neutro.
- Para entregar las muestras se usan ventanillas o bien bandejas redondas rotatorias, con el fin de evitar el contacto de los operadores con los panelistas.
- En cada cabina debe existir agua para enjuagarse la boca, un recipiente para recibir las muestras degustadas, un lápiz para anotar los juicios o respuestas. A veces en vez de agua se usa otro medio de neutralización, por ejemplo, cubos de pan, café frío, etc.
- La cabina debe estar iluminada con luz blanca. Cuando se desea enmascarar el color se usa luz roja, ámbar o verde, según sea necesario. En todo caso se debe tratar de conseguir un ambiente de concentración relajada en cada cabina.
- Está prohibido conversar.

Hay otros laboratorios que en vez de usar cabinas individuales disponen el laboratorio como una sala de clases con mesas para degustar acondicionadas en los escritorios, de tal forma que cada juez ve sólo la espalda del otro juez (Holzminden, Dinamarca). En



esta forma se evita la sensación de claustrofobia que produce el sistema de cabinas en algunos degustadores.

Hay otra forma de disponer las cabinas, y es en número de 4 ó 6 en una mesa redonda, o de 4 degustadores en una mesa rectangular. Esta disposición es muy útil cuando se trata de discutir las etapas preliminares de seleccionar un método de ensayo. Pero las desventajas de esta distribución son múltiples, ya que por ejemplo, cuando hay diferentes jerarquías entre los degustadores, existe gran influencia del juez de mayor jerarquía sobre los demás y muchas veces estos últimos no se atreven a dar su juicio si es contradictorio.

21.2 Sala para preparación de las muestras: Debe contar con una cocina moderna, con utensilios de material que no afecte el sabor (gusto y olor) de los alimentos. Debe tener mesones para preparar las muestras y campanas de extracción para eliminar los olores generados durante la preparación.

Esta sala debe tener comunicación con las cabinas de degustación por ventanillas, a través de las cuales se hace llegar las muestras. Frente a cada ventanilla existe una luz que el juez acciona cada vez que desea ser atendido o ha terminado su tarea.

21.3 OFICINAS: Aquí se procesan los datos que el panel entrega.

En los laboratorios de Evaluación Sensorial se realizan en general dos tipos de test:

- Los que miden diferencias y/o cualidades del alimento.
- Los que miden preferencias.

Los test de aceptación se realizan con grupos grandes de consumidores, en el laboratorio sólo puede hacerse a escala piloto, lo que permite reacondicionar el test antes de plantearlo a una muestra importante de consumidores, a los que se les entrega un cuestionario que determinará el grado de aceptación o rechazo del alimento. ⁽¹³⁾



22. DETERMINACION DE HUMEDAD

22.1 Humedad

El agua se encuentra en los alimentos en tres formas: como agua de combinación, como agua adsorbida y en forma libre, aumentando el volumen. El agua de combinación está unida en alguna forma química como agua de cristalización o como hidratos. El agua adsorbida está asociada físicamente como una monocapa sobre la superficie de los constituyentes de los alimentos. El agua libre es aquella que es fundamentalmente un constituyente separado, con facilidad se pierde por evaporación o por secado. Dado que la mayor parte de los alimentos son mezclas heterogéneas de varias sustancias, pueden contener cantidades variables de agua de los tres tipos.

22.2 Métodos para la determinación de la humedad

Hay muchos métodos para la determinación del contenido de humedad de los alimentos, variando en su complicación de acuerdo a los tres tipos de agua y a menudo hay una correlación pobre entre los resultados obtenidos. Sin embargo, la generalidad de los métodos da resultados reproducibles, si las instrucciones empíricas se siguen con fidelidad y pueden ser satisfactorios para uso práctico.

Los métodos pueden ser clasificados como por secado, destilación, por métodos químicos e instrumentales.

22.3 Métodos por secado

Estos incluyen las mediciones de la pérdida de peso debida a la evaporación de agua a la temperatura de ebullición o cerca de ella. Aunque tales métodos son usados frecuentemente debido a que dan resultados exactos cuando se consideran sobre una



base relativa, hay que tener en mente que el resultado obtenido puede no ser una medición verdadera del contenido de agua de la muestra.

La proporción de agua libre perdida aumenta al elevar la temperatura, por lo que es importante comparar únicamente los resultados obtenidos cuando se usan las mismas condiciones de secado. Además, si es posible que se efectúe alguna descomposición, como sucede en los alimentos que tienen una proporción elevada de azúcares, es aconsejable usar una temperatura de secado más baja.

En la fabricación de alimentos se pueden utilizar procedimientos rápidos para determinar humedad usando estufas desecadoras especiales que trabajan a temperaturas altas. Otras estufas tienen lámparas secadoras de radiación infrarroja y tienen además una balanza de lectura directa. Los hornos de microondas pueden utilizarse para la determinación de humedad en el laboratorio en forma rápida.¹⁹



IV. METODOLOGÍA

El presente trabajo de investigación es de tipo experimental a nivel de planta piloto.

Para la realización del presente trabajo de investigación se utilizó las instalaciones de la Planta piloto “Mauricio Díaz Miuller” y los laboratorios del Departamento de Control de Calidad, Facultad de Ciencias Químicas, UNAN-LEÓN.

La materia prima utilizada para desarrollar dicha investigación fue semilla de ajonjolí descortezada (producto obtenido por el proceso mecánico de dipasa donde se da la separación de la corteza o cutícula previa a una intensa limpieza de la semilla) de la variedad ICTA R, proporcionada por la “**Cooperativa Agroindustrial Del Campo**”, cooperativa acopiadora de ajonjolí ubicada en el municipio de Quezalguaque, departamento de León.

DESCRIPCION DEL MÉTODO

La operacionalización de las variables para la elaboración del ajonjolí tostado se detalla en el anexo N° III.

La elaboración del proceso de “**Ajonjolí Tostado**” estuvo constituida por las siguientes fases descritas a continuación:

Fase I: Proceso de elaboración del ajonjolí tostado

Se realizaron cinco pruebas experimentales donde las variables manipuladas durante el proceso fueron temperatura y tiempo. (Ver tabla N° 9, anexo IV).



Posteriormente se establecieron las operaciones unitarias para proceder a la elaboración del ajonjolí tostado.

Fase II: Operaciones unitarias del proceso de ajonjolí tostado

➤ Recepción de la materia prima:

El ajonjolí descortezado de la variedad ICTA-R, fue proporcionada por la cooperativa agroindustrial del campo, la cual nos facilitó la cantidad de 75 libras para la realización de este trabajo de investigación.

La materia prima se trasladó desde las oficinas de la cooperativa ya antes mencionada, ubicada en el reparto Fátima de la ciudad de León, la cual fue entregada en empaque de bolsas plásticas debidamente selladas.

Posteriormente la semilla se trasladó a la planta piloto Mauricio Díaz Miuller, donde se realizaron los experimentos. Se almacenó en una bodega limpia, seca, libre de insectos, roedores y cualquier otra materia extraña que dañe la materia prima y la calidad del producto final.

Para la realización de los experimentos se tomó una libra de ajonjolí descortezado que se encontraba en la bodega de almacenamiento antes mencionada.

➤ Limpieza de ajonjolí:

El ajonjolí se colocó en una bandeja de acero inoxidable para su limpieza. Se realizó una inspección de manera visual, separando las materias extrañas de forma manual como (trozos de hojas y granos dañados) los cuales pueden afectar la calidad del producto terminado.



➤ **Pesado:**

El pesado del ajonjolí descortezado se realizó en una balanza digital, con el fin de conocer la cantidad de materia prima que sería utilizada para cada uno de los experimentos.

La cantidad de materia prima que entró a proceso en cada uno de los experimentos fue de 464 gramos. Una vez tostado el ajonjolí se tomaron 10 gramos para determinar humedad y el restante (454 gramos) se utilizó como muestra para la prueba de preferencia.

Determinación de humedad de la materia prima:

- Se realizó el análisis físico para la determinación de humedad de la semilla de ajonjolí descortezada como materia prima y del ajonjolí tostado como producto final.

El análisis de humedad se realizó utilizando el siguiente método:

Método tradicional: Este método denominado, determinación cuantitativa de humedad, el cual se llevo a cabo en el Laboratorio del Departamento de Control de Calidad de la Escuela de ingeniería de alimentos de la UNAN-León.

Se determinó la humedad de la materia prima (ajonjolí descortezado) y al ajonjolí tostado como producto terminado con los diferentes parámetros de temperatura y tiempo utilizados (ver en tabla N° 9 de anexo IV). Para el análisis de humedad de la semilla de ajonjolí se utilizó un horno con temperatura regulable, usando una temperatura de 90°C-110°C, desecador con cloruro de calcio, balanza analítica, termómetro, cápsulas de porcelana y pinzas.



A continuación se describe el procedimiento para la realización del análisis de humedad:

- Lavar y desecar hasta peso constante, una cápsula de porcelana.
- Pesar con exactitud de 5-10 gramos de muestra.
- Colocar las capsulas en un horno, manteniendo la temperatura entre 100-110° C. por un espacio de 6 horas hasta que el peso esta constante.
- El punto final de la muestra esta cuando entre dos pesadas la muestra no varió más de un miligramo.
- Una vez obtenido el peso constante de las muestras se toma como referencia los siguientes parámetros para obtener la humedad final del producto.

a. Peso de la cápsula

b. Peso de la cápsula mas muestra húmeda

c. Peso de la muestra

d. Peso de la muestra mas muestra seca

$$\% \text{ humedad: } \frac{\text{muestra húmeda} - \text{muestra seca}}{\text{Muestra húmeda}} \times 100$$

➤ **Tostado:**

El ajonjolí descortezado previamente pesado se colocó en unas bandejas de acero inoxidable de 40 x 25 cm con una capacidad de 454 gramos, para ser sometido a los diferentes tratamiento de tostado en un horno eléctrico (ver anexo IV) Marca: Precisión, modelo: 625, serie: 25AIL2, automático donde pudimos regular la temperatura del tostado a través de un dispositivo y se controló el tiempo con un cronómetro.



➤ **Enfriado:**

El ajonjolí tostado fue colocado en recipientes de acero inoxidable y se dejó a temperatura ambiente hasta que se enfrió totalmente, utilizando un termómetro para el control de la temperatura.

➤ **Empacado:**

Se empacó en bolsas de polietileno y sellado con una selladora manual eléctrica Marca: Impulser sealer.

➤ **Almacenado:**

El ajonjolí tostado y empacado fue almacenado en la bodega de granos del laboratorio Mauricio Días Miuller, a temperatura ambiente donde no es afectada por factores tales como: Altas temperaturas, humedad, insectos y roedores.

Fase III: Identificación de los Puntos Críticos de Control

Para identificar los PCCs en la elaboración de ajonjolí tostado, se hizo un análisis de cada una de las etapas del proceso utilizando el árbol de decisiones para decidir si la etapa debe ser tomada como punto crítico de control o no.



Fase IV: Evaluación de la preferencia de ajonjolí tostado

En el presente trabajo de investigación se realizaron 5 experimentos, en los cuales se trabajó con diferentes tiempos y temperaturas obteniendo como resultados 5 productos diferentes con características organolépticas distintas. Uno de los objetivos de nuestra investigación es conocer la preferencia frente a dichos productos para lo cual se aplicó la prueba de preferencia.

- **Reclutamiento de panelistas:**

Población en estudio para la realización de la muestra sensorial:

La población en estudio fue seleccionado tomando en cuenta la disponibilidad y accesibilidad de los panelista, el cual lo constituye los estudiantes, docentes y personal administrativo de la carrera de Ingeniería de Alimentos correspondiente al año lectivo 2007. El tamaño de la población fue de 272 personas que conforman la carrera de Ingeniería de Alimentos.

Muestra:

La muestra fue de 18.38%, que corresponden a 50 personas seleccionadas al azar de ambos sexos de la población total de estudiantes, personal docente y administrativo de la carrera de Ingeniería de Alimentos.

Descripción de la prueba de preferencia

La prueba de preferencia se llevó a cabo en la sala de evaluación sensorial que están ubicadas en el laboratorio Mauricio Díaz Miuller de la UNAN-León, la cual consistió en presentar 5 muestras (una muestra por cada uno de los experimentos) al conjunto de panelistas no entrenado. Dichas muestras les acompañaba una encuesta (Ver anexo N° V) para ser llenada por los panelistas a la hora de la degustación.



La encuesta recopilaba información referida a las 5 muestras codificadas en orden alfabético, la cual estaba diseñada para conocer cual era la de mayor preferencia.

Ya aplicada la encuesta y con los datos obtenidos por medio de los panelistas, se procesó todos los datos en el programa Excel.

Fase V: Diseño de empaque para el ajonjolí tostado.

Se realizó revisión bibliográfica y se realizaron recorridos por establecimientos con el fin de obtener información acerca del diseño de un empaque que se adecue al ajonjolí tostado para así garantizar la inocuidad del producto, su conservación y que se satisfaga las siguientes necesidades:

- Protección contra la luz.
- Absorbente de humedad.
- Protección contra microorganismos.
- Protección contra la entrada de oxígeno.



V. RESULTADOS Y ANÁLISIS

➤ DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE HUMEDAD

De la determinación de humedad a la materia prima se obtuvo un valor de 6.47% y del ajonjolí tostado como producto terminado es de 2.135 a 1.958 (tabla N° 3) el porcentaje de humedad nos determina que el producto terminado no es un perecedero. Dicho valor se acerca mucho con los valores de humedad encontrados en la referencia bibliográfica para ajonjolí descortezado.

Posteriormente se realizó el proceso de elaboración del ajonjolí tostado utilizando las operaciones unitarias representadas en el flujograma de proceso. (Ver anexo VI y VII).

Tabla N°3: Porcentaje de humedad del ajonjolí descortezado como materia prima y producto terminado.

Temperatura y tiempo	Peso inicial de la cápsula + mx húmeda	Peso final de la cápsula + mx seca	Porcentaje de humedad
Materia prima	55.0052 gramos	54.3569 gramos	6.47
120 °C x 30 min.	58.2376 gramos	58.0237 gramos	2.135
130° C x 30 min.	53.5494 gramos	53.3489 gramos	1.995
150° C x 25 min.	61.7839 gramos	61.5863 gramos	1.973
150° C x 30 min.	62.0455 gramos	61.8606 gramos	1.968
160° C x 25 min.	56.4864 gramos	56.2905 gramos	1.958



➤ **Resultados de los experimentos para la elaboración de ajonjolí tostado.**

Los resultados de los cinco experimentos que se elaboraron con ajonjolí tostado de la variedad ICTA-R son los siguientes:

En la realización del **primer experimento** se establecieron las variables del proceso las cuales fueron temperatura 90°C y 110°C y tiempo 15 y 20 minutos (Ver Tabla N° 9 en Anexo N° IV). El producto obtenido de este primer experimento fue evaluado por el equipo de investigación el que valoró las características sensoriales del mismo. Se obtuvo un producto poco atractivo, de sabor muy amargo y un color natural al ajonjolí descortezado. Esto resultados se debieron a que la temperatura del tostado era muy baja y los tiempos muy cortos.

Tomando como referencia los resultados del primer experimento, en el **segundo experimento** se aumento la temperatura del tostado y se desarrollaron 5 diferentes tratamientos (Ver Tabla N°9 en Anexo N° IV) obteniéndose de la temperatura de 150 °C X 20 minutos un producto agradable ya que era más tostado, con un color amarillo intenso, sabor agradable característico a ajonjolí tostado. De las temperaturas de 200°C y tiempos de 10 y 15 minutos, 250°C x 10 minutos y 300°C x 15 minutos, se obtuvo un producto muy desagradable con respecto al color ya que se oscureció (quemado) y el sabor era muy amargo debido a que las temperaturas que se utilizaron en el tostado eran muy altas.

Según los resultados obtenidos en el segundo experimento. En el **tercer experimento** los cambios a destacar fueron los tiempos, se aplicaron 3 tratamientos diferentes (Ver Tabla N°9 en Anexo N° IV) obteniéndose de la temperatura de 150°C X 25 minutos un producto más agradable con respecto al sabor era característico a ajonjolí tostado, color amarillo intenso, variando entre ellos el tono de color en cada una de las temperaturas utilizadas. El ajonjolí con temperaturas de 100°C y 110°C, era un poco agradable, el sabor poco amargo, no muy crujiente.



En el **cuarto experimento** el producto obtenido con la temperatura de tostado de 120°C X 30 minutos y 130°C X 30 minutos fue amargo con respecto al sabor, poco crujiente, color amarillo variando el tono entre cada muestra. Con la aplicación de las temperaturas de 150°C con tiempos de 30 y 25 minutos y 160°C X 25 minutos, se obtuvo un producto muy agradable, con sabor característico a ajonjolí tostado, con textura muy crujiente y olor característico a un buen tostado.

Finalmente en el **quinto experimento** se utilizaron los tratamientos del experimento número cuatro, debido a que las características obtenidas del producto eran las más deseadas. Cabe destacar que se observó una reproducibilidad de los resultados obtenidos en el experimento N°4.

➤ **PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL:**

En el proceso de elaboración de ajonjolí tostado se identificaron los puntos críticos de control (PCCs) utilizando el árbol de decisiones en cada operación del proceso de elaboración de ajonjolí tostado (ver anexo VIII) como ya se mencionó en la metodología.

Los puntos críticos de control nos permiten identificar riesgos específicos y medidas de control con el fin de asegurar la inocuidad de los alimentos y en nuestro caso el ajonjolí tostado. Los puntos críticos de control encontrados son:

PCC₁. Tostado: Debe llevarse un control de las temperaturas y el tiempo establecido para que el producto conserve las características adquiridas durante el proceso de elaboración.



PCC₂. Empaque: En esta operación se debe tomar en cuenta que el ajonjolí tostado es un producto rico en ácidos grasos poliinsaturados, por lo tanto el empaque debe ser diseñado con el fin de disminuir el riesgo de oxidación. Evitando que la luz, el oxígeno y las altas temperaturas afecten la calidad del producto.

PCC₃. Almacenamiento: El ajonjolí tostado será colocado en un lugar donde no sea afectado por factores tales como la luz, el oxígeno, microorganismos, humedad ya que estos provocan la oxidación de las oleaginosas debido a su alto contenido en ácidos grasos poliinsaturados, esto con el propósito de alargar su vida útil.

➤ **FICHA TÉCNICA DEL AJONJOLÍ TOSTADO**

Al realizar todos los procedimientos establecidos para la elaboración del ajonjolí tostado y con los datos obtenidos se elaboró la ficha técnica del producto terminado con las diferentes temperaturas y tiempos utilizados, en el cual se describen las características físicas-químicas, microbiológicas y sensoriales como el color, olor, sabor y textura, así como el porcentaje de humedad de cada tratamiento.

Además se especifica la forma como la población debe consumir el ajonjolí tostado y demás controles e instrucciones importantes que deben tomarse en cuenta para asegurar la calidad y conservación de las características organolépticas del producto final. (Ver anexos N° IX, X, XI, XII, XIII)

➤ **CARTA TECNOLÓGICA DEL AJONJOLÍ TOSTADO**

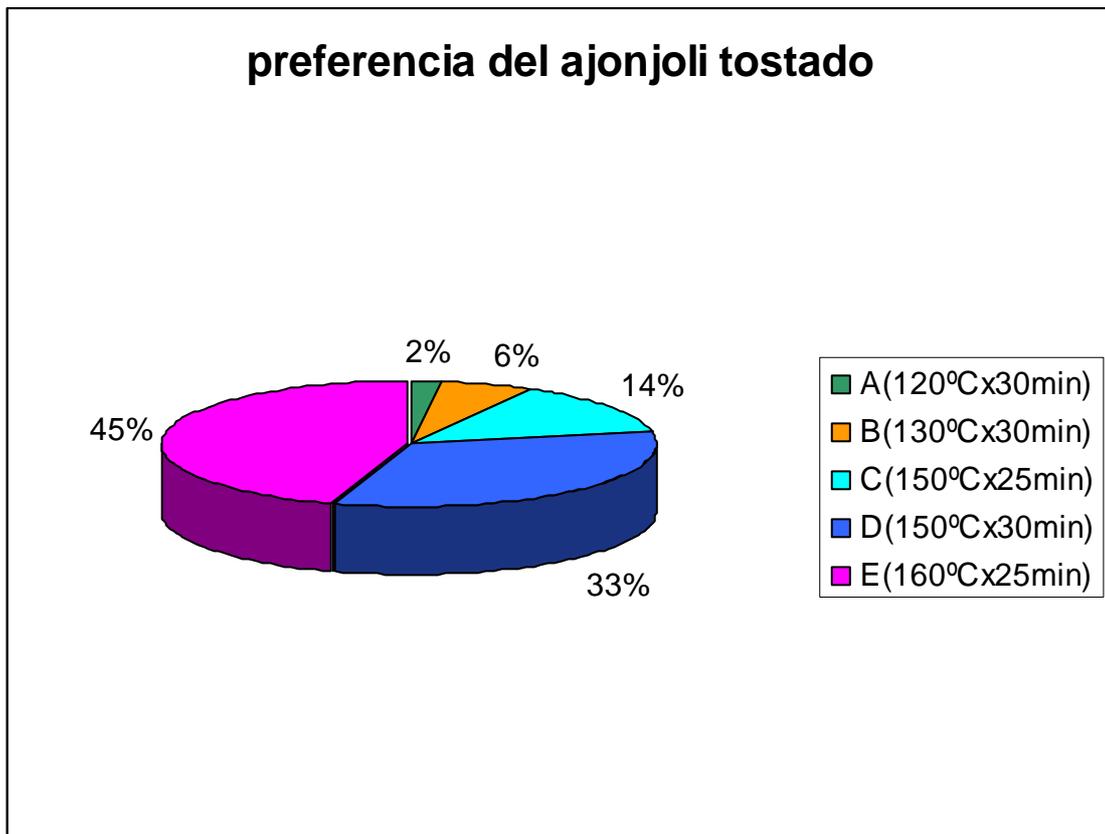
Se elaboró carta tecnológica para detallar en que consiste cada una de las operaciones del ajonjolí tostado, sus especificaciones, así mismo conocer cada uno de los equipos utilizados en dicho procedimiento. (Ver anexo N° XIV)



RESULTADOS DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Con la aplicación de la prueba de preferencia, se conoció las diferentes opiniones sobre el ajonjolí tostado a diferentes tiempos y temperaturas, además cuales de las muestras evaluadas por los panelistas es la que tiene mayor aceptabilidad. Los datos obtenidos se obtuvieron a través de una encuesta. (Ver anexo N°V) como se explicó en la metodología. A continuación se explican dichos resultados:

GRAFICO N° 1 Evaluación de la preferencia del ajonjolí tostado





Según los resultados de la prueba de preferencia, en el gráfico N° 1 se muestran los valores obtenidos con respecto a las cinco muestras evaluadas por los panelistas para conocer su preferencia, estos son los siguientes:

- La muestra de mayor preferencia fue la E que corresponde a la temperatura de 160°C X25 minutos, con un 45%, ya que los panelistas la calificaron como una muestra crujiente con respecto a la textura, con un sabor mas acentuado a ajonjolí tostado, olor muy agradable, un color muy intenso, homogéneo, característico a un buen tostado y atractivo a la vista.
- En segundo orden de preferencia se encuentra la muestra D (150°C X 30 min.) con un 33%, la cual fue valorada como una muestra menos crujiente, de color mas claro y agradable para el paladar.
- Las muestras de 150° C x 25 minutos, 130° C x 30 minutos y la de 120° C x 30 minutos, obtuvieron el 14%, 6% y 2 % respectivamente, los panelistas valoraron las muestras como de sabor muy amargo, muy blandas al masticar, colores amarillos muy pálidos los cuales varían de tonos entre ellos según las temperaturas y los tiempos utilizados y olor poco agradable.

➤ **DISEÑO DE EMPAQUE PARA AJONJOLÍ TOSTADO**

El empaque seleccionado fue bolsas de polietileno y cajas de cartón, considerando las características propias del ajonjolí por su alto contenido en grasas y aceites, esta diseñado de manera tal que se evita la oxidación ya que el polietileno es hermético a la humedad y al oxígeno.

**Tabla N°4: ESTIMACION DE LOS COSTOS TOTALES DE PRODUCCION PARA 1 KG DE AJONJOLI TOSTADO.**

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario U \$	Costo total U \$
Materia prima e insumos				
Ajonjolí descortezado	Kilogramo	1	0.55	0.55
Sub-total				U \$ 0.55
Empaque				
Bolsas de polietileno	Unidades	2	0.006	0.0012
Etiquetas	Unidades	2	0.27	0.54
Sub-total				U \$ 0.5412
Mano de obra directa		2	3.55	7.1
Sub-total				U \$ 7.1
Servicio				
Electricidad	kw	1	0.10	0.10
Agua	M ³	1	0.46	0.46
Materiales de limpieza		500 ml	1	0.5
Gastos administrativos				1
Imprevisto				2
Sub-total				U \$ 4.06
Total				U \$ 12.2512



$$CU = \frac{\text{Costo total}}{\text{Unidades producidas}} = \frac{12.2512}{1 \text{ kg}} = \mathbf{12.2512}$$

El costo unitario del ajonjolí tostado es de **12.2512**

Gasto de electricidad a nivel industrial es de \$0.10 kw/hr.

Para el sector industrial 30m³ de agua cuestan \$14 dólares más el 30% de alcantarillado sanitario.

Los costos totales de producción para 1 kilogramo de ajonjolí tostado es de 12.25 dólares. Estos resultados muestran que el costo del producto es elevado, sin embargo el ajonjolí tostado no es un alimento de primera necesidad, sino que su consumo es muy ocasional. Además dicho producto va dirigido al segmento de mercados de alimentos gourmet. Y sobre todo el departamento de comercialización de la cooperativa del campo tiene identificados mercados potenciales como los países asiáticos, ya que estos son consumidores de ajonjolí tostado en sus diferentes comidas como arroz, ensaladas, carnes, etc. Por lo que podemos decir que los costos no son una limitante para su producción y comercialización.



VI. CONCLUSIONES

1. En el presente trabajo de investigación se elaboró ajonjolí tostado en un horno eléctrico, utilizando como materia prima semilla de ajonjolí descortezada de la variedad ICTA-R proporcionada por el Complejo Agroindustrial “Del Campo”.
2. Se determinó el porcentaje de humedad de la semilla de ajonjolí descortezada como materia prima y el ajonjolí tostado como producto terminado. La humedad de la materia prima es de 6.47% y la del producto terminado se encuentra en un rango de 1.958% - 2.135%.
3. En el proceso de elaboración de ajonjolí tostado las operaciones unitarias como: Recepción de materia prima, tostado, almacenamiento y empaque se identificaron como puntos críticos de control (PCC), tomando en cuenta los parámetros de control como temperatura y tiempo.
4. Con el análisis sensorial aplicando la prueba de preferencia. Se encontró que de las cinco muestras degustadas por los panelistas la de mayor preferencia fue la muestra E que corresponden a la $T = 160^{\circ} C \times 25$ minutos, opinando que el producto presenta características organolépticos agradables.
5. El empaque elegido para el ajonjolí tostado son bolsas de polietileno y cajas de cartón, ya que asegura la conservación del producto protegiéndolo contra la humedad y el oxígeno debido a que el producto posee un alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados, requiere que esté protegido contra factores que causen su oxidación.



VII. RECOMENDACIONES

- Elaborar diferentes productos alimenticios a base de ajonjolí nicaragüense para darle un mayor valor agregado y diversificar los productos de ajonjolí.
- Realizar un estudio de vida útil del producto terminado a través de análisis físico-químico, microbiológico y sensorial a partir de sus características organolépticas.
- Aplicar una prueba de preferencia del ajonjolí tostado con diferentes tratamientos utilizando una población más amplia.
- Determinar los costos de producción para la elaboración de ajonjolí tostado.



VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. GUERRERO, CARE, COSUDE, ZAMORANO, 1998. Manual de manejo integrado de plagas en el cultivo de ajonjolí. 145 p. primera edición.
2. VELASQUEZ, J. M. Manual técnico del cultivo de ajonjolí.
3. SANCHES POTES, A, (1992). Cultivos oleaginosos, manuales para la educación agropecuaria. México, trillas.
4. AGRICULTURA & DESARROLLO (Abril de 1998). Dirección general de información y apoyo al productor del ministerio de agricultura y ganadería. N°38.
5. Es.wikipedia.org/wiki/sésamo
6. <http://www.medicinainformacion.com>
7. www.bcn.gob.ni/estadisticas/externo/
8. FLORES PAIZ, M.A.; RIVERA SILES, M. (1999). Optimización de un flujo tecnológico a nivel artesanal para la extracción de aceite a partir de la semilla de ajonjolí. León-Nicaragua.
9. BADUI DERGAL, S. Química de alimentos. Editorial alhambra mexicana.
10. www.calidadalimentaria.net/envases_inteli.php
11. www.monografias.com/trabajos34/envases-inteligentes/envases-inteligentes.
12. VANDER, H, I. Laboratory of tropical crop improvement. INIBAP-CIRAD.
13. WITTING de PENNA, E, 1990. Evaluación sensorial una metodología actual para tecnología de alimentos. Talleres USACH.

ANEXOS

**ANEXO I****Tabla N° 5. Variedades del cultivo de ajonjolí en Nicaragua**

Variedades	Estructura de planta	Color de semilla	Ciclo	Madurez fisiológica/día	Altura de la planta (cm.)	Número de capsulas por planta	Rendimiento qq/mz.	Exportación de ajonjolí natural	Exportación de ajonjolí descortezado
Turen	Chirrión	Crema	Precoz	75	90-160	134	14	-	Descortezado
Inamar	Rama	Crema	Precoz	85-90	155-140	120	20	-	Descortezado
Cuyumaquí	Rama	Crema	Intermedio	95-100	160-180	122	18	-	Descortezado
China roja	Rama	Roja	Tardío	110-115	170-200	116	24	-	Descortezado
Mexicana	Rama	Blanca	Intermedio	100-110	170-200	91	17	Natural	Descortezado
Nicarao	Rama	Blanca grande	Intermedio	100-110	170-200	91	17	Natural	Descortezado
Maporal	Rama	Blanco cremoso	Intermedio	95-110	95-110	340	20	-	Descortezado
ICTA-R-196	Rama	Crema	Intermedio	95-110	160-180	86	18	Natural	Descortezado
Venezuela 44	Chirrión	Crema	Precoz	80-90	120-130	180	15	-	Descortezado
Cimarrona	Rama	Café rojizo	Tardía	110-115	160-200	121	22	-	Descortezado
PR Ometepe	Rama	Crema	Precoz	85	115-140	90	17	-	Descortezado



ANEXO II

Tablas N° 6 Y 7. PRODUCCION DE AJONJOLI EN LOS ULTIMOS AÑOS EN NICARAGUA

Nicaragua : Comportamiento de la Producción de Ajonjolí a nivel departamental
Ciclo Agrícola 2002 - 2003 vrs. 2001/02

Región/Depto.	Ciclo 2001/2002			Real 2002/2003*			% Variación 02/03 vrs. 01/02		
	Area (mzs)	Producción (qqg-nat)	Rendimiento (qq-nat/mz)	Area (mzs)	Producción (qqg-nat)	Rendimiento (qq-nat/mz)	Area (mzs)	Producción (qqg-nat)	Rendimiento (qq-nat/mz)
II	11,300	86,095	7.62	3,106	19,645	6.32	(72.51)	(77.18)	(16.99)
León	4,100	29,000	7.07	1,416	8,557	6.04	(65.46)	(70.49)	(14.56)
Chinandega	7,200	57,095	7.93	1,690	11,088	6.56	(76.53)	(80.58)	(17.26)
III	82	660	8.05	76	658	8.66	(7.32)	(0.30)	7.57
Managua	82	660	8.05	76	658	8.66	(7.32)	(0.30)	7.57
IV	459	5,245	11.42	190	1,747	9.19	(58.62)	(66.69)	(19.52)
Rivas	420	4,900	11.67	162	1,477	9.12	(61.43)	(69.86)	(21.85)
Granada	36	330	9.14						
Masaya	3	15	5.00	28	270	9.64			
Carazo									
Total País	11,841	92,000	7.77	3,372	22,050	6.54	(71.52)	(76.03)	(15.84)

* : Datos preliminares.

Fuente : Delegaciones del MAG-FOR.

Encuesta de Oleaginosas realizada por la Dirección de Estadísticas del MAG-FOR.

Elaborado por Dirección de Estadísticas MAG-FOR.

Nicaragua : Area cosechada, producción, rendimiento de ajonjolí por regiones
Periodo 1993/94 - 2003/04

Ciclos	Región I			Región II			Región III			Región IV			Total		
	Area (mzs)	Prod (qqg-nat)	Rend (qq/mz)	Area (mzs)	Prod (qqg-nat)	Rend (qq/mz)	Area (mzs)	Prod (qqg-nat)	Rend (qq/mz)	Area (mzs)	Prod (qqg-nat)	Rend (qq/mz)	Area (mzs)	Prod (qqg-nat)	Rend (qq/mz)
1993/94	190	1,520	8.00	26,470	212,255	8.02	119	783	6.58	221	1,442	6.52	27,000	216,000	8.00
1994/95				38,215	366,765	9.60				924	8,636	9.35	39,139	375,401	9.59
1995/96	386	2,199	5.70	48,389	376,824	7.79	1,728	15,263	8.83	2,272	23,621	10.40	52,775	417,907	7.92
1996/97	592	2,807	4.74	32,320	187,876	5.81	1,579	8,150	5.16	2,858	23,934	8.37	37,349	222,767	5.96
1997/98	217	1,865	8.59	14,297	123,062	8.61	640	5,533	8.65	2,075	17,077	8.23	17,229	147,537	8.56
1998/99				7,142	33,318	4.67	1,380	9,660	7.00	2,716	26,200	9.65	11,238	69,178	6.16
1999/00	207	1,823	8.81	9,804	73,759	7.52	604	5,132	8.50	933	9,160	9.82	11,548	89,874	7.78
2000/01	170	1,530	9.00	14,027	79,146	5.64	1,160	3,757	3.24	838	8,973	10.71	16,195	93,406	5.77
2001/02				11,300	86,095	7.62	82	660	8.05	459	5,245	11.43	11,841	92,000	7.77
2002/03 *				3,106	19,645	6.32	76	658	8.66	190	1,747	9.19	3,372	22,050	6.54
2003/04**				8,298	67,800	8.17	750	5,525	7.37	1,092	9,065	8.30	10,140	82,390	8.13

* : Preliminar.

** : Estimado

Fuente: Delegaciones del MAG-FOR.

Encuestas de Oleaginosas de la Dirección de Estadísticas del MAG-FOR.

Elaborado por la Dirección de Estadísticas del MAGFOR.

**ANEXO III****Tabla N° 8. OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES PARA LA ELABORACION DE AJONJOLI TOSTADO**

Operación	Variable	Concepto	Tipo de variable	Unidad de medida	Instrumento de medida	Valor de la variable
Recepción de la materia prima	humedad	Es el agua adsorbida asociada físicamente con una monocapa sobre la superficie de los constituyentes de los alimentos.	cualitativa	%	Se determina por el método tradicional de secado.	6.47%
Tostado del ajonjolí	temperatura	Es la medida de la cantidad de energía de un objeto.	Cuantitativa	°C	Termómetro	120° C, 130° C, 150° C, 160° C
	tiempo	El tiempo es la magnitud física que mide la duración o separación de las cosas sujetas a cambio.	Cuantitativa	Minutos	Cronometro	20, 25, 30 minutos
Enfriado	temperatura	Es la medida de la cantidad de energía de un objeto.	Cuantitativa	°C	Termómetro	T° ambiente
Empacado y sellado	Temperatura					
Almacenamiento	Temperatura, humedad					

**ANEXO IV****Tabla N° 9: PARAMETROS DE TIEMPO Y TEMPERATURA UTILIZADOS EN LA DIFERENTES PRUEBAS EXPERIMENTALES**

N° Ensayo	Variables	
	Temperatura (°C)	Tiempo (min.)
1.		
18 de julio del 2006	90° C	15 Minutos
18 de julio del 2006	110° C	20 Minutos
2.		
24 de abril del 2007	90° C	30 minutos
24 de abril del 2007	150° C	20 minutos
24 de abril del 2007	200° C	10 minutos
24 de abril del 2007	200° C	15 minutos
24 de abril del 2007	250° C	10 minutos
24 de abril del 2007	300° C	15 minutos
3.		
25 de abril del 2007	100° C	30 minutos
25 de abril del 2007	110° C	30 minutos
25 de abril del 2007	150° C	20 minutos
25 de abril del 2007	150° C	25 minutos
4.		
8 de mayo del 2007	120° C	30minutos
8 de mayo del 2007	130° C	30 minutos
8 de mayo del 2007	150° C	25 minutos
8 de mayo del 2007	150° C	30 minutos
8 de mayo del 2007	160° C	25 minutos
5.		
21 de junio del 2007	120° C	30minutos
21 de junio del 2007	130° C	30 minutos
21 de junio del 2007	150° C	25 minutos
21 de junio del 2007	150° C	30 minutos
21 de junio del 2007	160° C	25 minutos



ANEXO V

MODELO DE ENCUESTA PARA PANELISTAS

Estimado panelista el objetivo de la presente encuesta es para conocer la preferencia del ajonjolí tostado sometido a diferentes temperaturas y tiempo.

Marque con una X la opción que usted considera conveniente:

¿Que muestra de ajonjolí tostado prefiere?

A. _____ B. _____ C. _____ D. _____ E. _____

¿Por qué?

Color _____

Olor _____

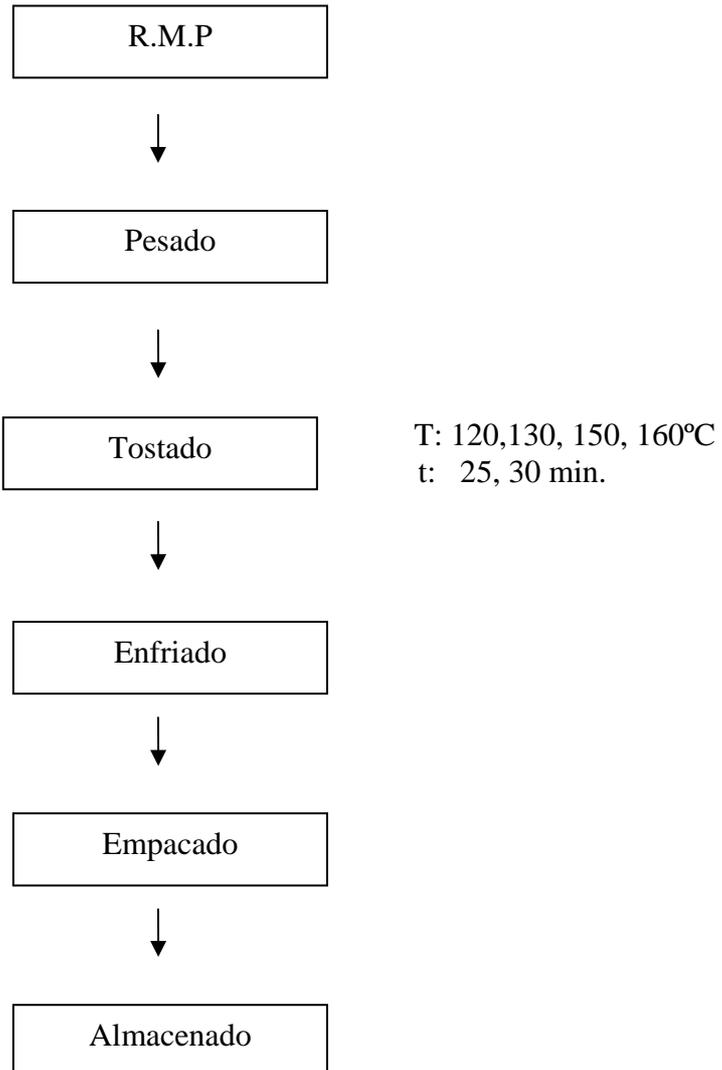
Sabor _____

Textura _____



ANEXO VI

FLUJOGRAMA DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE AJONJOLÍ TOSTADO





ANEXO VII

FOTOS DEL PROCESO DE ELABORACION DE AJONJOLI TOSTADO EN LA PLANTA PILOTO MAURICIO DIAZ MIULLER.







**ANEXO VIII****Tabla N°10. DEFINICION DE PUNTOS CRITICOS DE CONTROL DEL PROCESO DE ELABORACION DEL AJONJOLÍ TOSTADO.**

ETAPA	RIESGOS	PCC	JUSTIFICACIÓN
Recepción de materia prima	B: Microorganismos patógenos y mohos.	NO	La operación no elimina o reduce el crecimiento de microorganismos a un nivel aceptable.
	Q: Residuos de pesticidas.	NO	El riesgo no alcanzará niveles aceptables.
	F: materia extraña (basura, piedras, granos dañados)	NO	Durante la operación se realiza una limpieza de forma manual que elimina la presencia de materia extraña.
Pesado	B: Microorganismos patógenos y mohos.	NO	Existe una operación posterior que reducirá el nivel de microorganismos y mohos.
Tostado	B: Microorganismos patógenos y mohos.	SI	La operación fue diseñada para eliminar y reducir el riesgo.
Enfriado	F: Materia extraña.	NO	No es posible que el riesgo alcance niveles aceptables.
Empacado	B: Agentes oxidativos (luz, oxígeno, humedad)	SI	La etapa fue diseñada para reducir el riesgo.
Almacenado	B: Agentes oxidativos (luz, oxígeno, humedad)	SI	La etapa fue diseñada para reducir el riesgo.

**ANEXO IX****Tabla N° 11: FICHA TECNICA DEL PRODUCTO TERMINADO.****1. Tratamiento de 120°C x 30 minutos.**

Nombre de la Empresa	Ficha Técnica producto terminado	Control de calidad	
		Código:01	Producto terminado
Nombre:	Ajonjolí tostado de la variedad ICTA-R		
Descripción física:	Producto a base de ajonjolí descortezado de la variedad ICTA-R, color amarillo variando a diferentes tonos con respecto a las diferentes temperaturas y tiempos aplicados, con brillo con respecto a la presencia de aceite y firme.		
Ingredientes principales:	Ajonjolí descortezado de la variedad ICTA-R		
Características sensoriales:	Olor: Característico a ajonjolí tostado. Color: Amarillo, variando a diferentes tonos. Sabor: Amargo. Textura: Firme.		
Características físico-químicas:	Humedad: 2.135%		
Características microbiológicas:	Libre de microorganismos patógenos, mohos y levaduras.		
Forma de consumo y consumidores potenciales:	Consumo directo, acompañado con arroz, ensaladas.		
Empaque y presentaciones:	Bolsas de polietileno de 150 gramos.		
Vida útil esperada:	4 meses.		
Instrucciones en la etiqueta:	No consumir cuando el empaque este abierto por defecto, olores desagradables, o con otro tipo de defecto.		
Controles especiales durante distribución/comercialización	Mantenerse a temperatura ambiente, en un lugar seco, no estibar más de 2 cajas.		

**ANEXO X****Tabla N°12: FICHA TECNICA DEL PRODUCTO TERMINADO****2. Tratamiento de 130°C x 30 minutos.**

Nombre de la Empresa	Ficha Técnica producto terminado	Control de calidad	
		Código:01	Producto terminado
Nombre:	Ajonjolí tostado de la variedad ICTA-R		
Descripción física:	Producto a base de ajonjolí descortezado de la variedad ICTA-R, color amarillo variando a diferentes tonos con respecto a las diferentes temperaturas y tiempos aplicados, con brillo con respecto a la presencia de aceite y firme.		
Ingredientes principales:	Ajonjolí descortezado de la variedad ICTA-R		
Características sensoriales:	Olor: Característico a ajonjolí tostado. Color: Amarillo, variando a diferentes tonos. Sabor: Amargo. Textura: Firme.		
Características físico-químicas:	Humedad: 1.995%		
Características microbiológicas:	Libre de microorganismos patógenos, mohos y levaduras.		
Forma de consumo y consumidores potenciales:	Consumo directo, acompañado con arroz, ensaladas.		
Empaque y presentaciones:	Bolsas de polietileno de 150 gramos.		
Vida útil esperada:	4 meses.		
Instrucciones en la etiqueta:	No consumir cuando el empaque este abierto por defecto, olores desagradables, o con otro tipo de defecto.		
Controles especiales durante distribución y comercialización:	Mantenerse a temperatura ambiente, en un lugar seco, no estibar más de 2 cajas.		

**ANEXO XI****Tabla N° 13: FICHA TECNICA DEL PRODUCTO TERMINADO.****3. Tratamiento de 150°C x 25 minutos.**

Nombre de la Empresa	Ficha Técnica producto terminado	Control de calidad	
		Código:01	Producto terminado
Nombre:	Ajonjolí tostado de la variedad ICTA-R		
Descripción física:	Producto a base de ajonjolí descortezado de la variedad ICTA-R, color amarillo variando a diferentes tonos con respecto a las diferentes temperaturas y tiempos aplicados, con brillo con respecto a la presencia de aceite y firme.		
Ingredientes principales:	Ajonjolí descortezado de la variedad ICTA-R		
Características sensoriales:	Olor: Característico a ajonjolí tostado. Color: Amarillo, variando a diferentes tonos. Sabor: Característico a productos tostados. Textura: Crujiente.		
Características físico-químicas:	Humedad: 1.973%		
Características microbiológicas:	Libre de microorganismos, mohos y levaduras.		
Forma de consumo y consumidores potenciales:	Consumo directo, acompañado con arroz, ensaladas.		
Empaque y presentaciones:	Bolsas de polietileno de 150 gramos.		
Vida útil esperada:	4 meses.		
Instrucciones en la etiqueta:	No consumir cuando el empaque este abierto por defecto, olores desagradables, o con otro tipo de defecto.		
Controles especiales durante distribución y comercialización:	Mantenerse a temperatura ambiente, en un lugar seco, no estibar más de 2 cajas.		

**ANEXO XII****Tabla N° 14: FICHA TECNICA DEL PRODUCTO TERMINADO.****4. Tratamiento de 150°C x 30 minutos.**

Nombre de la Empresa	Ficha Técnica producto terminado	Control de calidad	
		Código:01	Producto terminado
Nombre:	Ajonjolí tostado de la variedad ICTA-R		
Descripción física:	Producto a base de ajonjolí descortezado de la variedad ICTA-R, color amarillo variando a diferentes tonos con respecto a las diferentes temperaturas y tiempos aplicados, con brillo con respecto a la presencia de aceite y firme.		
Ingredientes principales:	Ajonjolí descortezado de la variedad ICTA-R		
Características sensoriales:	Olor: Característico a ajonjolí tostado. Color: Amarillo, variando a diferentes tonos. Sabor: Característico a productos tostados. Textura: Crujiente.		
Características físico-químicas:	Humedad: 1.968%		
Características microbiológicas:	Libre de microorganismos patógenos, mohos y levaduras.		
Forma de consumo y consumidores potenciales:	Consumo directo, acompañado con arroz, ensaladas.		
Empaque y presentaciones:	Bolsas de polietileno de 150 gramos.		
Vida útil esperada:	4 meses.		
Instrucciones en la etiqueta:	No consumir cuando el empaque este abierto por defecto, olores desagradables, o con otro tipo de defecto.		
Controles especiales durante distribución y comercialización:	Mantenerse a temperatura ambiente, en un lugar seco, no estibar más de 2 cajas.		

**ANEXO XIII****Tabla N° 15: FICHA TECNICA DEL RPRODUCTO TERMINADO****5. Tratamiento de 160°C x 25 minutos.**

Nombre de la Empresa	Ficha Técnica producto terminado	Control de calidad	
		Código:01	Producto terminado
Nombre:	Ajonjolí tostado de la variedad ICTA-R		
Descripción física:	Producto a base de ajonjolí descortezado de la variedad ICTA-R, color amarillo variando a diferentes tonos con respecto a las diferentes temperaturas y tiempos aplicados, con brillo con respecto a la presencia de aceite y firme.		
Ingredientes principales:	Ajonjolí descortezado de la variedad ICTA-R		
Características sensoriales:	Olor: Característico a ajonjolí tostado. Color: Amarillo, variando a diferentes tonos. Sabor: Característico a productos tostados. Textura: Crujiente.		
Características físico-químicas:	Humedad: 1.958%		
Características microbiológicas:	Libre de microorganismos patógenos, mohos y levaduras.		
Forma de consumo y consumidores potenciales:	Consumo directo, acompañado con arroz, ensaladas.		
Empaque y presentaciones:	Bolsas de polietileno de 150 gramos.		
Vida útil esperada:	4 meses.		
Instrucciones en la etiqueta:	No consumir cuando el empaque este abierto por defecto, olores desagradables, o con otro tipo de defecto.		
Controles especiales durante distribución y comercialización:	Mantenerse a temperatura ambiente, en un lugar seco, no estibar más de 2 cajas.		

**ANEXO XIV****Tabla N° 15. CARTA TECNOLÓGICA DEL AJONJOLI TOSTADO DE LA VARIEDAD ICTA-R**

DESCRIPCION	PARAMETRO DE OPERACION	ESPECIFICACION	MAQUINARIA	
			NOMBRE	CAPACIDAD
Recepción de la materia prima	La materia prima se inspecciona con el fin de asegurar que esté limpia y previamente descortezada.	Semillas libres de mohos y microorganismos	Manual	
Pesado	Se procede a pesar el ajonjolí para conocer la cantidad a utilizar en el proceso.		Balanza Digital	
Tostado	Se someten las semillas a diferentes temperaturas e intervalos de tiempo para obtener un producto tostado con las características deseadas.	El ajonjolí es tostado a temperaturas de 120°C x 30 min. 130°C x 30 min. 150°C x 25 min. 150°C x 30 min y 160°C x 25 min.	Horno eléctrico industrial	
Enfriado	Luego de haber sacado las semillas del horno se proceden a enfriarla a temperatura ambiente en recipientes de acero inoxidable.		Manual	
Empacado	Se empacan en bolsas de polietileno de gramos después de haber sido enfriadas.	Empacar en bolsas de polietileno y estibar en cajas de cartón.	Selladora eléctrica	
Almacenado	Es la última operación del proceso que se realiza en un lugar a temperatura ambiente, exenta de luz y libre insectos y roedores con el fin de alargar la vida útil del ajonjolí tostado.		Cuarto de almacenamiento	