



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**DESARROLLO Y EVALUACIÓN SENSORIAL DE PRODUCTOS
ELABORADOS CON NUEZ DE MACADAMIA
(*Macadamia integrifolia*).**

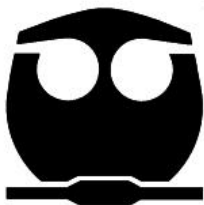
TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

QUÍMICA DE ALIMENTOS

PRESENTA:

ADRIANA BERENICE RIVAS MARTÍNEZ



México, D.F.

2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE. Profesor: Lucía Cornejo Barrera
VOCAL. Profesor: Rodolfo Fonseca Larios
SECRETARIO. Profesor Cynthia Meza Huacuja
1er. SUPLENTE. Profesor: Felipe de Jesús Rodríguez Palacios
2° SUPLENTE. Profesor: Francisco Javier Casillas Gómez

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: LABORATORIO 4 – A, EDIFICIO “A”
FACULTAD DE QUÍMICA, Cd. UNIVERSITARIA, MÉXICO.

ASESOR DEL TEMA: LUCIA CORNEJO BARRERA

SUSTENTANTE: ADRIANA BERENICE RIVAS MARTÍNEZ

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, que me abrió sus puertas desde el Colegio de Ciencias y Humanidades Oriente y ahora en la Facultad de Química, Gracias UNAM.

A la Facultad de Química, por sus profesores, sus instalaciones, gracias por ser mi segunda casa.

A la Profesora Emérita Ángela Sotelo López† por aceptarme y confiar en mí para la realización de este proyecto, por enseñarme el valor de la responsabilidad y disciplina, Gracias Maestra.

A mi asesora la M. en C. Lucía Cornejo Barrera, por tu asesoría, tus consejos, aportaciones y toda la ayuda que me has brindado para la elaboración de este proyecto, pero sobre todo por tu amistad, cariño y por ser un gran ser humano. Gracias Lucy.

Al profesor Rodolfo Fonseca Larios, por ser parte de mi jurado, por sus comentarios, aportaciones y por el tiempo dedicado para la revisión de este trabajo. Gracias profesor, me llevo un muy buen recuerdo de usted.

A la profesora Cynthia Meza Huacuja, por ser parte de mi jurado, además de permitirme asistir a tus clases de confitería que me ayudaron en la elaboración de los productos, por tus consejos, asesoría y amistad. Gracias Cynthia

A la profesora Lulu Osnaya y al profesor Agustín Reyó, que contribuyeron con su ayuda y asesorías para el desarrollo experimental de este trabajo.

A la Sra. Virginia Sousa Smith y al Sr. José Ramírez Cervantes, por la donación de la Nuez de Macadamia, sin su aportación no hubiera sido posible la realización de este proyecto, Muchas Gracias.

A Lety y a Noel por aguantarme y ayudarme tanto, por los días de convivencia, y a la Sra. Vicky por su cariño y amistad.

Agradecimientos y Dedicatorias.

A Dios y a la vida por permitirme estar aquí, en este espacio y en este momento.

A mis papás que con su trabajo y esfuerzo he llegado hasta este momento, este logro es por ustedes y para ustedes, GRACIAS.

A mi mamá Estela Martínez, GRACIAS por darme la vida, por ser mi guía, por tus consejos, tus de regaños, por enseñarme con el ejemplo que con esfuerzo y dedicación se logran las cosas, por todo tú esfuerzo, pero sobre todo gracias por tú cariño y amor. TE AMO MAMÁ.

A mi papá Gerardo Rivas, por todo tú esfuerzo y tú trabajo, que literalmente es de sol a sol, por enseñarme con el ejemplo la dedicación y el compromiso que se le debe de tener al trabajo, y por quererme tal y como soy. TE AMO PAPÁ.

A mi hermana Ana Ixchel Rivas, por todos los momentos que hemos compartido juntas, incluyendo las peleas, pero sobre todo porque sé que siempre tendré en alguien con quién confiar y a quién recurrir por siempre. TE AMO ANY.

A mis sobrinos Víctor Guillermo y Sebastián, por alegrarme la vida, los quiero como no tiene idea, siempre quiero verlos sonreír y estar junto a ustedes. También te lo dedico a ti Guille por ser parte de la familia y por permitir que sigamos todos juntos.

A toda la familia Rivas - Ríos, en especial a mi tío Alejandro Rivas y a mi tía Lupe Guerrero por todo su cariño, los quiero.

A mi abuelito Carlos† y a mi primo Víctor Rodríguez†, por todo lo que vivimos juntos, porque sé que estarán disfrutando de este momento tanto como yo, los quiero y los extraño. Siempre estarán en mis pensamientos y en mi corazón.

A mis amigas Aída Martínez, Caro Hernández, Eva Nolasco, Gina Victoria, Margarita Corona, Tere Carmona, Viviana Escamilla y Yehimi Martínez, por los momentos que pasamos juntas y que nuestra amistad continué a pesar de la distancia, LAS QUIERO.

A mis compañeros de la Facultad de Química Margarita, Adriana, José Luis, Jacqueline, Mari E., Gaby, Toño, Pilar, Elizabeth S., Ailet, Anaíd y Miriam.

A mis amigos del CCHote, Yolanda, Iván, Priscila, Jorge, Armando, Nancy y a todo el Realio, de los cuales tengo grandes recuerdos.

Y por último y no por ello menos importante a Chiquis, por ser mi mejor amiga y compañía, eres el mejor perro del mundo.

ÍNDICE GENERAL.

Contenido	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	2
III. OBJETIVOS	3
IV. ANTECEDENTES	4
1. Nuez de Macadamia	
1.1. Historia	4
1.2. Botánica	4
1.3. Factores Agroecológicos	
Temperatura	6
Suelo	6
1.4. Manejo Agronómico	
Etapas del cultivo	6
Plantación y propagación	6
Fertilización	7
Riego	7
Poda	7
Plagas y enfermedades	7
Asociación del cultivo de Macadamia con otros cultivos	8
Cosecha y producción	9
Rendimiento	11
1.5. Manejo post-cosecha	
Desfibrado y selección	11
Secado	12
Fractura	12
Tostado	13
Almacenamiento	13
Control de calidad	13

Contenido	Página
1.6. Producción	
Producción Mundial	15
Producción Nacional	18
1.7. Comercialización y perspectivas en México	20
1.8. Composición química y valor nutrimental	24
Humedad	25
Proteínas	26
Grasa	27
Hidratos de Carbono	29
Fibra Dietética	29
Vitaminas	29
Minerales	30
Fitoquímicos	31
1.9. La nuez de Macadamia como alimento funcional y beneficios a la salud.	33
2. Materias Primas	
2.1 Chocolate	36
2.2 Azúcar	43
2.3 Sal	46
2.4 Ácido cítrico	47
2.5 Antioxidante	47
3. Análisis Sensorial	
3.1 Prueba de aceptación	48
3.2 Prueba de nivel de agrado	48
V. METODOLOGÍA	50
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
VII. CONCLUSIONES	90
VIII. BIBLIOGRAFÍA	92
ANEXO	97

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla	Contenido	Página
TABLA 1.	Producción de Macadamia por árbol / por edad.	9
TABLA 2.	Rendimiento en kg. por hectárea de nuez de Macadamia en concha.	11
TABLA 3.	Clasificación de la nuez de Macadamia en base a su peso específico.	14
TABLA 4.	Especificaciones estándar de la Nuez de Macadamia.	14
TABLA 5.	Producción Mundial Anual de nuez de Macadamia.	15
TABLA 6.	Consumo de Nuez de Macadamia en el mundo.	17
TABLA 7.	Producción Nacional de nuez de Macadamia.	18
TABLA 8.	Localización del cultivo de Nuez de Macadamia en México.	20
TABLA 9.	Composición química proximal de la nuez de Macadamia.	24
TABLA 10.	Composición química típica de la nuez de Macadamia.	25
TABLA 11.	Perfil de aminoácidos esenciales de algunos frutos secos comparados con el estándar de la FAO.	26
TABLA 12.	Composición de ácidos grasos en diferentes aceites.	28
TABLA 13.	Composición de ácidos grasos en aceites de frutos secos.	28
TABLA 14.	Contenido de vitaminas en nuez de Macadamia.	30
TABLA 15.	Contenido de minerales en nuez de Macadamia.	31
TABLA 16.	Contenido de fitoquímicos en nuez de Macadamia.	32
TABLA 17.	Rangos de temperaturas, para la formación estable de las seis diferentes formas cristalinas de la manteca de cacao.	41
TABLA 18.	Tipos de chocolate y sucedáneos utilizados en la industria de alimentos.	42
TABLA 19.	Diferencias entre caña de azúcar y remolacha azucarera.	43
TABLA 20.	Formulaciones para la elaboración de Chocolates con Macadamia.	57
TABLA 21.	Formulaciones para la elaboración de Macadamia Garapiñada.	59
TABLA 22.	Formulaciones para la elaboración de Macadamia Salada – Tostada.	61
TABLA 23.	Análisis Físico de la Nuez de Macadamia.	65
TABLA 24.	Análisis Químico Proximal de la Nuez de Macadamia (Base Húmeda).	66

Tabla	Contenido	Página
TABLA 25.	Análisis Químico Proximal de la Nuez de Macadamia (Base Seca).	67
TABLA 26.	Formulación utilizada en la elaboración de Chocolates con Macadamia.	68
TABLA 27.	Formulación utilizada en la elaboración Macadamia Garapiñada.	72
TABLA 28	Formulación utilizada en la elaboración Macadamia Salada – Tostada.	75
TABLA 29.	Análisis sensorial de Chocolates con Macadamia.	78
TABLA 30.	Análisis sensorial de Macadamia Garapiñada.	80
TABLA 31.	Análisis sensorial de Macadamia Salada – Tostada.	82
TABLA 32.1	Recopilación de resultados “Encuesta de Macadamia”.	84
TABLA 32.2	Recopilación de resultados “Encuesta de Macadamia”.	85
TABLA 33.	Costo fórmula del producto Chocolates con Macadamia.	87
TABLA 34.	Costo fórmula del producto Macadamia Garapiñada.	88
TABLA 35.	Costo fórmula del producto Macadamia Salada – Tostada.	88
TABLA 36.	Precio de venta de los productos elaborados con nuez de Macadamia.	89
TABLA 37.	Resultados de la evaluación sensorial aplicada a Chocolates con Macadamia.	95
TABLA 38.	Resultados de la evaluación sensorial aplicada a Macadamia Garapiñada.	96
TABLA 39.	Resultados de la evaluación sensorial aplicada a Macadamia Salada - Tostada.	97
TABLA 40.	Resultados de la encuesta aplicada a los consumidores.	98

ÍNDICE DE FIGURAS Y DIAGRAMAS.

	Contenido	Página
FIGURA 1.	Racimo, fruto y almendra de Macadamia.	5
FIGURA 2.	Cosecha de Macadamia (realizada manualmente).	10
FIGURA 3.	Nuez en cáscara (con pericarpio) y nuez en concha (sin pericarpio).	12
DIAGRAMA 1.	Proceso tradicional de manufactura del chocolate.	37
DIAGRAMA 2.	Proceso de elaboración de chocolate para recubrimiento / moldeado.	40
DIAGRAMA 3.	Proceso de obtención del azúcar.	43
DIAGRAMA 4.	Diagrama General de Investigación.	50
DIAGRAMA 5.	Elaboración de Chocolates con Macadamia.	58
DIAGRAMA 6.	Elaboración de Macadamia Garapiñada.	60
DIAGRAMA 7.	Elaboración de Macadamia Salada – Tostada.	62
DIAGRAMA 8.	Proceso final para la elaboración de Chocolates con Macadamia.	69
DIAGRAMA 9.	Proceso final para la elaboración de Macadamia Garapiñada.	73
DIAGRAMA 10.	Proceso final para la elaboración de Macadamia Salada - Tostada.	76
GRÁFICA 1.	Porcentajes de las calificaciones dadas para Chocolates con Macadamia	79
GRÁFICA 2.	Porcentajes de las calificaciones dadas para Macadamia Garapiñada	81
GRÁFICA 3.	Porcentajes de las calificaciones dadas para Macadamia Salada – Tostada.	82

I. INTRODUCCIÓN.

La nuez de Macadamia, originaria de Australia es considerada la nuez más fina del mundo debido a su gran valor nutrimental, exquisito sabor y potencial de alto valor agregado, y forma parte de lo que se ha dado en llamar cultivos no tradicionales o exóticos.

Es un fruto seco poco conocido en nuestro país, que se caracteriza por su alto contenido graso, sin embargo, pese a su elevado aporte calórico, la nuez contiene altos niveles de ácidos grasos monoinsaturados, las llamadas “grasas buenas”, cuya presencia en la dieta, se ha demostrado que contribuye a disminuir los niveles de colesterol en sangre y disminuir el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares; además la nuez es una buena fuente de proteína, calcio, potasio y fibra dietética.

Actualmente en México, la nuez de Macadamia pertenece al segmento de agroproductos no tradicionales y ha sido poco aprovechado en el país; sin embargo, el cultivo se ha adaptado satisfactoriamente a las condiciones climáticas de algunos estados del país, y también se ha demostrado que se puede asociar con cultivos como el café, durazno o zarzamora; por ello, la producción de Macadamia se está estableciendo en zonas cafetaleras de México, con el propósito de generar un valor adicional para muchos productores. Durante los últimos años, la Macadamia se está produciendo satisfactoriamente en estados como Puebla, Veracruz; Michoacán, Chiapas y Estado de México; además de que existen grandes posibilidades de exportación por la demanda insatisfecha que tiene la nuez en el extranjero.

Comercialmente la Macadamia tiene un gran potencial, y dada su versatilidad la nuez puede ser sustituto de cualquier clase de semilla o nuez; por ejemplo, en la industria de alimentos se utiliza en la elaboración de chocolates, confitería, botanas, galletas, helados, entre otros; el aceite extraído se utiliza en cosmetología; la cáscara se aprovecha para alimentar al ganado, mientras que el pericarpio se utiliza como materia orgánica; por todo ello, esta nuez se contempla para la producción de diversos productos, aprovechándola en su totalidad.

En este trabajo se realizó un análisis físico y se caracterizó a la nuez de Macadamia, determinando humedad, cenizas, grasa, fibra cruda, proteína e hidratos de carbono, obteniendo su Análisis Químico Proximal, además se elaboraron tres productos: chocolates con Macadamia, Macadamia garapiñada y Macadamia salada-tostada. Posteriormente se realizó a los productos un análisis sensorial, con el fin de calificar el nivel de agrado, utilizando una escala hedónica; y si los productos presentados son aceptados o rechazados por el consumidor.

I. JUSTIFICACIÓN.

La nuez de Macadamia es un cultivo relativamente nuevo, que se ha adaptado satisfactoriamente a las condiciones climáticas y de suelo de México, y puede asociarse con otros cultivos, por lo que se convierte en una alternativa para varios agricultores, además de poseer características nutrimentales y sensoriales de gran valor; por ello, la nuez de Macadamia tiene un gran futuro en nuestro país. Desgraciadamente hoy en día, este producto es poco conocido y aprovechado, por lo que es necesario realizar más estudios y difusión, con el propósito de dar a conocer a la nuez de Macadamia. En este trabajo se desarrollaron tres productos a base de nuez de Macadamia, chocolates con Macadamia, Macadamia garapiñada y Macadamia salada – tostada, con el objetivo de dar a conocer el producto a diferentes sectores de la población, así como también para darle un valor agregado, ya que son productos que en México no se encuentran comúnmente en tiendas departamentales o de autoservicio, son relativamente novedosos y con una calidad y aceptación sensorial buena.

II. OBJETIVOS.

Objetivo General.

Desarrollar tres productos elaborados con Nuez de Macadamia (*Macadamia integrifolia*): chocolates con Macadamia, Macadamia garapiñada y Macadamia salada-tostada, para promover su consumo y obtener un valor agregado, con productos de confitería de calidad, que sean aceptados sensorialmente por los consumidores, evaluándose mediante una prueba de aceptación y de nivel de agrado, además de aplicar una encuesta, con el fin de saber el conocimiento e interés del consumidor hacia la nuez de Macadamia.

Objetivos Específicos.

- ❖ Caracterizar la Nuez de Macadamia producida en México, determinando humedad, cenizas, proteína, grasa, fibra cruda e hidratos de carbono, obteniendo su análisis químico proximal.
- ❖ Desarrollar tres productos a base de nuez de Macadamia (chocolates con Macadamia, Macadamia garapiñada y Macadamia salada-tostada), aprovechando sus características sensoriales y nutrimentales, y de esta manera promover y diversificar su uso.
- ❖ Conocer el nivel de agrado y aceptación de los productos elaborados con nuez de Macadamia, mediante una evaluación sensorial.

IV. ANTECEDENTES.

1. NUEZ DE MACADAMIA.

1.1 Historia.

La nuez de Macadamia es el único cultivo comercial originario de Australia, la región de la cual proviene es la selva subtropical del noreste de Nueva Gales del Sur y el sureste de Queensland. Los aborígenes la llamaban Kindal-Kindal, crecía de forma silvestre y formaba parte importante de su dieta alimenticia. El primer espécimen de Macadamia en estado silvestre fue descubierto y recolectado por el explorador alemán Friedrich Wilhelm Ludwig en 1843. En 1858 Ferdinand Von Muller realizó la primera descripción botánica denominándola *Macadamia ternifolia*, en honor al médico John McAdam. Al parecer su cultivo inició en 1870, en Nueva Gales del Sur, Australia, al establecerse una huerta de *Macadamia tetraphylla*, de la que aún hay árboles en producción; el primer sitio donde se cultivo la nuez con fines comerciales fue en Hawai. La Macadamia ha incrementado su presencia en todo el mundo, en Sudáfrica y Nueva Zelanda se ha cultivado esta nuez por más de 70 años, en Latinoamérica se ha cultivado con gran éxito desde los años cincuenta, generalmente para asociarla o suplir las plantaciones de café y de otros cultivos; los países de América en donde se ha cultivado la nuez son: Guatemala, Costa Rica, Venezuela, Jamaica, Trinidad y Tobago, Puerto Rico, Panamá y México. (Canet, 1983. InfoAserca, 2000).

1.2 Botánica.

La Macadamia es un árbol perennifolio de gran tamaño, su género está incluido en la familia Proteaceae. En condiciones naturales el árbol puede alcanzar a medir de 9 a 15 m de altura, donde tiende a extenderse y ramificarse, su corteza es áspera y corrugada; comienza a dar frutos entre los 5 y 6 años y su vida útil supera los 50 años. El fruto de Macadamia denominado nuez es desde el punto de vista botánico, un folículo que consiste en una sola cavidad, que por lo general contiene una semilla o almendra comestible; tiene forma más o menos esférica, la cáscara externa o pericarpio tiene 3 cm de diámetro es verde y carnosos; la nuez en concha es café y dura tiene 2.5 cm de diámetro; y la almendra es de color blanco lechoso tiene 1.5 cm de diámetro aproximadamente. (Ramos, 1979).



Figura 1. Racimo, fruto y almendra de Macadamia.

De las especies de *Macadamia* que conforman la familia de las Proteáceas, sólo dos tienen una amplia distribución en el mundo: *Macadamia tetraphylla* y *Macadamia integrifolia*. (Ramos, 1979) *Macadamia tetraphylla* se adecua a climas fríos, tiene una concha rugosa y grande, sus hojas tiene un borde muy espinoso, con cuatro hojas por nudo, las flores son de color rosado en racimos de 20 a 50 cm. Mientras que *Macadamia integrifolia* se adecua a climas cálidos y secos, es la más preferida en el mundo por su mayor porcentaje de almendras sanas y mayor uniformidad en el tamaño del fruto; las conchas son lisas y pequeñas, las hojas tiene bordes ondulados con tres hojas por nudo, las flores son de color blanco cremoso agrupado en racimos de 12 a 30 cm. De manera general, las características que se buscan en cultivos comerciales incluyen: (Anacafé, 2004).

- Producción temprana y normal.
- Periodo corto de cosecha.
- Alta recuperación de semilla.
- Caída completa de la nuez a su madurez.
- Uniformidad en el tamaño de la nuez.
- Estructura fuerte de las ramas.
- Resistencia a ataques de insectos y enfermedades.
- Buena calidad de las semillas, del producto terminado en sabor, textura y color.
- Semillas con alto contenido de aceite (mayores a 70%).
- Productos con larga durabilidad.

1.3 Factores Agroecológicos.

- Temperatura.

La nuez de Macadamia es una especie que se adapta a climas tropicales y subtropicales, en áreas libres de heladas, con lluvias abundantes, distribuidas durante todo el año. El cultivo se adapta a un rango de temperatura desde los 18°C hasta los 26°C, con una temperatura óptima de 20 a 23°C, una temperatura máxima de 32°C y una mínima de 13°C. (Gutiérrez, 2001).

- Suelo.

El terreno ideal para el crecimiento de la Macadamia es profundo, bien drenado, rico en materia orgánica y un pH de 5.5 a 6.5. La topografía es otro factor importante, ya que las nueces deben recolectarse manualmente en el suelo, lo deseable son terrenos planos de relieve ondulado para favorecer el drenaje del suelo. (Walforth, 2005. Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria).

1.4 Manejo Agronómico.

- Etapas del cultivo.

Desarrollo de la plantación – 2 a 4 años.

Inicio de la cosecha – del quinto al sexto año.

Vida económica – más de 50 años. (InfoAserca, 2000).

- Plantación y propagación.

La Macadamia es fácil de multiplicar por semillas, pero con el inconveniente de obtener la producción hasta los 8 a 12 años y una calidad impredecible de frutos. La forma comercial de producir el cultivo de Macadamia es mediante plantas injertadas, que tiene la ventaja de que los rendimientos son 3 a 5 veces mayores, entran en producción al tercer o cuarto año, son resistentes a las condiciones climáticas, se reduce el tamaño del árbol, obteniendo características deseables del fruto. (Walforth, 2005).

- Fertilización.

La Macadamia no tolera condiciones pobres en nutrición, lo ideal es basarse en un análisis de suelos. Durante los primeros cuatro años se pueden usar abonos animales y gruesas capas de cobertura orgánica; aunque habrá que cuidar que el abono animal no provoque sobredosis de Nitrógeno, insuficiencia de Potasio y que el pH suba mucho. El árbol de Macadamia se especializa en el aprovechamiento de nutrientes directamente de la materia orgánica en descomposición, una buena fuente de nutrientes son las hojas que caen del árbol, estas se dejan en el piso para que una vez que se pudran se incorporen como nutrientes orgánicos. (Anacafé, 2004).

- Riego.

Si bien el árbol es relativamente resistente a la sequía, los periodos largos de sequías tienen como consecuencia la obtención de frutos pequeños, por lo que se aconseja aplicar riegos cortos y frecuentes, en vez de fuertes y distanciados. El riego puede ser por goteo o aspersión, que permiten mayor economía de agua y mejor control de volumen.

- Poda.

La poda de limpieza debe hacerse por los menos una vez al año, para asegurar una distribución alternada de las ramas que forman la copa y tener una buena ventilación e iluminación, que permitan una buena floración, obtener frutos sanos y favorecer las labores de cosecha. Los trabajos de mantenimiento se hacen en primavera, después de la última cosecha, cabe mencionar que en árboles con más edad, la poda se debe realizar con más continuidad. (Walforth, 2005. Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria).

- Plagas y enfermedades.

En general el cultivo de la Macadamia en México no se ve afectado frecuentemente por la presencia de plagas y enfermedades; las plagas que son graves en otros países no se conocen en México. En nuestro país lo que puede perjudicar, pero no de forma alarmante es la tuza, que al alimentarse de las raíces daña el sistema de conducción de nutrientes y agua de la raíz a la parte aérea; otro agente causal es la ardilla que se alimenta de las nueces del piso o tira las frutas tiernas, también puede haber ratas, pero en los tres casos se puede controlar con trampas.

En cuanto a insectos, el árbol de Macadamia puede ser atacado por *Cryptophebia sp.* (Perforador de la nuez), cuyo principal daño lo causa el estado larval, perfora las nueces y penetra hasta la almendra invadiendo los frutos cuya concha todavía no había endurecido.

Entre las enfermedades que se presentan en la nuez, se encuentran los hongos, los cuales se pueden presentar en aquellas zonas que son más húmedas, pero se han controlado fácilmente con la aplicación de cobre, mediante fungicidas de contacto y foliares; entre otras enfermedades importantes que se han encontrado en México, se destacan las siguientes: pudrición de la raíz (*Amillaria mellea*), pudrición negra de la raíz (*Ceratocystis fimbriata*), llaga estrellada (*Rosellinia bunodes*) y pudrición de la nuez (*Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Colletotrichum*) entre otras. (Secretaría de Desarrollo Rural. InfoAserca, 2000).

- Asociación del cultivo de Macadamia con otros cultivos.

Como se ha mencionado anteriormente, las características del cultivo de Macadamia lo hacen idóneo para asociarlo con el café, durazno o zarzamora, por lo que puede constituirse en una fuente de ingresos complementaria para muchos productores.

En Latinoamérica la mayoría de los países que se dedican al cultivo de nuez de Macadamia como Guatemala, Costa Rica, Venezuela y Ecuador, lo han asociado con el café. En Venezuela, desde hace 30 años la Fundación para el Desarrollo Agrícola Centro Occidental (FUDECO), ensaya la modalidad de asociación de cultivos café – Macadamia, los resultados acumulados por FUDECO, han demostrado que desde el punto de vista agronómico es factible la asociación de café con nuez de Macadamia en zonas que reúnan los requisitos agroecológicos, entre ellos la altura, una buena distribución de la precipitación durante el año, también mencionan las distancias de siembra más utilizadas las cuales son: 10 m x 10 m, 8 m x 7 m y 7 m x 7 m.

Al igual que en los países de Centro y Sudamérica, en México el cultivo de Macadamia ha despertado mayor interés en estados donde el café juega un papel importante, ya que el cultivo de Macadamia puede ser establecido en las plantaciones cafetaleras sin necesidad de desplazarlo.

En un estudio realizado por Sosa, *et al* (1996) se refiere que el café es uno de los cultivos tropicales más importantes por sus bajos requerimientos de luz, por lo que la asociación café – Macadamia es posible ya que el árbol de Macadamia actúa como árbol de sombra para el café, al tiempo que aumenta su rentabilidad evitando la desaparición del cultivo del café. También indican que en la zona centro del estado de Veracruz, el cultivo de Macadamia ya forma parte del estrato arbóreo del

cafetal; indican que las distancias de siembra utilizadas dentro de los cafetales son de 2.5 m x 2.5 m, y en menor proporción a 1.5 m x 1.5 m.

Por otra parte, InfoAserca señala dos ejemplos de cultivos asociados con Macadamia, uno de ellos en Huatusco, Veracruz, en donde la huerta Casablanca esta utilizando toda la tecnología disponible mediante el policultivo de café con Macadamia de crecimiento plagiotrópico, de tal forma que no haya competencia por la luz y que genere altas producciones de café y buenas producciones de nuez. El segundo ejemplo es con el cultivo del durazno, en Uruapan, Michoacán, en donde establecieron un lote experimental de Macadamia en un marco de 10 x 10 metros, y entre cada cuatro árboles de Macadamia un árbol de durazno; en esta situación, el durazno a los dos años ya tiene una producción comercial, además su vida comercial es de 12 – 15 años, y se reemplaza la planta cuando la Macadamia se encuentra en plena producción; conforme los duraznos crecen, las ramas que chocan con la Macadamia y le compiten son eliminadas.

- Cosecha y producción.

Las plantaciones de Macadamia inician su producción de los 4 a 5 años, con producciones que van incrementando anualmente hasta los 11 o 12 años en que se estabiliza el volumen de frutos y con una vida útil de 50 años (Anacafé, 2004); sin embargo en Hawai hay árboles de más de 80 años que se mantienen en producción. En la tabla 1 se muestra la producción promedio que tienen los árboles de Macadamia, dependiendo de la edad de los árboles, cabe mencionar que las cantidades mostradas, dependerán de los cuidados, clima, suelo, prácticas de manejo y de las variedades de nuez con que se este trabajando:

Tabla 1: Producción promedio de Macadamia por árbol / por edad.

Edad del árbol	Producción kg / Árbol / Cosecha	Producción kg / Árbol / Año
4 – 7 años	3.5 – 18 kg	70 kg
15 – 20 años	20 – 45 kg	120 kg
20 – 30 años	45 – 50 kg	200 kg
45 años	60 – 70 kg	245 kg

Fuente: InfoAserca, 2000.

Cuando las nueces alcanzan su madurez caen al suelo por sí solas y no deben cortarse directamente del árbol, ni sacudir el árbol para no dañar sus raíces y prevenir que caigan los frutos tiernos, (InfoAserca, 2000). La nuez es recogida del suelo manualmente o con máquinas, pero una

desventaja de las máquinas recolectoras que se usan, es que trabajan en suelos limpios y que tengan un gran espacio, además pueden lastimar las raíces superficiales que sufren por la compactación debido a las máquinas tan pesadas que se usan, aunque el uso de máquinas tiene la ventaja de ser más económico en donde las plantaciones son muy grandes y se evita la mano de obra.

En cuanto a la recolección manual (Fig. 2) tiene la ventaja de que no se dañarán las raíces superficiales, no se recolectaran piedras junto con las nueces, para hacerlo más fácil se pueden instalar redes, sobre las que caerán las nueces, con la ventaja de que las nueces no tocan el suelo y se reduce la infección por hongos; sin embargo, la desventaja de la red es su alto costo de adquisición y mantenimiento.



Figura 2. Cosecha de la Macadamia (realizada manualmente).

El periodo de cosecha puede durar de 3 a 6 meses dependiendo de la variedad y el clima; se realiza una a dos veces por semana, las nueces que pasan largo tiempo en el piso sin ser recolectadas producen manchas en la almendra; se recomienda que se colecte toda la nuez que se vea, sin importar que ya tenga otra coloración o esté dañada, pues con ello se evita la proliferación de plagas, como hormigas y roedores.

En México la cosecha se realiza en diferentes épocas del año, en Veracruz el periodo de cosecha inicia en los meses de octubre y noviembre, en el caso de Puebla la cosecha inicia en agosto y termina en enero, en Michoacán se realiza casi todo el año. (InfoAserca, 2000).

Esta nuez que es recién cosechada se le denomina nuez en cáscara, inmediatamente después de su recolección, la nuez se va colocando en contenedores que garanticen la ventilación y no deben exponerse al sol, pues se deteriora la calidad de la nuez por su alto contenido de aceite. (Anacafé, 2004).

- Rendimiento.

El rendimiento promedio en los principales países productores de Macadamia abarca de 4000 a 5000 kg de nuez en concha por hectárea, con una producción de 20 a 45 kg de nuez en concha por cada árbol, dependiendo de la densidad, tecnología y el lugar de la plantación. Desglosando el rendimiento de nuez por años tenemos que en los primeros años la producción será en pequeña escala, se llega a normalizar la producción a partir del 12^o año en adelante. Los rendimientos promedio por año de nuez en concha están establecidos aproximadamente de la siguiente manera (ver tabla 2):

Tabla 2. Rendimiento en Kg. por hectárea de nuez de Macadamia en concha.

Año	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kg / árbol	0.5	3	5	8	14	18	21	25	27	28
kg / Ha 156	78	468	780	1248	2184	2808	3276	3900	4212	4368

Fuente: Jiménez, 2001.

Existiendo zonas donde se produce en mayor o menor cantidad a la establecida en el cuadro anterior, dependiendo del manejo del cultivo y de las condiciones agroclimáticas. El promedio de la producción aumentará dependiendo de la densidad y lugar de la plantación (Jiménez, 2001).

1.5 Manejo Poscosecha.

- Desfibrado y selección.

Dentro de las 24 horas siguientes de la cosecha, es necesario eliminar manual o mecánicamente el pericarpio de la Macadamia, el cual está conformado por una cubierta verde a la que está adherido un tejido fibroso, el pericarpio representa entre 50 y 55% del fruto (Fig.3) Al momento de la recolección las nueces en cáscara contienen del 25 al 30% de humedad, la finalidad del desfibrado es eliminar la humedad que contiene la fibra y que pueda dañar la calidad de la nuez, debido a la fermentación, tornando su sabor amargo; los desechos del desfibrado se utilizan como abono orgánico. A la nuez limpia aún con la cáscara interna, que es la parte dura y café del fruto, se le denomina nuez en concha (Fig. 3). Una vez sin fibra, la nuez se pasa a una mesa de selección donde se separan las que tengan algún daño mecánico o con una coloración extraña, parte de estas nueces defectuosas se destinan a la obtención de aceite. (Walforth, 2005. InfoAserca, 2000).



Figura 3. Nuez en cáscara (con pericarpio) y nuez en concha (sin pericarpio).

- Secado.

Después de que la nuez pasa por la etapa del desfibrado y la selección, se pasa al proceso de secado, que se inicia con la pérdida de humedad a temperatura ambiente, y a la sombra, el tiempo de secado puede durar hasta tres semanas, reduciendo la humedad hasta 2 a 4%. Una vez que se han secado pueden almacenarse en buenas condiciones por varios meses. (Walforth, 2005). Debe ponerse atención de no mezclar la nuez de distintas épocas de cosecha, debido a que puede afectar la calidad de la nuez. Si las nueces recién desfibradas se guardan sin secar en cajas o sacos, el moho y la pudrición generan daños importantes, principalmente en aquellas nueces que puedan tener alguna fractura en la cáscara interna.

- Fractura.

Una vez que se ha secado la nuez, se fractura y se separa de la concha. La cáscara interna es extremadamente dura, y su grosor varía entre 0.15 y 0.62 cm, predominando las más gruesas; esta cáscara hace la función de una coraza, que deja un espacio libre entre la nuez y la cáscara de 0.07 cm. El volumen de la cáscara de la semilla representa alrededor de 33% de la nuez en concha. En un inicio la Macadamia era fracturada con la mano, en la práctica se realiza con maquinaria especializada, para lo que se recomienda la utilización de un instrumento que se pueda adaptar a diferentes distancias específicas, en lugar de una palanca que golpee a la nuez, ya que con esto, por lo general se parte parcialmente y se llega a incrustar un pedazo de la cáscara en la almendra dañándola; las máquinas modernas ya no dañan a la nuez, pues tienen una combinación de navajas estacionarias y cortadores, o de rodillos y un plato en la base que comprime la nuez. (InfoAserca, 2000). Posteriormente se hace otra selección de la nuez, separando las que estén manchadas o que tengan algún defecto.

- Tostado.

El tostado puede realizarse en dos formas: en seco o en aceite, se pueden tostar en seco a 135°C durante 40 – 45 minutos, en temperaturas más altas oscurece la superficie de la nuez rápidamente y el centro queda sin tostarse, deben ser removidas constantemente para que no se tueste solamente una zona; industrialmente la nuez es tostada en tambores de acero inoxidable con aire caliente, este tipo de tostado en seco es posible solamente en *M. integrifolia*, ya que el alto contenido de azúcar en *M. tetraphyla* se carameliza al tostar, pero aunque tiene un buen sabor no tiene buena presentación. El tostado en aceite se realiza de preferencia con aceite de coco refinado a 135°C durante 12 – 15 minutos. Se calcula que cada litro de aceite sirve para tostar un poco más de 10 kg de nuez. (Jiménez, 2001, Augstburger, 2000).

- Almacenamiento.

Las nueces frescas de Macadamia que se almacenan sin pasar por un proceso de secado, se deterioran rápidamente por la respiración. La humedad y la temperatura son dos factores fundamentales en la estabilidad de la nuez, que tiene un comportamiento inversamente proporcional a éstos, es decir, si estos factores aumentan su nivel, la estabilidad de la nuez disminuye. Para almacenar las nueces sin pelar durante 6 – 12 meses, conviene hacerlo a temperaturas comprendidas entre 2 y 4°C y una humedad relativa del 65 – 70% (Horst – Dieter, 2001); por otra parte Jiménez (2001) indica que para evitar el moho se debe de almacenar a una temperatura de 18°C y con una humedad menor a 20%. Las nueces que han pasado por un tostado, generalmente se envasan al vacío en recipientes de vidrio, latas o bolsas aluminizadas; también se utilizan frascos tipo PET (polietilentereftalato), bolsas de plástico, celofán, papel aluminio y polipropileno. (InfoAserca, 2000. Rincón, 2000).

- Control de calidad.

Aunque hay varios países donde se cultiva la Macadamia, los estándares de calidad vigentes a nivel internacional son los establecidos por lo hawaianos, debido a su gran experiencia en el cultivo, industrialización y comercialización del producto. La demanda de la nuez de Macadamia, reside en el producto procesado y cocinado, algunas veces con sal, con azúcar, cubiertas de chocolate, etc., pero es poco frecuente su demanda para consumo fresco. Las nueces ya secas revelan diferencias en la apariencia que se refleja en la calidad del producto cocinado, por lo que la calidad de las

nueces se basa en lo grueso, superficie lisa, color claro, alto contenido de aceite y bajo peso específico de la almendra; si el contenido de aceite de la nuez es bajo, esta se hace más pesada, oscura y con menos sabor y por tanto su precio y calidad disminuyen considerablemente. (InfoAserca, 2000).

Existe un método muy simple para clasificar la nuez en concha en base al peso específico, además de que se tiene una idea sobre el contenido de aceite en la nuez, una vez que en la mesa de selección se sacaron las nueces que a la vista están dañadas, cuando están en concha se ponen en flotación, y de este manera se clasifican en las siguientes clases presentadas en la tabla 3 (Jiménez, 2001):

Tabla 3. Clasificación de la nuez de Macadamia en base a su peso específico.

Clase	Peso específico	Contenido de aceite	Usos
1	< 1.00	> 75%	Se consume entera
2	1.00 – 1.02	71 – 75%	Confitería y repostería
3 o baja calidad	> 1.02	< 71%	Fabricación de aceite

Fuente: Jiménez, 2001.

Otra clasificación de la nuez de Macadamia se realiza después de la fractura, en la cual se selecciona la nuez y se separa en base a estándares y especificaciones que se manejan de acuerdo a las necesidades del mercado, a continuación en la tabla 4, se muestra la clasificación (InfoAserca, 2000):

Tabla 4. Especificaciones estándar de la nuez de Macadamia.

Estilo	Denominación	Nuez completa / Nuez en trozo (%)	Tamaño	Usos
0	Súper Premium	(100 – 98) / (0 – 2)	> 20mm.	Confitería hecha a mano
1	Premium	(100 – 95) / (0 – 5)	> 17mm.	Nuez de mesa y confitería
2	Premium - mitades Premium	50 / 50	> 13mm.	Panadería, confitería, bocadillos
3	Mezcla Coctel Premium	(49 – 15) / (51 – 85)	> 13mm.	Nuez salada y en ensaladas
4	Mitades Premium	(0 – 20) / (100 – 80)	10 – 14mm.	Panadería y bocadillos
5	Trozos Grandes Premium	0 / 100	8 – 12mm.	Helados y ensaladas
6	Trocitos Premium	0 / 100	5 – 9mm.	Helados, galletas y pasteles
7	Trozo Pequeño Premium	0 / 100	3 – 6mm.	Bocadillos, pasteles, ensaladas
8	Granulado Fino Premium	0 / 100	4mm. máx.	Panadería, pastelería, etc.

Fuente: Australian Macadamia Society, 2008.

Los exportadores australianos han desarrollado mercados más amplios para la nuez de Macadamia en fresco en diferentes grados, productos de valor agregado y paquetes al menudeo. La calidad de la nuez de Macadamia de Australia, se basa tácitamente en el cumplimiento de las normas que establece el Manual de Control de Calidad de la Industria de Macadamia y que les permite la acreditación a la ISO9002 en los procesos más importantes, con lo que alcanzan los requerimientos del mercado, una vez acreditado su cumplimiento, se les permite utilizar el logotipo de la Sociedad Australiana de Macadamia. (InfoAserca, 2000).

1.6 Producción.

La nuez de Macadamia tiene amplia demanda a nivel mundial por su sabor y propiedades nutrimentales, su producción se ha expandido por muchos países, que reúnen las condiciones climáticas y de suelo para su cultivo.

- Producción Mundial.

Durante muchos años, Hawai fue el primer productor de Macadamia en el mundo, posteriormente en Australia su cultivo despertó un gran interés comercial, por lo que empezaron a establecer plantaciones con ese fin y les permitió ubicarse como el primer país productor a nivel mundial. (InfoAserca). En la tabla 5 se muestran los principales países productores de nuez de Macadamia:

Tabla 5. Producción Mundial Anual de Nuez de Macadamia (NIS¹) 2003.

País y región productora	Producción en Toneladas	% de Producción
Australia	33000	34
Hawai	22000	23
Centro América	17000	17
Sudáfrica	12500	13
Kenya	8800	9
Malawi	4000	4

Fuente: Australian Macadamia Society, 2008.

¹ Nut In Shell (Nuez en cáscara).

Como se muestra en la tabla 5, Australia ocupa el primer lugar de la producción mundial con un 34%. La Sociedad Australiana de Macadamia indica que dicho país en la actualidad tiene 5 millones de árboles que varían en edad desde recién plantados hasta con más de 20 años de edad, de este total de árboles plantados se estimó que 45% son maduros, 30% se encuentran en la edad temprana de producción, y 25% aún no la alcanzan, por ello se espera un incremento de su producción, pues a medida de que se incorporen a la producción las nuevas huertas, continuarán aumentando sus cifras.

En el caso de Estados Unidos (Hawai), que ocupa el segundo lugar de la producción mundial con un 23%, estas cifras representan una tendencia a la baja con respecto a años anteriores, el USDA (United States Department of Agriculture) señala que esta reducción se debió a las condiciones climatológicas de sequía que han ocurrido en ese país. (USDA, 2004)

En Centro América (Guatemala y Costa Rica) que ocupa el tercer lugar de la producción mundial, con un 17% del total de la producción, el cultivo de Macadamia ha alcanzado un buen nivel, además seguirá incrementando su producción debido a que muchos productores lo han asociado con gran éxito a otros cultivos como el café, permitiendo que más agricultores se interesen por el cultivo de Macadamia, tendencia que también está ocurriendo en México, aunque con menos cantidad de producción.

En cuanto a Sudáfrica la producción ha mostrado una tendencia a la alza representando el cuarto lugar de la producción mundial con un 13%, dicha tendencia se debe principalmente a que continúan las condiciones de clima favorables, que se reflejan en árboles de Macadamia totalmente llenos de fruto y se espera que su producción siga incrementándose pues existe una gran cantidad de árboles jóvenes, que se están incorporando a la producción plena. (Quinlan, 2005).

Otros países productores de Macadamia en pequeña escala son: Bolivia, China, El Salvador, Filipinas, California, Indonesia, México, Nueva Zelanda, Paraguay, Ecuador, Venezuela, Zimbabwe y Colombia.

En la tabla 6 se representan las principales regiones consumidoras de nuez de Macadamia en el mundo.

Tabla 6. Consumo de nuez de Macadamia en el mundo (2003).

País y región consumidora	Porcentaje de consumo
Estados Unidos	53 %
Australia	18 %
Asia	15 %
Europa	8 %
Otros	6%

Fuente: Australian Macadamia Society, 2008.

Los países con alta demanda de nuez son básicamente los más desarrollados, tanto en lo económico como en lo social, con altos ingresos, mayores niveles de vida; entre los principales mercados importadores de Macadamia se tiene a: Estados Unidos, Japón, Hong Kong, Corea Alemania, España, Francia, Canadá; en su mayoría son países desarrollados e industrializados, con gran potencial económico, lo cual se puede aprovechar por todos los países productores. (Quinlan, 2005).

Estados Unidos es el mayor consumidor de nuez de Macadamia además de ser un productor importante, pero no puede abastecer su consumo interno por tal razón está obligado a importar de países como Australia (el mayor exportador), Sudáfrica y Guatemala, por esta razón México podría ser su principal proveedor debido a su cercanía territorial.

La sociedad Australiana de Macadamia indica que la comercialización de este producto no alcanza el 0.5 % de la producción de las nueces que se comercializan en el mundo, lo que deja de manifiesto que existe un gran panorama para la expansión de su producción y mercado. Por las ventajas que le otorga ser el centro de origen de la nuez, Australia seguirá siendo el principal productor y comercializador de nueces de Macadamia en el mundo; además los alcances del mercado de Australia deben incrementar como resultado del énfasis que en la actualidad se ha puesto en la investigación científica, con la finalidad de incrementar la producción y rendimiento de los árboles, métodos de cultivo y eficiencia en el procesamiento del producto obtenido. (Quinlan, 2005. InfoAserca, 2000).

- Producción Nacional.

La introducción del cultivo de Macadamia en México data de 1955, cuando un italiano llevó la nuez a Huauchinango, Puebla, quien sembró cerca de 100 árboles de diferentes variedades de Macadamia, los árboles que introdujo no estaban destinados a la producción comercial, sino que se le consideraba una fruta exótica y se destinaba al consumo personal. A finales de los años sesenta, el Instituto Mexicano del Café (INMECAFE), mediante un programa de diversificación de especies en las áreas cafetaleras, distribuyó varios cientos de árboles de Macadamia despertando el interés de numerosos productores, por ello en 1971 el Programa Nacional del Café importó cerca de 1000 árboles procedentes de semillas de San Diego, Cal, Estados Unidos. De estas primeras plantas, se conservan 565 árboles en producción, distribuidos en huertos del estado de Michoacán. También en 1971 se establecen las primeras huertas en Veracruz. En Chiapas desde su ingreso, la nuez se ha desarrollado rápidamente en amplias superficies de la región de Ocosingo, pero se considera que tiene gran potencial, pues alrededor del 90% de la superficie del estado es de aptitud forestal; por el clima y altura imperantes, muchas de las zonas que se han dedicado al cultivo reúnen las condiciones adecuadas para la dispersión. A continuación se muestran la producción nacional de nuez de Macadamia: (Claridades, 2000).

Tabla 7. Producción Nacional de nuez de Macadamia (2006).

Estado	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	% Producción
Puebla	2012.40	2.85	62
Veracruz	899.00	5.76	27
Michoacán	187.00	3.82	6
Chiapas	87.06	0.34	3
Estado de México	80.00	2.00	2

Fuente: SIAP-SAGARPA, 2008.

La tabla 7, muestra que Puebla es el estado que ocupa el primer lugar de producción de nuez de Macadamia con un 62% a nivel nacional. Es un estado muy importante respecto a este cultivo puesto que siempre ha ocupado el primer lugar en producción, lo cual refleja que los productores ya están familiarizados y conocen las características del cultivo de la Macadamia.

El segundo lugar lo ocupa Veracruz con un 27%, se espera que su producción siga en aumento, pues además de ser un estado en el cual los productores se encuentran muy bien organizados, y mostrando un gran interés en el cultivo de la Macadamia; también es el principal centro de investigación en México. A finales de la década de los ochenta, el Centro Regional Universitario de Oriente de la Universidad Autónoma de Chapingo (CRUO – UACH), establecido en Huatusco Veracruz, inicio los proyectos de investigación de Macadamia; esto con la finalidad de contribuir con cultivos alternativos para la diversificación productiva en regiones cafetaleras de México.

Michoacán ocupa el tercer lugar a nivel nacional con un 6%, se tienen reportes de árboles con una antigüedad de 25 años que se encuentran produciendo hasta 200kg/árbol/año, aunque se presentaron algunos años en los que la producción disminuyó considerablemente; sin embargo, en los años de 2005 y 2006 su producción ha ido recuperándose.

En el caso de Chiapas es importante su crecimiento en la producción, cabe mencionar que el ingreso de la Macadamia a este estado fue repentino y con gran interés, pues hasta 1992 no se tenía registros de superficie alguna y al siguiente año ya se contaba con 158 hectáreas de superficie sembrada.

La SAGARPA reporta que en el 2006, tanto Jalisco como Baja California Sur, tenían cierta superficie sembrada, aunque aún no se reportan índices de superficie cosechada, lo que se debe principalmente a que son huertas de plantación reciente, también en años anteriores se encontraban estados como Morelos, San Luis Potosí, Colima, Oaxaca y Tabasco interesados en el cultivo, todos estos estados probablemente se encuentren en etapa de ensayo y de producción incipiente, por ello las estadísticas no reflejan la situación actual, pues en nuestro país sólo se encuentran huertas en edad avanzada y con producción sostenida, en los estados de Puebla, Veracruz, Michoacán y algunas partes de Chiapas y el Estado de México, siendo la procedencia de su germoplasma de Hawai y California, como se puede observar en la Tabla 8, esto es importante ya que, no se reporta ningún germoplasma procedente de Australia, cuestión que se relaciona con la composición química, pues difiere dependiendo del origen del germoplasma, la cual se revisará más adelante. (Gutiérrez, 2001).

Tabla 8. Localización del cultivo de Nuez de Macadamia en México.

Estado	Procedencia del germoplasma	Manejo agrícola
Michoacán	Hawai y California	Huertas en producción, algunas intercaladas con aguacate
Veracruz	Michoacán y Hawai	Huertas especializadas e intercaladas con café
Chiapas	California y Veracruz	En producción
Puebla	Hawai	En producción, algunas inicio de plantaciones intercaladas con café y especializadas
Colima	Hawai y Michoacán	Huertas especializadas, inicio de producciones
Oaxaca	Hawai y California	En producción
Nayarit	Hawai	–
Morelos	Hawai	–
Estado de México	Hawai	–

Fuente: Gutiérrez, 2001.

1.7 Comercialización y perspectivas en México.

- Comercialización.

El consumo de la nuez está influenciado por el nivel económico familiar relacionado con los mayores ingresos, por lo que es un producto reservado para los estratos sociales altos. Se considera que su consumo potencial se encuentra en las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey, además de los centros turísticos como Cancún, Acapulco, Ensenada y Mazatlán, entre otros.

La venta de Macadamia se hace al público o al detalle por kilogramo, ya sea al natural o con valor agregado. La venta al natural se hace de la nuez en concha que cumple con un estándar de calidad, como lo indica la tabla 3 (Clasificación de la nuez de Macadamia en base a su peso específico).

La comercialización de productos con valor agregado inicia con la nuez entera o incluso las mitades de buen tamaño, son separadas y se les denomina extra; esta nuez se utiliza para botana o son cubiertas con chocolate. La nuez quebrada se utiliza para la elaboración de helados, pasteles o galletas, estas descripciones se observan en las especificaciones estándar de la nuez de Macadamia (Ver tabla 4).

Por lo nuevo del producto en el mercado, aún no se han establecido vínculos entre la mayoría de los productores y los agentes intermediarios, por lo que los canales de comercialización establecidos parten del productor que comercializa su nuez en forma directa, ésta puede ser al público o a la industria, sin embargo hay mucha nuez de pequeñas producciones que se va directamente a las centrales de abasto. Algunos productores comercializan la nuez de Macadamia en fábricas de helados, galletas y pastelerías así como en restaurantes.

Lo más importante para que la nuez tenga un valor comercial es el manejo que se le dio desde la cosecha, pues si no se siguieron los pasos correctos en el periodo de recolección, secado, descascarado, y selección, pudo haberse dañado y con ello perder calidad y precio. Obviamente el precio de la nuez dependerá si la nuez presenta algún tipo de daño, si se vende en concha, ó sólo la almendra, y si la almendra esta entera o en trozos.

La formación de asociaciones es un excelente medio para acceder a mejorar los precios para la adquisición de insumos y apoyos por parte de los gobiernos municipal, estatal y federal. Por ello es importante que los productores de nuestro país hagan lo posible por integrar las figuras asociativas que les permitan una mejor organización para la producción y comercialización en los mercados nacional e internacional. Hasta el momento y como ya se había mencionado, el estado de Veracruz es donde se encuentran mejor organizados. La creación de asociaciones para la nuez de Macadamia es factible, pues los productores nacionales bien pueden considerar un centro estratégico para el acopio de la nuez seca, en el volumen necesario, a partir del cual se pueda tener acceso al mercado de Estados Unidos, que como se mencionó, es el principal importador y consumidor mundial de la nuez y compra volúmenes importantes a Guatemala, Costa Rica, Australia y Sudáfrica; por su cercanía con México, nuestro país podría ser su principal proveedor.

La problemática de nuestro país para el desarrollo de la Macadamia, es que se trata de un cultivo poco explotado, se procesa de manera rústica y dispersa, pero el principal problema es la falta de asociaciones, pues no se logra compactar la fuerza que se tiene en lo individual. El producto que tenemos en México es para el mercado interno y no será para exportación hasta que se corrija la situación de las variedades, debido a que no hay estandarización en cuanto a las variedades que se han cultivado en el país; y se tenga una selección de producto meticulosa, de acuerdo a las normas, especificaciones y controles de calidad internacionales. (InfoAserca, 2000).

La infraestructura de la industria nacional se ha cimentado en adecuaciones a la tecnología ya existente, pues la que tienen otros países se ha diseñado para procesar volúmenes muy grandes. La Secretaría de Desarrollo Rural del estado de Puebla indica que dentro de las necesidades tecnológicas que tiene nuestro país para la comercialización de la Macadamia se encuentran las siguientes (Secretaría de Desarrollo Rural, 2005):

- Capacitación y asesoría.
 - Maquinaria y equipo para descascarado y quebrado.
 - Centros de acopio, procesamiento y empaque.
 - Industrialización.
 - Promoción comercial.
 - Generar paquetes tecnológicos.
-
- Perspectivas.

El cultivo de la nuez de Macadamia es muy interesante y tiene gran futuro en México, permite la diversificación de cultivos, que con ello se mejora los ingresos de productores, al no depender de un solo cultivo. También es un cultivo no percedero, que puede soportar una vida de anaquel de hasta cinco meses o más. México cuenta con muchas zonas que cumplen con los requerimientos ecológicos mínimos para el buen desarrollo de la nuez, que si se aprovechan en forma adecuada, pueden convertir a la Macadamia en uno de los cultivos más importantes en las regiones subtropicales y templadas, dada su gran adaptabilidad y características de producción, especialmente en asociación.

Un área de oportunidad para el cultivo de la Macadamia, es en la venta de la nuez con valor agregado, pues el agricultor es el que corre con los mayores riesgos en comparación con el comerciante, quien obtiene el mayor beneficio. Por ello se deberá establecer una industria integral que permita asegurar al productor un canal de comercialización con un mayor ingreso. Otro aspecto importante que hay que cuidar es la capacitación para el manejo del cultivo, de tal forma que se eviten los daños mecánicos en el proceso, elegir las variedades adecuadas y la generación de selecciones, a fin de producir la mayor cantidad de nuez que cubra con los estándares de calidad, que aseguren el máximo precio en el mercado.

En resumen los factores clave para el crecimiento de este cultivo en México son: (InfoAserca, 2000)

- Mejoramiento de cultivares
- Mejora en la cosecha y manejo del producto
- Investigación
- Establecimiento de más plantaciones
- Progreso en las labores de cultivo
- Organización de los productores
- Apoyo a la industria.
- Mercadotecnia, promoción y publicidad.

1.8 Composición Química y Valor Nutricional.

La nuez de Macadamia es considerada una de las mejores y más finas del mundo debido a su gran valor nutricional, exquisito sabor, no contiene colesterol por su origen vegetal, y los niveles de sodio y grasas saturadas son bajos, sus aceites naturales contienen alrededor de 80% de ácidos grasos monoinsaturados, el valor más alto de los aceites conocidos, aún por encima del aceite de oliva. Por ser un producto natural su composición puede variar y depender de muchos factores como las condiciones de cultivo, época de cosecha, variedad y método de determinación. (Jiménez, 2001, Australian Macadamia Society).

Tabla 9. Composición química proximal de la nuez de Macadamia (%).

Componente	Australia ¹		California ²		Hawai ³		Promedio	
	B. H.	B. S.	B. H.	B. S.	B. H.	B. S.	B. H.	B. S.
Humedad	1.2	-	3.1	-	2.9	-	2.4	-
Proteína	9.2	9.31	9.0	9.29	8.3	8.55	8.8	9.02
Grasa	74	74.89	75	77.39	72.4	74.56	73.8	75.61
Cenizas	1.3	1.32	1.6	1.65	1.4	1.44	1.4	1.43
Fibra	6.4	6.47	2.0	2.06	4.3	4.43	4.2	4.30
Hidratos de Carbono	7.9	7.99	9.3	9.59	10.7	11.02	9.3	9.53

¹ Australian Macadamia Society (AMS), 2008.

² California Macadamia Society, 2008.

³ Hawaii Macadamia Nut Association, 2008.

En la tabla 9 se muestra la composición química de la nuez de Macadamia, tanto en base húmeda y base seca, de tres diferentes lugares (Australia, California y Hawai), en la cual se observan diferencias en su composición, debido probablemente a la variedad de la nuez que en cada lugar se cultiva, clima y suelo. Como se dijo anteriormente, la especie que más se cultiva de Macadamia es *M. integrifolia*, sus cuatro variedades más utilizadas en Hawai y con resultados satisfactorios son Kakea, Ikaika, Keauhou y Keaau; en California las más utilizadas son Beaumont, Keaau, Keauhou, entre otras. Sin embargo en Australia la mayoría de los cultivos están basados en *M. tetraphylla*, aunque también existen variedades de *M. integrifolia*, pero en menor cantidad. En México la procedencia del germoplasma que se utiliza, es de Hawai y California (Ver tabla 8), sin embargo, en cada región del país se han utilizado diferentes variedades de Macadamia, por lo que no hay uniformidad en cuanto a las variedades cultivadas; por ello, se decidió presentar en la tabla 9, la composición química proximal de cada territorio así como el promedio de todas.

A continuación se muestra la composición química típica de la nuez de Macadamia (InfoAserca, 2000).

Tabla 10. Composición química típica de la nuez de Macadamia.

Componente	Cantidad por 100g	Componente	Cantidad por 100g
Energía	702 Kcal	Lípidos	
Agua	2.88 g	Grasas saturadas	11.037 g
Proteínas	8.30 g	Grasas monoinsaturadas	58.171 g
Lípidos	73.72 g	Grasas Poliinsaturadas	1.271 g
Hidratos de Carbono	13.73 g	Colesterol	0 mg
Fibra dietética	9.30 g	Aminoácidos	
Cenizas	1.36 g	Triptófano	0.213 g
Minerales		Treonina	0.263 g
Calcio Ca	70 mg	Isoleucina	0.244 g
Hierro Fe	2.41 mg	Leucina	0.462 g
Magnesio Mg	116 mg	Lisina	0.324 g
Fósforo p	136 mg	Metionina	0.092 g
Potasio K	368 mg	Cistina	0.096 g
Sodio Na	5 mg	Fenilalanina	0.260 g
Zinc Zn	1.71 mg	Tirosina	0.337 g
Cobre Cu	0.296 mg	Valina	0.321 g
Manganeso Mn	0.58 mg	Arginina	0.899 g
Selenio Se	4.60 mg	Histidina	0.168 g
Vitaminas		Alanina	0.329 g
Tiamina B ₁	0.71 mg	Ácido aspártico	0.827 g
Riboflavina B ₂	0.110 mg	Ácido glutámico	1.782 g
Niacina	2.14 mg	Glicina	0.371 g
Vitamina E	1.50 mg	Prolina	0.396 g
Piridoxina B ₆	0.40 mg	Serina	0.351 g

Fuente: InfoAserca, 2000.

- Humedad.

El bajo contenido de humedad es importante para la calidad de la nuez, pues con ello disminuye la probabilidad de crecimiento microbiano, posibles reacciones de fermentación, germinación prematura de la semilla y cambios bioquímicos indeseables. (Venkatachalam, et al, 2006).

- Proteínas.

La Macadamia contiene niveles significativos de proteínas, las cuales son un componente esencial en nuestra dieta, pues son la principal fuente dietética de compuestos nitrogenados, teniendo diversas funciones como estructural, reguladora, defensiva, transporte, energética. (Mataix, 2005)

Las proteínas de la nuez contienen todos los aminoácidos esenciales, de los cuales la mayoría se encuentra con los niveles óptimos requeridos como se puede observar en la tabla 11, en donde el contenido de aminoácidos esenciales de la Macadamia es comparado con el de otros frutos secos y el estándar establecido por la FAO / WHO. (Venkatachalam, et al, 2004. Australian Macadamia Society, 2008).

Tabla 11. Perfil de aminoácidos esenciales de algunos frutos secos comparados con el estándar de la FAO. (g / 100 g de proteína)

Aminoácido	Macadamia	Nuez de Brasil	Almendras	Cacahuates	Nuez pecanera	Valores FAO ¹
Histidina (His)	2.45	2.92	2.97	2.54	2.8	1.9
Treonina (Thr)	2.81	2.27	2.60	2.21	2.9	3.4
Valina (Val)	4.31	4.71	4.41	3.95	4.72	3.5
Metionina (Met)	2.15	8.98	0.81	1.31	2.52	2.5
Isoleucina (Ile)	3.26	3.21	3.79	3.45	4.08	2.8
Leucina (Leu)	6.55	7.89	7.19	7.003	7.51	6.6
Fenilalanina (Phe)	3.34	4.06	5.46	5.38	5.09	6.3
Lysina (Lys)	4.10	2.95	3.06	3.88	3.17	5.8
Triptofano (Trp)	0.59	0.71	0.70	0.73	0.47	1.1
% Proteína	8.40	13.93	19.48	2.56	7.50	

Fuente: Venkatachalam, et al, 2004, FAOSTAT, 2008.

De manera general vemos que los frutos secos presentados en la tabla 11, muestran un elevado contenido de proteína de alta calidad, pues todos presentan cantidades importantes de aminoácidos esenciales, recordando que dichos aminoácidos no pueden ser sintetizados por el organismo, por lo que deben ser aportados por la dieta. En el caso de la Macadamia vemos que los valores dados para Histidina, Valina, Isoleucina y Leucina se encuentran en cantidades importantes en comparación con el estándar determinado por la FAO.

- Grasa.

Las grasas son un constituyente esencial de la dieta humana, que junto con los hidratos de carbono y proteínas, conforman una fuente de energía de primer orden ya que proporcionan 9 kcal/g frente a las proteínas y azúcares que dan 4 kcal/g. (Ziller, 1996). Algunos alimentos ricos en grasa son fuentes de vitaminas liposolubles (A, D, E, K), y la ingestión de grasa mejora la absorción de estas vitaminas independientemente de su origen; además de que las grasas son indispensables para lograr una dieta apetitosa y proporcionada.

Los ácidos grasos se caracterizan por tener una parte polar (extremo carboxilo COOH) y una no polar (metilo CH₃), los cuales se clasifican por su grado de saturación:

-Ácidos Grasos Saturados: contiene solamente enlaces carbono-carbono simples.

-Ácidos Grasos Insaturados: contienen uno o más enlaces carbono- carbono, los cuales se clasifican dependiendo del número de dobles enlaces que tengan en:

-Ácidos Grasos Monoinsaturados: poseen un solo enlace doble, por ejemplo el palmitoléico (16:1) y oleico (18:1).

-Ácidos Grasos Poliinsaturados: poseen dos o más enlaces dobles, como el linoléico (18:2) y linolénico (18:3), los cuales son esenciales y deben obtenerse de la dieta. (Mataix, 2005)

Los ácidos grasos monoinsaturados son metabólicamente más favorables que los ácidos grasos saturados y poliinsaturados, ya que los altos niveles de ácidos grasos saturados son responsables de aumentar los niveles de colesterol "malo" (lipoproteínas de baja densidad LDL) y en el caso de ácidos grasos poliinsaturados se ha asociado con efectos adversos de oxidación. (Lawson, 1999).

La nuez de Macadamia contiene niveles bajos de ácidos grasos saturados (12%), y poliinsaturados (4%), y un alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados (84%). El aceite de Macadamia es uno de los más saludables y apropiados para usarse como aceite de ensaladas y de cocina, incluso sobrepasa las cualidades del aceite de oliva. En la tabla 11 se muestra la composición del aceite de Macadamia, comparándolo con otros aceites conocidos y de mayor uso, demostrando que el aceite de Macadamia tiene el mayor porcentaje en ácidos grasos monoinsaturados, beneficiosos para la salud, aún con niveles mayores a los encontrados en el aceite de oliva. (Jiménez, 2001, Maguire, et al, 2004).

Tabla 12. Composición de ácidos grasos en diferentes aceites.

Tipo de Aceite	% de grasas insaturadas		% de grasas saturadas
	Poliinsaturadas	Monoinsaturadas	
Macadamia	4	84	12
Oliva	10	76	14
Almendra	25	65	10
Canola	30	63	7
Pecana	34	55	11
Animal	5	45	50
Manteca	7	36	57

Fuente: Jiménez, 2001

En la tabla 13, se muestra el perfil de ácidos grasos de la nuez de Macadamia comparado con frutos secos de mayor consumo.

Tabla 13. Composición de ácidos grasos en aceites de frutos secos.

Ácido Graso	Macadamia	Nuez de Brasil	Almendras	Cacahuates	Nuez pecanera
A. G. Saturado	12.5	25.35	9.00	12.86	8.35
A. G. Monoinsaturado	83.5	29.04	61.6	81.49	66.73
Palmitoléico	17.28	0.29	0.66	0.07	
Oléico	66.15	28.75	60.93	81.28	66.66
A. G. Poliinsaturado	4.00	45.61	29.31	5.66	24.92
Linoléico	1.81	45.43	29.21	3.87	23.68
Linolénico	2.58	0.18	0.10	1.79	1.24

Fuente: Venkatachalam, et al, 2004.

La Macadamia presenta niveles altos de ácidos grasos monoinsaturados, de estos contiene ácido oléico y palmitoléico. Debido a su alto contenido de ácido palmitoléico (16:1), la industria de la cosmetología se interesa en el aceite de Macadamia para la elaboración de productos como: cremas hidratantes para la piel, jabones y aceites de masaje. Se ha demostrado también, que los ácidos grasos monoinsaturados disminuyen los niveles de colesterol "malo" (LDL) en sangre, debido a la

presencia del ácido oléico, (Lawson, 1999). También disminuye los niveles de triglicéridos y la incidencia de enfermedades cardiovasculares, dichos efectos beneficiosos para la salud se revisarán más adelante

En el caso de los ácidos grasos saturados, el que más abunda en la nuez de Macadamia es el ácido esteárico, el cual se ha encontrado con escaso efecto sobre el colesterol total, dada su fácil transformación en ácido oleico. (Sánchez, 2000).

Los ácidos grasos poliinsaturados son muy susceptibles a la autooxidación y a la descomposición en una variedad de subproductos vinculados a lipoproteínas de baja densidad LDL “colesterol malo”. Sin embargo, existen dos ácidos grasos poliinsaturados que son esenciales, el ácido linoléico y el ácido linolénico, que tienen una gran importancia en la nutrición. En la tabla 13, observamos que la nuez de Brasil y las almendras tienen un alto contenido de ácido linoléico, y en el caso del ácido linolénico la nuez de Macadamia es la que posee el nivel más alto.

- Hidratos de Carbono.

Los Hidratos de Carbono son fuente energía, a través de la utilización de la glucosa, su valor energético es de 4 kcal/g. Su contenido en la nuez de Macadamia es bastante inferior comparado con las legumbres, aspecto que condiciona su recomendación alimentaria, por lo que la nuez de Macadamia no se recomienda en base a su contenido de Hidratos de Carbono, pues éste es muy bajo. (Mataix, 2005).

- Fibra Dietética.

La fibra dietética de la nuez de Macadamia junto con otros componentes desempeña un papel importante en la reducción del riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares, cáncer y diabetes; también ayuda a problemas relacionados con el estreñimiento, tiene propiedades estimulantes y favorecedoras del tránsito intestinal y un efecto saciante. (Australian Macadamia Society).

- Vitaminas.

La Macadamia contiene pequeñas cantidades pero significativas de vitaminas, como se observa en la tabla 14:

Tabla 14. Contenido de vitaminas en nuez de Macadamia

Vitamina	Cantidad por 100g
Vitamina E	1.50 mg
Niacina	2.14 mg
B ₁ Tiamina	0.71 mg
B ₂ Riboflavina	0.11 mg
B ₆ Piridoxina	0.40 mg

Fuente: Australian Macadamia Society, 2008.

- Vitamina E: su contenido varía en gran medida por la frescura de la nuez y está presente como derivados de la vitamina E. Actúa como un importante antioxidante liposoluble, que protege los lípidos contra los daños oxidativos y de este modo contra enfermedades degenerativas como cáncer, enfermedades cardiovasculares y envejecimiento.
- Niacina: desempeña un papel importante en el metabolismo de los carbohidratos, proteínas y lípidos, tiene un cierto efecto antioxidante y ayuda a disminuir los niveles de colesterol en sangre.
- Vitamina B₁ (Tiamina): es una coenzima importante en la liberación de energía de los hidratos de carbono y es esencial para el desarrollo y funcionamiento normal del cerebro, músculos y nervios.
- Vitamina B₂ (Riboflavina): es importante en el crecimiento de nuevos tejidos, sana la piel, aumenta la formación de anticuerpos.
- Vitamina B₆ (Piridoxina): esta vitamina es imprescindible para el mantenimiento de la piel y los nervios, ayuda en las enfermedades y envejecimiento prematuro. (Tolonen, 1995. Australian Macadamia Society, 2008).

- **Minerales**

Los principales minerales que contiene la Macadamia son potasio, fósforo, magnesio, calcio, hierro; los cuales desempeñan acciones interesantes al participar a través de distintos mecanismos en el desarrollo y mantenimiento del esqueleto, del sistema nervioso y del sistema cardiovascular. Además de que su contenido de sodio es muy bajo, como se puede observar en la tabla 15.

Tabla 15. Contenido de minerales en Nuez de Macadamia

Minerales	Cantidad por 100g
Potasio	368 mg
Fósforo	136 mg
Magnesio	116 mg
Calcio	70 mg
Hierro	2.41 mg
Sodio	5 mg

Fuente: Australian Macadamia Society, 2008.

- Potasio: es uno de los minerales más abundantes del organismo humano, se asocia con el equilibrio de líquidos intra y extracelulares. Está relacionado con el metabolismo de carbohidratos, la síntesis de proteínas, la contracción muscular y los impulsos nerviosos.
- Fósforo: desempeña una variedad de funciones, entre ellas la mineralización de los huesos y dientes, la energía del metabolismo, la absorción y transporte de nutrientes y es componente de ADN y ARN.
- Magnesio: interactúa con otros elementos y desempeña un papel en el metabolismo óseo, en el de la glucosa y el de ácidos grasos, así como en la síntesis de proteínas; también es importante en la actividad nerviosa y contracción muscular.
- Calcio: es el mineral que alcanza en nuestro organismo mayores cantidades, es el componente principal en los huesos, además contribuye en la formación de huesos y dientes, participa en la regulación de las funciones nerviosa, muscular y en otros procesos del cuerpo. (Australian Macadamia Society. Tolonen, 1995).
- Fitoquímicos: los fitoquímicos son un grupo importante de productos químicos naturales de origen vegetal, se caracterizan por ser componentes bioactivos que exhiben propiedades farmacológicas, y que son cada vez más importantes en la salud. Son compuestos, que no son nutrientes como tal, sino que desempeñan un papel importante en el mantenimiento de la salud. Actualmente se sabe que algunas de estas sustancias actúan facilitando la eliminación y la desintoxicación de cancerígenos presentes en el organismo, modulando la acción de ciertas enzimas; otras actúan como antioxidantes neutralizando los radicales

libres, causantes de enfermedades cardiovasculares y arterioesclerosis. En la tabla 16 se muestra el contenido de fitoquímicos encontrados en la nuez de Macadamia. (Drago, et al, 2006. Maguire, et al, 2004).

Tabla 16. Contenido de fitoquímicos en nuez de Macadamia.

Fitoquímicos	Cantidad μg / g de aceite
Escualeno	185
α - Tocoferol	122
Campesterol	73.3
Estigmasterol	38.3
β - Sitoesterol	1506.7

Fuente: Maguire, et al, 2004.

- Escualeno: por su estructura, el Escualeno actúa en nuestro organismo a nivel celular y a través de diferentes mecanismos como suministrar oxígeno a las células; por su fácil penetración a través de las membranas celulares; facilita la absorción de nutrientes; protege a las células de los radicales libres debido a su capacidad antioxidante. Las propiedades antioxidantes del escualeno han sido consideradas para el tratamiento contra el cáncer, y también puede tener un efecto benéfico en la prevención de enfermedades cardiovasculares pues reduce los niveles de colesterol y de triglicéridos en sangre. (Maguire, et al, 2004. Drago, et al, 2006).
- α - Tocoferol: es un importante antioxidante, protege al corazón y ayudan a evitar el daño causado por los radicales libres, retarda los síntomas relacionados con el envejecimiento, disminuye los niveles de colesterol "malo" y de triglicéridos, estabiliza y regula la producción de hormonas femeninas, por lo que disminuye los efectos de la menopausia, etc. (Maguire, et al, 2004).
- Fitoesteroles: los fitoesteroles más comunes en la naturaleza son los β -sitoesterol, Campesterol y estigmasterol. Inhiben la absorción intestinal de colesterol, por ello su consumo se ha asociado con la disminución del riesgo de enfermedades del corazón; también poseen propiedades inmunomoduladores que podrían ser benéficas para la

prevención del cáncer de colón, cáncer de mama y daño tisular asociado a inflamación. (Drago, et al. 2006).

- β -Sitoesterol: reduce los niveles de colesterol en sangre, es probablemente, el esteroles más abundante y ampliamente distribuido. Diversos estudios han demostrado su efectividad clínica como agente capaz de disminuir los niveles de colesterol, así como el tratamiento de la hiperplasia prostática benigna. (Fierro, et al, 2004).

El consumo de fitoquímicos con propiedades antioxidantes presente en frutos secos incluidos en la dieta diaria, además de aportar nutrientes esenciales para el buen funcionamiento de nuestras actividades metabólicas, tiene un efecto benéfico a mediano y largo plazo en la prevención de enfermedades coronarias, cáncer y de cambios hormonales ocurridos en la menopausia (Drago, et al, 2006); recordando que la nuez de Macadamia contiene cantidades importantes de estas sustancias.

1.9 La nuez de Macadamia como alimento funcional y beneficios a la salud.

- Alimento funcional.

Los alimentos funcionales se definen como los productos alimenticios de origen animal o vegetal, consumidos en la dieta diaria, que además de aportar nutrientes poseen componentes bioactivos. Estos compuestos ejercen efectos farmacológicos que modulan funciones terapéuticas en el cuerpo que resultan benéficas para la salud. (Drago, 2006).

La nuez de Macadamia reúne las principales características, para ser definida como alimento funcional, pues además de proporcionar proteínas, lípidos y carbohidratos, también es una fuente rica en ácidos grasos monoinsaturados, tiene una amplia gama de fitoquímicos, vitaminas y minerales, la nuez tiene propiedades antioxidantes, ayuda a la prevención de algunos tipos de cáncer, enfermedades cardiovasculares, diabetes, entre otras. (Pons, www.nucis.org).

- Beneficios a la salud.

***Ácidos Grasos Monoinsaturados (AGM)**

Los ácidos grasos monoinsaturados son aquellos ácidos grasos de cadena hidrocarbonada par que poseen una sola insaturación en su estructura, es decir, poseen un solo doble enlace carbono-carbono. Tanto los ácidos grasos monoinsaturados como los poliinsaturados, reducen

significativamente los niveles de LDL (lipoproteínas de baja densidad – colesterol malo). Sin embargo al examinar el nivel de LDL en sujetos alimentados mediante una dieta rica en AGM, se observó que éste es más resistente a la oxidación, con lo que retarda la producción de radicales libres, perjudiciales para las células. (Carretto, 2002).

En varios estudios realizados, se ha encontrado que el consumo de ácidos grasos monoinsaturados es benéfico, ya que reducen los niveles de colesterol malo en sangre; y de acuerdo a lo revisado con anterioridad la nuez de Macadamia es rica en este tipo de grasas, por lo que su consumo tiene un efecto favorecedor en la salud.

En la Universidad de Newcastle se realizó un estudio, en el cual examinaron los posibles beneficios que da el consumir regularmente nueces de Macadamia, se centraron en cuatro aspectos importantes: estrés oxidativo, inflamación, colesterol en sangre y tendencia a la coagulación; estudiándose dos grupos, en uno los hombres estaban sanos y en el otro grupo los hombres tenían niveles de colesterol elevados. Ambos grupos llevaron la misma dieta, consumiendo diariamente nuez de Macadamia 40 – 90 g /día (equivalente a 14 – 30 nueces aproximadamente) por cuatro semanas, dependiendo del peso de cada hombre. Como resultado, en ambos grupos se encontró una mejora en marcadores de estrés oxidativo, coagulación y tendencia a la inflamación; además en el grupo con niveles elevados de colesterol, estos disminuyeron; también se observó una pequeña, pero significativa reducción del peso corporal. Por lo que se concluyó que el consumo de Macadamia puede ser útil en el tratamiento de personas con niveles elevados de colesterol y enfermedades coronarias. (Garg, 2001).

La Sociedad Australiana de Macadamia indica que el consumo de la nuez, disminuye el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, y que han producido un efecto positivo en el perfil lipoproteico, disminuyendo el colesterol total, y las lipoproteínas de baja densidad LDL (colesterol malo) en plasma.

Algunas personas se abstienen de comer alimentos que contienen grandes cantidades de grasa como lo es la Macadamia, y en general los frutos secos, pero se ha demostrado que las dietas con bajo contenido de grasa son insatisfactorias y difíciles de llevar a cabo; no obstante se ha demostrado de que el tipo de grasa es mucho más importante que el total de grasa, las dietas con niveles moderados de grasa promueven la saciedad, son sostenibles y agradables a largo plazo. La misma Sociedad Australiana presenta un estudio realizado en la Universidad de Harvard, en el cual se comparó una dieta baja en grasa, contra una dieta basada en frutos secos (incluyendo nuez de

Macadamia) y aceite de oliva, las dos dietas contenían las mismas calorías. Después de doce meses ambos grupos perdieron un promedio de 4.5 kg, teniendo más éxito la dieta basada en frutos secos, ya que después de seis meses de haber concluido las dietas no hubo efectos de “rebote”, es decir, este grupo se mantuvo en su peso, además de no presentar cambios en su presión arterial. Por lo que se concluyó que, las grasas saludables pueden ser parte de un programa de pérdida de peso, siempre y cuando el total de calorías estén controladas.

Se recomienda consumir de 8 a 20 nueces de Macadamia al menos cinco veces por semana, la nuez se puede consumir como aperitivo, en guisados, postres ó como golosina. (Pons, ww.nucis.org)

En resumen los beneficios a la salud de la nuez de Macadamia son:

- Ayuda a disminuir los niveles de colesterol en sangre.
- Disminuye el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares.
- No contiene colesterol por su origen vegetal.
- No engorda.
- Contiene altos niveles de ácidos grasos monoinsaturados.
- Contiene cantidades importantes de fibra, vitaminas, minerales, aporta aminoácidos esenciales.

2. MATERIAS PRIMAS.

2.1 Chocolate.

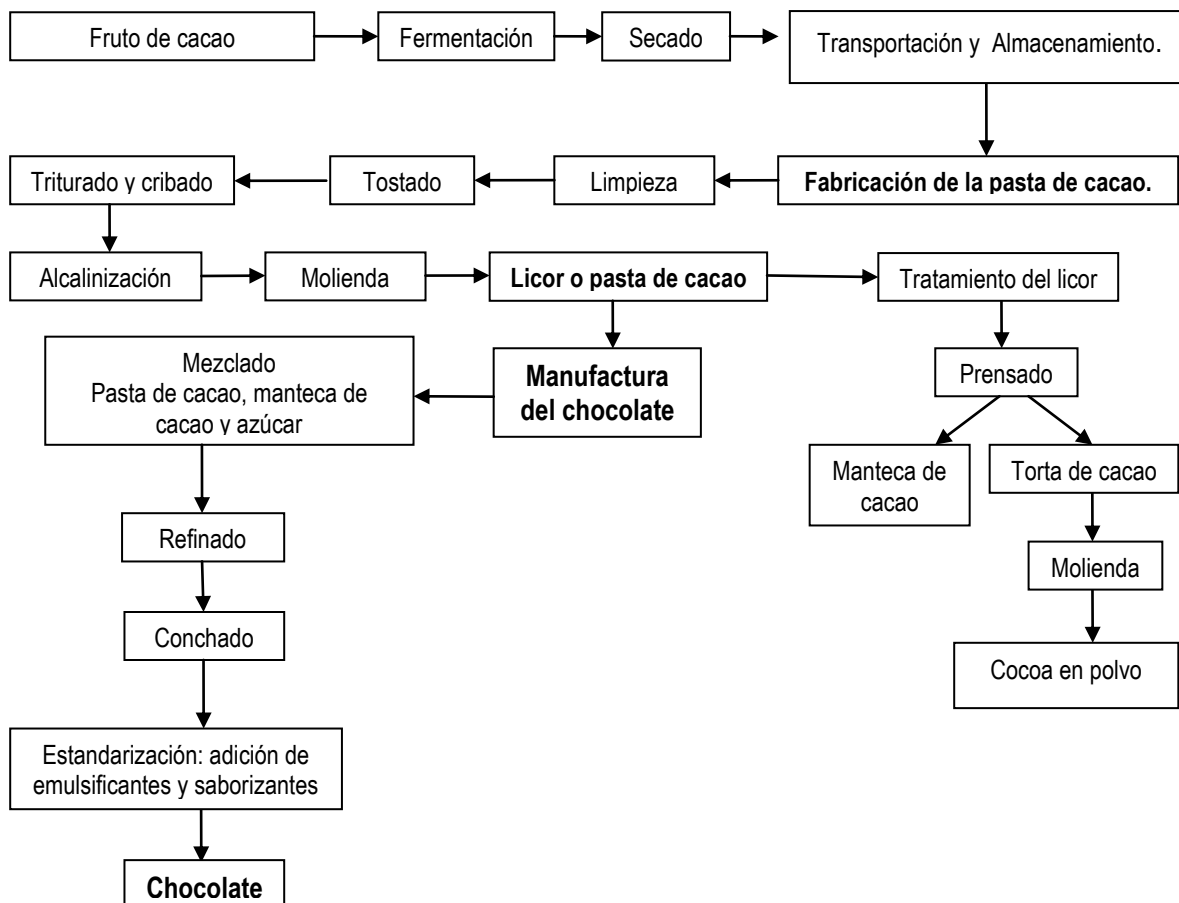
Para que un producto pueda denominarse chocolate en México, debe contener las cantidades mínimas de derivados del cacao especificadas en la norma NOM-186-SSA1/SCFI-2002. El cacao (*Theobroma cacao*, L.) cuyo significado es “alimento de dioses”, es un árbol originario de América Central y del Sur. En México fue cultivado por los mayas y aztecas mucho antes de la llegada de los españoles; los indígenas utilizaban el cacao de dos formas: como moneda de cambio y como alimento y bebida a la que atribuían propiedades casi milagrosas.

Europa conoció el cacao hasta el siglo XVI, cuando los conquistadores españoles lo trajeron de América. El chocolate que se tomaba entonces era una bebida muy fuerte y amarga, por lo que los españoles tardaron en acostumbrarse a ella. Su sabor les parecía apropiado a las duras condiciones de vida en esas zonas, le atribuían propiedades afrodisíacas y tonificantes. (Madrid, 1999).

El chocolate tiene dos características fundamentales que le distinguen: su sabor y su textura. Una particularidad básica de la textura, es que debe ser sólido a temperatura ambiente de 20 – 25°C y fundir en la boca a 37°C, produciendo un líquido que resulta suave a la lengua.

Las semillas de cacao tienen que someterse a una serie de procesos antes de llegar a ser parte del producto que llamamos chocolate. Su nombre se dice que viene de la palabra azteca chocolatl (“choco” – cacao, “atl” – agua), que significa cacao con agua.

A continuación se muestra el diagrama de proceso tradicional de elaboración del chocolate. (Beckett, 2000. Madrid, 1999).

Diagrama 1. Proceso tradicional de manufactura del chocolate.

Las etapas del proceso de manufactura del chocolate, se explican detalladamente a continuación, conforme a lo presentado en el diagrama 1.

***Fermentación:** después de la cosecha de los granos de cacao ocurre una primera fermentación, este es el primer proceso esencial para la producción de sabores, las levaduras fermentan los azúcares de la fruta produciendo etanol, y pequeñas cantidades de ácido láctico; el etanol activa otras bacterias que empiezan a oxidar el alcohol a ácido acético y posteriormente a CO_2 y agua (Beckett, 1994). Los polifenoles astringentes desaparecen y se forman, precursores de sabores y aromas, estos compuestos químicos cuando se calientan le darán el sabor al cacao, ya que ellos por sí mismos no tienen sabor. El cacao bien fermentado presenta cotiledones café oscuro uniforme y fisurados por la ganancia de humedad, además con la fermentación se impide el desarrollo de

microorganismos indeseables, como mohos y bacterias butíricas. Las habas sin fermentar pueden someterse al prensado para obtener manteca de cacao, pero los sólidos de cacao restantes no se utilizarán para la fabricación de chocolate. (Beckett, 2000. Meza, 2008).

***Secado:** tras la fermentación de las habas o cotiledones deben secarse antes de transportarse a las fábricas en las que se elaborará el chocolate, con el secado se evita el crecimiento de hongos y se protege el sabor. La humedad final óptima debe de ser de 6 – 6.5%. (Beckett, 2000).

***Almacenamiento y transporte:** las habas deben almacenarse de modo que no capten agua, tradicionalmente se han almacenado en sacos de yute, pero se requiere de controles para mejorar el transporte y almacenamiento.

- Fabricación de la pasta de cacao.

***Limpieza:** se realiza para eliminar piedras, polvos, metales, esta operación se lleva a cabo en tamices vibratorios con aspiración para el polvo.

***Tostado:** esta operación es el segundo proceso esencial, ya que se desarrollan las sustancias que realmente le dan el sabor al chocolate. Durante este proceso, además de perder humedad, la cáscara se afloja, y el cotiledón se vuelve más frágil y se oscurece, se pierden volátiles y sustancias que contribuyen a la acidez y amargo; además a la temperatura de tostado se eliminan cualquier microorganismo contaminante. Esta etapa está considerada como un punto crítico de control.

***Triturado y cribado:** también llamado venteo, es el procedimiento por el que se separa la cáscara del cotiledón. Primeramente los granos tostados se pasan entre un par de rodillos dentados ajustables que los trituran con suavidad, después se pasan por tamices rotatorios y con corrientes de succión de aire. El cotiledón separado se utiliza para la elaboración del chocolate o de cacao en polvo. (Beckett, 2000. Meza, 2008).

***Alcalinización:** esta etapa se deriva de un procedimiento ideado por Van Houten en 1828 en Holanda, Houten encontró que por tratamiento del cotiledón o polvo de cacao con carbonato de potasio se producen cambios principalmente en el color. Este tratamiento puede aplicarse al cacao durante la elaboración del chocolate, o puede aplicarse al cotiledón sin moler, o al licor que se obtiene posteriormente. También se usan otros carbonatos como carbonato de sodio o de amoníaco. (Cakebread, 1981).

***Molienda:** en la molienda de los cotiledones hay dos objetivos, el primero es hacer que las partículas de cacao sean lo suficientemente pequeñas como para fabricar el chocolate; y el segundo es extraer la mayor cantidad posible de grasa del interior de las células del cotiledón. La grasa es necesaria para facilitar el flujo del chocolate, tanto en la fabricación de dulces, como cuando funde en la boca. (Beckett, 2000).

En estos momentos tenemos licor o pasta de cacao, y como se indica en el diagrama 1, el proceso toma dos caminos diferentes; por un lado se obtienen cocoa en polvo y manteca de cacao, mientras que por otro lado el licor se usa para la elaboración del chocolate, dichos procesos se describen a continuación.

*Obtención de cocoa en polvo: después de haber obtenido el licor o pasta de cacao, se continúa con el prensado de la pasta en el que ocurre la separación del licor de cacao en torta de cacao y manteca de cacao, utilizando prensas hidráulicas. Después se procede con la molienda de la torta de cacao, cuyo objetivo es la reducción de tamaño de partícula, para la obtención de cocoa en polvo, existiendo diferentes tipos de cocoa: (Meza, 2008).

- Cocoa natural: no alcalinizada.
- Cocoa para bebidas calientes: cocoa + vainilla + canela + especias, etc.
- Cocoa instantánea con humectantes.
- Chocolate para bebidas: 70% azúcar + 30% cocoa + saborizantes.

- Manufactura del chocolate.

El chocolate es el producto obtenido por la mezcla de cantidades variables de licor de cacao, manteca de cacao y azúcar y / o cocoa.

***Mezcla:** la primera etapa para la elaboración del chocolate puro es la mezcla del licor o pasta de cacao con azúcar, manteca de cacao y / o cocoa, según el tipo de chocolate se puede añadir leche.

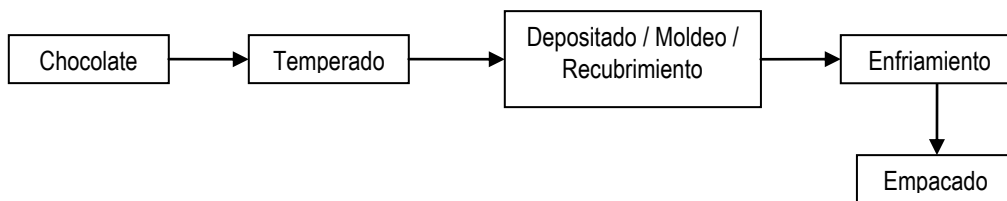
***Molturación combinada o Refinado:** como se dijo anteriormente la pasta de cacao, cocoa, el azúcar y la manteca de cacao, se colocan en una mezcladora o amasadora, es importante que esta mezcla se convierta en una pasta uniforme con la consistencia apropiada, para que el refinado tenga lugar de una forma adecuada. Dicha pasta se introduce en un refinador, operación que consiste en

moler finamente el producto, esto es, la reducción de tamaño de partícula; el tamaño dependerá del tipo de chocolate que se vaya a fabricar. (Beckett, 2000).

***Conchado:** el conchado es necesario para completar el desarrollo de sabor, es una operación de agitación mecánica, es un amasado y aireado del producto durante varias horas. Su objetivo es el de eliminar los sabores indeseables, a la vez que desarrollar los agradables, en este proceso se consiguen chocolates de calidad con sabor agradable. (Beckett, 2000).

***Estandarización:** esta es la última etapa con la adición de emulsificantes como la lecitina, que reduce la viscosidad, adición de saborizantes y de manteca de cacao si es necesario. Con ello tenemos el chocolate, pero para la utilización del chocolate como recubrimiento o moldeado, se tienen que seguir una serie de pasos que a continuación se describen (ver diagrama 2):

Diagrama 2: Proceso de elaboración de chocolate para recubrimiento / moldeado.



- Temperado del chocolate.

Para hablar del temperado del chocolate primero se estudiará la estructura de la manteca de cacao, ya que es el ingrediente de mayor influencia en el costo y la calidad del chocolate, constituye aproximadamente una tercera parte en el contenido del producto terminado, y es el responsable de otorgarle características tan apreciadas en el chocolate como lo son la dureza, rápida y completa fusión en la boca, brillo y vida útil. (Codini, 2004).

Las grasas están compuestas de triglicéridos, cada uno de los cuales solidifica a diferente temperatura. Las grasas pueden solidificar en distintas formas cristalinas, existiendo 3 patrones principales de cristalización (α , β' y β), esta propiedad particular de las grasas, se llama polimorfismo, y son las distintas formas cristalinas en que puede cristalizar una grasa de composición idéntica. (Beckett, 2000. Meza, 2008).

En la manteca de cacao, hay seis modos diferentes en el que los cristales se pueden empaquetar, la industria del chocolate las suele numerar del I al VI. Las formas V y VI son las más estables y

más difícil de fundir. La forma I es muy inestable y funde alrededor de 17°C, por lo que sólo está presente en las coberturas para helados y cambia rápidamente hacia la forma II. La tabla 17 muestra los rangos de temperaturas, a las cuales los cristales de la manteca de cacao se encuentran estables: (Beckett, 2000).

Tabla 17. Rangos de temperaturas, para la formación estable de las seis diferentes formas cristalinas de la manteca de cacao.

Forma cristalina		Intervalos de temperatura
I	δ	16 – 18°C
II	α	22 – 24°C
III	β_2'	24 – 26°C
IV	β_1'	26 – 28°C
V	β_2	32 – 34°C
VI	β_1	34 - 36°C

Fuente: Beckett, 2000.

En el chocolate utilizado en confitería es importante que la manteca de cacao se encuentre en la forma V, en esta forma, se produce un chocolate brillante, con una resistencia relativamente buena al “fat bloom”, término que se revisará más adelante. De hecho la forma VI es más estable, pero en condiciones normales, sólo se forma mediante una transformación de estado sólido a estado sólido, y no directamente a partir de la manteca de cacao en estado líquido, esto significa que la grasa del chocolate en la forma V tras un periodo de meses, o a veces años, empezará a dar un fenómeno de fat bloom, debido a la transición de la forma V a la forma VI.

El objetivo del atemperado es producir el mayor número posible de núcleos de cristalización de forma V, ya que garantizará así una rápida y adecuada cristalización en la mencionada forma. (Beckett, 2000. Cudini, 2004).

***Temperado del chocolate:** es la formación de cristales de manteca de cacao estables a temperatura ambiente, es un proceso de cristalización controlada bajo agitación, para inducir cristales de manteca de cacao de tipo V (β_2). (Meza, 2008). Existen distintas técnicas para llevar a cabo el temperado, a continuación se explica una de ellas, cabe mencionar que las temperaturas con las que se trabajara son aplicadas para el chocolate oscuro, ya que las temperaturas varían dependiendo de la composición del chocolate. Se comienza con el calentamiento a 50°C, no se recomienda que se rebase esta temperatura, ya que el chocolate perdería su consistencia, a esta

temperatura se asegura la fusión del 100% de los cristales. Después se continúa con el enfriamiento y con agitación constante, con ello se induce la cristalización en formas estables (V y VI), se enfría hasta una temperatura de 29°C. Se continúa con un ligero calentamiento a 31.5°C, para eliminar los cristales inestables. Los estables actúan como semillas para que el resto del chocolate adquiriera esta forma al enfriar. Cuando no se da este tratamiento al chocolate, se produce un fenómeno denominado fat bloom, que consiste en la migración de las formas inestables de la manteca de cacao hacia el exterior del chocolate (exudación de la grasa). Este se observa como un polvo blanco en la superficie del chocolate y le da características indeseables al producto y al momento de enfriar, como la falta de brillo y de crocancia, además de que los chocolates no se desmoldan fácilmente. (Gaviria, 1999. Meza, 2008).

***Depositado:** después del temperado se realiza el depositado o moldeado, en moldes de policarbonato. Es importante que los moldes vacíos se precalienten a una temperatura de unos pocos grados por debajo de la del chocolate temperado, antes de empezar el proceso de moldeado. También es importante que los moldes sean sometidos a vibraciones, para evitar las burbujas de aire, que afectan la calidad del producto terminado.

***Enfriamiento:** posteriormente se pasa al enfriamiento, en donde la temperatura se controla para evitar grietas y formación de cristales indeseables en el producto.

En la industria, se pueden utilizar sucedáneos sabor chocolate, que son grasas láuricas con o sin cocoa en polvo (o licor de cacao ocasionalmente), con o sin leche. Su sabor es menos complejo que el chocolate, se usa en coberturas o como ingredientes en algunas recetas. La ventaja de los sucedáneos es que es más fácil su manejo que el chocolate, normalmente no requiere de temperado, en la siguiente tabla 18 se muestra los tipos de chocolate que se usan en alimentos, observando que los sucedáneos deben de traer la denominación genérica "sabor chocolate", especificado en la NOM-186SSA1/SCFI-2002, ya que en realidad no es chocolate.

Tabla 18: Tipos de chocolate y sucedáneos utilizados en alimentos.

Ingredientes	Manteca de cacao	Grasas vegetales
Licor de cacao / cocoa	Chocolate Real	Sucedáneos sabor chocolate*
Sin licor de cacao / Sin cocoa	Chocolate Blanco	Sucedáneos pastel*

Fuente: Meza, 2008. NOM-186-SSA1/SCFI-2002.

*Denominación Genérica: "Sabor a chocolate".

2.2 Azúcar.

El azúcar es el sacárido (término que denota azúcar o sustancias derivadas del azúcar) cristalizado de sabor dulce. El azúcar o sacarosa es un disacárido formado por la unión de los monosacáridos glucosa y fructosa, que se encuentran en partes iguales; es uno de los ingredientes alimenticios más versátiles, se obtiene normalmente de la caña de azúcar, que es la fuente natural, o del azúcar de remolacha que se descubrió como una fuente alternativa durante épocas de déficit en la Europa Napoleónica. (Charley, 2006 Edwards, 2000). Normalmente las dos fuentes son equivalentes, sin embargo hay una diferencia, el azúcar de caña que no ha sido completamente purificado tiene un sabor agradable, y puede utilizarse como ingrediente. Sin embargo, el azúcar de remolacha no resulta aceptable, a no ser que esté completamente purificada. (Beckett, 2000. Cakebread, 1981). En la siguiente tabla 19 se muestran las diferencias que existen entre la caña de azúcar y la remolacha azucarera.

Tabla 19. Diferencias entre caña de azúcar y remolacha azucarera.

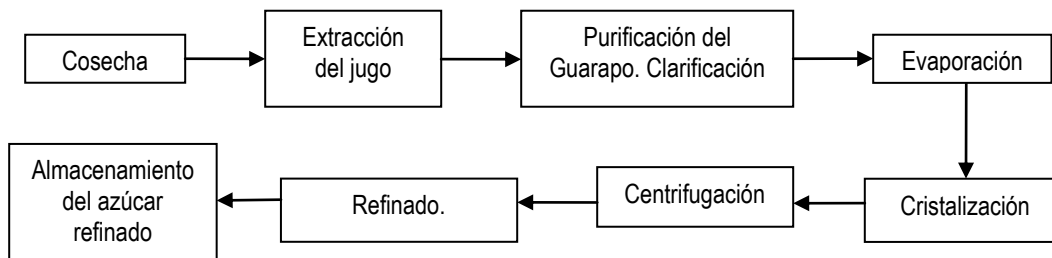
Características	Caña de azúcar	Remolacha azucarera
Nombre científico	<i>Saccharum officinarum</i>	<i>Beta vulgaris</i>
Clima	Tropical	Templado
Azúcar	Acumulada en el tallo	Acumulada en la raíz
Contenido de sacarosa ¹	11 – 17 %	14 – 17 %

Fuente: Meza, 2008.

¹Beckett, 2000.

El proceso de obtención del azúcar, procedente de la caña de azúcar se muestra en el diagrama 3:

Diagrama 3. Proceso de obtención del azúcar.



A continuación se explican cada una de las etapas que se llevan a cabo para la obtención de la caña de azúcar:

***Extracción del jugo:** primero la caña se prepara para la molienda, esta operación se realiza mediante cuchillas giratorias, o molinos de martillo que cortan los tallos de la caña en pedazos pequeños.

***Purificación del guarapo:** el jugo es de color verde oscuro, debido a que en él se encuentra el azúcar combinada con ceras, en este proceso se remueven las impurezas tanto solubles como insolubles, empleando cal y calor como agentes clarificantes.

***Evaporación:** el jugo clarificado contiene aproximadamente 85 % de agua, dos terceras partes de esta agua se evapora, en evaporadores de vacío de múltiple efecto, obteniendo una meladura con 55 – 65% de sólidos.

***Cristalización:** La cristalización tiene lugar en tachos al vacío de simple efecto y con agitación, donde el jarabe se evapora hasta quedar saturado de azúcar. En este momento se añaden semillas a fin de que sirvan de núcleo para la formación de los cristales de azúcar. El crecimiento de éstos continúa hasta que se llena el tacho.

***Centrifugación:** Los cristales de azúcar se separan de la miel restante en las centrifugas. Éstas son cilindros de malla muy fina que giran a gran velocidad. El líquido sale por la malla y los cristales quedan en el cilindro, luego se lavan con agua. Las mieles vuelven a los tachos, o bien se utilizan como materia prima para la producción de alcohol etílico en la destilería. El azúcar de primera calidad retenido en las mallas de las centrifugas, se disuelve con agua caliente y se envía a la refinería, para continuar el proceso.

En esta etapa se obtiene azúcar mascabada o crudo, de color café, debido a las impurezas, el proceso continua con el refinado.

***Refinado:** Mediante la refinación, se eliminan o reducen las materias coloidales, colorantes o inorgánicas que el azúcar crudo pueda contener, el proceso inicia con un afinado y carbonatación, seguida de una filtración y decoloración con resinas, el licor decolorado pasa a evaporación y centrifugación donde se obtiene el azúcar.

***Almacenamiento:** El azúcar refinado de exportación sale directamente de las centrifugas a los silos de almacenamiento.

La sacarosa es el ingrediente cristalino del que están hechos los dulces y otros confites, dentro de la confitería del azúcar esta se clasifica de la siguiente manera: Azúcar amorfo (que contiene azúcares no cristalinos), y Azúcar cristalino (el producto contiene azúcares cristalinos), que es al que pertenecen los productos garapiñados.

A diferencia del azúcar amorfo, en donde se desea evitar cualquier cristalización del azúcar; en el azúcar cristalino, lo que se trata es provocar la formación de cristales. Debe haber exceso suficiente de azúcar y los cristales deben ser lo suficientemente pequeños, para no producir una sensación de aspereza en la boca. Los productos garapiñados pertenecen al grupo de azúcar cristalino. (Charley, 2006. Edwards, 2000).

2.3 Sal.

La sal común (Cloruro de Sodio) ya se mencionaba en el Antiguo Testamento como aditivo alimentario de carácter ritual, su uso como conservador alimentario fue bien conocido en el antiguo Egipto, Oriente Medio y la antigua Roma. La sal común se obtiene de los depósitos de sal de roca (sal gema) o del agua marina. Para obtener sal marina, el agua de mar se deja evaporar en tanques poco profundos en los países cálidos por el calor solar (salinas), lo que permite que las sales individuales contenidas en el agua marina cristalicen sucesiva o fraccionadamente.

La sal ha tenido su gran importancia en la conservación de los alimentos hasta la actualidad, aunque ahora se usa menos como conservador en solitario, que en combinación con otros conservadores y métodos de conservación. (Luck, 1999).

2.4 Ácido cítrico.

Los ácidos son excelentes conservadores porque disminuyen el pH a niveles donde cesa el crecimiento de la mayoría de las bacterias; además actúan como sinergistas con la mayoría de los antioxidantes alimentarios y coadyuvan a prevenir la rancidez y el oscurecimiento químico y desde luego actúan sobre el sabor de los productos.

El ácido cítrico se encuentra abundantemente en la naturaleza, en especial en los cítricos y en el jitomate. Se utiliza desde hace más de 100 años como complemento de los sabores de naranjas, limón, piña o fresa. Es muy soluble, de aplicación universal, relativamente económico y se emplea en casi todos los productos. No debe aplicarse a temperaturas superiores de 120°C, ya que se producen sabores amargos y quemados indeseables en el paladar. (Curiel, 2007).

2.5 Antioxidante.

Los antioxidantes son aquellas sustancias que se añaden a los productos alimentarios para impedir o retardar las oxidaciones catalíticas y enranciamientos naturales o provocados por la acción del aire, la luz, etc.

En la elaboración de ciertos alimentos, sobre todo los productos ricos en grasas, uno de los defectos importantes que pueden aparecer es un olor y sabor desagradables a rancio, producidos por la oxidación de la grasa, uno de los antioxidantes más utilizados en la industria alimentaria es el butilhidroxianisol.

El BHA o butilhidroxianisol es muy efectivo como protector de los productos grasos, es soluble en grasa, no tiene sabor ni color y no tiene toxicidad a la dosis que se emplea. (Madrid, 1999).

De acuerdo a las normas de "buenas prácticas de producción", el uso está limitado al 0.02% del contenido de grasa del alimento, este antioxidante es muy estable al calor y se usa para estabilizar las grasas de los productos cocinados y fritos. (Pokorny, 2001).

3. ANÁLISIS SENSORIAL.

El análisis sensorial se ocupa de la medición y cuantificación de las características de un producto, las cuales son percibidas por los sentidos, entre dichas características se encuentran:

-Apariencia: color, tamaño, forma, uniformidad.

-Olor.

-Gusto: dulce, amargo, salado y ácido.

-Textura: las propiedades físicas como dureza, viscosidad, granulosidad.

Entre las aplicaciones del análisis sensorial, se encuentran: la determinación de normas, control de calidad, desarrollo de nuevos productos, correlación con medidas físicas, químicas o instrumentales, percepción humana-afectiva, percepción humana-descriptiva, etc. Para este trabajo se utilizará la percepción humana-afectiva. (Pedrero, 1996).

Las pruebas afectivas son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, estas pruebas son las que presentan mayor variabilidad en los resultados y son más difíciles de interpretar (Anzaldúa, 1994). Esta prueba se utiliza a nivel consumidor, para comprender la importancia de las propiedades sensoriales de aceptación-rechazo, así como preferencia y nivel de agrado, en relación con los atributos del mismo producto. Entre dichos atributos se puede mencionar, además de la aceptabilidad sensorial, el precio, el empaque, la publicidad, el valor nutritivo, etc. (Pedrero, 1996).

3.1 Prueba de aceptación.

El objetivo de esta prueba es evaluar, de acuerdo con un criterio personal-subjetivo, si la muestra presentada es aceptada o rechazada para su consumo. La prueba de aceptación requiere de por lo menos una muestra para evaluar, no requiere de muestra o referencias para comparar, ya que el juez-afectivo, utiliza su propio criterio y gusto personal para juzgar la muestra. (Pedrero, 1996).

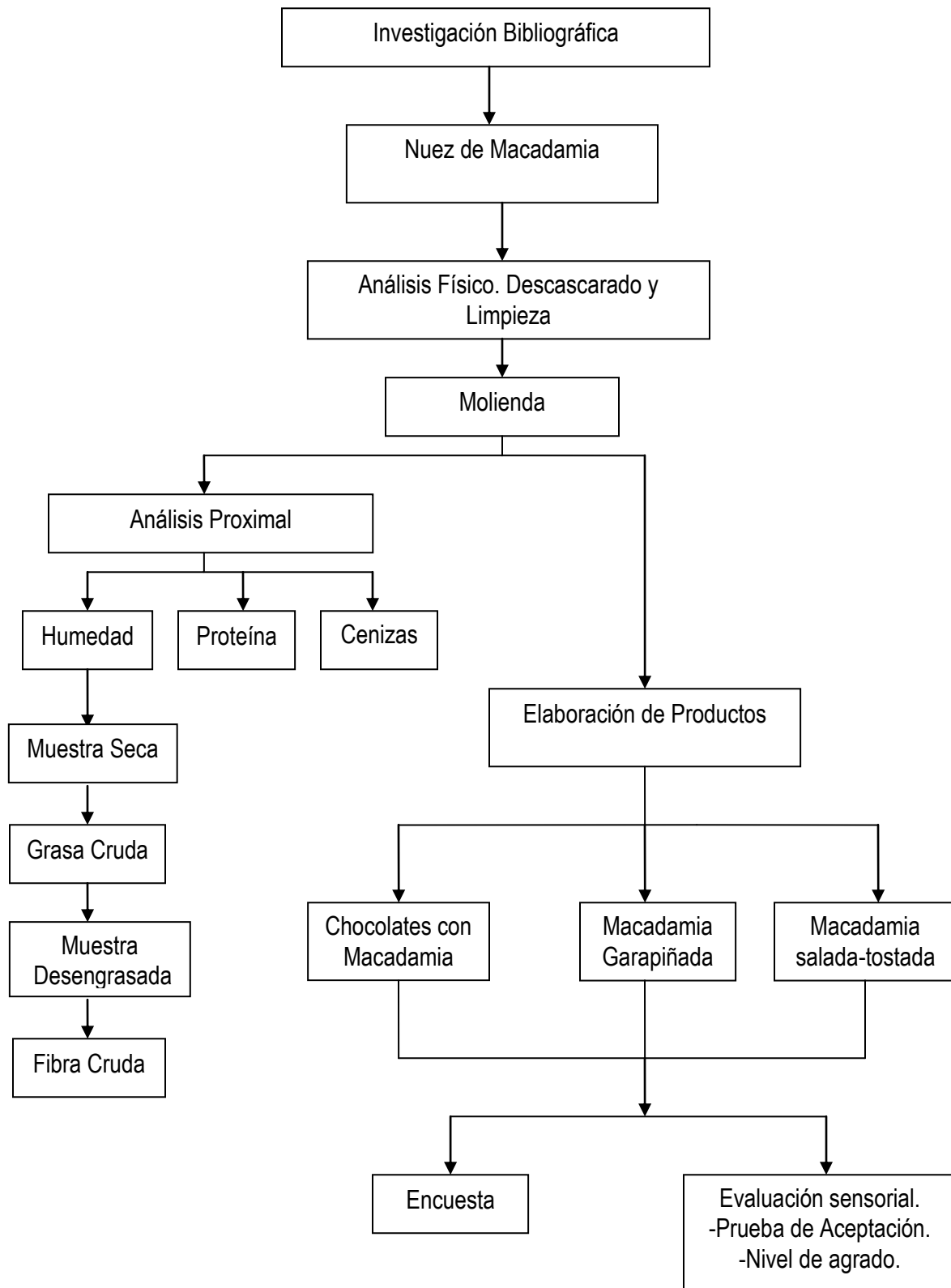
3.2 Prueba de nivel de agrado.

Su objetivo es localizar el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica, se utiliza una escala estructurada (también llamada escala hedónica). La palabra hedónica significa

placer; por lo tanto, las escalas hedónicas son instrumentos de medición de las sensaciones placenteras o desagradables producidas por un alimento a quienes la prueban. La escala hedónica se utiliza para calificar el grado de satisfacción global de la muestra, pero también se sugiere, incluir un cuestionario o sección, en donde el juez exprese sus comentarios, así el investigador podrá tener más información acerca del porqué de su respuesta y no sólo obtener un número, ya que en la prueba por sí sola, no se conoce la causa de la respuesta, no hay una relación directa con respecto a la intensidad o capacidad discriminatoria de algún descriptor de la muestra.

V. METODOLOGÍA.

1. Diagrama General de Investigación.



2. Descripción de la Metodología.

2.1 INFORMACIÓN DE LA MUESTRA.

La Nuez de Macadamia en concha se obtuvo de Jalapa, Veracruz. A su llegada se realizó un análisis físico a 100 nueces evaluando el peso, así como posibles defectos, posteriormente se descascaró y se limpió, eliminando las nueces que contenían hongos, mohos y también las que eran muy pequeñas, igualmente se pesó la cantidad de cáscara y la cantidad de almendra de la nuez obtenida, para calcular el rendimiento de la nuez después del descascarado. Posteriormente se continuó con la molienda en licuadora Osterizer, la harina obtenida se hizo pasar por una malla ASTM No. 40, para obtener un tamaño de partícula homogéneo, se continuó con el almacenamiento en un recipiente de vidrio etiquetado y se guardó en el refrigerador hasta su utilización.

2.2 ANÁLISIS PROXIMAL.

El análisis proximal es la estimación porcentual de los componentes de un alimento, este análisis incluye las determinaciones de humedad, cenizas, grasa cruda, proteína cruda, fibra cruda e hidratos de carbono (por diferencia). Dicho análisis se realizó con base en los métodos de la AOAC (1990), cada análisis se realizó por triplicado:

2.2.1 Humedad.

- Fundamento:

La determinación de humedad es un método que involucra la determinación de la pérdida de peso debido a la evaporación de agua en el punto de ebullición o cercanas a él. Los alimentos ricos en azúcares y grasas para evitar reacciones secundarias causadas por el calentamiento por encima de 100°C, se secan a presión reducida y a temperaturas por debajo de los 70°C, en una estufa a la que se le aplica vacío, hasta peso constante, calculándose el residuo por diferencia.

- Material y Equipo:

-Estufa de vacío, Riossa, (Hot Pack).
-Balanza analítica (Ohaus / Mettler Toledo).
-Desecador de vidrio.
-Pesafiltro.

- Procedimiento:

Los pesafiltros se colocan en la estufa hasta peso constante (el cual fue registrado). Posteriormente se pesan de 2 a 5 g de muestra y se introducen en la estufa de vacío. La cual mantuvo las siguientes condiciones: presión no menor a los 15 mm de Hg y temperatura de 70°C, por aproximadamente 24 horas, hasta peso constante. Se realizan pesadas periódicas de los pesafiltros durante el tiempo que permanecieron en la estufa de vacío; sacándolas de la estufa y colocándolas inmediatamente en un desecador de vidrio donde permanecían 30 minutos; después de este tiempo se pesan en una balanza analítica; este procedimiento se realizó hasta que alcanzó peso constante, el cual fue registrado. La determinación se realizó por triplicado.

- Cálculos:

$$\% \text{Humedad} = \frac{(P_0 - P_1)}{m} * 100$$

P₀ = Peso del pesafiltro + muestra (gramos).

P₁ = Peso del pesafiltro + muestra después de secar (gramos).

m = Peso de la muestra (gramos).

2.2.2 Cenizas.

- Fundamento:

Se entiende por cenizas como el residuo inorgánico que queda tras la combustión (incineración) completa de los componentes orgánicos contenidos en una matriz alimenticia, en condiciones determinadas. La determinación de cenizas se basa en la destrucción de la materia orgánica, al someter la muestra a 550°C en una mufla. El residuo de incineración se calcula por diferencia de peso.

- Material y Equipo:

- Mufla (Thermolyne Electric Furnaces).
- Balanza analítica (Ohaus / Mettler Toledo).
- Desecador de vidrio.
- Cisoles de porcelana.

- Procedimiento:

Poner a peso constante los crisoles en la mufla a una temperatura de 550°C. Posteriormente se pesa en el crisol de 2 a 5 g de muestra, la cual se lleva carbonizar en la campana hasta que ya no se

desprendan humos, posteriormente se incinera la muestra en la mufla a 550°C, por un tiempo de 2 horas aproximadamente o hasta conseguir unas cenizas blancas homogéneas, se sacan los crisoles de la mufla, se colocan en un desecador durante 30 minutos y se pesan en la balanza analítica. Posteriormente se volvieron a introducir en la mufla y se realizaron pesadas periódicas de los crisoles hasta alcanzar un peso constante, el cual se registró. La determinación se realizó por triplicado.

- Cálculos:

$$\% \text{Cenizas} = \frac{P_1 - P_0}{m} * 100$$

P₁= Peso del crisol con la muestra después de incinerar (gramos).

P₀= Peso del crisol a peso constante (gramos).

m = Peso de la muestra (gramos).

2.2.3 Grasa Cruda.

- Fundamento:

Método Soxhlet. La muestra anhidra se extrae con éter de petróleo y después se determina gravimétricamente el extracto seco, del que se habrán eliminado los disolventes.

- Material y Reactivos:

-Dispositivo de extracción Soxhlet: matraz redondo de fondo plano de 250mL y refrigerante a reflujo.

-Cartucho de celulosa.

-Algodón.

-Perlas de ebullición.

-Éter de petróleo (intervalo de ebullición 40-60°C).

- Procedimiento:

Llevar a peso constante un matraz bola de fondo plano con perlas de ebullición. Pesar de 5-10 gramos de muestra sobre un papel y colocarlo en un cartucho de celulosa, tapar con algodón, y colocar el cartucho en el extractor. Conectar el matraz al extractor, agregando el disolvente, calentar el matraz con parrilla a ebullición constante durante 6 horas. Una vez extraída toda la grasa, quitar el cartucho con la muestra desengrasada, seguir calentando el matraz hasta la casi total eliminación del disolvente. Quitar el matraz y secar el extracto en estufa a 100°C por 30min, enfriar y pesar.

- Cálculos:

$$\%Grasa = \frac{P_1 - P_0}{m} * 100$$

P₀= Peso del matraz antes de la extracción (gramos).

P₁= Peso del matraz después de la extracción (gramos).

m = Peso de la muestra (gramos).

2.2.4 Proteína.

- Fundamento:

Método Kjeldahl. Este método se basa en el sometimiento de la muestra a un tratamiento oxidativo por calentamiento con ácido sulfúrico concentrado en presencia de una mezcla catalizadora para reducir el nitrógeno orgánico de la muestra hasta nitrógeno inorgánico en forma de sulfato ácido de amonio. Del sulfato ácido de amonio formado se libera el nitrógeno en forma de amoniaco por tratamiento alcalino el cual se destila directamente o por arrastre de vapor a un recipiente con una solución de ácido bórico en donde es atrapado, formando borato de amonio y posteriormente titulado con ácido clorhídrico valorado. El contenido en proteína de la muestra se calcula teniendo en cuenta el contenido medio en nitrógeno de la proteína en cuestión, en este caso se utiliza el factor de conversión de 6.25 ya que, por lo general, las proteínas tienen 16 % de nitrógeno.

- Material:

-Digestor (Büchi Digest System K-437).

-Balanza analítica (Ohaus / Mettler Toledo).

-Destilador (Büchi Distillation Unit K-314).

-Tubos de digestión Kjeldahl.

-Sulfato de cobre pentahidratado (CuSO₄ 5H₂O).

-Sulfato de potasio (K₂SO₄).

-Ácido sulfúrico concentrado (H₂SO₄).

-Disolución de NaOH al 36 % (p/v).

-Disolución de ácido bórico con indicador.

-Disolución de HCL 0.01N valorado.

- Procedimiento:

Pesar de 0.1-0.2 gramos de muestra e introducirlos a un tubo Kjeldahl, agregar 0.15g de sulfato de cobre pentahidratado, 2.5g de sulfato de potasio y 10mL de ácido sulfúrico concentrado. En el

digestor, ubicar la unidad de evacuación de gases con las juntas colocadas sobre los tubos de digestión, accionar la trampa de succión de gases y prender el digestor, calentar hasta la destrucción total de la materia orgánica (hasta que en el tubo se observe un líquido transparente de coloración azul-verdosa), una vez finalizada la digestión, dejar enfriar. Colocar el tubo de digestión con la muestra diluida en el aparato de destilación, adicionar la sosa al 36%, colocar la palanca de vapor en posición "ON" hasta alcanzar un volumen de destilado en el matraz Erlenmeyer de 150mL (el matraz Erlenmeyer debe contener previamente 50mL de ácido bórico). Titular el exceso de borato de amonio con una disolución de HCl 0.01 N. Calcular el % de proteína considerando las reacciones que se llevaron a cabo.

- Cálculos:

Para realizar los cálculos es conveniente correr un blanco, trabajándose en la misma forma

$$\% N_2 = \frac{(a - b) * N * meq}{m} * 100$$

$$\% \text{Proteína} = \% N_2 * F$$

a = mL de la titulación de la muestra

b = mL de la titulación del blanco.

N = normalidad de la disolución de HCl

meq = miliequivalentes de nitrógeno (0.014)

m = Peso de la muestra (gramos)

F = factor de conversión (6.25)

2.2.5 Fibra Cruda.

- Fundamento:

El método se basa en la digestión ácida y alcalina de la muestra obteniéndose un residuo de fibra cruda y sales, que con calcinación posterior se determina fibra cruda.

- Material y Reactivos:

-Vaso Berzelius.

-Crisol de porcelana.

-Pizeta.

-Embudo Buchner.

- Matraz Kitazato de 500mL.
- Papel pH.
- Desecador.
- Extractor de fibra cruda.
- Mufla Thermolyne Electric Furnaces.
- H₂SO₄ 0.255N (1.25%) valorado.
- NaOH 0.313N (1.25%) valorada.

- Procedimiento:

Pesar exactamente de 2-3 gramos de muestra seca y desengrasada. Colocar la muestra en un vaso Berzelius, adicionar 200mL de H₂SO₄ al 1.25% hirviendo y colocarlo en el extractor de fibra cruda, activando la perilla de calentamiento y abriendo la llave de agua de enfriamiento, dejar hervir durante 30 minutos. Quitar el vaso y filtrar enjuagando con agua hirviendo las veces que sea necesario hasta pH neutro. Transferir el residuo al vaso adicionando 200mL de NaOH al 1.25% hirviendo, calentar y dejar hervir durante 30 minutos. Quitar el vaso y filtrar enjuagando con agua hirviendo las veces que sea necesario hasta pH neutro. Transferir el residuo a un crisol a peso constante y secar a 100°C durante 2 horas (registrar el peso). Calcinar la muestra a 500°C por 2 horas (registrar el peso).

- Cálculos:

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{(Pc + Ms) - (Pc + Mc)}{M} * 100$$

En donde:

Pc = peso del crisol.

Ms = muestra seca.

Mc = muestra calcinada.

M = peso de la muestra.

2.2.6 Hidratos de Carbono (por diferencia).

El contenido de hidratos de carbono digeribles se obtiene teóricamente restando al 100% el resultado de la suma de los porcentajes de humedad, grasa cruda, proteína cruda, cenizas y fibra cruda contenidos en la muestra.

$$\% \text{CHO's} = 100 - (\% \text{humedad} + \% \text{grasa cruda} + \% \text{proteína cruda} + \% \text{cenizas} + \% \text{fibra cruda})$$

2.3 ELABORACIÓN DE PRODUCTOS.

Para la elaboración de los productos se realizaron varias pruebas, en cuanto a las formulaciones y procesos, determinando las cantidades adecuadas del producto final.

2.3.1 Chocolates con Macadamia.

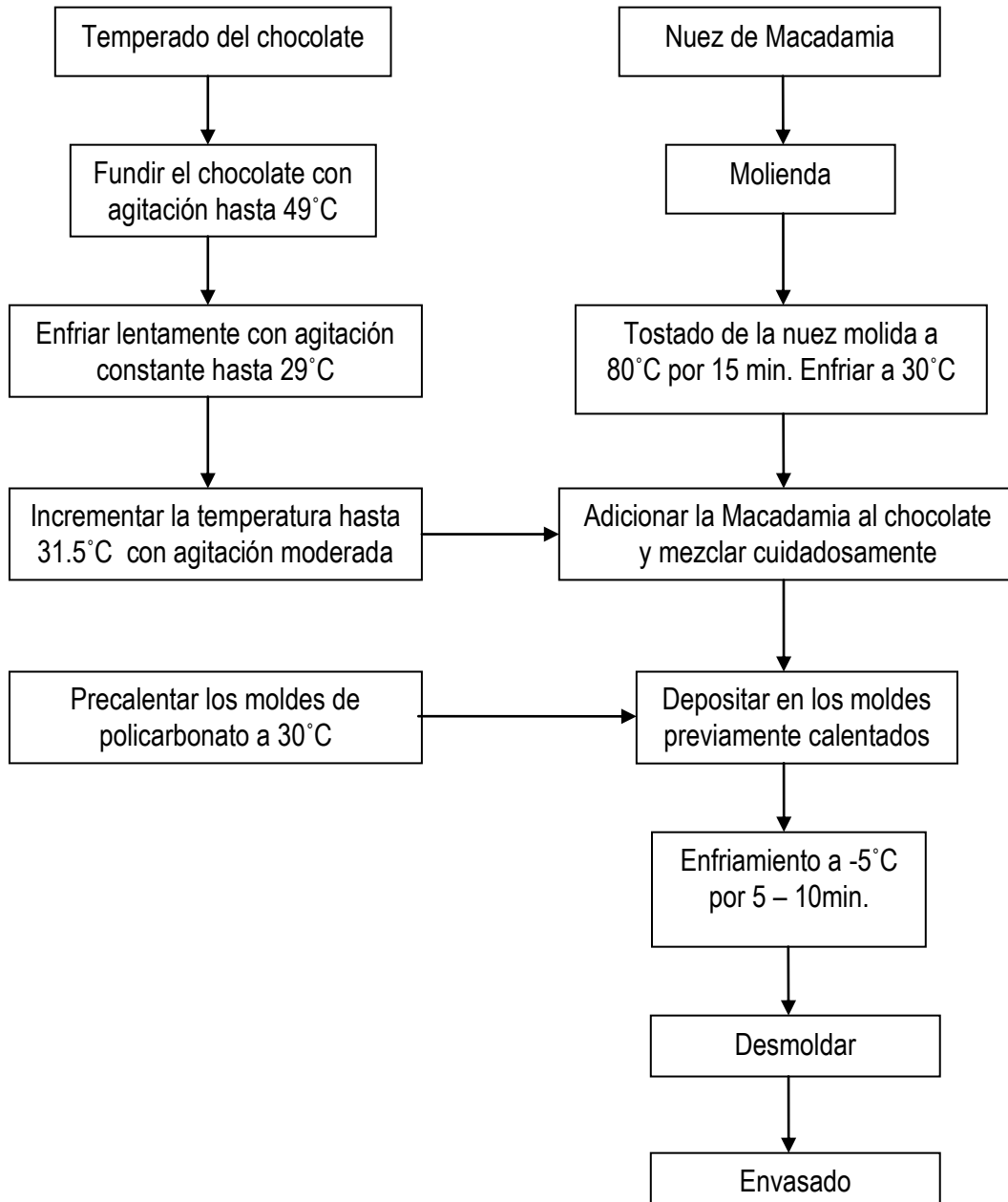
- Ingredientes:
 - Chocolate oscuro semiamargo (Turín).
 - Nuez de Macadamia (molida): la molienda se lleva a cabo en licuadora Osterizer, haciéndola pasar por un tamiz de malla ASTM No. 40.
- Material y Equipo:
 - Equipo para baño María.
 - Termómetro
 - Moldes para chocolate de policarbonato.
 - Balanza analítica (Ohaus / Metter Toledo).
 - Horno de secado (Thermolyne Electric Furnaces).
- Formulaciones

Se experimentaron varias formulaciones, para determinar la adecuada en la elaboración de Chocolates con Macadamia, mostradas en la siguiente tabla:

Tabla 20. Formulaciones para la elaboración de Chocolates con Macadamia.

Materia Prima	Cantidades para 500 g de producto					
	Formulación 1		Formulación 2		Formulación 3	
	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad
Chocolate	50 %	250 g	60 %	300 g	75 %	375 g
Nuez de Macadamia	50 %	250 g	40 %	200 g	25 %	125 g
Tostado de la nuez molida	No		60°C por 15 min.		80°C por 15 min.	
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Textura grasosa - No se aprecia el sabor de la nuez - El desmoldado es defectuoso 		<ul style="list-style-type: none"> - Falta tostado de la nuez - Falta de brillo en la cobertura del chocolate 		<ul style="list-style-type: none"> - Tostado idóneo, ya que se aprecia el sabor de la nuez - La cobertura del chocolate es brillante y de buena apariencia 	

- Diagrama de elaboración de chocolates con Macadamia:



2.3.2 Macadamia Garapiñada.

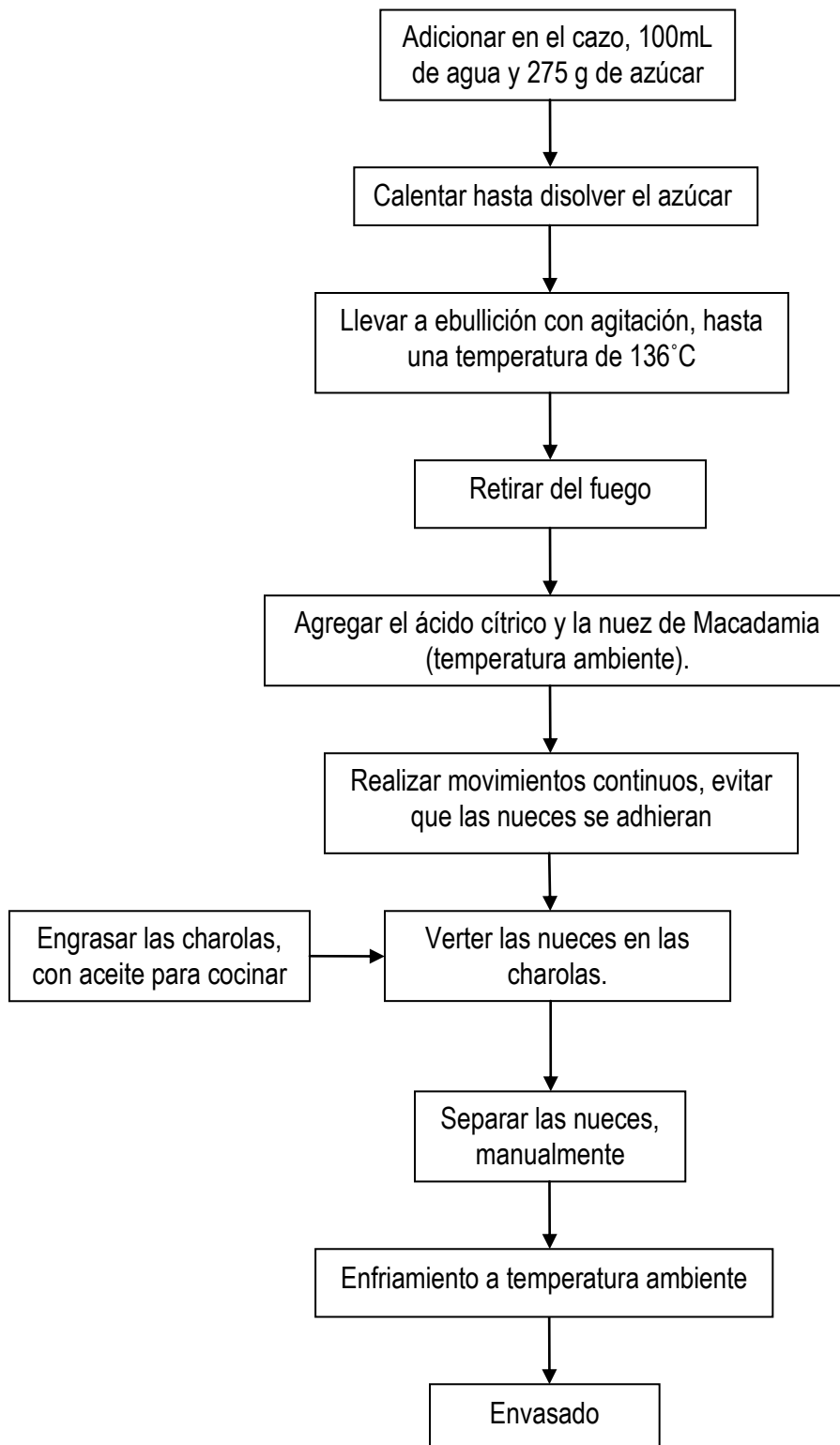
- Ingredientes:
 - Azúcar refinada (Great Value MG1245)
 - Nuez de Macadamia (denominación Mezcla Coctel Premium): se obtuvo a partir de la nuez entera la cual se parte a la mitad, algunas se fragmentaban en tres y cuatro partes, las cuales también fueron utilizadas para éste producto.
 - Agua
 - Ácido cítrico (J.T. Baker, lote No. L32460).
- Material y Equipo:
 - Cazo de cobre
 - Pala de madera
 - Charola previamente engrasada
 - Balanza analítica (Ohaus / Metter Toledo)
- Formulaciones.

A continuación se muestran las formulaciones estudiadas para la elaboración de Macadamia Garapiñada.

Tabla 21. Formulaciones para la elaboración de Macadamia Garapiñada.

Materia Prima	Cantidad para 507.5 g de producto			
	Formulación 1		Formulación 2	
	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad
Azúcar refinada	49.26 %	250 g	54.19 %	275 g
Nuez de Macadamia	49.26 %	250 g	44.33 %	225 g
Ácido cítrico al 50%	1.48 %	7.5 g	1.48 %	7.5 g
Agua	100 mL		100 mL	
Observaciones	- Se presentaba un sabor a quemado en la nuez, ya que ésta se agregó antes de que el azúcar se caramelizara		- Las nueces tenían buen sabor a tostado. - Todas las nueces se cubrieron de caramelo.	

- Diagrama de elaboración de Macadamia Garapiñada:



2.3.3 Macadamia Salada – Tostada.

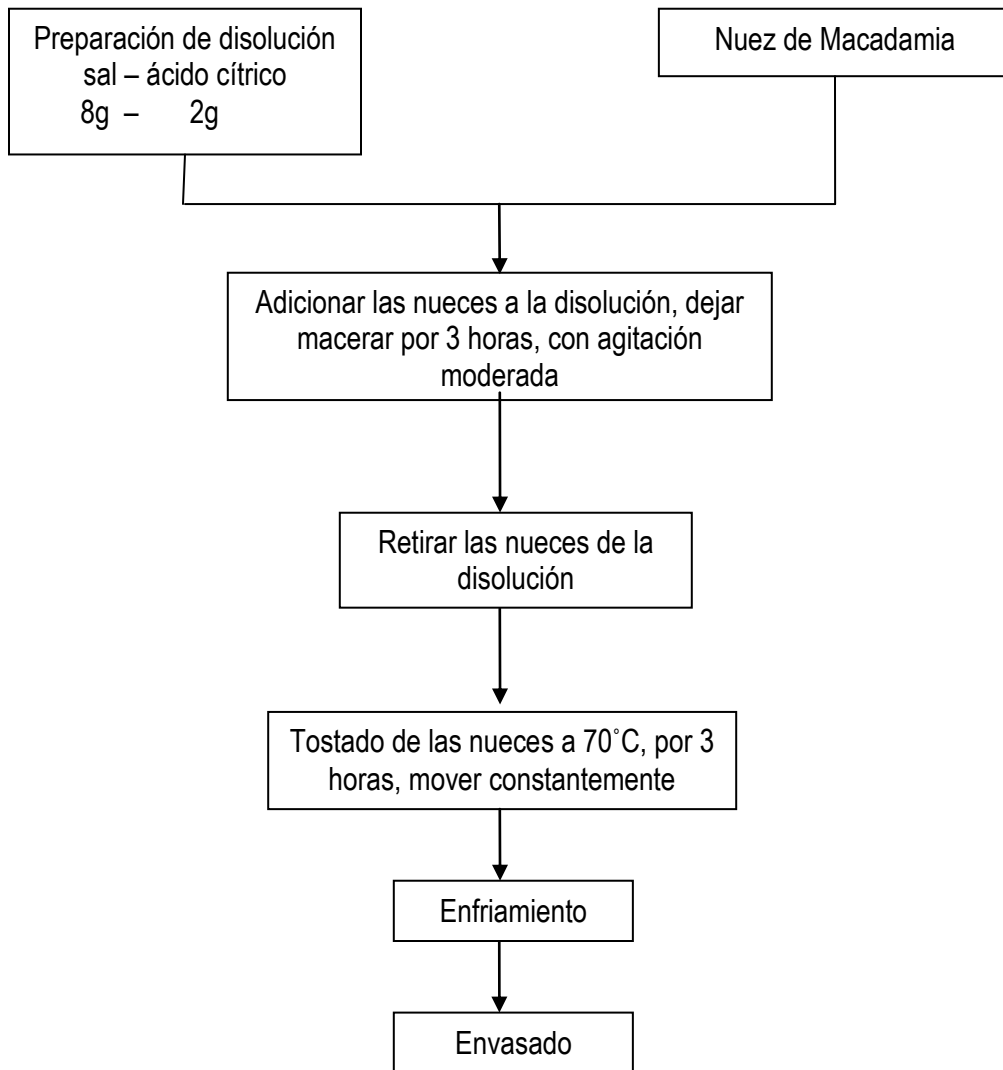
- Ingredientes:
 - Nuez de Macadamia (denominación Premium – Mitades Premium): se obtuvo a partir de la nuez entera, la cual se corto a la mitad, trozos más pequeños fueron eliminados.
 - Agua
 - Ácido cítrico (J.T. Baker, lote No. L32460).
 - Sal (La Fina, lote No. 318D8M).
- Material y Equipo:
 - Recipiente para la preparación de la salmuera
 - Horno de secado (Thermolyne oven, series 9000)
 - Balanza analítica (Ohaus / Metter Toledo)
- Formulaciones.

Las formulaciones que se trabajaron para la elaboración de Macadamia Salada – Tostada se muestran a continuación:

Tabla 22. Formulaciones para la elaboración de Macadamia Salada – Tostada.

Materia Prima	Cantidad para 100 g de Nuez de Macadamia			
	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3	Formulación 4
Nuez de Macadamia	100 g	100 g	100 g	100 g
Agua	100 mL	100 mL	100 mL	100 mL
Sal	5 g	6 g	7 g	8 g
Ácido cítrico	5 g	4 g	3 g	2 g
Tostado	70°C por 1 hora	70°C por 2 horas	70°C por 3 horas	70°C por 3 horas
Observaciones	- Insípido - Falta tostado	- Predomina el sabor ácido - Falta sabor salado - Falta tostado	- Buen tostado - Falta sabor salado	- Predomina el sabor salado - Ligeramente ácido - Buen tostado

- Diagrama de elaboración de Macadamia Salada - Tostada:



2.4 Análisis sensorial.

El análisis sensorial se aplicó a 100 jueces afectivos (consumidores), la evaluación se realizó mediante una prueba de aceptación, para saber si los consumidores aceptan o no la muestra presentada; y una prueba de nivel de agrado utilizando una escala hedónica, para conocer el nivel de agrado de la muestra. A continuación se muestra el cuestionario que se aplicó a los jueces afectivos, la prueba se realizó en laboratorio 4 – A de la Facultad de Química.

Cuestionario: NUEZ DE Macadamia.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
FACULTAD DE QUÍMICA.

Hola, ¡Buen Día!

Nombre: _____

Edad: _____

Sexo: _____

*Instrucciones:

Indica con una "X" si aceptas o no la muestra que se te presenta.

	SÍ	NO
Acepta	_____	_____

A continuación indica con una "X" el nivel de agrado de la muestra que se te presenta, de acuerdo con la siguiente escala:

_____ gusta muchísimo

_____ gusta mucho

_____ gusta moderadamente

_____ gusta un poco

_____ me es indiferente

_____ disgusta un poco

_____ disgusta moderadamente

_____ disgusta mucho

_____ disgusta muchísimo

Observaciones: _____

¡MUCHAS GRACIAS!

También se aplicó una encuesta con la finalidad de saber si los consumidores conocen la nuez de Macadamia.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
FACULTAD DE QUÍMICA.

Encuesta: NUEZ DE MACADAMIA.

Hola, ¡Buen Día!

Nombre: _____

Sexo: _____

Edad: _____

Instrucciones: Por favor conteste las siguientes preguntas.

1. ¿Conoce o ha probado la nuez de Macadamia?
2. ¿Qué productos conoce que sean elaborados con nuez de Macadamia?
3. Indique el lugar en dónde ha visto la venta de nuez de Macadamia o de sus productos.
4. ¿Conoce los beneficios saludables de la Nuez de Macadamia?
5. ¿Le interesaría conocer más acerca de la nuez de Macadamia?
6. ¿Con qué frecuencia consume frutos secos: nuez de castilla, nuez de Brasil, almendras, cacahuates, piñón, avellana, almendras, nuez de Macadamia, etc.?,

Dos o más veces a la semana _____

Una vez a la semana _____

Una vez al mes _____

7. La Macadamia es considerada la nuez más fina del mundo, por su sabor y su gran valor nutrimental; si tuviera un mayor acceso a dicha nuez, ¿la compraría, aunque su costo fuera un poco más elevado, comparado con otras nueces o semillas?

Definitivamente sí la compraría _____

La compraría (bajo reservas, dependiendo del precio) _____

Definitivamente no la compraría _____

Observaciones:

¡MUCHAS GRACIAS!

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Análisis Físico de la nuez de Macadamia.

Para el análisis físico primeramente se pesaron las 100 nueces a evaluar en conjunto, y luego se peso cada nuez, posteriormente se descascararon pesando la cáscara y la almendra de la nuez por separado, calculando el rendimiento de la nuez de Macadamia descascarada. Los resultados de este análisis se muestran en la siguiente tabla 23:

Tabla 23. Análisis físico de la nuez de Macadamia.

Determinación	Cantidad	Porcentaje
Peso de las 100 nueces con cáscara	845.9638 g	100 %
Peso promedio de cada nuez con cáscara	$\mu = 8.2967$	—
Peso cáscara	578.0386 g	68.33 %
Peso de la almendra de la nuez	267.9134 g	31.67 %
Peso promedio de cada almendra de la nuez	$\mu = 2.7521$	

Como se puede ver en el análisis físico la nuez de Macadamia se obtuvo un rendimiento de la almendra de la nuez de 31.67 %, la literatura reporta de un 32 a 33 % de nueces obtenidas después del descascarado en relación al peso de la nuez con cáscara, esto se debe a que la cáscara de la nuez es muy gruesa, también había nueces vanas y algunas presentaban contaminación por hongos, todo ello provocado probablemente por malas prácticas durante su cultivo y recolección. (López, 1999. Info – Aserca, 2000). De manera general el peso de las almendras de la nuez se encuentra dentro del rango reportado en la literatura, presentado el color característico de la nuez de Macadamia, aunque por la falta de equipo para el descascarado se obtuvo poca cantidad de nueces completas denominación Súper Premium, la mayoría que se consiguió fueron en mitades o pedazos más pequeños, aunque esa misma nuez después se utilizó para el análisis químico proximal y la elaboración de los productos.

Análisis Químico Proximal de la nuez de Macadamia.

A continuación se presentan los valores obtenidos en cada una de las determinaciones del Análisis Químico Proximal, tanto en base húmeda como en base seca, que se la aplicó a la nuez de Macadamia producida en el estado de Veracruz. Cada una de las determinaciones se realizaron por triplicado, obteniendo su promedio y desviación estándar, con el fin de confirmar la validez estadística de la información.

Tabla 24. Análisis Químico Proximal de la Nuez de Macadamia (Base Húmeda).

Componente	g / 100g muestra
Humedad	2.52 ± 0.027
Proteína	12.19 ± 0.036
Grasa	68.32 ± 0.792
Cenizas	1.3 ± 0.024
Fibra	4.72 ± 0.055
Hidratos de Carbono	10.95*

*Hidratos de Carbono calculados por diferencia.

En la tabla 24 se observa el análisis químico proximal de la nuez de Macadamia en base húmeda, en el cual su contenido de humedad fue de 2.52 %, este bajo contenido es una característica particular de los frutos secos, además de que la calidad de la nuez se ve reflejada en este componente, ya que el resultado indica que las prácticas de cosecha, desfibrado y secado, se realizaron adecuadamente y en el tiempo indicado (Walforth, 2005). Con el bajo contenido de humedad se disminuye la probabilidad de crecimiento microbiano, posibles reacciones de fermentación, germinación prematura de la semilla y cambios bioquímicos indeseables (Venkatachalam, 2006).

A continuación se presenta el análisis proximal en base seca:

Tabla 25. Análisis Químico Proximal de la Nuez de Macadamia (Base Seca).

Componente	g / 100g muestra
Proteína	12.50
Grasa	70.09
Cenizas	1.33
Fibra	4.84
Hidratos de Carbono	11.24*

*Hidratos de Carbono calculados por diferencia.

En la tabla 25 se muestra el análisis proximal en base seca de la nuez de Macadamia, en cuanto al contenido de proteína, el cual fue de 12.50 %, se observa que está por arriba de los datos reportados en la literatura (tabla 9); no obstante debemos recordar que la composición química de cualquier alimento puede variar debido a varios factores como, las condiciones de cultivo, época de cosecha, variedad y método de determinación (Australian Macadamia Society, 2008).

Como era de esperar el contenido de grasa fue alto de 70.09%, resultado que es característico de la nuez de Macadamia; sin embargo, al comparar con lo reportado en la tabla 9, esta cantidad se encuentra por debajo, sobre todo comparándolo con los datos de Hawaii, que es de donde procede el germoplasma en estudio; así mismo se encuentra por arriba de los datos presentados por Venkatachalam (2006); además de que en otro estudio realizado por Kaijser (2000) y colaboradores, se trabajó con cuatro cultivos de la región de Nueva Zelanda, y se reportó que el contenido de lípidos se encontraba entre 69 – 78%; y si comparamos nuestro resultado, este se encuentra dentro del rango obtenido por Kaijser; también Dawson y Savage (1997) indican un rango de 60 – 73%, por lo que nuestro contenido de grasa se encuentra dentro de los intervalos reportados en la literatura, indicando que la nuez es de buena calidad. Cabe recordar que el contenido de lípidos es un factor muy importante, ya que se utiliza para clasificar la calidad de la nuez, utilizando su peso específico que se relaciona con el contenido de aceite, y así poder determinar el uso que se la dará a la nuez. (Jiménez, 2001). El contenido de cenizas, fibra cruda e hidratos de carbono, se encuentran dentro de los valores reportados en la literatura (tabla 9).

Elaboración de productos.

A continuación se presentan las formulaciones y procesos utilizados en los tres productos elaborados con nuez de Macadamia.

✓ Chocolates con Macadamia.

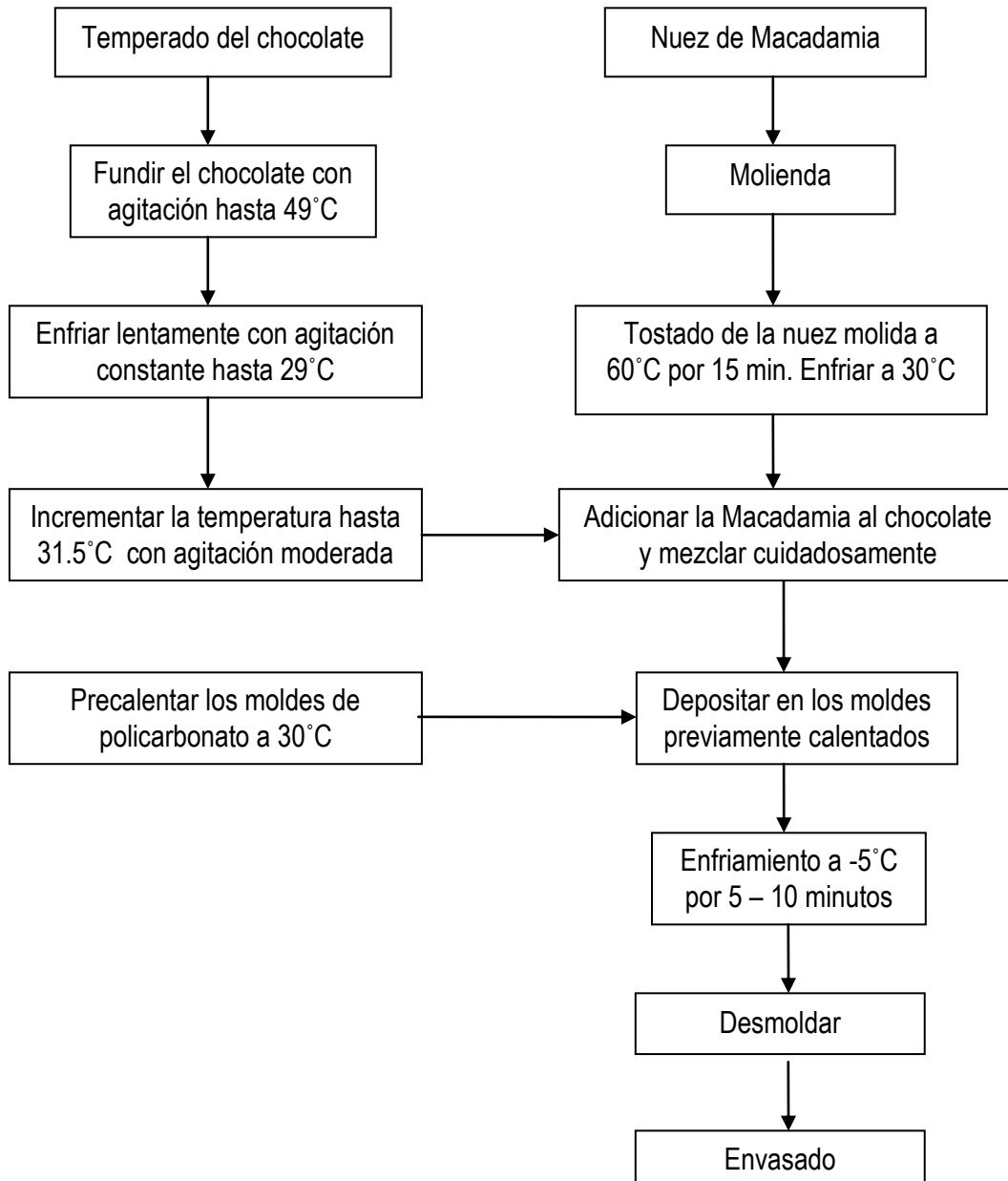
En la tabla 26 se muestra la formulación final utilizada para la elaboración de Chocolates con Macadamia; enseguida se presenta el diagrama que se llevó a cabo para la elaboración de dicho producto.

Tabla 26. Formulación utilizada en la elaboración de Chocolates con Macadamia.

Materia Prima	Cantidad
Nuez de Macadamia (molida)	125 g
Chocolate oscuro	375 g
Producto final	475.145 g
Rendimiento	95.029 %

Proceso.

Diagrama 8. Proceso final para la elaboración de Chocolates con Macadamia.



En el diagrama 8 se presentan las operaciones unitarias para elaborar Chocolates con Macadamia, comenzando con la molienda de la nuez, en licuadora Osterizer, después la harina obtenida se hizo pasar por un tamiz de malla ASTM No.40, obteniendo un tamaño de partícula de $425\mu\text{m}$. Se continúa con el tostado de la nuez molida a 80°C por 15 min., con el tostado se producen sabores y aromas que son deseables en la nuez, como pirazinas, piridinas, pironas, furanos, oxazoles, pirroles. Paralelamente se lleva a cabo el temperado del chocolate que es la técnica de cristalización controlada bajo agitación, para inducir cristales de manteca de cacao tipo V (Meza, 2008), esta operación es el punto medular del proceso, debido a que es un factor que determina la calidad del producto. Como se indica en el diagrama, el temperado comienza con el calentamiento del chocolate, con agitación moderada hasta 49°C , a esta temperatura se asegura la fusión del 100% de los cristales de la manteca de cacao; se continúa con un enfriamiento hasta 29°C con agitación constante para inducir la cristalización en formas estables (V y VI); posteriormente se vuelve a incrementar la temperatura a 31.5°C , a la par se adiciona la nuez de Macadamia, que deberá tener una temperatura de 30°C para evitar choque térmico y la pérdida del temperado, con este aumento de temperatura se eliminan los cristales inestables (forma I a IV), y los estables actúan como semillas para que el resto del chocolate adquiera esta forma al enfriar. Si el temperado no se lleva a cabo correctamente controlando temperatura y agitación, se presentan defectos como el fat bloom (exudación de la grasa), este defecto se observa como un polvo blanco en la superficie del chocolate dándole características indeseables al producto; cuando se realizó un temperado óptimo, se produce un chocolate con brillo, estabilidad y dureza adecuada. (Meza, 2008. Beckett, 2000. Gaviria, 1999).

Se continúa con el depositado o moldeado del chocolate, en este paso los moldes deberán estar previamente calentados a 30°C , debido a que si el chocolate temperado entra en contacto con una superficie caliente, los cristales del chocolate se empiezan a fundir, por lo que no habrá los suficientes para que solidifique adecuadamente; por otro lado, el contacto con una superficie fría puede originar que parte de la grasa solidifique en una forma incorrecta, por ello es importante que los moldes se precalienten a unos grados por debajo de la temperatura del temperado. Durante el depositado es necesario que el chocolate se extienda de forma uniforme por todo el molde y debe eliminarse cualquier burbuja de aire para evitar defectos en la textura final del producto, esto se realiza mediante una vibración vigorosa del molde.

Posteriormente viene el enfriamiento, en esta operación la grasa solidificará en la forma cristalina correcta (forma V). Los moldes se colocaron en el congelador cubriéndolos con papel aluminio, es necesario tener precaución con la temperatura de enfriamiento, ya que las bajas temperaturas pueden dar lugar a la aparición de dos problemas, uno puede provocar que la grasa solidifique en una forma cristalina incorrecta, esto causaría que el producto desarrollase un fat bloom rápidamente y que el chocolate no solidificara adecuadamente, por lo que se vuelve difícil de desmoldar; en segundo lugar, la humedad del aire podría condensar en las superficies frías y luego gotear sobre el chocolate, esta agua disolverá parte del azúcar del chocolate, este fenómeno presenta el aspecto de un fat bloom, pero en realidad es azúcar y no grasa lo que se observa en la superficie del chocolate, por lo que se le llama sugar bloom (exudación eflorescencia de azúcar). Las condiciones ideales para el enfriamiento del chocolate son a 18°C y circulación del aire, sin embargo en este trabajo no se contaba con el equipo necesario como túneles de enfriamiento, por lo que los moldes se colocaron en el congelador a una temperatura de -5°C por 5 – 10 minutos aproximadamente. . El proceso finaliza con el desmoldado y envasado de los chocolates. (Beckett, 2000. Meza, 2008).

✓ **Macadamia Garapiñada.**

En la tabla 27 se muestra la formulación del producto “Macadamia Garapiñada”

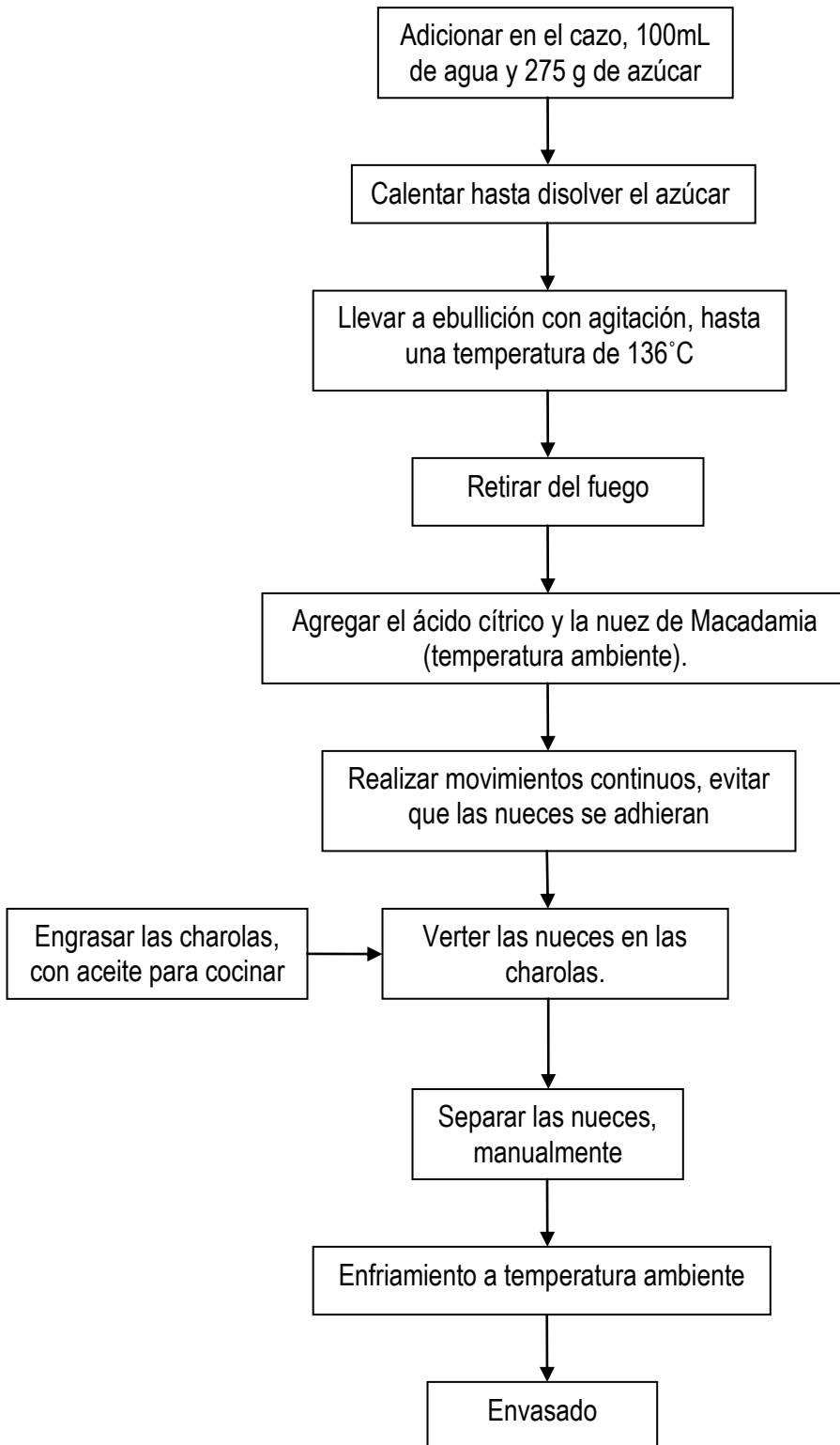
Tabla 27. Formulación utilizada en la elaboración de Macadamia Garapiñada.

Materia Prima	Cantidad
Nuez de Macadamia (Mitades Premium)	225 g
Azúcar refinada	275 g
Ácido cítrico al 50%	7.5 g
Agua	100 mL
Producto final	385.46 g
Rendimiento	74.36 %

Antes de comenzar con la elaboración de Macadamia Garapiñada se seleccionó el tamaño de la nuez de Macadamia con el que se trabajaría, eligiéndose la denominación Mezcla Coctel Premium (Ver tabla 4). Primeramente se había trabajado con la nuez entera, pero los consumidores mencionaban que les costaba trabajo morderla y degustarla, en cambio con este tamaño, indicaban que podían saborearla mucho mejor. En el siguiente diagrama 9 se muestra el proceso de elaboración de Macadamia Garapiñada.

Proceso.

Diagrama 9. Proceso final para la elaboración de Macadamia Garapiñada.



Para la elaboración de Macadamia Garapiñada, inicialmente se adicionó en un cazo de cobre el azúcar y el agua, se eligió el uso de cazo de cobre ya que distribuye mejor el calor y tiende a formar un caramelo más oscuro; la mezcla azúcar – agua se calienta hasta disolver el azúcar con agitación para que el azúcar del fondo no se sobrecaliente antes que el resto tenga la oportunidad de alcanzar su punto de fusión, al momento de llevar a ebullición hasta 136°C y se retira del fuego, se debe tener la precaución de no rebasar los 150°C. Si el azúcar se ha calentado a varios grados más allá de su punto de fusión 170°C (Charley, 2006), o incluso se ha comprobado que al calentarse a más de 160°C (Badui, 2006), la sacarosa comienza a caramelizar. La caramelización es una reacción de oscurecimiento, también llamada pirólisis, que ocurre cuando los azúcares se calientan por encima de su punto de fusión, se efectúa en medio ácido o alcalino, en esta reacción se llevan a cabo transformaciones por isomerización y deshidratación de los hidratos de carbono; esta descomposición de la sacarosa produce un aumento en una mezcla compleja de aldehídos y cetonas, en las cuales los constituyentes principales son el 5-hidroxi-metil furfural y furfural, que se polimerizan consigo mismos o con otras sustancias semejantes formando melanoidinas. Uno de los mayores riesgos de la caramelización es la generación de sabores amargos, que se dan con el calentamiento a más de 160°C provocando simultáneamente la hidrólisis, la deshidratación y la dimerización de los productos resultantes, se sintetiza la isosacarosana de sabor amargo, al incrementar la temperatura se acelera la deshidratación y se produce caramelana, posteriormente se sintetiza el carameleno, sustancia oscura y amarga; una calentamiento excesivo da origen a la caramelina o humina de sabor desagradable. Los factores que más influyen en estas reacción de caramelización es el pH y la temperatura, con pH ácido la velocidad de caramelización aumenta y comienza a menor temperatura, se llevan a cabo una hidrólisis y una deshidratación formándose rápidamente el caramelo por ello al adicionar el ácido cítrico es necesario vigilar que no se produzca un calentamiento excesivo (más de 160°C) que provocaría el comienzo de la carbonización. (Badui, 2006. Charley, 2006).

Continuando con lo indicado en el diagrama 9, al retirar el cazo de la fuente de calor se agrega el ácido cítrico y la nuez de Macadamia seguido de movimientos continuos, para evitar que las nueces se adhieran entre sí, posteriormente las nueces se pasan a las charolas previamente engrasadas continuando con la separación manual de las nueces hasta que se enfríen a temperatura ambiente, el proceso termina con el envasado del producto.

✓ **Macadamia Salada – Tostada.**

La tabla 28 presenta la formulación para la elaboración de “Macadamia Salada – Tostada”.

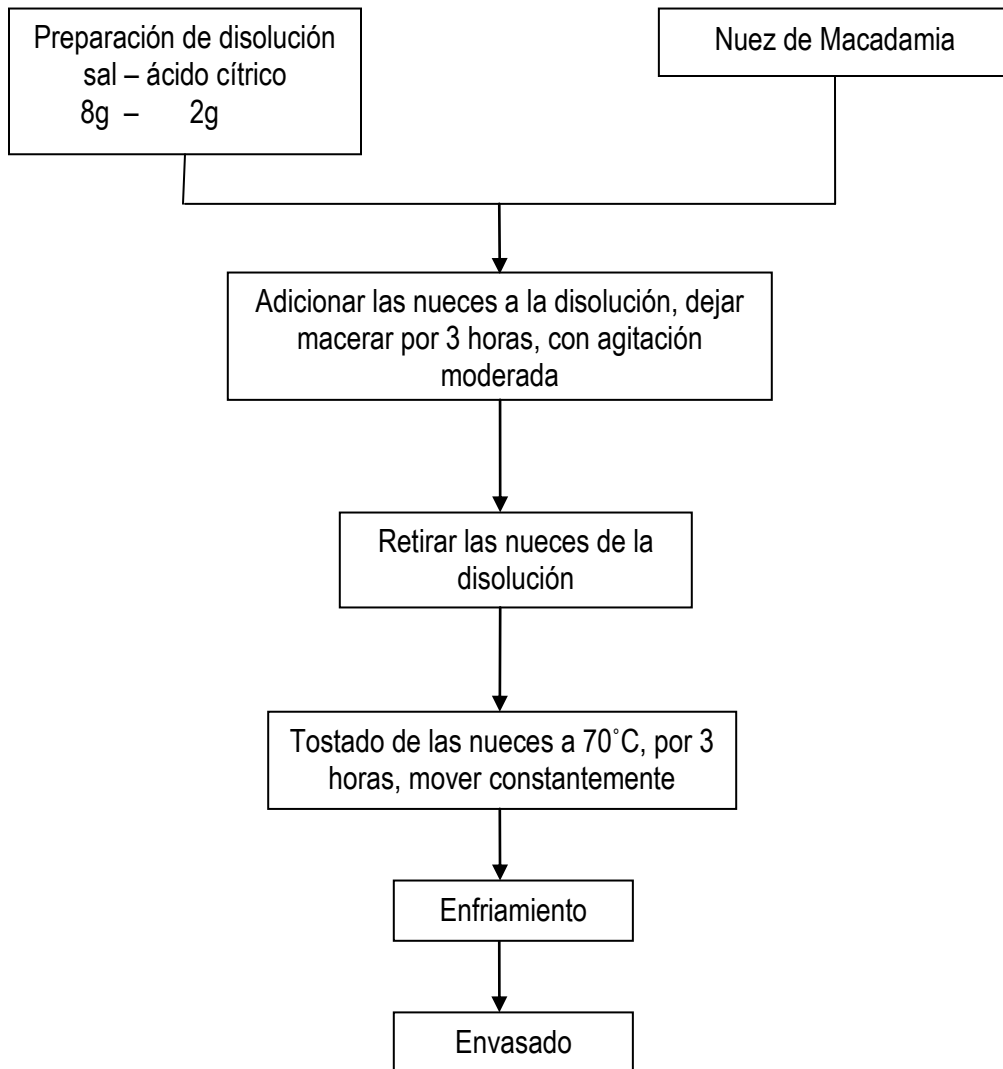
Tabla 28. Cantidades utilizadas en la elaboración de Macadamia Salada - Tostada.

Materia Prima	Cantidad
Nuez de Macadamia (Premium – mitades Premium)	100 g
Sal	8 g
Ácido cítrico	2 g
Agua	100 mL
Producto final	97.21 g
Rendimiento	88.37 %

El tamaño de la nuez utilizada para la elaboración de Macadamia Salada – Tostada fue la denominación Premium – mitades Premium, a continuación se muestra el proceso para la elaboración de dicho producto, en el diagrama 10.

Proceso.

Diagrama 10. Proceso final para la elaboración de Macadamia Salada - Tostada.



De acuerdo al diagrama 10, inicialmente se prepara la salmuera, que después de haber realizado varias pruebas se determinó que las cantidades para su preparación son 8g de sal por 2g de ácido cítrico en 100mL de agua, la importancia de la salmuera es resaltar el sabor de la nuez, por su parte, el ácido cítrico actúa para dar sabor al producto. Posteriormente se adicionan las nueces a la salmuera y se dejan macerar por 3 horas con agitación moderada para que absorban la salmuera homogéneamente.

Al término del tiempo indicado, se continúa con el tostado colocando las nueces en charolas, Info-Aserca (2000) indica que el tostado de la nuez en seco, se debe realizar a 135°C durante 40 – 50 min.; sin embargo, en la elaboración de Macadamia Salada – Tostada con pruebas realizadas previamente de tiempo y temperatura, se determinó que el tostado debe realizarse a 70°C por 3 horas y con agitación continua, para un tostado adecuado y homogéneo. El objetivo del tostado consiste en alterar las características sensoriales del producto, mejorando su palatabilidad, las reacciones que tienen lugar en el tostado son de gran importancia para la producción de sabores, aromas y texturas, en específico los frutos secos contienen un conjunto de sustancias muy agradables que se refuerzan mediante el tostado (Richardson, 2001). Una de las reacciones más comunes en alimentos con bajo contenido de humedad que se someten a un tostado, es la reacción de Maillard (reacción de pardeamiento no enzimático), en ella ocurre la condensación entre un compuesto carboxilado y una amina, a dicha condensación le siguen una serie de reacciones de isomerización, ciclización y polimerización que conducen a la formación de polímeros coloreados y de compuestos volátiles aromáticos, que para el caso de la nuez de Macadamia son deseables. Durante el calentamiento se sintetizan, en primera instancia, derivados alifáticos como aldehídos, cetonas, además de otros compuestos heterocíclicos que contienen oxígeno, nitrógeno, azufre y que son los verdaderamente responsables del aroma; entre estos últimos destacan pirazinas, piridinas, pirroles, pironas, furanos, furanonas, oxazoles, ditioles, etc. Los pigmentos responsables del color producido por la reacción de Maillard son las melanoidinas, las cuales van desde el color amarillo claro hasta el café (Badui, 2006). Sin embargo, si el calentamiento se intensifica se puede presentar componentes aromáticos a quemado o a humo que son indeseables (Fellows, 1999. Richardson, 2001). Con el tostado se elimina el agua por lo que aumenta la vida de anaquel del producto mediante la reducción de la actividad del agua, lo que inhibe el crecimiento microbiano y la actividad de las enzimas. Al término del tostado se continúa con el enfriamiento y finalmente con el envasado del producto.

Análisis sensorial.

Para el estudio del análisis sensorial de este trabajo se decidió utilizar dos pruebas, la prueba de aceptación y la prueba de nivel de agrado, realizándose al mismo tiempo ambas pruebas. Para la primera prueba, el evaluador tuvo que decir si la muestra presentada le parecía aceptable o no, para así emitir su juicio de forma personal y subjetiva en el cuestionario; los resultados se presentan en porcentajes (tabla 29), entre los que aceptaron y los que no aceptaron cada uno de los productos. Para la prueba de nivel de agrado, el evaluador optó por el nivel de agrado que le provocaba al momento de probar la muestra presentada, los resultados de esta prueba son presentados en gráficos de porcentaje (gráfica 1).

Conforme al “Cuestionario: Nuez de Macadamia” (Pág. 62), aplicado a 100 consumidores (jueces afectivos), para cada uno de los productos, se obtuvieron los siguientes resultados:

✓ **Chocolates con Macadamia.**

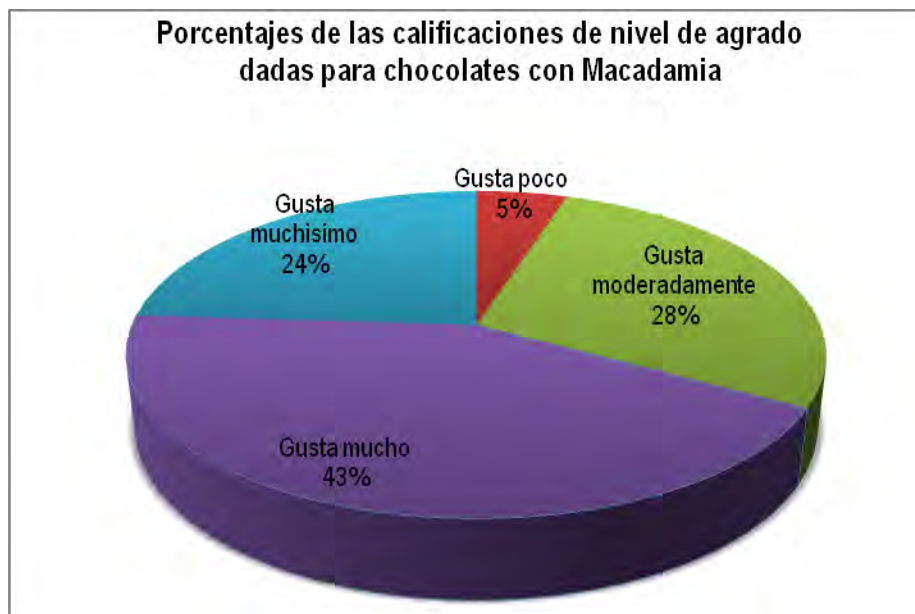
De acuerdo a los datos mostrados en el Anexo, se obtuvieron los siguientes resultados presentados en la tabla 29:

Tabla 29. Análisis sensorial de Chocolates con Macadamia.

Nivel de agrado	Calificación	Porcentaje
Gusta muchísimo	9	24 %
Gusta mucho	8	43 %
Gusta moderadamente	7	28 %
Gusta poco	6	5 %
Me es indiferente	5	/
Disgusta poco	4	/
Disgusta moderadamente	3	/
Disgusta mucho	2	/
Disgusta muchísimo	1	/
μ	7.86	
σ	0.8411	

Los Chocolates con Macadamia obtuvieron un promedio de 7.86 en nivel de agrado, valor que se encuentra cercano al nivel de gusta mucho; y con un porcentaje de aceptación del 100 %, lo cual indica que los chocolates si son aceptados por los consumidores. En la gráfica 1 se muestran los porcentajes obtenidos para cada nivel de agrado:

Gráfica 1.



Como podemos ver en la gráfica 1, sólo el 5% de los consumidores dieron una calificación de 6 (gusta poco) para los Chocolates con Macadamia, el nivel de agrado que más alto porcentaje que obtuvo fue el de gusta mucho (calificación de 8) con un 43%, mientras que gusta moderadamente (calificación de 7) tuvo un 28%, por último gusta muchísimo recibió un 24%. En sus observaciones, el 67% de los jueces indicaban, que el sabor del chocolate era agradable al degustarlo, ya que no dejaba una consistencia grasosa en el paladar, además se percibía el sabor tostado de la nuez.

✓ **Macadamia Garapiñada.**

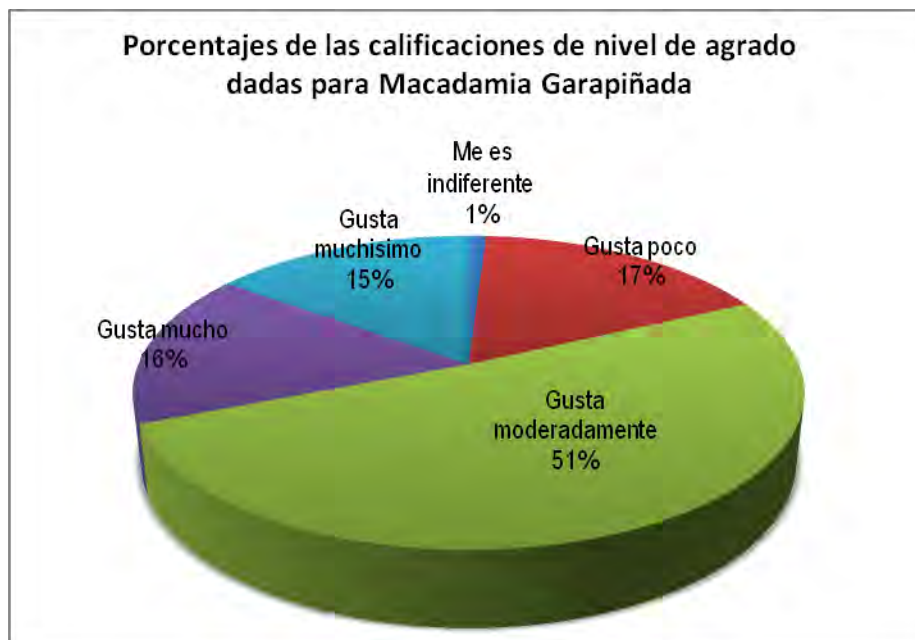
Los resultados del análisis sensorial para Macadamia Garapiñada se muestran en la siguiente tabla 30:

Tabla 30. Análisis sensorial de Macadamia Garapiñada.

Nivel de agrado	Calificación	Porcentaje
Gusta muchísimo	9	15 %
Gusta mucho	8	16 %
Gusta moderadamente	7	51 %
Gusta poco	6	17 %
Me es indiferente	5	1 %
Disgusta poco	4	/
Disgusta moderadamente	3	/
Disgusta mucho	2	/
Disgusta muchísimo	1	/
μ	7.27	
σ	0.9519	

La Macadamia Garapiñada obtuvo un 100 % de aceptación y un promedio de 7.27 de nivel de agrado, que de acuerdo con la escala hedónica corresponde a gusta moderadamente, el 41% de los consumidores indicaban en sus observaciones, que no era muy de su agrado los productos muy azucarados.

Gráfica 2.



De acuerdo con la gráfica 2, el nivel de agrado con mayor porcentaje fue el de gusta moderadamente (calificación de 7), con un 51%, seguido con un 17% correspondiente a gusta poco. Los niveles de agrado gusta mucho y gusta muchísimo, tuvieron un porcentaje de 16 y 15% respectivamente. El 23% de los consumidores también indicaron que el tamaño de la nuez era el adecuado para este tipo de productos garapiñados, ya que no eran demasiado grandes.

✓ **Macadamia Salada – Tostada.**

Con base en los datos presentados en el anexo se obtuvieron los resultados del análisis sensorial para Macadamia Salada – Tostada, como podemos ver el 100 % de los consumidores aceptaron el producto, arrojando un resultado promedio de 7.47 en nivel de agrado, calificación que pertenece al nivel gusta moderadamente, aunque dicha calificación se encuentra por encima de la calificación dada para Macadamia Garapiñada, que fue de 7.27. Los porcentajes obtenidos para cada nivel de agrado se muestran en la siguiente tabla 31:

Tabla 31. Análisis sensorial de Macadamia Salada – Tostada.

Nivel de agrado	Calificación	Porcentaje
Gusta muchísimo	9	8 %
Gusta mucho	8	39 %
Gusta moderadamente	7	46 %
Gusta poco	6	6 %
Me es indiferente	5	1 %
Disgusta poco	4	/
Disgusta moderadamente	3	/
Disgusta mucho	2	/
Disgusta muchísimo	1	/
μ	7.47	
σ	0.7714	

En la siguiente gráfica se muestran los porcentajes obtenidos para cada nivel de agrado:

Gráfica 3.

Conforme a lo indicado en la gráfica 3, vemos que a los consumidores les gustó moderadamente la Macadamia Salada – Tostada con un porcentaje del 46%, seguido por el nivel de agrado de gusta mucho con un 39%; en las observaciones dadas por los consumidores, el 21% indicaban que el sabor de la nuez era agradable, pues no estaban muy saladas, con respecto a otras botanas comerciales que ellos ya habían probado con anterioridad.

De manera general, se observa que para los tres productos el porcentaje de aceptación fue del 100%, lo cual indica que los productos fueron bien aceptados por los consumidores, aunque estos resultados refieren a la parte sensorial; faltaría analizar qué opinan con respecto al precio de los productos, debido a que el costo de la nuez de Macadamia es un poco más elevado comparándolo con el precio de otras nueces o frutos secos.

También se pudo observar que en la prueba de nivel de agrado, hubo dispersión en cuanto a las calificaciones otorgadas por los consumidores, pero en los tres casos la desviación estándar fue menor a 1, indicando que para el 100% de los jueces afectivos, los tres productos son de su agrado, haciéndose notar que a ningún juez le disgustó ninguno de los productos. En el caso de Chocolates con Macadamia sólo el 5% de los consumidores indicaron que les gusta poco, que fue la calificación más baja para este producto; para el caso de Macadamia Garapiñada y Macadamia Salada – Tostada sólo el 1% de los jueces indicaron que les era indiferente, esta calificación fue la más baja para ambos productos.

Por lo tanto, los tres productos elaborados a base de nuez de Macadamia fueron bien aceptados por los 100 consumidores evaluados.

Con estas pruebas sensoriales se evaluó la aceptación y el nivel de agrado de los tres productos, con base en los resultados obtenidos y en las observaciones dadas por los consumidores, se puede mejorar los aspectos que ellos señalaban, por ejemplo para Chocolates de Macadamia se podría manejar otro tipo de chocolate como chocolate con leche o el blanco, también se puede evaluar con un menor porcentaje de nuez y así disminuir el precio del producto.

Estas pruebas se realizaron en la Facultad de Química, por lo que en análisis posteriores estos podrían llevarse a cabo en centros comerciales, parques, etc. para tener resultados representativos del mercado objetivo al que podrían ir dirigidos; además de llevarse a cabo otras pruebas sensoriales, como de nivel de agrado pero para cada atributo (olor, sabor, textura), o realizar pruebas discriminativas comparando estos productos con otros similares como los elaborados con nuez pecanera o con cacahuates.

Encuesta.

Con base a la “Encuesta: Nuez de Macadamia” (Pág. 63), aplicada a 100 personas, para saber el conocimiento e interés del consumidor para este alimento, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 32.1 Recopilación de resultados “Encuesta de Macadamia”

Preguntas	Respuestas	
1. ¿Conoce o ha probado la nuez de Macadamia?	SÍ - 32 %	NO - 68 %
2. ¿Qué productos conoce que sean elaborados con nuez de Macadamia?	Productos	Menciones
	Al natural - tostada	21
	Salada	7
	Helados	5
	Chocolates	4
	Enchilada	3
3. Indica el lugar en donde ha visto la venta de nuez de Macadamia o de sus productos	Lugar	Menciones
	Liverpool	11
	Palacio de Hierro	6
	Sears	5
	Costco	4
	Sam's Club	3
	Sanborns	2
	Superama	2
	Plaza San Jerónimo, mercado San Juan	1

Como se puede ver en la tabla 32.1 el 68 % de los consumidores no conocían o habían probado la nuez de Macadamia, resultado que se esperaba obtener, pues la nuez es relativamente nueva, en el mercado nacional, además de que su costo es muy alto.

En las respuestas otorgadas para la pregunta 3, se encontró que la nuez de Macadamia sólo está a la venta en tiendas como: Liverpool, Palacio de Hierro, Sears, Costco, Sam's Club, dichas tiendas están dirigidas a estratos sociales altos, como lo indica Info – Aserca (2000), quien menciona que el consumo potencial de la nuez se encuentra en las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey, además de los centros turísticos como Cancún, Acapulco, Ensenada y Mazatlán, tendencia que se corrobora en la encuesta aplicada; ya que en ningún momento los consumidores mencionaron tiendas como Comercial Mexicana, Chedraui, Soriana, las cuales son tiendas más populares y que abarcan a un gran número de la población. (González, 2004).

Tabla 32.2 Recopilación de resultados “Encuesta de Macadamia”

Preguntas	Respuestas	
4. ¿Con qué frecuencia consume frutos secos?	Dos o más veces a la semana	27 %
	Una vez a la semana	44 %
	Una vez al mes	29 %
5. ¿Compraría la nuez de Macadamia, aunque su costo fuera un poco más elevado, comparado con otras nueces?	Definitivamente si la compraría	18 %
	La compraría (bajo reservas, dependiendo del precio)	55 %
	Definitivamente no la compraría	27 %

Respecto a las respuestas otorgadas a la pregunta 4 (tabla 32.2), sobre el consumo de frutos secos, muy pocas personas los consumen dos o más veces a la semana con un 27 %, la mayoría con un 44 % la consumen una vez a la semana, debido probablemente a que la gente opina que este tipo de frutos engordan o sus grasas son “malas”, y no conocen los beneficios de los frutos secos, por ello es importante dar una mayor difusión sobre el consumo de frutos secos, pues con ello los consumidores sabrían los beneficios a la salud que conlleva el consumirlos y automáticamente conocerían la gama que existe de frutos secos incluyendo la nuez de Macadamia.

En cuanto a la pregunta 5, el 55% de la población nos dice que si la compraría, pero en sus observaciones dice que todo dependería del precio, ya que acorde a lo revisado en la parte sensorial indican que el sabor les pareció agradable y la aceptaban, pero no estaban muy seguros de preferirla sobre el precio de una nuez o cacahuates; otros expresaban que probablemente la comprarían para una ocasión "especial" y no para consumirla regularmente. En tanto que el 18 % de los consumidores mencionaron que definitivamente sí la comprarían, dichos consumidores son los que ya conocían la nuez, la habían probado y sabían de sus beneficios; mientras que el 27% de las personas indican, que definitivamente no la comprarían, mencionando que no estarían dispuestos a pagar más de lo que podría costar cualquier otro fruto seco.

Para que la nuez de Macadamia sea conocida en los diferentes sectores de la población, es necesario dar una gran difusión, una adecuada estrategia de mercadotecnia con agresivas campañas de promoción y publicidad (Info-Aserca, 2000) en donde se den a conocer las características físicas, sensoriales y se resalten los beneficios nutrimentales, aún por encima de otros frutos secos, destacando la calidad de los productos que son elaborados con la nuez de Macadamia.

Costo.

El costo fórmula de los productos a base de nuez de Macadamia se muestra a continuación, éste análisis se realizó sólo tomando en cuenta materias primas, comenzando con el costo de Chocolates de Macadamia.

Tabla 33. Costo fórmula del producto Chocolates con Macadamia.

Materias Primas		Precio \$ / kg	Cantidad del ingrediente / kg de P.T.	Costo de cada ingrediente (\$)	Costo fórmula / kg de P.T. ¹	Costo fórmula / kg de P.T. ²
Nuez de Macadamia		200.00	250 g	50.00	-	-
Chocolate semiamargo	Belga	200.00	750 g	150.00	\$ 200.00	\$ 210.46
	Turín	100.00	750 g	75.00	\$ 125.00	\$ 131.53
	Sucedáneo	34.00	750 g	25.50	\$ 75.50	\$ 79.45

1 Estos precios no incluyen los costos de equipo, electricidad, agua, renta, salarios, etc,

2 Costo fórmula incluyendo mermas.

P.T.= Producto Terminado.

Como se puede ver en la tabla 33, se muestra el costo que tendrían los Chocolates con Macadamia, esto por kg del producto, cabe mencionar que en este análisis, se tomaron en cuenta el precio de dos coberturas de chocolate diferentes (origen Belga y marca Turín), además de un cobertura de sucedáneo, debido a que el precio del producto sí difiere dependiendo del tipo de cobertura que se esté utilizando.

El objetivo de calcular el precio de tres diferentes coberturas es el de evaluar la factibilidad financiera en tres diferentes canales de venta, por ejemplo los chocolates con Macadamia elaborados con chocolate Belga podría ser destinado para tiendas como Liverpool, Palacio de Hierro, Costco, Sears, chocolaterías o tiendas gourmet, en donde los clientes están acostumbrados a pagar alta calidad en el producto, y el producto se vende a granel; por otro lado, si los chocolates son elaborados con sucedáneos, el producto se destinaría a otros sectores como la población popular, es decir podría competir junto con productos que se venden a un menor costo.

En la tabla 34 y 35 se muestra el costo de los productos de Macadamia Garapiñada y Macadamia Salada – Tostada respectivamente:

Tabla 34. Costo fórmula del producto Macadamia Garapiñada.

Materias Primas	Unidad de medida	Precio \$ /kg	Cantidad del ingrediente / kg de P.T.	Costo de cada ingrediente (\$)	Costo fórmula / kg de P.T. ¹	Costo fórmula / kg de P.T. ²
Nuez de Macadamia	kg	200.00	443 g	88.66	\$ 96.4578	\$ 129.7173
Azúcar	kg	12.00	541 g	6.51		
Agua	L	3.00	200 mL	0.829		
Ácido cítrico al 50%	Kg	56.00	14.8 mL	0.4588		
Agua	L	3.00				

1 Estos precios no incluyen los costos de equipo, electricidad, agua, renta, salarios, etc,

2 Costo fórmula incluyendo mermas.

P.T.= Producto Terminado.

Para el producto de Macadamia Garapiñada el precio está dado para 1kg de producto, por lo que el costo para 100 g es de 12.9717, este producto estaría a la venta envasado en bolsas metalizadas en presentación de 100 g o también a granel.

Tabla 35. Costo fórmula del producto Macadamia Salada – Tostada.

Materias Primas	Unidad de medida	Precio \$	Cantidad del ingrediente / kg de P.T.	Costo de cada ingrediente (\$)	Costo fórmula / kg de P.T. ¹	Costo fórmula / kg de P.T. ²
Nuez de Macadamia	Kg	200.00	1000 g	200.00	\$ 205.08	\$ 232.07
Sal	Kg	12.00	80 g	0.96		
Ácido cítrico	kg	56.00	20 g	1.12		
Agua	L	3.00	1000 mL	3.00		

1 Estos precios no incluyen los costos de equipo, electricidad, agua, renta, salarios, etc,

2 Costo fórmula incluyendo mermas.

P.T.= Producto Terminado.

El costo del producto Macadamia Salada – Tostada es para 1kg de producto, para 100 g de producto el costo es de 23.21, que al igual que Macadamia Garapiñada estaría a la venta en bolsas metalizadas en presentación de 100 g y a granel., en el caso de la presentación de 100 g se destinaría a tiendas de autoservicio, y la venta a granel se destinaría a tiendas departamentales (Sears, Liverpool, Palacio de Hierro, etc.) donde se encuentran productos similares y que igualmente se venden a granel.

Por último, al costo estimado se le sumó el 100% como estimado de otros gastos tales como, los costos de empaque, equipo, luz, agua, salarios, mercadotecnia, etc., en la tabla 36 se muestra el precio venta de los tres productos en una cantidad de 100 g.

**Tabla 36. Precio de venta de los productos elaborados con nuez de Macadamia
(en presentación de 100g).**

Producto		Costo (\$) / 100 g de P. T.	Precio de Venta / 100 g P. T.*
Chocolates con Macadamia	Belga	21.05	42.10
	Turín	13.15	26.30
	Sucedáneo	7.95	15.90
Macadamia Garapiñada		12.97	25.94
Macadamia Salada – Tostada		23.21	46.42

*Costo final más el 100 % de otros costos, gastos y margen.

P. T.= Producto Terminado.

CONCLUSIONES.

- Los resultados físicos, químicos permiten confirmar que la nuez de Macadamia es un fruto con alto valor nutrimental.
- En el análisis físico se obtuvo un rendimiento del 31.67 % de nueces obtenidas después del descascarado en relación al peso de la nuez en cáscara.
- La composición química de la nuez de Macadamia, reportó un 70 % de lípidos, dato que se encuentra dentro del intervalo reportado en bibliografía, este componente es un factor que determina la calidad de la nuez.
- El desarrollar tres productos teniendo como materia prima característica la nuez de Macadamia como lo fueron los Chocolates con Macadamia, Macadamia Garapiñada y Macadamia Salada – Tostada; utilizando procesos sencillos y con un número reducido de operaciones unitarias, donde el productor no requiere de grandes inversiones de equipos, espacios, materias primas, etc., y con una aceptación sensorial del 100 %; permite que estos productos sean elaborados en las regiones donde se produce, y después ser distribuidos en el mercado nacional o de exportación, para mejorar los ingresos de los productores.
- De los resultados de la evaluación sensorial, los productos obtuvieron las siguientes calificaciones:
 - Chocolates de Macadamia: **7.86 – Gusta Mucho**
 - Macadamia Garapiñada: **7.27 – Gusta Moderadamente**
 - Macadamia Salada – Tostada: **7.47 – Gusta Moderadamente**
- De la encuesta aplicada el 68 % de los consumidores no conocían la nuez de Macadamia, resultado que se esperaba obtener debido a que la nuez es relativamente nueva y a su precio.

- Sólo el 18 % de los consumidores definitivamente si comprarían la nuez de Macadamia, no importando su precio. Mientras que el 55 % la compraría con algunas reservas.
- El cultivo de Macadamia tiene un gran futuro en México, permite la diversificación de cultivos para los agricultores, aunque falta apoyo para la inversión en este producto y tecnologías como maquinaria (descascaradora, quebradora, equipo para tostado etc)., la asociación entre los productores es una alternativa más que viable para acceder a mejores precios de mercado, además algo en lo que se debe insistir es en la venta de la nuez con valor agregado, pues el agricultor es el que corre los mayores riesgos contra los que corre el comerciante, quien obtiene el mayor beneficio. Por ello se debe establecer una industria integral que permita asegurar al productor un canal de comercialización con un mayor ingreso. (Info – Aserca, 2000: Secretaria de Desarrollo Rural, 2005).
- De acuerdo con los resultados obtenidos, la nuez de Macadamia puede ser una alternativa de cultivo para los agricultores de México, ya que se puede asociar con otros cultivos, los procesos de elaboración de sus productos son fáciles de llevar a cabo, tiene una buena aceptación sensorial, y el costo puede competir con otros productos ya existentes en el mercado.

VIII. BIBLIOGRAFÍA.

- 1) AOAC (1990). Official Methods of Analysis of AOAC International. 15thEdition, Arlington.
- 2) Australian Macadamia Society. (2008). Internet: www.macsoc.com.au/orderinginfo.html ó www.macadamias.org Australia. (Revisado septiembre – octubre).
- 3) Anacafé (2004). Cultivo de Macadamia. Programa de diversificación de ingresos en la empresa cafetalera. Guatemala, 18p.
- 4) Anzaldúa, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos, en la teoría y la práctica. Ed. Acribia, Zaragoza. España, pp. 67 – 78, 131 – 136.
- 5) Badui, D. (2006). Química de los alimentos. 4aEd. Pearson. México, pp. 273 – 281.
- 6) Barbosa, C.; Cánovas, G.; Vega, M. (2000). Deshidratación de Alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza. España, pp. 67 – 68.
- 7) Beckett, T. (1994). Fabricación y utilización industrial del chocolate. Ed. Acribia, Zaragoza. España, pp. 16 – 17.
- 8) Beckett, T. (2000). La ciencia del chocolate. Ed. Acribia, Zaragoza. España, 201p.
- 9) California Macadamia Society. (2008). Internet: www.macnuts.org (Revisado septiembre – noviembre).
- 10) Canet, G. (1983). El Cultivo de la Macadamia. Cafesa. San José, Costa Rica, 75p.
- 11) Cakebread, S. (1981) Dulces elaborados con azúcar y chocolate. Ed. Acribia, Zaragoza. España, 85p.
- 12) Carreto, G.; Cuerdo, P.; Dirienzo, G.; Di Vito, V. (2002). Aceite de oliva. Beneficios en la salud. INVENIO, No.8, pp. 141 – 149.
- 13) Charley, H. (1997). Tecnología de Alimentos. Procesos químicos y físicos de alimentos. Ed. Limusa. México, pp. 113 – 121.
- 14) Codini, M.; Díaz, V.; Ghirardi, M.; Villavicencio, I. (2004). Obtención y utilización de la manteca de cacao. INVENIO, No.012, pp. 143 – 148.
- 15) Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria. (2005). Monografía de la Nuez de Macadamia. Gobierno del Estado de Veracruz. México, 10p.

- 16) Curiel, M. J. (2007). La dulcería mexicana: historia, ciencia y tecnología. Limusa, México, 255p.
- 17) Drago, S.; López, L.; Saínz, E. (2006). Componentes bioactivos de alimentos funcionales de origen animal. Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas, México, Vol. 37, No. 4, pp. 58 – 68.
- 18) Edwards, W. P. (2000). La ciencia de las golosinas. Ed. Acribia, Zaragoza, España, 185 p.
- 19) FAOSTAT. (2006). Internet: <http://faostat.fao.org/faostat> (Revisado marzo, 3).
- 20) Fellows, P. (1999). Tecnología del procesado de los alimentos. Principios y prácticas. Ed. Acribia, Zaragoza, España, pp. 325 – 337.
- 21) Fierro, A.; Vásquez, Y.; Reyes-Parada, M.; Sepúlveda-Boza, S. (2004). Determinación cuantitativa del β - Sitosterol presentes en vegetales de la dieta. Posibles implicaciones para su uso preventivo en poblaciones susceptibles. Clínica y Ciencia, Chile, Vol. 2, pp. 43 – 48.
- 22) Garg, M. (2001). Health benefits of macadamia nuts. Discipline of Nutrition and Dietetics. The University of Newcastle.
- 23) Garg, M. L.; Blake, R. J.; Wills, R. (2003). Macadamia nut consumption lowers plasma total end LDL cholesterol levels in Hypercholesterolemic men. Journal of Nutrition. No.133, pp. 1060 – 1063.
- 24) Gaviria, S. (1999). Técnica de Temperado. Ciencia y Cocina. Colombia. No. 81, pp.34 – 39.
- 25) González, A. (2004). Estrategias de mercadotecnia aplicadas a la industrialización de la nuez de macadamia (macadamia Integrifolia). Universidad Nacional Autónoma de México, 23p.
- 26) Gutiérrez, R. (2001). Nuez de Macadamia. Ciencia y Desarrollo. Vol. 28. No. 57, pp. 34 – 39.
- 27) Hawaii Macadamia Nut Association. (2008). Internet: www.hawaiimacnut.org (Revisado septiembre – octubre).
- 28) Horst – Dieter, T. (2001). Fundamentos de tecnología de los alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza. España, pp. 20 – 23.

- 29) InfoAserca (2000). Macadamia y sorgo. Revista Claridades Agropecuarias. No. 81, 44p.
- 30) Jiménez, M. (2001). Estudio de prefactibilidad para macadamia. Ecuador. Internet www.sica.gov.ec/agronegocios (Revisado octubre 2008 - enero 2009)-
- 31) Kaijser, A., Dutta, P., Savage, G. (2000). Oxidative stability and lipid composition Macadamia nuts Grown in New Zealand. Food Chemistry. No. 71, pp. 67 – 70.
- 32) Lawson, H. (1999). Aceites y grasa alimentarias. Tecnología, utilización y nutrición. 1a.Ed. Acribia, Zaragoza, España, pp. 201 – 214.
- 33) López, M. (1994). Elaboración y evaluación sensorial de productos con nueces de Macadamia integrifolia. Universidad Simon Bolívar, México, 122p.
- 34) Luck, E.; Jager, M. (1999). Conservación química de los alimentos, 2ª Ed. Acribia Zaragoza, España, pp. 77 – 85.
- 35) Madrid, A. (1999). Confitería y pastelería: manual de formación. Mundi prensa Ediciones, España, 499p.
- 36) Maguire, L. S.; O'Sullivan, S.M.; Galvin, K.; O'Connor, T.P.; O'Brien, N.M. (2004). Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and macadamia nut. International Journal of Food Sciences and Nutrition. Vol. 55. No.3, pp. 171 – 178.
- 37) Mares, A. (2005). Proyecto de inversión para la producción y comercialización de la nuez de macadamia en la región de Uruapan Michoacán. Universidad Don Vasco, México. 78p.
- 38) Mataix, V.J.; Carazo, M.E. (2005). Nutrición para educadores. Fundación Universitaria Iberoamericana, 2ª.Ed. España, pp. 46 – 98.
- 39) Mendoza, L.; Luis, A.; Larios, G. (2004).El cultivo de la Macadamia. Macadamia spp en Michoacán. INIFAP. Folleto Técnico No. 3.
- 40) Meritxell, N.; Ruperto, M.; Sanches-Muniz, F.J. (2004) .Frutos secos y riesgo cardio y cerebro vascular. Una perspectiva española. Alan. No.2, pp. 137 – 148.
- 41) Meza, C. (2008). Curso de Confitería. UNAM, Facultad de Química.
- 42) Norma Oficial Mexicana NOM-186-SAA1/SCFI-2002 Productos y servicios. Cacao y productos derivados.

- 43) Pedrero, D. (1996). Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos. Ed. Alhambra Mexicana, México, pp.
- 44) Pokorny, J.; Yanishlieva, N.; Gordon, M. (2001). Ed. Acribia, Zaragoza, España, pp. 42, 265.
- 45) Pons, A.; Tur, J.A. (2005) Consumo e impacto nutricional de los frutos secos. Comité Científico Fundación Nucis. Barcelona. Internet www.nucis.org (Revisado noviembre 2008 – febrero 2009).
- 46) Quinlan, K.; Wilk, P. (2005). Macadamia Culture in NSW. Departament of Primary Industries, Queensland, Australia. No.5, 10p.
- 47) Ramos, N.J.A. (1979). El cultivo de la Macadamia. Universidad Autónoma de Chapingo, México, 184p.
- 48) Richardson, P. (2001). Tecnologías térmicas para el procesado de los alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza, España, pp.149 – 150.
- 49) Rincón, S.O. (2000). Manual para el cultivo de la Macadamia. Cordicafé, Bogotá, Colombia, 142p.
- 50) Sánchez-Muniz, F.J.; Bastidos, S. (2000). Biodisponibilidad de ácidos grasos. Revista de Nutrición Práctica. No.4, pp. 48 – 64.
- 51) Sharma, S.; Mulvane, S.; Rizvi, S. (2003). Ingeniería de los Alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza. España, pp. 149 – 150.
- 52) Secretaria de Desarrollo Rural. (2005). Nuez de Macadamia. Gobierno del Estado de Puebla.
- 53) SIAP – SAGARPA (2006). Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, SIACON. Anuario Agrícola por Estado. SAGARPA: Consulta de Indicadores de Producción Nacional de Nuez de Macadamia.
- 54) Tolonen, M. (1995). Vitaminas y minerales en la salud y la nutrición. Ed. Acribia, Zaragoza, España, pp. 143 – 211.
- 55) USDA, (2008). United State Department of Agriculture. Internet www.usda.gov (Revisado septiembre – noviembre).
- 56) Venkatachalam, M.; Sathe, S.K. (2006). Chemical Composition of Selected Edible Nut Seeds. Journal Agriculture Food Chemistry. No.54, pp. 4705 – 4714.

Bibliografía.

- 57) Walforth, S. I.; Rios, C. (2005). El cultivo de la macadamia. Del Alba, Guatemala, 16p.
- 58) Ziller, S. (1996). Grasas y aceites alimentarios. 1ª Ed. Acribia, Zaragoza, España, pp. 4 – 13.

ANEXO I. Resultados

Tabla 37. Resultados de la evaluación sensorial aplicada a Chocolates con Macadamia.

Juez	Sexo	Edad	Acepta	Calif.	Juez	Sexo	Edad	Acepta	Calif.	Juez	Sexo	Edad	Acepta	Calif.
1	F	20	Si	7	37	F	22	Si	8	73	M	20	Si	7
2	F	20	Si	8	38	F	22	Si	7	74	M	20	Si	8
3	F	20	Si	8	39	F	23	Si	8	75	M	20	Si	7
4	F	20	Si	9	40	F	23	Si	9	76	M	20	Si	8
5	F	20	Si	8	41	F	23	Si	7	77	M	21	Si	9
6	F	20	Si	8	42	F	23	Si	9	78	M	21	Si	7
7	F	20	Si	6	43	F	23	Si	7	79	M	21	Si	8
8	F	21	Si	8	44	F	23	Si	8	80	M	21	Si	9
9	F	21	Si	9	45	F	23	Si	7	81	M	21	Si	9
10	F	21	Si	8	46	F	23	Si	9	82	M	21	Si	7
11	F	21	Si	9	47	F	23	Si	8	83	M	22	Si	8
12	F	21	Si	8	48	F	23	Si	7	84	M	22	Si	7
13	F	21	Si	7	49	F	23	Si	8	85	M	23	Si	7
14	F	21	Si	8	50	F	24	Si	8	86	M	23	Si	8
15	F	21	Si	8	51	F	24	Si	9	87	M	23	Si	7
16	F	21	Si	7	52	F	24	Si	7	88	M	23	Si	6
17	F	22	Si	7	53	F	25	Si	5	89	M	24	Si	8
18	F	22	Si	8	54	F	25	Si	8	90	M	24	Si	7
19	F	22	Si	8	55	F	25	Si	7	91	M	24	Si	9
20	F	22	Si	8	56	F	26	Si	9	92	M	24	Si	7
21	F	22	Si	9	57	F	26	Si	8	93	M	25	Si	8
22	F	22	Si	8	58	F	26	Si	9	94	M	25	Si	7
23	F	22	Si	8	59	F	26	Si	9	95	M	26	Si	7
24	F	22	Si	7	60	F	27	Si	8	96	M	28	Si	6
25	F	22	Si	9	61	F	27	Si	9	97	M	31	Si	8
26	F	22	Si	8	62	F	28	Si	9	98	M	37	Si	9
27	F	22	Si	8	63	F	28	Si	9	99	M	38	Si	7
28	F	22	Si	6	64	F	28	Si	9	100	M	51	Si	8
29	F	22	Si	8	65	F	28	Si	8					
30	F	22	Si	8	66	F	29	Si	8					
31	F	22	Si	7	67	F	31	Si	7					
32	F	22	Si	7	68	F	35	Si	9					
33	F	22	Si	7	69	F	42	Si	8					
34	F	22	Si	8	70	F	45	Si	9					
35	F	22	Si	8	71	F	48	Si	8					
36	F	22	Si	8	72	F	54	Si	9					

N = 100

F = FEMENINO

M = MASCULINO

Tabla 38. Resultados de la evaluación sensorial aplicada a Macadamia Garapiñada.

Juez	Sexo	Edad	Acepta	Calif.	Juez	Sexo	Edad	Acepta	Calif.	Juez	Sexo	Edad	Acepta	Calif
1	F	20	Si	9	39	F	22	Si	7	77	M	21	Si	7
2	F	20	Si	9	40	F	22	Si	6	78	M	21	Si	8
3	F	20	Si	7	41	F	22	Si	7	79	M	21	Si	7
4	F	20	Si	7	42	F	22	Si	7	80	M	22	Si	7
5	F	20	Si	8	43	F	22	Si	9	81	M	22	Si	7
6	F	20	Si	7	44	F	22	Si	7	82	M	22	Si	7
7	F	20	Si	6	45	F	22	Si	7	83	M	22	Si	7
8	F	20	Si	7	46	F	22	Si	8	84	M	22	Si	7
9	F	20	Si	8	47	F	22	Si	7	85	M	22	Si	8
10	F	20	Si	8	48	F	22	Si	7	86	M	22	Si	6
11	F	20	Si	7	49	F	22	Si	7	87	M	23	Si	7
12	F	20	Si	7	50	F	23	Si	9	88	M	23	Si	7
13	F	20	Si	7	51	F	23	Si	6	89	M	23	Si	7
14	F	20	Si	7	52	F	23	Si	7	90	M	23	Si	8
15	F	20	Si	8	53	F	23	Si	8	91	M	24	Si	7
16	F	20	Si	7	54	F	24	Si	7	92	M	24	Si	7
17	F	21	Si	6	55	F	24	Si	9	93	M	24	Si	6
18	F	21	Si	5	56	F	24	Si	7	94	M	24	Si	8
19	F	21	Si	9	57	F	24	Si	7	95	M	24	Si	7
20	F	21	Si	9	58	F	24	Si	8	96	M	24	Si	7
21	F	21	Si	6	59	F	24	Si	7	97	M	24	Si	7
22	F	21	Si	8	60	F	24	Si	7	98	M	24	Si	6
23	F	21	Si	7	61	F	26	Si	7	99	M	31	Si	9
24	F	21	Si	7	62	F	26	Si	6	100	M	51	Si	8
25	F	21	Si	7	63	F	26	Si	7					
26	F	21	Si	6	64	F	26	Si	7					
27	F	21	Si	7	65	F	26	Si	8					
28	F	21	Si	6	66	F	26	Si	9					
29	F	21	Si	6	67	F	27	Si	7					
30	F	21	Si	7	68	F	27	Si	7					
31	F	21	Si	6	69	F	27	Si	8					
32	F	21	Si	6	70	F	29	Si	9					
33	F	21	Si	7	71	F	29	Si	9					
34	F	21	Si	6	72	F	46	Si	9					
35	F	21	Si	6	73	F	54	Si	9					
36	F	21	Si	6	74	F	58	Si	9					
37	F	21	Si	7	75	M	20	Si	9					
38	F	22	Si	8	76	M	21	Si	7					

N = 100

F = FEMENINO

M = MASCULINO

Tabla 39. Resultados de la evaluación sensorial aplicada a Macadamia Salada - Tostada.

Juez	Sexo	Edad	Acepta	Calif.	Juez	Sexo	Edad	Acepta	Calif.	Juez	Sexo	Edad	Acepta	Calif.
1	F	20	Si	7	39	F	22	Si	7	77	F	28	Si	8
2	F	20	Si	7	40	F	22	Si	8	78	F	29	Si	7
3	F	20	Si	8	41	F	22	Si	7	79	M	20	Si	8
4	F	20	Si	7	42	F	22	Si	8	80	M	20	Si	6
5	F	20	Si	6	43	F	22	Si	7	81	M	20	Si	7
6	F	20	Si	7	44	F	22	Si	7	82	M	20	Si	9
7	F	20	Si	8	45	F	22	Si	6	83	M	20	Si	7
8	F	20	Si	9	46	F	22	Si	8	84	M	21	Si	8
9	F	20	Si	8	47	F	22	Si	8	85	M	21	Si	8
10	F	20	Si	7	48	F	22	Si	7	86	M	21	Si	7
11	F	20	Si	8	49	F	22	Si	7	87	M	22	Si	7
12	F	20	Si	7	50	F	22	Si	8	88	M	22	Si	7
13	F	20	Si	9	51	F	22	Si	8	89	M	22	Si	8
14	F	21	Si	8	52	F	22	Si	8	90	M	22	Si	7
15	F	21	Si	8	53	F	22	Si	7	91	M	22	Si	7
16	F	21	Si	7	54	F	22	Si	5	92	M	22	Si	9
17	F	21	Si	8	55	F	22	Si	8	93	M	22	Si	9
18	F	21	Si	7	56	F	22	Si	7	94	M	22	Si	7
19	F	21	Si	6	57	F	22	Si	7	95	M	22	Si	6
20	F	21	Si	8	58	F	22	Si	8	96	M	24	Si	7
21	F	21	Si	8	59	F	22	Si	7	97	M	24	Si	8
22	F	21	Si	8	60	F	23	Si	8	98	M	25	Si	7
23	F	21	Si	7	61	F	23	Si	8	99	M	26	Si	9
24	F	21	Si	8	62	F	23	Si	8	100	M	29	Si	7
25	F	21	Si	7	63	F	23	Si	8					
26	F	21	Si	8	64	F	23	Si	7					
27	F	21	Si	7	65	F	23	Si	8					
28	F	21	Si	7	66	F	24	Si	9					
29	F	21	Si	8	67	F	24	Si	7					
30	F	21	Si	7	68	F	24	Si	7					
31	F	21	Si	9	69	F	24	Si	8					
32	F	21	Si	8	70	F	24	Si	7					
33	F	22	Si	8	71	F	24	Si	8					
34	F	22	Si	7	72	F	24	Si	8					
35	F	22	Si	8	73	F	24	Si	7					
36	F	22	Si	7	74	F	26	Si	7					
37	F	22	Si	6	75	F	26	Si	7					
38	F	22	Si	7	76	F	26	Si	7					

N = 100

F = FEMENINO

M = MASCULINO

Tabla 40. Resultados de la encuesta aplicada a los consumidores

Juez	I	II	III	IV	V	Juez	I	II	III	IV	V
1	No			2	A	51	No			3	C
2	No			3	C	52	Sí	Salada / chocolates	Palacio de Hierro	2	A
3	Sí	Salada	Liverpool / Sanborns	1	B	53	No			3	B
4	No			2	C	54	No			2	C
5	No			3	A	55	No			2	B
6	No			2	B	56	No			3	A
7	No			2	A	57	No			2	B
8	No			3	B	58	Sí	Salada / al natural	Sears, Liverpool	1	C
9	No			2	C	59	Sí		Costco	3	C
10	No			3	B	60	No			3	B
11	No			2	A	61	Sí	Al natural	Tianguis del WTC	2	A
12	No			2	B	62	No			3	B
13	No			2	C	63	Sí		Sams'Club	1	A
14	No			2	B	64	No			2	B
15	No			2	A	65	Sí	Helado / chocolate	Sears, Liverpool	2	B
16	No			3	A	66	No			3	C
17	Sí	Helado	Wal-Mart Perisur	2	C	67	Sí	Al natural / helado	Mercado San Juan	2	B
18	No			3	B	68	Sí		Plaza San Jeronimo	1	A
19	No			2	B	69	No			2	B
20	Sí	Chocolates / natural	Liverpool	1	A	70	Sí		Palacio de Hierro	2	C
21	Sí		Sanborns	1	B	71	Sí	Al natural	Sears	2	B
22	No			2	A	72	No			3	A
23	Sí	Natural	Sams'Club	2	C	73	No			2	B
24	Sí		Superama	1	C	74	No			2	C
25	Sí	Helado	Sears, Liverpool	1	C	75	No			2	B
26	No			3	B	76	Sí		Liverpool	1	A
27	No			2	A	77	No			3	C
28	Sí	Salada	Costco	1	B	78	No			2	C
29	No			3	C	79	No			2	C
30	Sí	Enchilada / tostada	Palacio de Hierro	2	B	80	Sí	Enchilada	Costco	1	A
31	No			3	A	81	Sí	Salada / enchilada	Sams'Club	1	B
32	Sí		Liverpool	2	B	82	No			3	B
33	No			3	C	83	No			3	C
34	Sí	Natural	Palacio de Hierro	2	A	84	No			2	A
35	No			2	B	85	No			2	C
36	No			2	B	86	No			2	B
37	No			3	C	87	No			2	B
38	No			2	C	88	No			3	C
39	Sí	Helado	Sams'Club	1	A	89	No			2	A
40	Sí		Liverpool, Palacio de Hierro	1	B	90	No			3	B
41	No			3	B	91	No			2	B
42	Sí		Costco	2	B	92	No			2	C
43	No			3	C	93	No			2	C
44	Sí	Al natural	Liverpool	1	A	94	No			2	B
45	No			2	A	95	No			3	B
46	No			2	B	96	No			2	B
47	No			3	B	97	Sí	Salada	Liverpool	1	A
48	No			2	A	98	Sí	Salada	Palacio de Hierro, Liverpool	1	C
49	Sí	Natural	Superama	2	C	99	No			2	C
50	No			2	C	100	Sí	Chocolate	Sears	1	A

ANEXO II. Encuesta

Preguntas:

- I. ¿Conoce o ha probado la nuez de Macadamia?
- II. ¿Qué productos conoce que sean elaborados con nuez de Macadamia?
- III. Indica el lugar en donde has visto la venta de nuez de Macadamia
- IV. ¿Compraría la nuez de Macadamia, aunque su costo fuera un poco más elevado, comparado con el precio de otras nueces?
 1. Definitivamente sí la compraría.
 2. La compraría (bajo reservas, dependiendo del precio).
 3. Definitivamente no la compraría.
- V. ¿Con qué frecuencia consume frutos secos?
 - A. Dos o más veces a la semana.
 - B. Una vez a la semana.
 - C. Una vez al mes.