

304434
2³eje.



UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR

ESCUELA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS
CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ELABORACION Y EVALUACION SENSORIAL DE
PRODUCTOS CON NUECES DE Macadamia integrifolia

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN ALIMENTOS

P R E S E N T A

ADRIANA LOPEZ MARISCAL

DIRECTOR DE TESIS: PROF. Q.F.B. SALVADOR VEGA Y LEON

MEXICO, D. F.

1994

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

AGRADECIMIENTOS:

A DIOS, POR QUE GRACIAS A EL HE PODIDO TERMINAR MIS ESTUDIOS Y ESTE TRABAJO FINAL, PORQUE HE PODIDO SUPERAR GRANDES PROBLEMAS QUE SIN EL NO LO HUBIERA LOGRADO.

A MIS PADRES, POR TODO SU APOYO, AMOR Y PACIENCIA DURANTE TODA MI VIDA PERSONAL Y ESCOLAR, EN LOS MEJORES Y EN LOS PEORES MOMENTOS.

A MIS HERMANOS: POR COMPARTIR ESTE TRAYECTO JUNTOS. POR QUE ELLOS HAN SIDO Y SERAN MUY IMPORTANTES EN MI VIDA.

A LAS FAMILIAS MONTOYA MARISCAL Y PARAMO PALMA: POR TODO SU APOYO EN LA CULMINACION DE ESTE TRABAJO.

A TODOS MIS COMPANEROS Y AMIGOS DE GENERACION: CON LOS CUALES COMPARTI MOMENTOS DIFICILES, FELICES, BUENOS Y MALOS, GRACIAS POR SU GRAN AYUDA Y AFECTO. GRACIAS POR SER MIS MEJORES AMIGOS.

GRACIAS A MIS MAESTROS: PORQUE DE ELLOS HE APRENDIDO TODOS LOS CONOCIMIENTOS ACADEMICOS Y MAS QUE ME HAN SERVIDO PARA REALIZARME Y SUPERARME DIA CON DIA.

GRACIAS A MI MAESTRO SALVADOR VEGA Y LEON: POR EL APOYO Y PACIENCIA QUE ME TUVO TODOS ESTOS AÑOS.

A TODAS LAS PERSONAS QUE DE ALGUNA MANERA INTERVINIERON EN LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO Y MUCHAS OTRAS COSAS MAS.

MIL GRACIAS A TODOS USTEDES PORQUE ME HAN DADO LA MEJOR HERENCIA PARA MI VIDA.

CON TODO MI CARINO

ADRIANA LOPEZ MARISCAL

DIOS LOS BENDIGA.

INDICE GENERAL

| | Página |
|---------------------|--------|
| Indice de contenido | I |
| Lista de tablas | V |
| Lista de diagramas | VI |
| Lista de anexos | VI |

INDICE DE CONTENIDO

Capítulo I. Introducción

| | |
|---|----|
| I.A. Generalidades sobre frutos secos..... | 1 |
| I.A.1. Valor nutritivo..... | 3 |
| I.A.2. Propiedades..... | 6 |
| I.A.3. Efectos sobre el organismo..... | 7 |
| I.A.4. Usos..... | 7 |
| I.A.5. Algunos frutos secos..... | 8 |
| I.B. Origen de la nuez de macadamia..... | 22 |
| I.C. Algunas características botánicas..... | 23 |

II

| | |
|---|----|
| I.D. Características físicas..... | 26 |
| I.E. Características climatológicas..... | 27 |
| I.F. Cosecha de la nuez macadamia..... | 30 |
| I.G. Actividades post-cosecha de la nuez macadamia..... | 32 |
| I.G.1. Descascarado..... | 32 |
| I.G.2. Secado..... | 32 |
| I.G.3. Destestado..... | 34 |
| I.G.4. Tostado de almendra..... | 35 |
| I.G.5. Envasado..... | 36 |
| I.G.6. Usos..... | 37 |
| I.H. Producción y comercialización..... | 38 |
| I.H.1. Areas de producción de nuez macadamia..... | 41 |
| I.H.2. Comercialización de la nuez macadamia en E.U..... | 44 |
| I.H.3. Comercialización de la nuez macadamia en México..... | 48 |
| Capítulo II. Metodología General..... | 51 |
| II.A. Objetivos..... | 51 |
| II.B. Desarrollo experimental..... | 52 |
| II.C. Obtención de muestras..... | 54 |
| II.D. Análisis físicos..... | 55 |

III

| | |
|---|----|
| II.E. Análisis químicos..... | 57 |
| II.F. Elaboración de productos derivados..... | 61 |
| II.F.1. Elaboración de nueces de macadamia saladas..... | 61 |
| II.F.1.a. Formulación..... | 61 |
| II.F.1.b. Descripción del proceso para nueces macadamia saladas..... | 63 |
| II.F.2. Elaboración de mazapán de nuez macadamia..... | 65 |
| II.F.2.a. Formulación..... | 65 |
| II.F.2.b. Descripción general del proceso para la elaboración de mazapán de almendras y nuez macadamia..... | 66 |
| II.F.2.c. Función de los ingredientes en la elaboración de mazapán de almendras y nuez macadamia..... | 68 |
| II.G. Pruebas de evaluación sensorial..... | 71 |
| II.G.1. Metodología para la evaluación sensorial de nueces saladas..... | 71 |
| II.G.2. Metodología para la evaluación sensorial de mazapán de nuez macadamia y almendra..... | 74 |

| | |
|---|-----|
| II.G.3. Materiales..... | 77 |
| Capitulo III. Resultados..... | 78 |
| III.A. Análisis físicos..... | 78 |
| III.B. Análisis químicos..... | 82 |
| III.B.1. Análisis bromatológico..... | 82 |
| III.B.2. Determinación de cloruros..... | 84 |
| III.C. Evaluación sensorial..... | 86 |
| III.C.1. Nueces saladas..... | 86 |
| III.C.1.a. Comparación por pares..... | 86 |
| III.C.1.b. Prueba de nivel de agrado..... | 86 |
| III.C.2. Mazapán de almendra y de nuez macadamia..... | 88 |
| III.C.2.a. Prueba de aceptación..... | 88 |
| III.C.2.b. Prueba de nivel de agrado..... | 91 |
| Capitulo IV. Conclusiones y recomendaciones..... | 95 |
| Capitulo V. Bibliografía..... | 103 |

LISTA DE TABLAS

| | Página |
|-------------------|--------|
| TABLA No. 1..... | 4 |
| TABLA No. 2..... | 5 |
| TABLA No. 3..... | 25 |
| TABLA No. 4..... | 28 |
| TABLA No. 5..... | 29 |
| TABLA No. 6..... | 42 |
| TABLA No. 7..... | 43 |
| TABLA No. 8..... | 44 |
| TABLA No. 9..... | 45 |
| TABLA No. 10..... | 47 |
| TABLA No. 11..... | 48 |
| TABLA No. 12..... | 49 |
| TABLA No. 13..... | 50 |
| TABLA No. 14..... | 79 |
| TABLA No. 15..... | 81 |
| TABLA No. 16..... | 83 |

VI

| | |
|-------------------|----|
| TABLA No. 17..... | 85 |
| TABLA No. 18..... | 92 |
| TABLA No. 19..... | 94 |

LISTA DE DIAGRAMAS

| | |
|---------------------|----|
| DIAGRAMA No. 1..... | 53 |
| DIAGRAMA No. 2..... | 54 |
| DIAGRAMA No. 3..... | 56 |
| DIAGRAMA No. 4..... | 60 |
| DIAGRAMA No. 5..... | 62 |
| DIAGRAMA No. 6..... | 69 |
| DIAGRAMA No. 7..... | 70 |

LISTA DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Cuestionarios de evaluación sensorial..... | 109 |
| Tablas de valores para el análisis de evaluación sensorial..... | 114 |

I.A. GENERALIDADES SOBRE FRUTOS SECOS

Un sin número de testimonios arqueológicos confirman que durante milenios los frutos secos han constituido una parte esencial de la alimentación humana. En el Irak las castañas y las nueces constituían la comida normal de los habitantes de las cavernas del paleolítico y que los moradores suizos de las viviendas lacustres conocían con seguridad las avellanas aproximadamente 10,000 años a.C.

Numerosos pasajes de la Biblia y de poemas épicos mencionan frutos secos comestibles: en los jardines del rey Salomón se cultivaban nogales, y los hermanos de José llevaban pistaches a Egipto. Igualmente para el continente americano disponemos de la prueba fehaciente de que hace por lo menos 1000 años los indios comían pacanas, hayucos y castañas.

Desde esos tiempos y antes, los frutos secos se contaban entre los alimentos preferidos por muchos pueblos.

Gracias a los dietistas y a los nutriólogos del siglo XX éstos alimentos vuelven a tener mucha aceptación. Contrariamente a lo que ocurre con otros alimentos de gran contenido proteínico, la grasa de

Estos frutos pertenece generalmente al tipo no saturado y por eso es más provechosa. También los vegetarianos han descubierto que ocasionalmente los frutos secos pueden sustituir muy bien una alimentación a base de carne.

Los frutos secos los encontramos incorporados en numerosos productos alimenticios, particularmente galletas y dulces; pero también hay licores que deben su inestimable calidad al delicioso aroma de un fruto seco.

El fruto seco es un monoespermo, con el germen suelto en una cavidad, y un pericarpio duro y leñoso. Un verdadero fruto seco debería mostrar 'indehiscencia', lo que significa que la cáscara no se abre por sí sola cuando el fruto está maduro.

Según tal definición, un cacahuete en realidad no es un fruto seco sino una leguminosa, mientras que las almendras, las nueces y las pecanas se definirían como drupas. (24)

La nuez es una fruta de una semilla y una celda con cubierta dura. Las avellanas, las castañas y las avellanas de cáscara delgada son verdaderas nueces. Otros tejidos pueden ser llamados nueces, por ejemplo: nueces de Brasil (semilla), cacahuates (leguminosa), o nueces

del nogal, cocos, pecanas y almendras (frutas secas).

Se distinguen tres grupos de nueces: aquellas con alto contenido de grasa, que incluyen a las nueces de Brasil, anacardos, cocos, pecanas nueces del nogal y macadamias. Aquellas con alto contenido de proteína como por ejemplo las almendras, fabucos, pistaches y las que tienen alto contenido en carbohidratos como las bellotas y las castañas. (18)

I.A.1. Valor Nutritivo:

Las nueces son valiosas por su contenido en calorías, proteínas, hierro y vitaminas del complejo B, con excepción de las castañas y los cocos, que son mucho más pobres en estos nutrientes. Las nueces carecen de vitaminas A, C y D y la mayor parte de ellas tienen poco calcio. (17)

TABLA No. 1

COMPOSICION QUIMICA GENERAL DE NUECES (g/100g)

| | |
|---------------------|----|
| Humedad | 6 |
| Hidratos de carbono | 13 |
| Celulosa | 2 |
| Grasa | 63 |
| Proteinas | 16 |

Fuente: Ref. (16)

TABLA No. 2

 COMPOSICION NUTRICIONAL GENERAL DE NUECES (%)

| | | |
|-------------|-------|------|
| Potasio | 0.296 | |
| Sodio | 0.039 | |
| Calcio | 0.085 | |
| Magnesio | 0.061 | |
| Hierro | 0.051 | |
| Fósforo | 0.386 | |
| Azufre | 0.149 | |
| Cloro | 0.040 | |
| Manganeso | 0.009 | |
| Aluminio | 0.003 | |
| Vitamina A | 35.0 | U. I |
| Vitamina C | 1.7 | g |
| Vitamina E | 50.0 | U. I |
| Vitamina B1 | 0.046 | mg |
| Vitamina B2 | 0.400 | mg |
| Vitamina PP | 0.100 | g |

Fuente: Ref. (16)

I.A.2. Propiedades

Las nueces no se cuecen, pero si se someten a ebullición, pierden un 45% de agua, se modifican sus proteínas y se coagulan, se conservan las grasas y los hidratos de carbono en su totalidad, se pierden las vitaminas totalmente, mientras que las sales minerales sólo en parte.

En los casos en que intervienen ciertos guisos y sobre todo frituras, conservan casi todas las sales minerales y gran parte de las vitaminas, aparte de sufrir aumento apreciable la cantidad de grasas.

En general, son algo difíciles de digerir debido a su riqueza en grasas y ácidos volátiles, que irritan la mucosa intestinal y dificultan la digestión. Por ello no son aconsejables a las personas de aparato digestivo delicado, así como a los niños pequeños y a los ancianos. (16)

Valor energético: crudas aportan hasta 500 kilocalorías por 100 gramos de producto.

Acidez: Las nueces tienen un 57.9% de sales minerales ácidas. (16)

I.A.3. Efectos sobre el organismo

Por las grasas que contienen, las nueces son un buen alimento y una excelente fuente de energía.

Son útiles también por las proteínas que contienen, en los regímenes vegetarianos y en las personas diabéticas.

Por su riqueza en manganeso, al parecer estimulan la glándula hipófisis.

Tienen acción laxante y vermífuga. (16)

I.A.4. Usos

-Crudas

-En horchata, previa trituración y mezcla con agua y azúcar.

-En bombones y otros productos de pastelería, incorporados a nata, huevos, harina, mantequilla, etc.

-Formando parte de diversas salsas y condimentos, previa trituración y mezcla con aceite y otros ingredientes.

-En forma de tortas mezcladas con harina y en forma de pan.

-En batidos junto con zumos de naranja o limón. (16)

En tiempo no muy lejano los frutos secos se limitaban a las

almendras, avellanas y las nueces. Los piñones sólo se empleaban para las peladillas. Entre ellos, las almendras son las que mayor consumo tienen. Con ellas se fabrica toda una gama de peladillas. Entran a gran escala en las pastas de chocolate. Las avellanas también se usan para fabricar peladillas y con ellas se fabrica la famosa pasta de chocolate Gianduja. Ahora se cuenta en el mercado con todo tipo de frutos secos exóticos, con los cuales, bien aprovechados, se pueden lograr géneros muy buenos. (2)

I.A.5. Algunos frutos secos

a.- Almendras (Prunus dulcis L.): A mediados de los ochenta la cosecha mundial ascendió a un total de 325,000 toneladas de almendras descascarilladas, en su mayor parte provenientes de Estados Unidos (California) con 190,000 toneladas, país al que siguen España con 70,000 e Italia con 24.000. En el comercio de la almendra también tienen cierta importancia Portugal, Turquía, Irán, Grecia, China, Francia y Yugoslavia. (24)

En principio se distinguen dos categorías de almendras, la dulce que tiene consumo directo y la amarga de la cual se obtiene el aceite que luego se emplea para elaborar sustancias aromáticas y productos

cosméticos.

Se cree que la almendra es originaria del Asia Occidental y de allí se ha extendido hacia las regiones cálidas y secas del Mediterráneo y más allá. El almendro requiere de inviernos suaves, la total ausencia de heladas tardías y un largo período cálido de crecimiento. Las condiciones climáticas que se dan, por ejemplo, en Italia, España y el norte de California, se consideran ideales.

Una plantación californiana de almendros da un promedio de 1800 libras americanas por acre (unos 200 kilos por hectárea), es decir cuatro veces más que en las regiones de cultivo europeas.

El almendro es un árbol atractivo, de mediana altura (6-9 metros), que pertenece a la familia de las rosáceas, teniendo por eso parentesco con los árboles del melocotón y del albaricoque. En las principales regiones de cultivo, la floración tiene lugar en febrero y los frutos maduran alrededor de septiembre, cuando las cáscaras empiezan a abrirse o revientan. La época de cosecha abarca unas seis semanas y los medios mecánicos que para ello se emplean son típicos en muchas plantaciones de árboles de almendros.

En el comercio se encuentran las almendras descascarilladas en

diferentes presentaciones, entre ellas, totalmente enteras, blanqueadas, cortadas, picadas, molidas, tostadas y especiadas. De las almendras se elaboran, además, manteca, pasta de mazapán o mazapán en polvo, que al parecer se utilizan sin limitación en la preparación de dulces, pastas finas, helados, postres, ensaladas, sopas y quesos. (24)

b.-Las Nueces (Juglans regia L.):Existen por lo menos 15 especies de nueces (Juglandaceae), la más importante es la J. regia, generalmente conocida como nuez persa o nuez inglesa. La nuez persa que actualmente proviene de las estribaciones del Himalaya en el norte de la India, desde los tiempos prehistóricos ha evolucionado hasta adquirir la forma hoy conocida. Desde Persia se extendió a Grecia y luego en dirección a Oriente, hacia China, y a Occidente a Francia e Inglaterra.

La nuez fue una materia básica para medicinas contra toda clase de dolencias, empezando por dolores de garganta hasta llegar a la diarrea. Además, por lo menos hasta principios del siglo XIX, en Europa y en China se ponían a remojo en agua nueces pulverizadas para preparar seguidamente la 'leche de las nueces', sustituto nutritivo de la leche de vaca.

En Estados Unidos se cultiva en todos los estados de la costa oriental una especie allí aclimatada, la Juglans nigra -la nuez negra, que tanto por la calidad de los frutos como por la madera es la más valiosa que se conoce. Hoy en día California es la región cuya producción de nueces persas predomina en el mercado mundial y con más de 200,000 toneladas anuales sobrepasa las de Turquía, China y Francia.

El nogal persa tiene una copa redonda y es un árbol de hoja caduca que alcanza una altura de 30 metros y puede dar un buen rendimiento durante 75 años.

Entre 30 y 40% de la cosecha se vende con cáscara. El resto se abre mecánicamente para obtener la carne de la nuez solicitada por la industria alimentaria. En este proceso se obtiene siempre como subproducto algo de aceite de nuez y este se pide mucho, particularmente en Europa, donde se emplea en salsas para ensaladas y como aceite de cocina. Una especialidad inglesa son las nueces en salmuera: la pulpa verde, todavía sin madurar de las nueces se pone en agua salada y luego se conserva en vinagre de vino.

Como las nueces pecana y macadamia la persa tiene en común el

elevado contenido en grasa. La nuez persa tiene un excelente valor nutritivo, siendo fuente de una gran variedad de sustancias minerales, vitaminas y proteínas exentas de colesterol; su contenido de grasa saturada es bajo, en cambio el de las materias no absorbibles es muy alto. (24)

c.-Avellanas (filberts) (Corylus avellana L.): La avellana europea es la que más se emplea en elaboraciones alimenticias. Actualmente la mayor parte de la producción mundial procede todavía de Europa, principalmente de Turquía, Italia y España.

En el sexto año aproximadamente los avellanos producen frutos y en condiciones ideales seguirán produciéndolos durante 50-60 años con un rendimiento de hasta 900 kilos de frutos con cáscara por yugada de campo. Pero en Turquía donde los avellanos se plantan mayormente en pendientes rocosas con poca tierra, solamente alcanzan una altura de 5 metros y al cabo de 30 años dejan de producir. A pesar de esto Turquía ha podido incrementar su producción de avellanas alcanzando casi un 70% su participación en el mercado mundial.

Una vez secas y descascaradas, la mayor parte de las avellanas turcas destinadas a la exportación (principalmente a Alemania y

Rusia) son rigurosamente clasificadas y seleccionadas, enviándose ya preparadas para el consumo como botana o para el empleo en pastelería, chocolates y dulces, etc. (24)

d.- Castaña auténtica (Castanea dentada): El castaño pertenece a la misma familia de los robles y los abedules y puede encontrarse muy extendido bajo diversas formas en el mundo entero en regiones de clima cálido. Hay diferentes especies, pero las más importantes, en sentido comercial, son la Europea (Castanea sativa), la China (Mollissima) y la japonesa (C. crenata).

Este árbol suele cultivarse generalmente partiendo de semillas y empieza a dar frutos al cabo de unos 5 años; en condiciones favorables alcanza unos 18 metros de altura y produce anualmente entre 18 y 23 kilos de castañas.

La castaña se distingue de la mayoría de los demás frutos secos comestibles por su escaso contenido de grasa (4-5%) y un porcentaje muy elevado de hidratos de carbono (78%). Esta composición significa que las castañas no aportan una buena cantidad de energía y hervidas o tostadas resultan fáciles de digerir.

Antiguamente, en las regiones montañosas de Francia e Italia,

existía la costumbre de emplear castañas para hacer pan y guisar estofados. (24)

e.- Pistaches (Pistachia vera L.): El pistache posiblemente proviene del Asia Menor y de allí se extendió por todos los países mediterráneos y luego hasta el subcontinente indico. Las principales regiones que hoy en día lo comercializan son el Irán, Turquía y California.

El árbol que lo produce es un árbol de hoja caduca de crecimiento lento que en ocasiones alcanza una altura de 9 metros, tolera bien temperaturas extremas, tanto cálidas como frías, pero no humedades elevadas. Después de unos 6 años los árboles empiezan a dar frutos y alcanzan al cabo de 15 años su máximo rendimiento (23 kilos por árbol); en condiciones favorables 100 años más tarde todavía puede ser buena la producción. El fruto crece en racimos y la pulpa va protegida por una cáscara fina muy dura que revienta al madurar.

Los frutos son secados en estufas. El contenido de humedad ha de quedar reducido hasta el 5% aproximadamente. Luego se tuestan los pistaches, se salan y se empaican, en su mayoría para la venta como botana. Los pistaches contienen aproximadamente un 55% de aceite

vegetal de magnífica calidad. (24)

- Castaña de Maranhão, castaña de Pará o nuez del Brasil (Bertholletia excelsa): Esta fruta proviene de América del Sur. El castaño de Pará es un gigante, de hoja perene y oriundo de la cuenca del Amazonas, y sus frutos se han convertido en uno de los productos de exportación más importantes de esta región (de 40-60,000 toneladas anuales). Los árboles crecen casi exclusivamente en forma silvestre, no en plantaciones. (2, 24)

El árbol requiere una temperatura elevada y sostenida (20-38 °C) y una humedad constante igualmente elevada. El castaño de Pará puede alcanzar una altura de 46 metros y el tronco un diámetro de hasta 2.5 metros. Al cabo de 15 años aproximadamente, el árbol empieza a dar frutos y cuando alcanza su pleno desarrollo viene a dar entre 115-230 kilos de frutos descascarillados por temporada. Los frutos redondos, esféricos y, en apariencia, similares a grandes cocos, necesitan unos 14 meses para madurar y pesan entonces de 1-2 kilos. Cada fruto contiene en forma compacta, como los gajos de una naranja, de 12-14 castañas de Pará.

Después del secado, las castañas se clasifican antes de sacarles

la cáscara, operación que la mayoría de las veces se efectúa a mano, pero para facilitar la labor, durante 5 minutos, se deja que las castañas de Pará hiervan en agua, con lo que la cáscara se vuelve más blanda. Sin embargo las castañas de Pará se exportan todavía con cáscara. (24)

En Inglaterra se hace una peladilla blanda o de chocolate. Se encuentra en venta ya pelada. (2)

- El Pecán o nueces pecana (Carya illinoensis): La nuez pecana pertenece a la misma familia que la nuez común (Juglans) y la hickory y tiene su habitat en los estados meridionales de Norteamérica. La nuez pecana constituía la base alimenticia de las tribus indias de América. Actualmente se cultivan en Estados Unidos en los estados extremo occidentales: Texas y Nuevo México, recogándose anualmente unas 100,000 toneladas de nueces descascaradas. En el mercado mundial la mayor parte de las nueces pecana proviene de Estados Unidos; en el resto del mundo solamente existen plantaciones comercialmente notables en Africa del Sur y Australia. En condiciones favorables estos arboles pueden alcanzar una altura de 30 metros y una circunferencia de 2.5 metros. Los primeros frutos pueden esperarse al

cabo de unos 10 años y con el tiempo el rendimiento de cada árbol alcanza entre 45-67 kilos de nueces descascaradas, manteniéndose la producción durante 50 años o más. En el cultivo de los nogales pecana, la madera es un subproducto muy apreciado por su dureza para el chapado de muebles de calidad. (2, 24)

Se usa en confitería y en chocolate. (2)

h.- Las nueces cashew (Anacardium occidentale L.) o Anacardo: De varios países africanos y asiáticos llega abundantemente a Europa. (2)

La nuez cashew es de la misma familia que el mango y el pistache. Es un árbol perene de crecimiento rápido que se supone oriundo del Brasil ecuatorial. En la estimación popular las nueces cashew ocupan el segundo lugar después de las almendras y desde 1988 la producción mundial de 150,000 toneladas aun sigue subiendo.

Los nogales cashew se desarrollan óptimamente con los calores extremos de los trópicos. Son vigorosos, resistentes a la sequía y requieren poco cuidado. Tienen 40 años de vida y alcanzan una altura de 15 metros. Normalmente empiezan a dar frutos en el tercer o cuarto año y de cada árbol puede esperarse un rendimiento anual de unos 9 kilos de nueces.

Aparte de la carne la nuez cashew contiene un líquido cáustico, resinoso y tóxico, conocido como CNSL (cashew nut shell liquid). Para eliminar este líquido, las nueces secadas han de ser tostadas y así la carne en su interior se incha y revientan las células que contienen el líquido CNSL liberándose la sustancia tóxica. Se le da una aplicación comercial, especialmente para lacas y resinas, pinturas resistentes al agua e incluso para medicinas tropicales.

Se clasifican los frutos y para la exportación se encierran herméticamente en latas previamente lavadas en una solución de bioxido de carbono para mejorar su conservación.

Las nueces cashew se consumen en su mayoría saladas o mezcladas con otras clases de nueces. También se emplean en grandes cantidades en las industrias de confitería y chocolatería, con frecuencia como alternativa algo más económica para sustituir las almendras. (24)

i.- Cacahuete (Arachis hypogaea L.): Botánicamente el cacahuete es en realidad una leguminosa, pero normalmente se le considera como fruto seco. La planta es herbácea, anual, tipo sarmiento. de la familia de las papilionáceas y procede de algún lugar de América del Sur, en la actual Bolivia. Puesto que la planta no requiere muchos cuidados

(terreno fértil, clima calido y precipitaciones entre 500 y 600 mm anuales se consideran como ideales), hoy en día los cacahuates se cultivan en la mayoría de las regiones tropicales y subtropicales, incluso en las meridionales de Europa.

Desde 1988 la totalidad de la producción mundial asciende a unas 16 millones de toneladas. Con sus 18 millones de acres de terreno de cultivo, la India es el país con mayor producción en el mundo, seguido por China con 6 millones de acres.

Hay numerosas especies de cacahuates, desde las plantas espesas de mayor altura que alcanzan unos 45 centímetros, hasta las de escasa altura. El cacahuete se desarrolla en la parte inferior de la rama y penetra hasta 5 cm en la capa superior del suelo, donde forma la vaina. De allí viene la denominación 'ground nut' también en uso.

Una pequeña parte de los cacahuates se venden con cáscara y la gran mayoría son comercializados descascarillados y salados o siguen un proceso para ser elaborados como manteca, para su incorporación en dulces.

El subproducto mas importante del cultivo del cacahuete es el aceite que se obtiene del mismo. El cacahuete contiene

aproximadamente del 40-50% de aceite. Este se emplea en salsas para ensaladas, como aceite o grasa comestible, en margarinas, sopas preparadas, como lubricante. En la industria alimentaria la harina de cacahuete es adoptada como alimento rico en proteínas y fácil de digerir y los residuos que se obtienen, una vez extraído el aceite se utilizan en la industria forrajera por su elevado contenido en proteínas. Los cacahuates contienen más proteínas que la mayoría de los productos lácteos. (24)

j.- Nuez de coco (Cocos nucifera L.) : No es exactamente un fruto seco o nuez.

La palmera cocotera es un árbol de esbelto tronco, muy atractivo, cuya figura es el símbolo de las regiones tropicales. El origen de la palmera cocotera no se conoce exactamente ya que se encuentra ampliamente difundida dentro del cinturón ecuatorial. En la época actual, se han establecido plantaciones comerciales, principalmente en Filipinas, Indonesia y la India, son estos países los principales proveedores de la demanda mundial.

La palmera cocotera crece rápidamente y normalmente empieza a dar flores y frutos entre los 8 y 12 años. El coco joven, del tamaño de

una avellana cuando aparece, tarda cerca de 5 meses en alcanzar su tamaño definitivo, en cuyo momento la 'leche' aguada que contiene en su interior empieza a espesar en las paredes interiores de la cáscara formando una sustancia gelatinosa, de color blanco amarillento, que, finalmente, se endurecerá hasta dar la sólida pulpa. Cuando el coco está a punto de caer tiene aproximadamente 14 meses. El coco es uno de los productos para el que no se han adoptado todavía procedimientos mecánicos de recolección.

La pulpa seca o 'copra', contiene un aceite que, una vez refinado, se utiliza en la elaboración de jabones, margarina, productos horneados, helados, postres, etc. (24)

Actualmente su consumo es alto. Llega al mercado europeo fresco o rallado. Se utiliza en confitería y en pastelería. (2)

k.- Semillas: anís, comino, ajonjolí, semillas de cilantro. Estas se usan para hacer peladillas en varias regiones de Europa, Africa, y Oriente Medio. (2)

l.- Macadamia: Se describirá en este trabajo.

I.B. ORIGEN DE LA NUEZ DE MACADAMIA

Las nueces de Macadamia tienen su habitat en los bosques húmedos tropicales y subtropicales del Sureste de Australia en Queensland y en los rios del Norte de los distritos del Noreste de Nueva Gales Australia. (32)

El árbol fue descubierto por el Dr. John Macadam en el año de 1858, pero no fué sino hasta finales de 1880 cuando se iniciaron los cultivos de una forma más seria. (32)

Esta nuez es considerada la más fina del mundo por el alto contenido de aceite (70-80%). Los países precursores en el cultivo de esta planta son Australia y Estados Unidos (Hawaii, California y Florida). A partir de 1930 se incrementan las superficies cultivadas sobresaliendo algunos países como Sudáfrica, Nueva Zelanda, Jamaica, Costa Rica, Guatemala, Israel y México. (39)

En el año de 1900 se marcó el comienzo de una nueva industria, cuando un grupo de horticultores americanos llevaron unas semillas de Macadamia a Hawaii desarrollando con gran éxito la agricultura con esta nuez.

No fué sino hasta 1960, cuando los australianos cultivaron en su país la nuez de macadamia, llevando de Hawaii las nuevas especies siendo hasta ahora los terceros productores de las mejores especies por su calidad sabor y textura. (32)

I.C. ALGUNAS CARACTERISTICAS BOTANICAS

Esta nuez fué clasificada en 1857. Es perteneciente a la familia PROTEACEAE subfamilia GREVILLEOIDEA comprendiendo diez especies de las cuales dos producen frutos comestibles.

Botánicamente el fruto se describe como folículo incluido dentro de los frutos simples, dehiscente formado de un solo carpelo y que se abre a lo largo de una sola sutura, compuesto por tres cubiertas llamadas comúnmente: cáscara verde (pericarpio), cubierta blanca (mesocarpio), y concha o cáscara dura (endocarpio). Macadamia tetraphylla L-S Johnson de concha rugosa y Macadamia integrifolia de concha lisa Maiden y Betcher. (39)

El proceso que origina el fruto comestible tiene su origen inicial en el pistilo que contiene dos óvulos pero normalmente se

desarrolla uno de cada semilla que es redonda o casi redonda. Para que el fruto llegue a madurar completamente deben transcurrir 6 o 7 meses después de la floración. (38)

TABLA No. 3

 CLASIFICACION TAXONOMICA DE LA NUEZ MACADAMIA

| | |
|----------|------------------------|
| Reino | Vegetal |
| División | Pteridophyta |
| Clase | Angiospermas |
| Subclase | Dicotiledoneas |
| Orden | Proteales |
| Familia | Proteaceas |
| Género | Macadamia |
| Especie | M. <u>tetraphyla</u> |
| | M. <u>integrifolia</u> |

Fuente: Ref(38)

I.D. CARACTERISTICAS FISICAS:

El nogal de Macadamia alcanza un altura de más de 15 metros y una envergadura de 9 metros o más. Sus hojas son relucientes de un color verde obscuro parecidas a las del acebo.

La producción de las nueces es muy lenta, ya que hasta el sexto año de desarrollo del árbol empieza la producción comercial, y no es sino hasta los veinte años que alcanzan su total madurez. (25)

Durante 60 años o más estos nogales pueden dar frutos y producir anualmente unos 32 kilos de nueces sin cáscara. Los frutos de macadamia son esféricos y están formados por una cáscara que envuelve una nuez color blanco a crema de 2-3 g cuyo diámetro es normalmente de 2.6 cm.

La Macadamia integrifolia es la especie más comercial. Las variedades seleccionadas para la producción comercial se basan en el desarrollo, resistencia a las plagas, características de proceso y calidad de la nuez. Las variedades que se logran en algún lugar no necesariamente funcionan en otro, por lo que cada área de crecimiento de árboles necesita su propio programa de selección de variedad. (6)

I.E. CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS

El cultivo de la macadamia requiere de clima templado, húmedo, sin estación invernal. Para el buen desarrollo de esta nuez se necesitan temperaturas medias alrededor de 23°C Durante el verano una temperatura máxima no excediendo 35 °C Sin heladas o muy ligeras durante el invierno.

La macadamia crece bien desde casi el nivel del mar hasta unos 750 m de altura. Todas las variedades tienden a tener la concha mas gruesa a elevaciones menores de 750 m. (38)

TABLA No. 4

 COMPOSICION QUIMICA DE LAS NUECES DE MACADAMIA (g/100g)

| Constituyente | Desecado al aire | Testado al aire |
|--------------------------------------|---------------------|--------------------|
| Agua | 1.40 | 1.10 |
| Extracto etéreo | 76.95 | 77.25 |
| Azúcares totales | 5.56 | 4.98 |
| Azúcares reductores | 0.04 | 0.07 |
| Nitrógeno amínico libre | 0.04 | 0.03 |
| Constantes del aceite: | | |
| Acidez libre (mg de KOH/g de aceite) | 0.44 | 0.38 |
| Índice de Iodo de Wij | 80.90 | 70.29 |

Fuente: Ref. (10)

TABLA No. 5

COMPOSICION NUTRICIONAL DE NUECES DE MACADAMIA TOSTADAS
(Por 100 g de muestra)

| | |
|---------------------------|--------|
| Humedad (g) | 1.19 |
| Grasa (g) | 78.21 |
| Carbohidratos totales (g) | 9.97 |
| Proteína (g) | 9.23 |
| Fibra (g) | 1.84 |
| Cenizas (g) | 1.40 |
| Calcio (mg) | 53.40 |
| Fósforo (mg) | 240.80 |
| Fierro (mg) | 1.99 |
| Tiamina (mg) | 0.216 |
| Riboflavina (mg) | 0.119 |
| Niacina (mg) | 1.60 |

Fuente: Ref. (6)

I.F. COSECHA DE LA NUEZ DE MACADAMIA

Una vez que el fruto llega a la madurez fisiológica se desprende del árbol cayendo al suelo donde es recogido posteriormente; la época varía de acuerdo a las localidades y especies, teniendo dos periodos bien establecidos de Julio-Septiembre para zonas cálidas y semicálidas, y Noviembre-Febrero para las templadas. (39)

En Hawaii la macadamia se cosecha todo el año, pero el máximo de esta práctica ocurre de Agosto a Diciembre; en este periodo se recolecta alrededor del 60% del total de la producción anual.

Comúnmente esta labor se hace cada dos o cuatro semanas, durante el temporal de lluvias esta práctica debe ser más frecuente.

Se han hecho investigaciones para implantar la cosecha mecánica. Una de las alternativas es el sistema llamado 'Cosecha con red suspendida'. Otro método consiste en la recolección de las nueces y la separación de la cáscara externa por medios mecánicos. Con estos métodos se pretende reducir costos aumentando rendimientos. (29)

Una vez que la nuez cae al suelo ya madura, se debe recolectar antes de que empiece a enmohecer, germinar o enranciar. Es muy

importante no cortar la nuez del árbol, ya que es imposible distinguir las nueces maduras de las nueces inmaduras; éstas últimas no tienen valor en el mercado. (5, 37)

Las ratas constituyen un gran problema ya que algunas veces se comen cantidades considerables de nueces si la cosecha no se realiza frecuentemente. (5)

Las nueces se van metiendo en canastos de alambre y después se guardan en sacos para su traslado. Se remueve cualquier desperdicio todavía adherido, y la nuez debe ser aerada inmediatamente antes de ser enviada. (5)

Las nueces que van a usarse como semillas deben almacenarse en un lugar frío y húmedo sin secarse. Se deben sembrar tan pronto como sea posible después de cosechadas, para asegurar un alto porcentaje de germinación.

La Macadamia tetraphylla es cosechada en invierno y la Macadamia integrifolia es cosechada durante todo el año aunque el grueso de la cosecha también se realiza en invierno. (38)

I.G. ACTIVIDADES POST-COSECHA DE LA NUEZ DE MACADAMIA

I.G.1.. Descascarado

Las nueces maduras caen del árbol envueltas en una cáscara verde. Esta se elimina manualmente o con algún tipo de máquina descascaradora preferentemente de dos a tres días después de la cosecha para prevenir el desarrollo de sabores indeseables en la nuez. Las nueces almacenadas en sacos, cofres, etc., durante el tiempo de humedad empiezan a fermentar y a germinar, generando calor causando deterioro en la calidad y sabor de las nueces. Si el descascarado se retrasa más de tres días las nueces se deben esparcir en charolas de alambre para que se sequen. (6)

I.G.2. Secado

Las nueces recién descascaradas contienen más de 20% de agua y deben ser secadas hasta obtener 3-5% de humedad lo más pronto posible después del descascarado. Las bases para las condiciones de secado se establecieron por Prichavudhi y Yamamoto en 1965, quienes estudiaron los efectos del secado sobre la composición química de las nueces.

Encontraron que las nueces frescas con un porcentaje alto de humedad tienen un alto grado de azúcares reductores y baja calidad de tostado.

Las nueces con alta humedad que son secadas a altas temperaturas (60 °C) desarrollan un color oscuro cuando son tostadas.

Los centros oscuros tienen un porcentaje mayor de azúcares reductores que los claros.

El secado inicial a temperatura ambiente o a 38 °C disminuye el nivel de azúcares reductores y disminuye el contenido de humedad a un nivel en el que las altas temperaturas podrían ser utilizadas para el secado final.

Cuando se aplica una temperatura de 51 °C sin un secado previo a temperatura ambiente, el 15% de las nueces desarrollan un color oscuro en el centro al ser tostadas, pero si se aplica un secado a temperatura ambiente durante 4 días precedida de una temperatura de 51 °C, no se desarrollan los centros oscuros en el tostado.

En experimentos posteriores se encontró que si se utiliza una temperatura de 38 °C en lugar de temperatura ambiente tiene como resultado un incremento en la velocidad de secado sin efectos

indeseables. (6)

Las nueces con fracturas o fisuras en la concha son susceptibles a los hongos y putrefacción si son almacenadas en estas condiciones.

Las nueces deben ser colocadas en charolas en capas delgadas para permitir la circulación de aire y un rápido secado. Después de que las nueces son secadas se almacenan dentro de sacos o cofres en un lugar seco y bien ventilado hasta por 4-5 meses. (5)

1.6.3. Destestado

El destestado se produce cuando se quiebra la testa o concha de las nueces. Lo anterior se realiza cuando la humedad de la nuez se ha reducido de 1.5-5%. De esta manera se evita el deterioro de las nueces durante el almacenamiento. (6)

El destestado se realiza con máquinas especiales, existen algunas que sólo rompen la testa ó cáscara, y algunas que además separan la almendra de la cáscara.

Después de separar las almendras de la cáscara se hace la clasificación de las nueces por su calidad con base a la gravedad específica.

Las almendras con un contenido de aceite mayor del 70% presentan gravedad específica con un valor menor de 1.0 y se clasifican como almendras de grado 1, las cuales comercialmente son las únicas útiles. Las almendras con una gravedad específica de 1 y 1.025 se clasifican como grado 2, son utilizadas en confitería y pastelería. (5, 20)

Es conveniente preparar una solución de 5 1/2 onzas de cloruro de sodio por galón de agua. Las almendras que se sumergen en esta solución se clasifican como grado 3 y son descartadas por su mala calidad comercial. (5)

I.6.4. Tostado de almendra

El tostado se lleva a cabo friendo las nueces en aceite de coco refinado de 10 a 15 minutos a 135 °C. También se puede efectuar el tostado sin aceite. Una temperatura de 135 °C por 40-50 minutos son las mejores condiciones para el tostado en seco; temperaturas más altas producen que la superficie de las almendras se oscurezcan rápidamente mientras que el centro continúa sin tostar. Un continuo movimiento durante este proceso evitará que las

nueces se quemen. (5, 6)

Si la humedad de las nueces excede el 2%, las características del tostado y la estabilidad del producto se ve afectada. (6)

Después del tostado las nueces se deben enfriar rápidamente para evitar que el exceso de calor altere el sabor y el color que se desarrollan durante el proceso. (5, 7)

Para evitar el enranciamiento se adicionan antioxidantes al aceite en el que se va a tostar la nuez. De esta manera se prolonga la vida del producto y se mantiene en buenas condiciones el sabor. (6)

I.G.5. Envasado

El salado de las nueces es el proceso más utilizado para la comercialización, envasándolas en frascos de vidrio, bolsas o frascos de polietileno al vacío o enlatadas. Con estos envases se evita el deterioro del sabor, color, desarrollo de rancidez, absorción de olores extraños de almacenamiento, etc. (5)

Otra presentación corresponde a las nueces cubiertas con chocolate y los confites. (5, 30)

I.G.6. Uso

Se consumen crudas, asadas, fritas; como botanas en el caso de las nueces saladas, y otras preparaciones; como postre en cocteles, confitería, pastelería; como aderezo en ensaladas, carnes, pescados, pollo, en la elaboración de helados, etc. La nuez de macadamia puede ser un sustituto de almendras, avellanas o cacahuates en varios platillos.

Además los altos contenidos de aceite permiten emplearla en la industria cosmetológica (para elaborar bronceadores), así como otros usos a los subproductos como la cáscara y concha para alimento de ganado mezclado con melazas o la concha como relleno en plásticos.

(5, 39, 30, 32)

I.H. PRODUCCION Y COMERCIALIZACION

La mayor producción mundial de nueces de Macadamia proviene de Hawaii con 40,000 toneladas anuales, a partir de 1988.(24)

La producción de esa nuez en Estados Unidos en 1987, fue de 957,000 toneladas, fue superior al año de 1986 en un 62% y un 24% arriba que el año de 1985.(36)

La numerosa producción de almendras, avellanas y nueces de nogal, compensó el descenso en la producción de macadamia, cacahuates y pistaches. El valor total de la producción de los árboles de nueces fue de 1.09 billones de dólares, superando en un 12% al valor de 1986 y con un 39% al valor de 1985. El valor de la producción se incrementó para todos los tipos de nueces, con excepción de los cacahuates y pistaches.(36)

La importación total de nuez de macadamia descascarada o pelada realizada en Estados Unidos fue de 948 toneladas métricas (2,089,961 libras) durante 1987, superior al año anterior en un 27%.

San Francisco fue el puerto de entrada mas frecuente de Estados Unidos, con descargas estimadas en 368 toneladas métricas que

representa el 39% del total.

Australia continuó como la principal fuente extranjera de macadamias con una exportación total a Estados Unidos calculada en 627 toneladas métricas durante 1987, o sea el 66% del total. Guatemala con un distante segundo lugar con 155 toneladas métricas enviadas a Estados Unidos en el mismo año. (36)

Estados Unidos es el mayor productor, importador y consumidor de nueces de macadamia. La producción total en 1985 representó el 73% de la producción mundial comparada con el 12% de Australia. Debido al incremento, ya esperado, en el número de árboles productivos en Australia y a un descenso en la producción de Hawaii; Australia se proyecta como potencial abastecedor del 40% de la producción mundial (7 Kilotoneladas cortas de almendras) para 1995, comparado con el 50% de Hawaii.

El pronóstico de crecimiento en la producción Australiana radica en las extensas plantaciones nuevas, que cubren aproximadamente 6000 hectáreas, establecidas a finales de 1970 y a principios de 1980, con numerosas inversiones en las cooperativas destinadas a esta industria.

Se espera que la producción Australiana de macadamia ascienda alrededor de 6 kilotoneladas cortas de nuez con concha en 1988, 20% arriba de la producción total.(34)

En Hawaii, tanto como en Australia la producción se ha incrementado considerablemente. Por esta razón las industrias procesadoras se interesan cada vez más en introducir esta nuez en el mercado, no sólo como nuez salada sino con otras presentaciones para ser más atractiva para los consumidores.

Las grandes empresas que comercializan esta nuez intervienen en el desarrollo de nuevas áreas de cultivo y producción, desarrollo de nuevas técnicas de proceso para disminuir costos y la nuez sea más accesible al consumidor.(30, 32)

En México la producción se dirige principalmente a las mismas regiones en donde se produce, ya que la producción no llega a tener niveles de comercialización importantes todavía. Se espera que en un futuro las plantaciones que existen actualmente se incrementen y con éstas la producción.(39)

I.H.1. AREAS DE PRODUCCION DE NUEZ DE MACADAMIA

En nuestro país encontramos esta especie distribuida en pocas superficies en las vertientes del Océano Pacífico y Golfo de México, así como algunos estados de la zona centro norte, coincidiendo la mayoría, con localidades cafetaleras. La procedencia de las plantas es Hawaii y California.

A raíz de que se incrementan las superficies cultivadas se inicia una selección de variedades con mejores características fenotípicas, sobre todo en Australia y Estados Unidos, liberándose en la actualidad más de 70 variedades. En México sólo se han seleccionado tres variedades. (39)

TABLA No. 6

DISTRIBUCION DE PLANTACIONES DE NUEZ DE MACADAMIA EN EL MUNDO

| PAIS | ESTADOS | AÑO DE INTRODUCCION |
|----------------|--|---------------------|
| Australia | Nueva Gales del Sur Sur de Queensland | Centro de origen |
| | Hawaii, | 1881-1930 |
| Estados Unidos | California Florida | 1879-1946 |
| Costa Rica | Turrialba | 1948-1966 |
| Puerto Rico | | |
| Guatemala | | 1971 |
| Jamaica | | 1963 |
| Nueva Zelanda | | 1950 |
| Rhodesia | | |
| Sudáfrica | | 1930-1966 |
| Kenya | | |
| Trinidad | | |
| Venezuela | | |
| Israel | | 1968 |
| Paraguay | | |
| Panamá | | |
| Malawi | | |
| Zimbabwe | | |
| Brasil | | |
| Tailandia | | |

Fuente: Ref. (39).

TABLA No. 7

DISTRIBUCION DE PLANTACIONES DE NUEZ DE MACADAMIA EN MEXICO

| ESTADOS | | PERIODO DE INTRODUCCION |
|------------------|------------------|-------------------------|
| Océano Pacífico: | Golfo de México: | 1938-1971 |
| Michoacán | Veracruz | |
| Nayarit | Tabasco | |
| Jalisco | Centro y Norte: | |
| Colima | Morelos | |
| Guerrero | Puebla | |
| Oaxaca | Nuevo León | |
| Chiapas | San Luis Potosí | |
| | México | |

Fuente: Ref. (39)

I.H.2. Comercialización de la nuez macadamia en Estados Unidos

La producción de las nueces en Estados Unidos incluye generalmente a las almendras, pistaches, avellanas, macadamias, nueces.

La producción se ha incrementado desde finales de los ochenta debido a la gran demanda de todos estos frutos. La tecnología de cosecha, postcosecha y envasado ha mejorado y es por esto que el valor de la producción haya disminuido como podemos apreciar en la tabla B.

TABLA No. 8

 VALOR DE LA PRODUCCION DE NUECES EN ESTADOS UNIDOS

| | Producción Utilizada (1000 ton corta) | Valor de producción* (1000 dólares) |
|------|--|--|
| 1990 | 864.4 | 1,006,281.00 |
| 1989 | 681.5 | 845,139.00 |
| 1988 | 747.2 | 962,485.00 |

 Fuente: Ref. (40)

La producción en Estados Unidos de nuez macadamia no es suficiente para satisfacer la demanda de la población en ese país. Por esta razón las importaciones han aumentado año con año de una manera considerable, como se muestra en la siguiente tabla.

TABLA No. 9

 IMPORTACION DE NUEZ DE MACADAMIA* EN ESTADOS UNIDOS

| ANO | Cantidad (ton métrica) | Valor en U.S. 1000 |
|------|------------------------|--------------------|
| 1986 | 1326 | 13,631 |
| 1989 | 2314 | 21,314 |
| 1990 | 2208 | 22,194 |

* Incluye menor cantidad de producto en cáscara

Fuente: Ref. (34)

El abastecimiento de nueces de macadamia de Estados Unidos y otros principales productores está en continuo crecimiento en los noventa. La demanda de los consumidores de Japón, Estados Unidos y otros países desarrollados de gran mercado está produciendo fuertes ganancias por lo que la comercialización continuará con esta lujosa nuez.

En 1988, la producción hawawiana de macadamia con cáscara alcanzó 22.7 millones de kilogramos, un poco menos que la de 1989.

Las expectativas de la comercialización indican que la producción puede aumentar potencialmente de 23-24.5 millones de kilogramos. (35)

Las nueces macadamia son clasificadas de diversas maneras, de acuerdo a esto se les da un valor comercial variable. En la tabla siguiente se tienen dos clasificaciones: Las nueces enteras 2s que son las nueces grandes las nueces 4s que son las medianas, este tamaño se determina por el diámetro de las almendras.

TABLA No. 10

 PRECIO DE NUECES DE MACADAMIA EN LA COSTA OESTE DE E.U.

| TIPO | PRECIO (U.S/Lb) | PRECIO (N\$/Kg) |
|--------------------------|-----------------|------------------|
| Nueces enteras estilo 2s | 4.50 | 31.71 |
| Nueces enteras estilo 4s | 4.25 | 29.95 |

Fuente: Ref. (35)

I.H.3. Comercialización de la nuez macadamia en México

La producción de las nueces en México se divide en dos grandes grupos: la nuez de Castilla y la nuez encarcelada. Como se puede apreciar en la tabla 11 la producción supera el consumo nacional per-cápita. Esto quiere decir que las nueces no son muy apreciadas en nuestro país.

Esto se debe a que los costos de las nueces en general son elevados y por lo tanto no son accesibles a todas los niveles económicos.

TABLA No. 11

SITUACION DE LA PRODUCCION DE NUECES EN MEXICO

| año | Sup. Cosechada Ha | Rend. MedxHa Ton | Prod. Ton | SRural \$/Ton | Valor Prod. Miles(\$) | Comercio Ext. | | Cons. Ton | Cons. Cap. Ton | Per- |
|------------------|-------------------------|------------------------|--------------|------------------|-----------------------------|---------------|-------------|--------------|----------------------|------|
| | | | | | | Imp. Ton | Exp. Ton | | | |
| Nuez de Castilla | | | | | | | | | | |
| 80-84 | 1492 | 4.069 | 4072 | 148099 | 582755 | 120 | 308 | 2824 | .053 | |
| 1985 | 4939 | 1.199 | 5922 | 457076 | 2706024 | 136 | 8689 | -2605 | -.033 | |
| Nuez Encarcelada | | | | | | | | | | |
| 80-84 | 25156 | .983 | 24874 | 127139 | 3102427 | 0 | 309 | 24554 | .384 | |
| 1985 | 28629 | 1.169 | 27617 | 456707 | 12642877 | 0 | 1931 | 26286 | .329 | |

Fuente: Ref. (42)

En la tabla 12 se indica una clasificación diferente de nueces macadamia comparada con la tabla 10. Como se podrá observar los precios varían considerablemente de la nuez con cáscara y la nuez descascarada.

Esto se debe a que el proceso de descascarado en México se realiza con prensas manuales, no con procesos automáticos como en otros países en donde la tecnología está muy avanzada.

Estos datos se obtuvieron de un vivero en Uruapan, Michoacán. En este lugar se siembra, se cosecha, se procesa y se vende la nuez macadamia.

TABLA No. 12

 PRECIOS DE LA NUEZ DE MACADAMIA EN MEXICO*

| TIPO | PRECIO/Kg |
|--|--------------|
| Nueces enteras con cáscara | N\$10.00 |
| Nueces enteras sin cáscara | 60.00 |
| Nueces en mitades | 55.00 |
| Nueces en pedacería | 40.00 |
| Nueces procesadas (tostada, salada, etc) | 35.00-50.00* |
| | 200.00** |

Fuente: Ref. (41)

* Para 1989

**Para 1992

Comparando las tablas 10, 12 y 13 se puede apreciar que los precios de las nueces en México están muy elevados comparando a Estados Unidos y Australia.

En México la producción obtenida de nueces macadamia no es comercial todavía, ya que las condiciones en las que se encuentran las plantaciones actuales no son las más convenientes.

TABLA No. 13

 COSTOS DE LA NUEZ DE MACADAMIA EN AUSTRALIA

TIPO

| | Crudas | | Tostadas | |
|-----------------------------------|-----------|----------|-----------|----------|
| | (US/lb) | (N\$/Kg) | (US/lb) | (N\$/Kg) |
| Nueces enteras | 4.75-5.00 | 34.36 | 5.10-5.35 | 36.82 |
| Nueces mixtas (enteras y mitades) | 4.25 | 29.95 | 4.60 | 32.42 |
| Pedacería varias presentaciones | 3.50-3.75 | 25.55 | 3.85-4.10 | 28.01 |

 Fuente: Ref. (32)

II METODOLOGIA GENERAL

II.A. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Este trabajo se realizó con el fin de elaborar productos con nueces Macadamia integrifolia producida en México. Aprovechando las características físicas de ésta después del proceso de descascarado.

La elaboración de los productos se complementará con una evaluación sensorial.

OBJETIVOS PARTICULARES:

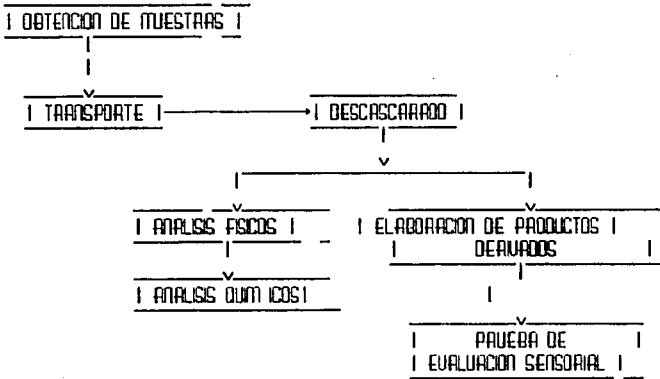
- 1) Determinación de algunas características físicas y químicas de las nueces Macadamia integrifolia.
- 2) Obtener un producto con una concentración adecuada de sal para el consumo de las nueces macadamia enteras y en mitades.
- 3) Encontrar una formulación adecuada para la utilización de las nueces en trozo o pedacería.
- 4) Realizar una evaluación sensorial de los productos para apoyar la aceptación de las formulaciones obtenidas.

II.B. DESARROLLO EXPERIMENTAL

La experimentación se lleva a cabo en varias etapas. Desde la obtención de muestras, el transporte (diagrama No. 2), y el descascarado de la nueces de macadamia descrito en el diagrama 3.

Una vez obtenidas las muestras se realizan análisis físicos y químicos tanto a las nueces de macadamia como a otros productos comerciales, esto con el fin de compararla elaboración de los productos con los resultados obtenidos. Finalmente se realiza una evaluación sensorial para conocer la aprobación positiva o negativa de los productos elaborados. (Diagrama No. 1)

DIAGRAMA N° 1



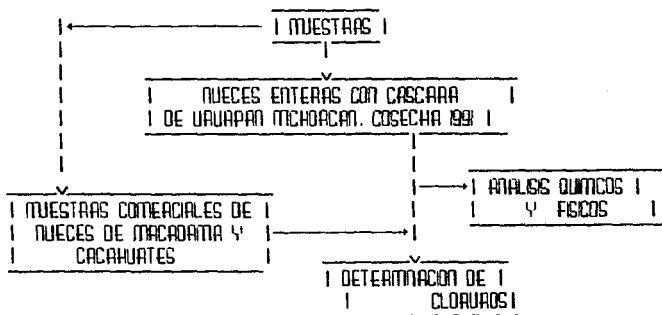
II C. OBTENCION DE MUESTRAS

Las nueces macadamia se obtuvieron en un vivero de Uruapan, Michoacán, en marzo de 1991. Las nueces se encontraban con cáscara sin corteza. Estas nueces se utilizaron para realizar los diversos análisis, así como para la elaboración de los productos.

Las otras muestras de nueces macadamia se obtuvieron en un supermercado, fueron nueces de diferentes marcas, así como también productos que tuvieran los mismos usos (consumo para botana); que en este caso fueron cacahuates de diferentes marcas.

Se realizaron análisis a todas las muestras obtenidas. Diagrama 2

DIAGRAMA N° 2



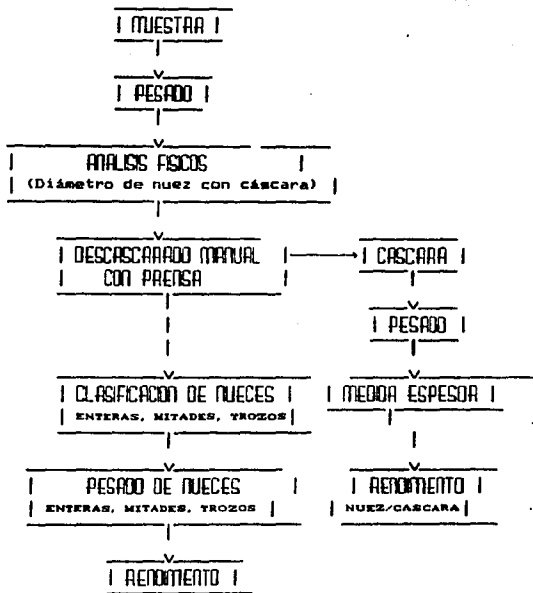
II.D. ANALISIS FISICOS

Las muestras obtenidas de Uruapan, Michoacán, se procesaron en México.

Se utilizó una balanza para pesar las nueces, se mide el diámetro de la nuez con cáscara; posteriormente se realiza el descascarado con una prensa manual. Producto del descascarado se obtuvieron nueces enteras, mitades y fracciones menores, se pesa el total de nueces y la cáscara para obtener el rendimiento total. Después se mide el espesor de la cáscara, y el diámetro de almendra.

En seguida se clasifican las nueces en: nueces enteras, mitades y fracciones, se pesan cada uno de éstos tipos y se obtienen los rendimientos correspondientes. (Ver diagrama 3, Tabla 14 y 15)

DIAGRAMA N° 3



II.E. ANALISIS QUIMICOS

El análisis químico proximal se llevó a cabo con los métodos oficiales del A.O.A.C.

1) Humedad

Se empleó el método de secado en estufa descrito en el método No. 14.062 de la Association of Official Agricultural Chemists (A.O.A.C.).

Este es un método gravimétrico basado en la evaporación de humedad y sustancias volátiles con la aplicación de calor. (10)

2) Cenizas

La determinación de cenizas se hizo por el método No. 14.063 descrito en los métodos oficiales de la A.O.A.C.. Este es un método gravimétrico basado en la cuantificación del residuo inorgánico que queda después de que la materia orgánica se quema. (10)

3) Proteínas

El porcentaje de proteína se obtuvo por el método Kjeldhal descrito en el método 14.067 de la A.O.A.C.. Este método se basa en la cuantificación indirecta de las proteínas por medio del análisis de nitrógeno orgánico. El nitrógeno de la proteína es reducido y

transformado a sulfato de amonio en una digestión ácida, posteriormente por medio de una digestión alcalina y destilación se libera amoniaco el cual es atrapado en una solución de ácido bórico. Por cada átomo de nitrógeno se forma un ion de borato. Posteriormente se titula con ácido clorhídrico. Para convertir nitrógeno a proteína se utilizó el factor 5.30 para nueces. (10, 43).

4) Grasa

La determinación se llevó a cabo por el método No. 14.066 de la A.O.A.C., el cual se basa en la extracción de las sustancias solubles en éter dietílico aplicando calor. (10)

5) Fibra

La fibra cruda se determinó por el método basado en una hidrólisis ácida y alcalina (Goldfish) descrito en el A.O.A.C. por el método No. 14.064. (10)

6) Cloruro sódico

La determinación se llevó a cabo por el método 25.010 de la A.O.A.C. Se realiza una incineración de la muestra para quemar la materia orgánica. Los cloruros se obtienen por una titulación con tiocianato de sodio y nitrato de plata.

1 ml de nitrato de plata 0.1N = 5.85 miligramos de NaCl. (10)

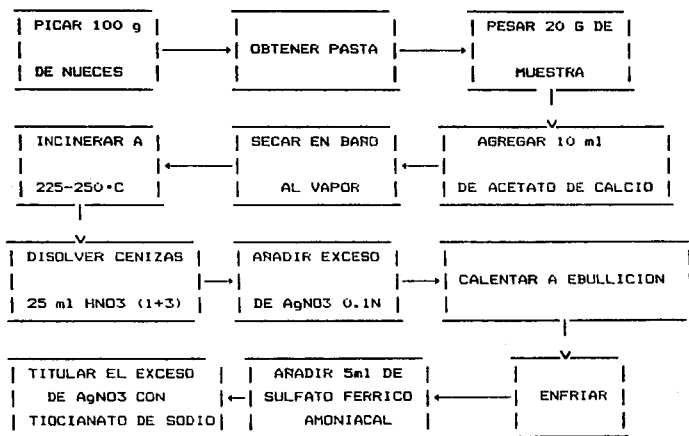
En el diagrama No 4 se muestra la información correspondiente.

Se analizaron muestras comerciales de nueces de macadamia para comparar con datos bibliográficos; así como muestras comerciales de botanas (cacahuates) salados comparando resultados con las nueces de macadamia.

Estos datos servirán como referencia para determinar el porcentaje de NaCl para la elaboración de nueces de macadamia saladas.

DIAGRAMA Nº 4

DETERMINACION DE CLORUROS



II.F. ELABORACION DE PRODUCTOS DERIVADOS

II.F.1. ELABORACION DE NUECES DE MACADAMIA SALADAS

Los frutos secos generalmente se procesan como productos salados, para su conservación y comercialización.

Para su consumo no es necesario realizar otro proceso, ya que los frutos secos salados son bien aceptados por su sabor. Generalmente se utilizan como botana o como ingrediente culinario en ensaladas y algunos quisos; tal es el caso de los cacahuates, almendras, nueces de la India, pistaches e incluso nueces de macadamia. (2, 24)

Las nueces de macadamia que se encuentran en el mercado, son de importación y por lo tanto elaboradas al gusto de los consumidores del país de origen de esas nueces.

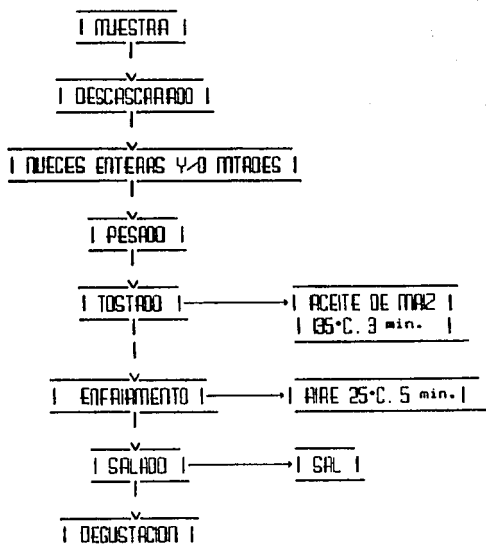
Por éstas razones se elaboraron nueces saladas para su consumo como botana y además tratando de encontrar una concentración adecuada de sal para el gusto del consumidor mexicano.

II.F.1.a. FORMULACION

| INGREDIENTES | % |
|--|---------------|
| Nueces de macadamia enteras o en mitades | 100 |
| Aceite de maíz | 1.0 |
| Sal | 1.0, 3.0, 4.0 |

DIAGRAMA N° 5

PROCESO DE ELABORACION DE NUECES DE MACADAMIA SALADAS



II.F.1.b. DESCRIPCION DEL PROCESO PARA NUECES DE MACADAMIA SALADAS

En el diagrama No. 5 se muestra el proceso seguido para el desarrollo de nueces de macadamia saladas.

Las nueces de macadamia se descascaran (diagrama 3) y se utilizan las nueces enteras y/o mitades para el salado.

El tostado se realiza en un recipiente con aceite al 1% sobre el peso de las nueces a 135°C, agitando constantemente para evitar que las nueces se quemem. El tiempo de tostado fue muy poco por la pequeña cantidad de nueces que se tostaron. Una vez tostadas se aplica aire a temperatura ambiente durante 5 minutos y se agrega la sal de acuerdo al porcentaje para cada muestra (1, 3 y 4%).

Al tener las muestras preparadas se procede a la evaluación sensorial.

Tostado: Se recomienda utilizar aceite de coco refinado porque es el aceite más compatible al de la nuez de macadamia, ya que después de un determinado tiempo se fusionan el aceite de coco y el aceite de la nuez de macadamia dando a ésta un mejor sabor. Se puede utilizar otro tipo de aceite aunque con ello disminuya el tiempo de

vida del producto por la producción de rancidez. (7, 6)

En este trabajo se utilizó aceite de maíz al (1%) ya que es de mayor disponibilidad en el mercado. El aceite de coco en México no es de muy buena calidad para el procesado de las nueces.

Se recomienda tostar las nueces a 375°F (188°C) durante 12-15 min. en el aceite o de 126-135°C durante 10-15 min. Esto con el fin de evitar alteraciones en la composición química de las nueces, así como en el sabor y color. (5, 6, 27)

Las nueces se deben enfriar rápidamente con aire para evitar que continúe el tostado por el calor que guardan las nueces, después se agrega la sal en las cantidades requeridas. (5, 7).

II.F.2. ELABORACION DE MAZAPAN DE NUEZ DE MACADAMIA

Durante el descascarado se obtienen diferentes tamaños de nuez: enteras, mitades y trozos. Los trozos no tienen un alto valor comercial para su venta a granel. Generalmente se utiliza para decoración en pastelería y repostería (32).

Para hacer un mazapán, se necesita triturar el fruto seco, de tal manera que si la nuez de macadamia se obtiene ya triturada o rota la mejor manera de aprovechar éste producto es elaborando un mazapán. Teniendo así una mejor opción de comercialización

II.F.2.a. FORMULACION

A continuación se muestra la formulación usada:

| Ingredientes | % |
|--|--------|
| Almendra o Nuez de Macadamia en trozo. | 45.76 |
| Azúcar glass | 45.71 |
| Azúcar invertido | 4.79 |
| Glucosa | 2.00 |
| Glicerina | 0.88 |
| Agua | 0.78 |
| B H T (butil hidroxitolueno como antioxidante) | 0.08 |
| Total | 100.00 |

II.F.2.b. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE MAZAPAN DE ALMENDRA Y NUEZ DE MACADAMIA

En los diagramas 6 y 7 se muestra el proceso de la elaboración de los mazapanes de nuez de macadamia y de almendra.

En el caso de la nuez de macadamia (ver diagrama 6), se utilizan las fracciones que se obtuvieron después del descascarado (diagrama 3).

Posteriormente se realiza el tostado con aceite a 135 °C durante 3 minutos, seguida de un enfriamiento con aire a temperatura ambiente para evitar un sobrecalentamiento y deterioración de la nuez. (diagrama 6)

Con las almendras se procede de diferente manera: Se tuestan a 150 °C durante 30 minutos, se enfrían a temperatura ambiente y después se les quita la piel remojándolas en agua a 95 °C con un antioxidante (BHT) para evitar la producción de rancidez. Una vez peladas se secan con aire a temperatura ambiente, para eliminar el exceso de humedad. (diagrama 7)

Se lleva a cabo una molienda de las nueces o almendras (según sea el caso) con azúcar glass obteniendo de esta manera un producto uniforme de trozos pequeños.

Aparte se prepara un jarabe de azúcar, agua y glucosa, el cual se incorpora a la mezcla anterior batiendo durante 10 minutos para integrar todos los ingredientes, incluyendo la glicerina. Una vez que los ingredientes están perfectamente mezclados la pasta se moldea y se corta.

El corte se hace en caliente para evitar que el producto se deforme. Después se enfría a temperatura ambiente.

Cuando se tienen los dos mazapanes preparados se procede a la evaluación sensorial correspondiente (degustación).

II.F.2.c. FUNCION DE LOS INGREDIENTES EN LA ELABORACION DE MAZAPAN

Azúcar glass: Proporciona el sabor dulce al producto. Ayuda a dar una textura suave a la pasta y una consistencia firme.

Azúcar invertido: Se utiliza para evitar que la pasta se seque y se vuelva dura, ya que controla la cristalización ayudando a tener un buen producto por más tiempo (18)

Glucosa: Evita la cristalización de la sacarosa en la elaboración del jarabe, nos da un sabor dulce y forma parte de la consistencia del producto final.

Glicerina: Se aplica para dar a la pasta maleabilidad, mejora el proceso de corte y evita que el producto final se desmorone.

Agua: Aporta la humedad necesaria al producto.

B H T: Tiene la función de evitar el enranciamiento, ya que este producto tiene un alto contenido de grasa

DIAGRAMA N° 6

PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE MAZAPAN DE NUEZ DE MACADAMIA

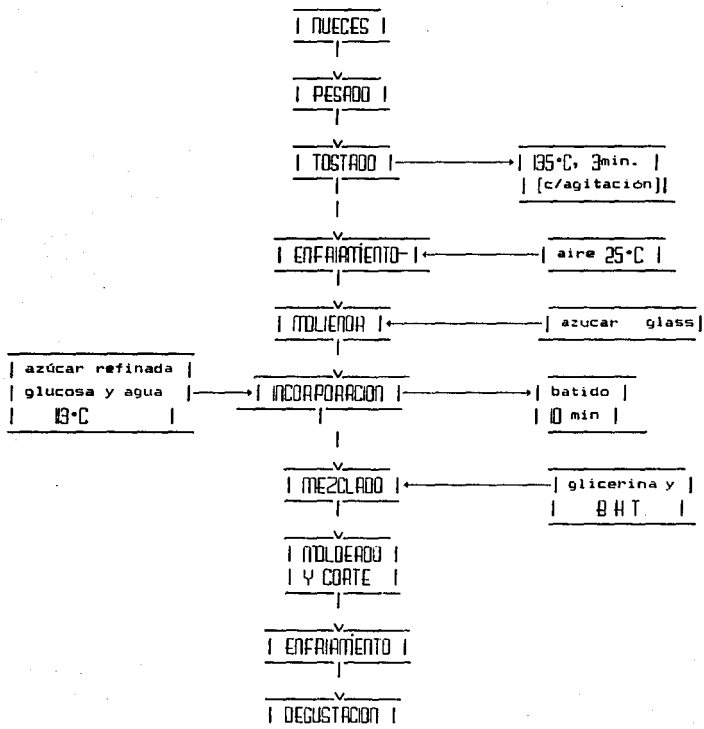
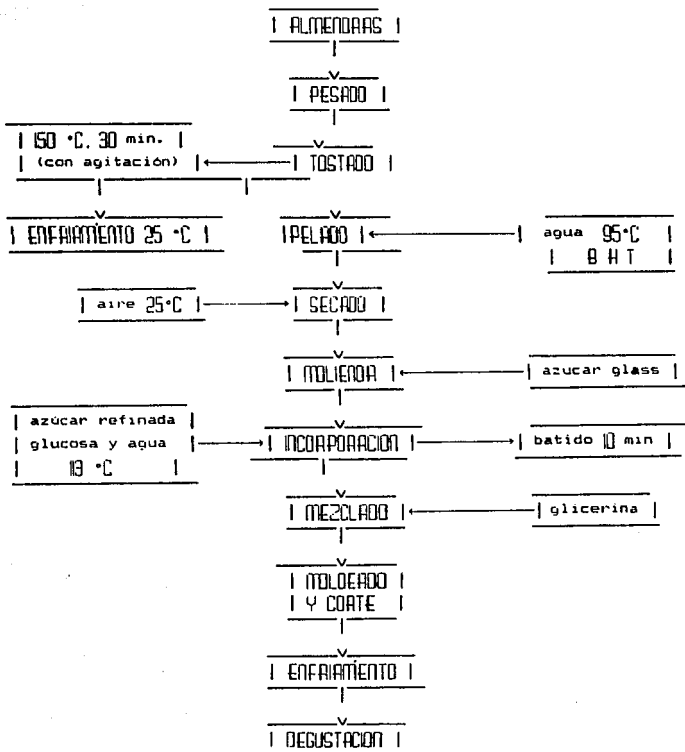


DIAGRAMA N° 7

PROCESO DE ELABORACION PARA MAZAPAN DE ALMENDRA



II.G. PRUEBAS DE EVALUACION SENSORIAL

II.G.1. METODOLOGIA PARA LA EVALUACION SENSORIAL DE NUECES SALADAS

Prueba de Comparación por pares

- 1 Elaboración de cuestionario
- 2 Tamaño de muestra
- 3 Número de muestras
- 4 Selección número de jueces
- 5 Preparación de muestra
- 6 Presentación de la muestra
- 7 Evaluación en laboratorio
- 8 Análisis de la evaluación $J_i 2$
- 9 Resultados
- 10 Análisis de resultados
- 11 Conclusión

Prueba de Nivel de agrado

escala hedónica No estructurada

- 1 Elaboración de cuestionario
- 2 Tamaño de muestra
- 3 Número de muestras
- 4 Selección número de jueces
- 5 Preparación de muestra
- 6 Presentación de la muestra
- 7 Evaluación en laboratorio
- 8 Análisis de evaluación ANOVA
- 9 Resultados
- 10 Análisis de resultados
- 11 Conclusión

Se realiza una prueba de comparación por pares para conocer si las diferentes concentraciones de sal aplicadas a las nueces son detectadas por el consumidor. El cuestionario (ver anexo I) se diseña en base a un patrón general adaptándolo a la situación del problema.

(14, 13)

La prueba de nivel de agrado se realiza para detectar cual de las tres concentraciones de sal es la que más se acepta y/o cual desagrada. Independientemente de que se detecten o no dichas concentraciones. Para el cuestionario de esta prueba se utiliza una escala hedónica no estructurada. (14, 13)

El tamaño de muestra se toma como una nuez entera mediana de tal manera que una pieza sea suficiente para poder degustar una sola vez el producto sin saturar el paladar. (12)(13)

El número de muestra se determinó por las tres diferentes concentraciones de sal que presentaba cada producto y comparar la diferencia entre una base que es la de 1% y las otras dos 3 y 4%.

Se realizan las pruebas a 40 personas. (31)

Elaboración de nueces saladas (diagrama 5).

Las muestras se presentan en platos blancos evitando que se afecte la decisión del juez. Bajo luz roja para que los defectos de las nueces no influyan en la apreciación del producto y no se desvíe la atención del problema que se pretende evaluar.

Las pruebas se llevan a cabo a nivel laboratorio para tener un mejor control de los jueces y del manejo de muestras.

En el caso de comparación por pares se recomienda utilizar el análisis por Ji cuadrada. Este análisis se evaluó a un nivel de:

$p = 0.05$ para Ho. (44, 13)

Para la prueba de nivel de agrado se hizo el análisis por medio de un análisis de varianza a un nivel de:

$p = 0.05, 0.01$ y 0.001 para Ho. (44, 13)

II.6.2. METODOLOGIA PARA LA EVALUACION SENSORIAL MAZAPAN DE NUEZ MACADAMIA Y ALMENDRA

| Prueba de aceptación | Prueba de nivel de agrado escala hedónica estructurada |
|--|---|
| 1 Elaboración de cuestionario | 1 Elaboración de cuestionario |
| 2 Tamaño de muestra | 2 Tamaño de muestra |
| 3 Número de muestras | 3 Número de muestras |
| 4 Selección numero de jueces | 4 Selección número de jueces |
| 5 Preparación de muestra | 5 Preparación de muestra |
| 6 Presentación de muestra | 6 Presentación de muestra |
| 7 Evaluación al consumidor | 7 Evaluación al consumidor |
| 8 Análisis de evaluación por porcentaje de aceptación | 8 Análisis de evaluación por t de student |
| 9 Resultados | 9 Resultados |
| 10 Análisis de resultados | 10 Análisis de resultados |
| 11 Conclusión | 11 Conclusión |

La prueba de aceptación se realiza con el fin de conocer si el producto que se está elaborando es aceptado o no. Tomando en cuenta que es un producto nuevo, la prueba se realiza simultáneamente con un producto ya conocido o que ya existe en el mercado.

En este caso se trata de mazapán de nuez macadamia y mazapán de almendra respectivamente..

Los cuestionarios (anexo I) se elaboraron de acuerdo al No. de muestras y tipo de jueces a evaluar.

La aceptación o rechazo del nuevo producto dependerá de los resultados obtenidos con el mazapán de almendra.

Si el producto es aceptado se realizará la prueba de Nivel de Agrado para conocer que tanto agrada o desagrada el nuevo producto así como el ya conocido.

La evaluación se lleva a cabo en centros comerciales, universidades, oficinas, fábricas, casas particulares; con el fin de tener una población representativa a varios niveles socioeconómicos (31).

Los métodos de análisis de resultados se recomiendan para evaluar las pruebas realizadas, facilitando de esta manera la solución al problema. Para el caso de la prueba de aceptación solo se hizo un análisis de porcentaje de aceptación. Es decir, si el producto conocido se acepta igual que el nuevo producto, éste tendrá la misma oportunidad de ser consumido. El porcentaje de aceptación mínimo para cualquier producto es de 80%. (12, 14, 13)

Para el caso de nivel de agrado, se utilizó una escala estructurada por lo que el análisis se hizo por medio de t de student. Con un nivel de $p = 0.05$ para H_0 .

II.G.3. MATERIALES

- Prensa manual
- Balanza analítica Bosch.
- Balanza granataria
- Vernier
- Termobalanza
- Mufla
- Estufa
- Equipo para los análisis A.Q.P.mencionados
- Cristalería para análisis A.Q.P.
- Cristalería para determinación de cloruro
- Reactivos para los diferentes análisis
- Utensilios para la elaboración de nueces saladas.
- Utensilios para la elaboración de mazapán de almendra y nuez macadamia
- Material para la evaluación sensorial: platos, charolas, pinzas.

III. RESULTADOS

III. A. ANALISIS FISICOS

En la tabla No. 14 se muestra el rendimiento de nueces enteras, mitades y trozos que se obtuvieron después de llevarse a cabo el descascarado. Como puede observarse en los 3 lotes trabajados (L1, L2 y L3) el rendimiento fué de 29.73-32% menor al rendimiento que se tiene en la bibliografía, es decir, de 1 Kg de macadamia con cáscara se recobran de 297.3-320.0 g de materia para procesar, ya sea entera, en mitades o en fragmentos. (39, 20)

El rendimiento en nueces enteras, mitades y fragmentos pudieron recuperarse respectivamente 65, 47 y 50 g/100g, observándose que no fué posible obtener nueces enteras en un 100%. Lo anterior se debió al uso de la descascaradora manual, por la diferencia de aplicación de fuerza, ya que, no se tiene conocimiento ni experiencia en esta actividad.

TABLA No. 14

 RENDIMIENTO DE NUECES DE MACADAMIA

| CLASIFICACION | PESO (Kg) | | | % | | |
|-------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| Nueces c/cáscara | 1.2535 | 2.0000 | 3.1500 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| Nueces s/cáscara | 0.4000 | 0.6404 | 0.9360 | 32.00 | 32.00 | 29.73 |
| Nueces enteras | 0.2600 | 0.3000 | 0.4690 | 65.00 | 47.00 | 50.00 |
| Nueces en mitades | 0.0950 | 0.3200 | 0.3370 | 23.75 | 50.00 | 36.00 |
| Nueces en trozo | 0.0450 | 0.0204 | 0.1300 | 11.25 | 3.00 | 14.00 |

En cuanto al tamaño de las nueces expresado como diámetro de nuez con cáscara y sin cáscara, podemos observar en la tabla No. 15 que la diferencia entre el tamaño mínimo y máximo, existe una gran diferencia desde 1.30-3.57 cm. para nueces con cáscara y de 1.08-2.89 cm para nueces enteras sin cáscara. Esto se debe al espesor tan grande que tienen las cáscaras de 0.1-0.7 mm.

La principal causa de esto podría ser que las nueces no alcanzaron su máximo desarrollo ya que tal vez fueron cosechadas fuera de tiempo. (20)

Además para su venta no existe una clasificación por tamaños en el vivero de Uruapan; en caso de haberlo, aumentaría todavía más el precio de venta. (Ver tabla 12)

TABLA No 15

TAMARO DE NUECES ENTERAS CON Y SIN CASCARA

| | NUECES C/CASCARA | | | NUECES S/CASCARA | | | CASCARAS | | |
|--------------|------------------|------|------|------------------|------|------|--------------|------|------|
| | DIAMETRO (cm) | | | DIAMETRO (cm) | | | ESPESOR (cm) | | |
| | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| PROMEDIO | 2.44 | 2.81 | 2.66 | 2.11 | 2.40 | 2.33 | 0.32 | 0.37 | 0.31 |
| DESV.STANDAR | 2.54 | 2.51 | 2.58 | 2.58 | 2.57 | 2.66 | 0.27 | 0.27 | 0.27 |
| MINIMO | 1.30 | 2.01 | 1.30 | 1.08 | 1.59 | 1.12 | 0.12 | 0.10 | 0.11 |
| MAXIMO | 3.39 | 3.57 | 3.02 | 2.11 | 2.89 | 2.66 | 0.59 | 0.70 | 0.53 |

III.B. ANALISIS QUIMICOS

III.B.1. Análisis bromatológico

Se realizó el AQP, por triplicado en todos los análisis. Los resultados se obtuvieron con el promedio de las tres muestras correspondientes a cada uno de los análisis.

Como se podrá observar en la tabla 16, las características químicas no llenan los requisitos de las normas internacionales para nueces de macadamia. Esto quiere decir, que las nueces cosechadas en el vivero de Uruapan no son de buena calidad. La razón de este problema podría deberse a que las condiciones de cultivo y cosecha no son las adecuadas; así como las características climatológicas.

(Tabla 4 y 5). (26, 10, 20, 39)

TABLA No 16

RESULTADOS DEL ANALISIS QUIMICO PROXIMAL

| Analisis | g/100g |
|-----------------------------|--------|
| Humedad | 3.47 |
| Proteína | 8.96 |
| Fibra | 4.70 |
| Grasa | 54.48 |
| Cenizas | 00.96 |
| Extracto libre de nitrógeno | 27.60 |

III.B.2. DETERMINACION DE CLORUROS

Como antes se citó, para la determinación del porcentaje de sal por añadir al producto final, se realizó un muestreo de productos similares como es el caso de cacahuate salado envasado en presentación comercial de 3 marcas diferentes, de nueces de macadamia de procedencia extranjera (Hawaii) y otras nueces que probablemente sean de origen nacional vendidas a granel.

Puede observarse en la tabla 17 que en las muestras de cacahuate salado el porcentaje de sal es mayor al 4% y en las macadamias menor al 3%, con base a éstos resultados se decidió formular como se muestra en el punto II.F.1.a.

TABLA No 17

| MUESTRA | NaCl (%) |
|---|----------|
| Nueces de macadamia envasada adquirida en tienda departamental. | 2.8370 |
| Nueces de macadamia expedida en establecimiento comercial. | 2.7940 |
| Cacahuates salados empaquetados de marca comercial | 4.2413 |
| Cacahuates salados empaquetados de marca comercial | 4.2260 |
| Cacahuates salados empaquetados de marca comercial | 4.0070 |

III.C. EVALUACION SENSORIAL

III.C.1. NUECES SALADAS

III.C.1.a.COMPARACION POR PARES

Para la prueba sensorial se presentaron a cada juez no entrenado 3 muestras con diferente cantidad de sal, bajo la siguiente hipótesis:

Hipótesis nula H_0 : No hay diferencia entre muestras.

Hipótesis alternativa H_a : una muestra es más salada que la otra.

Los resultados fueron valorados a través de la prueba estadística de Ji cuadrada (13, 44)

Si el valor obtenido de Ji cuadrado es mayor al valor que se tiene en las tablas, se rechaza la hipótesis nula. (13)

Ji cuadrada = 6.8. Este valor es mayor al valor 5.99* a un nivel de 0.05 ($p > 5$). Por lo tanto se rechaza la H_0 en un 5% pero no a un nivel del 2%. (13)

III.C.1.b. PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO

La prueba de Nivel de agrado se llevó a cabo con jueces no entrenados dentro de un laboratorio de evaluación sensorial. Se utilizó una escala hedónica no estructurada con 3 muestras de

diferente concentración de sal cada una presentadas aleatoriamente.
(44)

Los resultados se evaluaron con un análisis de varianza bajo las siguientes hipótesis:

H_0 = no hay diferencia entre muestras

H_a = si existe diferencia entre muestras.

El valor F obtenido debe ser menor al valor de tablas con los grados de libertad correspondientes para aceptar la H_0 . (44, 13)

$F = 5.5099$. Excede los valores (gl 2,70)* para 5% (3.118), 1% (4.056) y 0.1% (3.012).

Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula H_0 .

Se tiene una diferencia significativa ($p < 0.001$) entre las muestras.

Los degustadores no muestran diferencia significativa en sus resultados.

Para $F = 1.3087 < 1.55$ para el nivel 5%. Con gl 38,76.

Se puede deducir que:

- Los degustadores utilizaron la escala de la misma manera.
- a los degustadores no les interesa que tan salado es el producto.
- No fué suficiente el número de degustadores.

III.C.2. MAZAPAN DE ALMENDRA Y DE NUEZ MACADAMIA

III.C.2.a. PRUEBA DE ACEPTACION

Para la prueba de aceptación se hizo la evaluación en dos diferentes niveles de acuerdo a sus ingresos en el caso de los adultos y un nivel más para los niños.

Nivel R = 5 salarios mínimos al mes

Nivel A = más de 10 salarios mínimos al mes

Niños N = menores de 12 años.

Los resultados se evaluaron de acuerdo al porcentaje de aceptación, teniendo como mínimo un 80% para que el producto sea aceptado por el consumidor.

Muestra 333 = mazapán de nuez de macadamia

Muestra 675 = mazapán de almendra

Resultados Generales:

Estos resultados abarcan los tres niveles, es decir, la población general acepta los productos en:

| % Aceptación | Muestra |
|--------------|---------|
| 83/100 | 675 |
| 80/100 | 333 |

Para conocer la aceptación significativa, los valores de las tablas deben ser menores a los valores obtenidos para que la prueba sea aceptada de manera significativa.

En las tablas de significancia* , dos colas, $p = 1/2$ a un nivel de probabilidad de 0.05 a 0.001, se observa que los valores para ambas muestras es de 61-67; menores que 80 y 83.

Esto indica que los productos tienen una aceptación de manera significativa por la población general entrevistada.

A continuación se muestran los resultados de los diferentes niveles:

Nivel N:

| % Aceptación | Muestra |
|--------------|---------|
| 6/9 66 | 675 |
| 6/9 66 | 333 |

El número de la tabla es de 8 y 9 a un nivel de 0.05-0.001. Mayor al valor obtenido 6.0; por lo tanto los productos no son aceptados de manera significativa por la población de niños con una probabilidad del 0.05-0.001.

Nivel R:

| % Aceptación | | Muestra |
|--------------|----|---------|
| 13/17 | 76 | 675 |
| 12/17 | 70 | 333 |

El número en tablas es de 13-16 a un nivel de probabilidad del 0.05-0.001; por lo tanto los productos No son aceptados de manera significativa por esta población.

Nivel A:

| % Aceptación | | Muestra |
|--------------|----|---------|
| 64/74 | 86 | 675 |
| 62/74 | 83 | 333 |

El número en tablas es de 45-51 a un nivel de probabilidad del 0.05-0.001; por lo tanto los productos son aceptados por esta población de manera significativa.

III.C.2.b. PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO

Esta prueba se realizó con dos muestras en una escala hedónica estructurada de 7 niveles. Los resultados se obtuvieron por medio de un análisis de t de student, en donde las hipótesis se manejaron de la siguiente manera:

H_0 = No hay diferencia significativa entre el agrado de las muestras

H_a = existe una diferencia entre las muestras.

Se manejan los resultados a una $p = 0.05$. Utilizando la tabla de dos colas. Para esto, cuando t es menor al valor de tablas no se rechaza la H_0 .

En la tabla No. 18 se muestran los resultados obtenidos para los tres niveles en general y por separado.

TABLA No 18

 RESULTADOS DE LA EVALUACION DE NIVEL DE AGRADO PARA MAZAPAN DE
 ALMENDRA Y NUEZ DE MACADAMIA

| POBLACION | t obtenida | gl | p | t de tablas | CONCLUSION |
|-----------|------------|----|----------|-------------|------------------------------------|
| General | 1.66 | 99 | 0.05 | 2.967 | No hay diferencia significativa |
| A | 1.0 | 73 | 0.05 | 1.987 | No hay diferencia significativa |
| N | 0.19 | 8 | 0.05 | 2.306 | No hay diferencia |
| | | | 0.05 | 0.706 | significativa |
| R | 1.77 | 16 | 0.05 | 2.120 | No hay diferencia significativa |
| | | | p < 0.05 | | Si hay diferencia significativa |

Comparación de las 3 poblaciones seleccionadas:

El valor obtenido se compara con el valor de la tabla C* 'Valores críticos para t de student', según los mismos grados de libertad calculados y de acuerdo con el nivel de significancia preestablecido.

Si el valor calculado de t es mayor que el de la tabla, se rechaza la hipótesis nula (H_0) con ese nivel de significancia seleccionado.

Para este caso:

H_0 = No hay diferencia significativa entre las poblaciones en el nivel de agrado de las muestras.

En la tabla No. 19 se indican los resultados obtenidos de la comparación de los 3 niveles seleccionados para esta evaluación.

Como se podrá observar, para la muestra 333, la H_0 se acepta a una $p > 0.25$. Esto quiere decir que la muestra se acepta de igual manera por toda la población; lo mismo sucede con la muestra 675 la H_0 se acepta a un nivel de $p \leq 0.5$; la población en general acepta el producto con el mismo agrado.

TABLA No. 19

 RESULTADOS DE LA COMPARACION ENTRE LAS TRES NIVELES PARA LOS DOS

 PRODUCTOS CON t DE STUDENT

| | t obtenida | gl | p | t de tabla | CONCLUSION |
|--------------|------------|----|---------------|------------|------------------------------------|
| producto 333 | 0.692 | 89 | $p > 0.25$ | 0.678 | No hay diferencia significativa |
| producto 675 | 0.138 | 89 | $p \leq 0.50$ | 0.678 | No hay diferencia significativa |

* Ver tablas en el anexo II

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las nueces de macadamia se producen principalmente en climas templados, húmedos, con pequeños cambios de temperatura, teniendo como máximo en verano 35 °C y una media anual de 23 °C. La altura aproximada sobre el nivel del mar es de 27.5-460 m.

Estas condiciones son las que determinan la buena o mala calidad de la nuez de macadamia.

Las nueces analizadas presentan un tamaño menor (2.26 cm en promedio) en cuanto al diámetro, con respecto a los datos reportados en bibliografía (2.6 cm). (20)

La situación es similar en el rendimiento, los datos reportan más del 33 % y el análisis indica menos del 32% de nueces obtenidas después del descascarado en relación al peso de la nuez con cáscara. (20)

La cáscara es muy gruesa y la almendra pequeña o también puede haber nueces vanas, con lo que disminuye el porcentaje de producto obtenido.

El espesor de la cáscara aumenta cuando la temperatura es mayor

en el periodo de crecimiento de la nuez. (20)

La cantidad de aceite reportado en bibliografía es de 76.95% y la cantidad obtenida fué de 56.6%, es decir que éstas nueces apenas alcanzan a cubrir el 73% de la producción de aceite. Este es un factor determinante en la buena calidad de las nueces.

Con esta variación se ven afectados todos los resultados obtenidos del A.Q.P.:

La humedad es muy alta (3.47 %), tal vez faltó mayor tiempo y/o una temperatura más elevada durante el secado. Esto puede intervenir en el bajo porcentaje de aceite.

El resultado obtenido en las proteínas (8.96%) sí se encuentra dentro del rango requerido (8.5-10.1%).

La fibra es muy alta 4.53%, cuando en bibliografía se reporta 1.84 lo que puede influir también en los resultados de aceite. En esta misma situación nos encontramos con el E.L.N. con un porcentaje de 27.60%, cuando en bibliografía se observa 9.4%.

La precipitación pluvial es un factor importante en la formación del aceite y esto a su vez se ve reflejado en el peso de la almendra.

Esto es, el peso de la almendra se incrementa a medida que la

precipitación pluvial aumenta cuando ocurre la formación de aceite. (20)

Tal vez en el vivero de Uruapan la precipitación pluvial no fue suficiente en el periodo de formación del aceite y por eso las nueces resultaron con un porcentaje muy pobre en este punto.

Los resultados pudieron ser afectados también por la cosecha temprana. Un factor muy importante es la altura. En Uruapan, Michoacán, la altura es de 1800 metros sobre el nivel del mar, cuando las nueces originarias y los lugares de mayor producción tienen una altura promedio de 365 metros sobre el nivel del mar. Son lugares subtropicales (Hawaii, Australia, California, etc). Tal vez si los cultivos en México se adaptaran un poco más a estas condiciones las nueces cosechadas serían de mejor calidad, ayudando con buenos fertilizantes, que provean la cantidad necesaria de sales minerales.

Existen estudios sobre fertilizantes especiales para los cultivos de macadamia. Estos ayudan a dar un árbol más resistente a plagas y condiciones climatológicas adversas.

La producción de nueces en Australia, Hawaii, California e incluso Costa Rica es muy alta y se han desarrollado técnicas de

cosecha y descascarado mecánico muy eficientes, así como también de empaque. Estas condiciones ayudan a que el precio de las nueces disminuya cada vez más, atribuyendo a estos factores el incremento de la producción cada año.

En México, el precio de las macadamias es muy alto comparado con los países anteriores. esto provoca que las nueces producidas en México no puedan competir en el mercado tanto nacional como internacional. De allí que es una mejor opción importar las nueces para su posterior proceso que comprarlas en México. Esta situación cambiará a medida que se mejoren los cultivos, se mejore la técnica de descascarado y la producción aumente.

(Ver tablas 10, 12, 13)

Las nueces de macadamia comerciales saladas, tienen un promedio de 2.81% de NaCl, mayor al que se encontró en bibliografía de 1.0% (5)

Los cacahuates tienen un promedio de 4.158% de NaCl. este porcentaje es mayor al de las nueces de macadamia. A pesar de esto los cacahuates salados son bien aceptados por los consumidores.

Los resultados obtenidos ya descritos se tomaron como referencia para la elaboración de las nueces de macadamia saladas. Utilizando los

siguientes porcentajes de cloruro de sodio:

- 1% de la referencia bibliográfica (5)
- 3% de la referencia del análisis de cloruros en nueces de macadamia comerciales
- 4% de la referencia del análisis de los cacahuates salados comerciales.

Se concluye de acuerdo a la prueba de evaluación sensorial (comparación por pares, $p = 0.05$, evaluado por Ji cuadrada y nivel de agrado, $p = 0.05$, evaluado con ANOVA) que a los consumidores encuestados no les interesa la concentración de sal presentada, aunque si detectan las concentraciones desde 1% hasta 4% de sal. Por lo tanto el nivel de agrado es igual para éstas

En el caso del mazapán de nuez de macadamia y de almendra los productos son aceptados de manera significativa ($p = 0.05$) por la población global de los degustadores encuestados

La clasificación de los tres niveles nos ayuda a determinar cual es la población que acepta mayormente el producto, para poder conocer una tendencia y dirigir el producto a un determinado mercado.

De acuerdo a los resultados tenemos que la población del nivel A

FALTA

PAGINA

100

es la que realmente acepta los mazapanes en un 85-86%.

La población N y el nivel R, no aceptan el producto de una manera significativa ($p = 0.05$), por lo tanto el consumo en estas poblaciones no podría tener éxito, además de que la evaluación debería aplicarse en una población mayor.

Aunque influyen muchos otros factores, el que algún alimento sea agradable al paladar de las personas, es uno de los principales motivos para su consumo.

No existen diferencias significativas (prueba t student $p \leq 0.05$) en el nivel de agrado para el mazapán de nuez de macadamia y el mazapán de almendra, tanto en la población general encuestada como en cada uno de los tres niveles clasificados.

Al comparar el nivel de agrado del mazapán de macadamia con el de almendra entre las tres poblaciones no hubo diferencia significativa (prueba t de student $p = 0.05$), por lo que al consumidor le agrada tanto un producto como otro. Por lo tanto los consumidores potenciales de mazapán de almendra pueden ser los mismos que adquieran los mazapanes elaborados con nuez macadamia.

El nivel de agrado según las medias obtenidas los 2 productos

agradan de poco a moderadamente, de acuerdo a la escala hedónica estructurada utilizada en los cuestionarios..

V. BIBLIOGRAFIA

- 1 GILLIES, M. T. (1979). Candies and other confections. U.S.A. Noyes Data Corporation. p.p. 9, 60-64.
- 2 GIANOLA, C. (1986). La industria del chocolate. 3a Edición. España. Paraninfo. p.p. 32, 33, 35-52, 257-261.
- 3 JACOBS, M. B. (1944). The chemistry and technology of food products. U.S.A. Interscience Publishers, Inc. p. 10.
- 4 FELLOWS, P. (1988). Food processing technology: principles and practice. Great Britain. VCH Verlagsgesellschaft mbH. p.p. 314, 315, 322-327, 417.
- 5 WOODROOF, J. G. (1967). Tree nuts, production processing products. England. The AVI Publishing Company, Inc. Vol. I, II.
- 6 NAGY, S. (1980). Tropical and subtropical nuts fruit. U.S.A. The AVI Publishing Company Inc. p.p. 542-561.
- 7 MATZ, S. A. (1976). Snack food technology. U.S.A. The AVI Publishing Company, Inc. p.p. 50, 59, 177.
- 8 INGLET G.E. (1975). Fabricated foods. U.S.A. The AVI Publishing Company, Inc. p.p. 109-126.

- 9 LEES, R. (1985). Análisis de los alimentos. Métodos analíticos y de control de calidad. España. Acribia. p.p. 5, 62, 129, 156, 157.
- 10 HART, F. L. (1971). Análisis de los alimentos. España Acribia. p.p. 20, 21, 340.
- 11 MARINEZ, R. (1988). Memorias del taller de evaluación sensorial. México. Sociedad Mexicana de Saboristas, A.C. p p. 1-65.
- 12 STONE, H., Sidel, J. (1985). Sensory evaluation practices. U.S.A. Academic Press, Inc. p.p. 227-252.
- 13 PEDRERO, D. Pangborn, R. 1989). Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos. México. Alhambra Mexicana. p.p. 63-145, 213-251
- 14 MOSKOWITZ, H. R. (1985). Product testing and sensory evaluation of foods. Marketing and R and P approaches. U.S.A. Food and nutrition Press, Inc. p.p. 299-367.
- 15 AMERINE, M. A. Pangborn, R. (1965). Principles of sensory evaluation of food. U.S.A. Academic Press. p.p. 275-346.
- 16 Anónimo. (1984). Diccionario de los alimentos. Colección consejos para vivir con salud. México. CEDEL. p.p. 464-467.
- 17 BADUI, D. S. (1988). Química de los alimentos. Mexico. Alhambra Mexicana. p. 75.

- 18 DESROSIER, N. W. (1986). Conservación de alimentos. México. C.E.C.S.A. p.p. 20, 21.
- 19 SPARKS, D. (1990). Macadamia fertilizer. U.S.A., University of Georgia. p.p. 452-456.
- 20 MOSQUEDA, V. R. (1980). La macadamia. México. Folleto técnico núm. 75. SARH-INIA. p.p. 1-24.
- 21 AVILA, V. J. (1991). Guía para vivero de macadamia. Costa Rica. Ministerio de Agricultura y ganadería convenio costarricense-alemán. Dirección general de sanidad vegetal. Departamento fitosanitario de exportación programa nacional de viveros. p.p. 1-23.
- 22 PHILLIP, C. Fourie, Basson. (1990). 'Sugar content of almond, pecan and macadamia nuts'. En: Journal Agricultural Food Chemistry, 38 (1) 101-104.
- 23 PRICHAUDHI, K. Yamamoto. (1965). 'Effect of drying temperature on chemical composition and quality of macadamia nuts'. En: Food Technology, July 129-131.
- 24 TAYLOR, W. (1989). 'El gran atractivo de las frutas secas'. En: Industria Alimentaria, 11 (1) 10-14, 11 (5) 3-8, 21.

- 25 Anónimo (1989). 'Nut Crops'. En: Journal of Agricultural, Western, Australia. (4) 129,130.
- 26 CAVALETTI, C., de la Cruz, Roos, Yamamoto. (1966). 'Factors affecting macadamia nut stability'. En: Food Technology. August. 108-111.
- 27 ROSENTHAL, I., Merin, Basker, Kadman. (1984). 'A study of macadamia nuts of *YoniA* variety'. En: Journal of Food Quality. (7) 67-73.
- 28 ROSENTHAL, I., Merin, Kadman. (1985). 'Comparison of some properties of macadamia nuts of the *YoniA* and *Beaumont* cultivars. En: The Volcani Center, Israel. 53-55.
- 29 SARIG, Y., Grosz, Rasis. (1980) 'The development of a mechanical cracker for macadamia nuts'. En: Journal of agricultural engineering research. (25) 367-374.
- 30 Anónimo. (1991) 'Hawaiian macadamia plantations, Inc.'. En: Dulcelandia. 51 Septiembre. 13, 14, 16.
- 31 STONE, H. (1988). 'Identificar oportunidades en ingredientes: El reto sensorial para los 90's. En: Dulcelandia. 47 Julio. 5-8.
- 32 Anónimo. (1992). 'Australian macadamias'. En: International Macadamias LTD. Agosto.

- 33 Anónimo. (1986). 'Perfil del mercado internacional de la nuez de macadamia'. En: Instituto Cultural 'Don Vasco'. 13-20.
- 34 Anónimo. (1988). 'La macadamia australiana una buena perspectiva'. En: Nambuca Nuts Newsletter.
- 35 COURCHESNE, A. (1988). 'Mercado e intermediarios'. En: Farm Link. Julio-Agosto.
- 36 ROWLEY, H., Nakamura, R. (1988). 'Condiciones ambientales adversas reducen la producción de 1987-88'. Departamento de estadística de Hawaii.
- 37 BAUTISTA, J. C. (1982, 1983). 'La nuez de Macadamia'. Fruticultura de Michoacán. (5)(3)(4)(21).
- 38 MARTINEZ, R. G., Ramirez, M. J. (1988). 'Reproducción de las plantas cultivadas'. Investigación de la Universidad Autónoma Metropolitana.
- 39 ROBLEDO, M., Escamilla, P. (1991). 'Diagnóstico y evaluación de macadamia (Macadamia spp.) en el centro de Veracruz. Investigación de la Universidad Autónoma de Chapingo. Subdirección de centros regionales. Centro regional universitario oriente.
- 40 National Agricultural Statistics Service, USDA (II). 1991

- 41 Comunicación personal. Vivero La Alberca, Uruapan, Michoacán. Marzo 1992.
- 42 SARH-DGEA. Econotecnia Agrícola. 1986.
- 43 HAROLD, E., Ronald, S. (1987). Análisis químico de los alimentos de Pearson. México.
- 44) O'MAHONY, M. (1986). Sensory evaluation of food. U.S.A.

C U E S T I O N A R I O S

D E

EVALUACION SENSORIAL

PRUEBA DE ACEPTACION PARA MAZAPAN

NOMBRE-----

FECHA-----

MUESTRA

ACEPTA

SI

NO

GRACIAS

PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO PARA MAZAPAN

NOMBRE-----

FECHA-----

Instrucciones: Pruebe cada una de las muestras e indique con una X su nivel de agrado de acuerdo con la escala que se presenta a continuación.

MUESTRA

GUSTA MUCHO
 GUSTA MODERADAMENTE
 GUSTA UN POCO
 ME ES INDIFERENTE
 DISGUSTA UN POCO
 DISGUSTA MODERADAMENTE
 DISGUSTA MUCHO

GRACIAS

CUESTIONARIO PARA NUECES SALADAS

PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO

NOMBRE-----

FECHA-----

Prueba cada una de las muestras siguiendo la numeración correspondiente. Indique su nivel de agrado en la escala que se presenta a continuación.

NOTA: Después de probar cada muestra enjuáguese la boca con agua.

GRACIAS

MUESTRA

| | | | |
|-------|-------|-------------|----------|
| ----- | ----- | ----- | ----- |
| | GUSTA | INDIFERENTE | DISGUSTA |
| ----- | ----- | ----- | ----- |
| | GUSTA | INDIFERENTE | DISGUSTA |
| ----- | ----- | ----- | ----- |
| | GUSTA | INDIFERENTE | DISGUSTA |

EVALUACION NUECES SALADAS

COMPARACION POR PARES

NOMBRE-----

FECHA-----

Prueba cada par de izquierda a derecha.

Encierra en un círculo la muestra que perciba como la más salada.

Enjuague la boca entre cada par.

GRACIAS

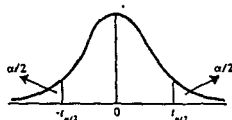
PAR

MUESTRA

A

B

TABLAS DE VALORES
PARA EL ANALISIS DE
EVALUACION SENSORIAL

Valores críticos para *t* de Student*Nivel de significancia (α):

| | | Una cola | | | | | | | | |
|------|--|-----------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|
| | | 0.25 | 0.20 | 0.15 | 0.10 | 0.05 | 0.025 | 0.01 | 0.005 | 0.0005 |
| | | Dos colas | | | | | | | | |
| g.l. | | 0.50 | 0.40 | 0.30 | 0.20 | 0.10 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.001 |
| 1 | | 1.000 | 1.376 | 1.963 | 3.078 | 6.314 | 12.706 | 31.821 | 63.657 | 636.619 |
| 2 | | .816 | 1.061 | 1.386 | 1.886 | 2.920 | 4.303 | 6.965 | 9.925 | 31.598 |
| 3 | | .765 | .978 | 1.250 | 1.638 | 2.353 | 3.182 | 4.541 | 5.841 | 12.924 |
| 4 | | .741 | .941 | 1.190 | 1.533 | 2.132 | 2.776 | 3.747 | 4.604 | 8.610 |
| 5 | | .727 | .920 | 1.156 | 1.476 | 2.015 | 2.571 | 3.365 | 4.032 | 6.869 |
| 6 | | .718 | .906 | 1.134 | 1.440 | 1.943 | 2.447 | 3.143 | 3.707 | 5.959 |
| 7 | | .711 | .896 | 1.119 | 1.415 | 1.895 | 2.365 | 2.998 | 3.499 | 5.408 |
| 8 | | .706 | .889 | 1.108 | 1.397 | 1.860 | 2.306 | 2.896 | 3.355 | 5.041 |
| 9 | | .703 | .883 | 1.100 | 1.383 | 1.833 | 2.262 | 2.821 | 3.250 | 4.781 |
| 10 | | .700 | .879 | 1.093 | 1.372 | 1.812 | 2.228 | 2.764 | 3.169 | 4.587 |
| 11 | | .697 | .876 | 1.088 | 1.363 | 1.796 | 2.201 | 2.718 | 3.106 | 4.437 |
| 12 | | .695 | .873 | 1.083 | 1.356 | 1.782 | 2.179 | 2.681 | 3.055 | 4.318 |
| 13 | | .694 | .870 | 1.079 | 1.350 | 1.771 | 2.160 | 2.650 | 3.012 | 4.221 |
| 14 | | .692 | .868 | 1.076 | 1.345 | 1.761 | 2.145 | 2.624 | 2.977 | 4.140 |
| 15 | | .691 | .866 | 1.074 | 1.341 | 1.753 | 2.131 | 2.602 | 2.947 | 4.073 |
| 16 | | .690 | .865 | 1.071 | 1.337 | 1.746 | 2.120 | 2.583 | 2.921 | 4.015 |
| 17 | | .689 | .863 | 1.069 | 1.333 | 1.740 | 2.110 | 2.567 | 2.898 | 3.965 |
| 18 | | .688 | .862 | 1.067 | 1.330 | 1.734 | 2.101 | 2.552 | 2.878 | 3.922 |
| 19 | | .688 | .861 | 1.066 | 1.328 | 1.729 | 2.093 | 2.539 | 2.861 | 3.883 |
| 20 | | .687 | .860 | 1.064 | 1.325 | 1.725 | 2.086 | 2.528 | 2.845 | 3.850 |
| 21 | | .686 | .859 | 1.063 | 1.323 | 1.721 | 2.080 | 2.518 | 2.831 | 3.819 |
| 22 | | .686 | .858 | 1.061 | 1.321 | 1.717 | 2.074 | 2.508 | 2.819 | 3.792 |

Fuente: Ref. (13)

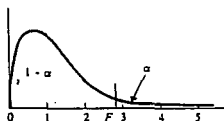
Continuación

Nivel de significancia (α):

| | | Una Cola | | | | | | | | |
|----------|--|-----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | | 0.25 | 0.20 | 0.15 | 0.10 | 0.05 | 0.025 | 0.01 | 0.005 | 0.0005 |
| | | Dos Colas | | | | | | | | |
| g.l. | | 0.50 | 0.40 | 0.30 | 0.20 | 0.10 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.001 |
| 23 | | .685 | .858 | 1.060 | 1.319 | 1.714 | 2.069 | 2.500 | 2.807 | 3.767 |
| 24 | | .685 | .857 | 1.059 | 1.318 | 1.711 | 2.064 | 2.492 | 2.797 | 3.745 |
| 25 | | .684 | .856 | 1.058 | 1.316 | 1.708 | 2.060 | 2.485 | 2.787 | 3.725 |
| 26 | | .684 | .856 | 1.058 | 1.315 | 1.706 | 2.056 | 2.479 | 2.779 | 3.707 |
| 27 | | .684 | .855 | 1.057 | 1.314 | 1.703 | 2.052 | 2.473 | 2.771 | 3.690 |
| 28 | | .683 | .855 | 1.056 | 1.313 | 1.701 | 2.048 | 2.467 | 2.763 | 3.674 |
| 29 | | .683 | .854 | 1.055 | 1.311 | 1.699 | 2.045 | 2.462 | 2.756 | 3.659 |
| 30 | | .683 | .854 | 1.055 | 1.310 | 1.697 | 2.042 | 2.457 | 2.750 | 3.646 |
| 40 | | .681 | .851 | 1.050 | 1.303 | 1.684 | 2.021 | 2.423 | 2.704 | 3.551 |
| 60 | | .679 | .848 | 1.046 | 1.296 | 1.671 | 2.000 | 2.390 | 2.660 | 3.460 |
| 120 | | .677 | .845 | 1.041 | 1.289 | 1.658 | 1.980 | 2.358 | 2.617 | 3.373 |
| ∞ | | .674 | .842 | 1.036 | 1.282 | 1.645 | 1.960 | 2.326 | 2.576 | 3.291 |

Fuente: Ref. (13)

Valores críticos para F



Nivel 1%

| g.l. del deno- mina- dor | g.l. del numerador | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 12 | 24 | ∞ |
| 1 | 161.4 | 199.5 | 215.7 | 224.6 | 230.2 | 234.0 | 238.9 | 243.9 | 249.0 | 254.3 |
| 2 | 18.51 | 19.00 | 19.16 | 19.25 | 19.30 | 19.33 | 19.37 | 19.41 | 19.45 | 19.50 |
| 3 | 10.13 | 9.55 | 9.28 | 9.12 | 9.01 | 8.94 | 8.84 | 8.74 | 8.64 | 8.53 |
| 4 | 7.71 | 6.94 | 6.59 | 6.39 | 6.26 | 6.16 | 6.04 | 5.91 | 5.77 | 5.63 |
| 5 | 6.61 | 5.79 | 5.41 | 5.19 | 5.05 | 4.95 | 4.82 | 4.68 | 4.53 | 4.36 |
| 6 | 5.99 | 5.14 | 4.76 | 4.53 | 4.39 | 4.28 | 4.15 | 4.00 | 3.84 | 3.67 |
| 7 | 5.59 | 4.74 | 4.35 | 4.12 | 3.97 | 3.87 | 3.73 | 3.57 | 3.41 | 3.23 |
| 8 | 5.32 | 4.46 | 4.07 | 3.84 | 3.69 | 3.58 | 3.44 | 3.28 | 3.12 | 2.93 |
| 9 | 5.12 | 4.26 | 3.86 | 3.63 | 3.48 | 3.37 | 3.23 | 3.07 | 2.90 | 2.71 |
| 10 | 4.96 | 4.10 | 3.71 | 3.48 | 3.33 | 3.22 | 3.07 | 2.91 | 2.74 | 2.54 |
| 11 | 4.84 | 3.98 | 3.59 | 3.36 | 3.20 | 3.09 | 2.95 | 2.79 | 2.61 | 2.40 |
| 12 | 4.75 | 3.88 | 3.49 | 3.26 | 3.11 | 3.00 | 2.85 | 2.69 | 2.50 | 2.30 |
| 13 | 4.67 | 3.80 | 3.41 | 3.18 | 3.02 | 2.92 | 2.77 | 2.60 | 2.42 | 2.21 |
| 14 | 4.60 | 3.74 | 3.34 | 3.11 | 2.96 | 2.85 | 2.70 | 2.53 | 2.35 | 2.13 |
| 15 | 4.54 | 3.68 | 3.29 | 3.06 | 2.90 | 2.79 | 2.64 | 2.48 | 2.29 | 2.07 |
| 16 | 4.49 | 3.63 | 3.24 | 3.01 | 2.85 | 2.74 | 2.59 | 2.42 | 2.24 | 2.01 |
| 17 | 4.45 | 3.59 | 3.20 | 2.96 | 2.81 | 2.70 | 2.55 | 2.38 | 2.19 | 1.96 |
| 18 | 4.41 | 3.55 | 3.16 | 2.93 | 2.77 | 2.66 | 2.51 | 2.34 | 2.15 | 1.92 |
| 19 | 4.38 | 3.52 | 3.13 | 2.90 | 2.74 | 2.63 | 2.48 | 2.31 | 2.11 | 1.88 |
| 20 | 4.35 | 3.49 | 3.10 | 2.87 | 2.71 | 2.60 | 2.45 | 2.28 | 2.08 | 1.84 |
| 21 | 4.32 | 3.47 | 3.07 | 2.84 | 2.68 | 2.57 | 2.42 | 2.25 | 2.05 | 1.81 |
| 22 | 4.30 | 3.44 | 3.05 | 2.82 | 2.66 | 2.55 | 2.40 | 2.23 | 2.03 | 1.78 |
| 23 | 4.28 | 3.42 | 3.03 | 2.80 | 2.64 | 2.53 | 2.38 | 2.20 | 2.00 | 1.76 |
| 24 | 4.26 | 3.40 | 3.01 | 2.78 | 2.62 | 2.51 | 2.36 | 2.18 | 1.98 | 1.73 |
| 25 | 4.24 | 3.38 | 2.99 | 2.76 | 2.60 | 2.49 | 2.34 | 2.16 | 1.96 | 1.71 |
| 26 | 4.22 | 3.37 | 2.98 | 2.74 | 2.59 | 2.47 | 2.32 | 2.15 | 1.95 | 1.69 |

Fuente: Ref. (13)

Continuación

Nivel 1%

| g.l. del deno- mina- dor | g.l. del numerador | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 12 | 24 | ∞ |
| 27 | 4.21 | 3.35 | 2.96 | 2.73 | 2.57 | 2.46 | 2.30 | 2.13 | 1.93 | 1.67 |
| 28 | 4.20 | 3.34 | 2.95 | 2.71 | 2.56 | 2.44 | 2.29 | 2.12 | 1.91 | 1.65 |
| 29 | 4.18 | 3.33 | 2.93 | 2.70 | 2.54 | 2.43 | 2.28 | 2.10 | 1.90 | 1.64 |
| 30 | 4.17 | 3.32 | 2.92 | 2.69 | 2.53 | 2.42 | 2.27 | 2.09 | 1.89 | 1.62 |
| 40 | 4.08 | 3.23 | 2.84 | 2.61 | 2.45 | 2.34 | 2.18 | 2.00 | 1.79 | 1.51 |
| 60 | 4.00 | 3.15 | 2.76 | 2.52 | 2.37 | 2.25 | 2.10 | 1.92 | 1.70 | 1.39 |
| 120 | 3.92 | 3.07 | 2.68 | 2.45 | 2.29 | 2.17 | 2.02 | 1.83 | 1.61 | 1.25 |
| ∞ | 3.84 | 2.99 | 2.60 | 2.37 | 2.21 | 2.10 | 1.94 | 1.75 | 1.52 | 1.00 |

Nivel 5%

| | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 4052 | 4999 | 5403 | 5625 | 5764 | 5859 | 5982 | 6106 | 6234 | 6366 |
| 2 | 98.50 | 99.00 | 99.17 | 99.25 | 99.30 | 99.33 | 99.37 | 99.42 | 99.46 | 99.50 |
| 3 | 34.12 | 30.82 | 29.46 | 28.71 | 28.24 | 27.91 | 27.49 | 27.05 | 26.60 | 26.12 |
| 4 | 21.20 | 18.00 | 16.69 | 15.98 | 15.52 | 15.21 | 14.80 | 14.37 | 13.93 | 13.46 |
| 5 | 16.26 | 13.27 | 12.06 | 11.39 | 10.97 | 10.67 | 10.29 | 9.89 | 9.47 | 9.02 |
| 6 | 13.74 | 10.92 | 9.78 | 9.15 | 8.75 | 8.47 | 8.10 | 7.72 | 7.31 | 6.88 |
| 7 | 12.25 | 9.55 | 8.45 | 7.85 | 7.46 | 7.19 | 6.84 | 6.47 | 6.07 | 5.65 |
| 8 | 11.26 | 8.65 | 7.59 | 7.01 | 6.63 | 6.37 | 6.03 | 5.67 | 5.28 | 4.86 |
| 9 | 10.56 | 8.02 | 6.99 | 6.42 | 6.06 | 5.80 | 5.47 | 5.11 | 4.73 | 4.31 |
| 10 | 10.04 | 7.56 | 6.55 | 5.99 | 5.64 | 5.39 | 5.06 | 4.71 | 4.33 | 3.91 |
| 11 | 9.65 | 7.20 | 6.22 | 5.67 | 5.32 | 5.07 | 4.74 | 4.40 | 4.02 | 3.60 |
| 12 | 9.33 | 6.93 | 5.95 | 5.41 | 5.06 | 4.82 | 4.50 | 4.16 | 3.78 | 3.36 |
| 13 | 9.07 | 6.70 | 5.74 | 5.20 | 4.86 | 4.62 | 4.30 | 3.96 | 3.59 | 3.16 |
| 14 | 8.86 | 6.51 | 5.56 | 5.03 | 4.69 | 4.46 | 4.14 | 3.80 | 3.43 | 3.00 |
| 15 | 8.68 | 6.36 | 5.42 | 4.89 | 4.56 | 4.32 | 4.00 | 3.67 | 3.29 | 2.87 |
| 16 | 8.53 | 6.23 | 5.29 | 4.77 | 4.44 | 4.20 | 3.89 | 3.55 | 3.18 | 2.75 |
| 17 | 8.40 | 6.11 | 5.18 | 4.67 | 4.34 | 4.10 | 3.79 | 3.45 | 3.08 | 2.65 |
| 18 | 8.28 | 6.01 | 5.09 | 4.58 | 4.25 | 4.01 | 3.71 | 3.37 | 3.00 | 2.57 |
| 19 | 8.18 | 5.93 | 5.01 | 4.50 | 4.17 | 3.94 | 3.63 | 3.30 | 2.92 | 2.49 |
| 20 | 8.10 | 5.85 | 4.94 | 4.43 | 4.10 | 3.87 | 3.56 | 3.23 | 2.86 | 2.42 |
| 21 | 8.02 | 5.78 | 4.87 | 4.37 | 4.04 | 3.81 | 3.51 | 3.17 | 2.80 | 2.36 |
| 22 | 7.94 | 5.72 | 4.82 | 4.31 | 3.99 | 3.76 | 3.45 | 3.12 | 2.75 | 2.31 |
| 23 | 7.88 | 5.66 | 4.76 | 4.26 | 3.94 | 3.71 | 3.41 | 3.07 | 2.70 | 2.26 |
| 24 | 7.82 | 5.61 | 4.72 | 4.22 | 3.90 | 3.67 | 3.36 | 3.03 | 2.66 | 2.21 |
| 25 | 7.77 | 5.57 | 4.68 | 4.18 | 3.86 | 3.63 | 3.32 | 2.99 | 2.62 | 2.17 |
| 26 | 7.72 | 5.53 | 4.66 | 4.14 | 3.82 | 3.59 | 3.29 | 2.96 | 2.58 | 2.13 |

Nivel 5%

| g.l. del deno- mina- dor | g.l. de numerador | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|----------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 8 | 12 | 24 | ∞ | |
| 27 | 7.68 | 5.49 | 4.60 | 4.11 | 3.78 | 3.56 | 3.26 | 2.93 | 2.55 | 2.10 |
| 28 | 7.64 | 5.45 | 4.57 | 4.07 | 3.75 | 3.53 | 3.23 | 2.90 | 2.52 | 2.06 |
| 29 | 7.60 | 5.42 | 4.54 | 4.04 | 3.73 | 3.50 | 3.20 | 2.87 | 2.49 | 2.03 |
| 30 | 7.56 | 5.39 | 4.51 | 4.02 | 3.70 | 3.47 | 3.17 | 2.84 | 2.47 | 2.01 |
| 40 | 7.31 | 5.18 | 4.31 | 3.83 | 3.51 | 3.29 | 2.99 | 2.66 | 2.29 | 1.80 |
| 60 | 7.08 | 4.98 | 4.13 | 3.65 | 3.34 | 3.12 | 2.82 | 2.50 | 2.12 | 1.60 |
| 120 | 6.85 | 4.79 | 3.95 | 3.48 | 3.17 | 2.96 | 2.66 | 2.34 | 1.95 | 1.38 |
| ∞ | 6.64 | 4.60 | 3.78 | 3.32 | 3.02 | 2.80 | 2.51 | 2.18 | 1.79 | 1.00 |

Fuente: Ref. (13)

Número mínimo de juicios correctos para establecer significancia a varios niveles de probabilidad para pruebas de preferencia por pares (dos colas, $p = 1/2$)*.

| Número de ensayos (n) | Niveles de probabilidad | | | | | | |
|-----------------------|-------------------------|------|------|------|------|-------|-------|
| | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.005 | 0.001 |
| 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | | | |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | | |
| 9 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | |
| 10 | 9 | 9 | 9 | 10 | 10 | 10 | |
| 11 | 10 | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 |
| 12 | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 |
| 13 | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 13 |
| 14 | 12 | 12 | 12 | 12 | 13 | 13 | 14 |
| 15 | 12 | 12 | 13 | 13 | 13 | 14 | 14 |
| 16 | 13 | 13 | 13 | 14 | 14 | 14 | 15 |
| 17 | 13 | 14 | 14 | 14 | 15 | 15 | 16 |
| 18 | 14 | 14 | 15 | 15 | 15 | 16 | 17 |
| 19 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 | 16 | 17 |
| 20 | 15 | 16 | 16 | 16 | 17 | 17 | 18 |
| 21 | 16 | 16 | 16 | 17 | 17 | 18 | 19 |
| 22 | 17 | 17 | 17 | 17 | 18 | 18 | 19 |
| 23 | 17 | 17 | 18 | 18 | 19 | 19 | 20 |
| 24 | 18 | 18 | 18 | 19 | 19 | 20 | 21 |
| 25 | 18 | 19 | 19 | 19 | 20 | 20 | 21 |
| 26 | 19 | 19 | 19 | 20 | 20 | 21 | 22 |
| 27 | 20 | 20 | 20 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| 28 | 20 | 20 | 21 | 21 | 22 | 22 | 23 |
| 29 | 21 | 21 | 21 | 22 | 22 | 23 | 24 |
| 30 | 21 | 22 | 22 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 31 | 22 | 22 | 22 | 23 | 24 | 24 | 25 |
| 32 | 23 | 23 | 23 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 33 | 23 | 23 | 24 | 24 | 25 | 25 | 27 |
| 34 | 24 | 24 | 24 | 25 | 25 | 26 | 27 |
| 35 | 24 | 25 | 25 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| 36 | 25 | 25 | 25 | 26 | 27 | 27 | 29 |
| 37 | 25 | 26 | 26 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 38 | 26 | 26 | 27 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 39 | 27 | 27 | 27 | 28 | 28 | 29 | 31 |
| 40 | 27 | 27 | 28 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| 41 | 28 | 28 | 28 | 29 | 30 | 30 | 32 |
| 42 | 28 | 29 | 29 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| 43 | 29 | 29 | 30 | 30 | 31 | 32 | 33 |
| 44 | 29 | 30 | 30 | 30 | 31 | 32 | 34 |
| 45 | 30 | 30 | 31 | 31 | 32 | 33 | 34 |
| 46 | 31 | 31 | 31 | 32 | 33 | 33 | 35 |
| 47 | 31 | 31 | 32 | 32 | 33 | 34 | 36 |
| 48 | 32 | 32 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| 49 | 32 | 33 | 33 | 34 | 34 | 35 | 37 |
| 50 | 33 | 33 | 34 | 34 | 35 | 36 | 37 |
| 60 | 39 | 39 | 39 | 40 | 41 | 42 | 44 |
| 70 | 44 | 45 | 45 | 46 | 47 | 48 | 50 |
| 80 | 50 | 50 | 51 | 51 | 52 | 53 | 56 |
| 90 | 55 | 56 | 56 | 57 | 58 | 59 | 61 |
| 100 | 61 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 67 |

Los valores que no aparecen en la tabla pueden calcularse de:

$$x = (zn + n + 1)/2$$

Fuente: Ref. (13)

Valores críticos para Ji Cuadrada

| df | Level of significance for one-tailed test | | | | | |
|----|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| | .10 | .05 | .025 | .01 | .005 | .001 |
| | Level of significance for two-tailed test | | | | | |
| | .20 | .10 | .05 | .02 | .01 | .001 |
| 1 | 1.64 | 2.71 | 3.84 | 5.41 | 6.54 | 10.83 |
| 2 | 3.22 | 4.60 | 5.99 | 7.82 | 9.21 | 13.82 |
| 3 | 4.64 | 6.25 | 7.52 | 9.34 | 11.34 | 16.27 |
| 4 | 5.99 | 7.78 | 9.49 | 11.07 | 13.28 | 18.46 |
| 5 | 7.29 | 9.24 | 11.07 | 13.39 | 15.09 | 20.52 |
| 6 | 8.56 | 10.54 | 12.59 | 15.03 | 16.81 | 22.64 |
| 7 | 9.80 | 12.02 | 14.07 | 16.62 | 18.48 | 24.32 |
| 8 | 11.03 | 13.36 | 15.51 | 18.17 | 20.09 | 26.12 |
| 9 | 12.24 | 14.68 | 16.92 | 19.68 | 21.67 | 27.88 |
| 10 | 13.44 | 15.99 | 18.31 | 21.16 | 23.21 | 29.59 |
| 11 | 14.63 | 17.23 | 19.68 | 22.62 | 24.72 | 31.26 |
| 12 | 15.81 | 18.55 | 21.03 | 24.23 | 26.22 | 32.91 |
| 13 | 16.99 | 19.81 | 22.35 | 25.47 | 27.69 | 34.53 |
| 14 | 18.15 | 21.06 | 23.68 | 26.67 | 29.14 | 36.12 |
| 15 | 19.31 | 22.31 | 25.00 | 28.26 | 30.58 | 37.70 |
| 16 | 20.46 | 23.54 | 26.30 | 29.63 | 32.00 | 39.33 |
| 17 | 21.62 | 24.77 | 27.59 | 31.00 | 33.41 | 40.78 |
| 18 | 22.77 | 25.99 | 28.87 | 32.35 | 34.80 | 42.31 |
| 19 | 23.90 | 27.20 | 30.14 | 33.60 | 36.19 | 43.82 |
| 20 | 25.04 | 28.41 | 31.41 | 35.02 | 37.57 | 45.31 |
| 21 | 26.17 | 29.62 | 32.67 | 36.34 | 38.93 | 46.79 |
| 22 | 27.30 | 30.81 | 33.92 | 37.56 | 40.29 | 48.37 |
| 23 | 28.43 | 32.01 | 35.17 | 38.77 | 41.64 | 49.73 |
| 24 | 29.55 | 33.20 | 36.42 | 40.27 | 42.98 | 51.18 |
| 25 | 30.68 | 34.38 | 37.65 | 41.57 | 44.31 | 52.62 |
| 26 | 31.80 | 35.55 | 38.88 | 42.86 | 45.64 | 54.05 |
| 27 | 32.91 | 36.74 | 40.11 | 44.14 | 46.96 | 55.48 |
| 28 | 34.03 | 37.92 | 41.34 | 45.42 | 48.28 | 56.89 |
| 29 | 35.14 | 39.09 | 42.69 | 46.69 | 49.59 | 58.33 |
| 30 | 36.25 | 40.26 | 43.77 | 47.96 | 50.89 | 59.76 |
| 32 | 38.47 | 42.53 | 46.19 | 50.42 | 53.00 | 62.49 |
| 34 | 40.69 | 44.80 | 48.60 | 52.99 | 55.08 | 65.23 |
| 36 | 42.83 | 47.12 | 51.00 | 55.49 | 57.12 | 67.96 |
| 38 | 45.03 | 49.51 | 53.38 | 57.97 | 59.16 | 70.72 |
| 40 | 47.27 | 51.81 | 55.76 | 60.44 | 61.09 | 73.40 |
| 44 | 51.64 | 56.37 | 60.48 | 65.34 | 66.71 | 78.75 |
| 48 | 55.99 | 60.91 | 65.17 | 70.20 | 72.69 | 84.09 |
| 52 | 60.33 | 65.42 | 69.83 | 75.02 | 78.52 | 89.37 |
| 56 | 64.56 | 69.92 | 74.47 | 79.82 | 84.31 | 94.56 |
| 60 | 68.77 | 74.43 | 79.06 | 84.59 | 89.93 | 99.61 |

TABLA DE NUMEROS ALEATORIOS

| | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 22 17 68 65 84 | 65 95 23 92 35 | 37 02 22 57 51 | 61 09 43 95 06 | 58 24 52 63 47 |
| 19 36 27 59 46 | 13 79 93 37 55 | 39 77 32 77 09 | 85 52 05 30 62 | 47 53 51 62 74 |
| 16 77 23 02 77 | 09 61 87 25 21 | 28 06 24 25 93 | 16 71 13 59 78 | 23 05 47 47 25 |
| 78 43 76 71 61 | 20 44 90 32 64 | 97 67 63 99 61 | 46 38 03 93 22 | 69 81 21 99 21 |
| 03 28 28 26 08 | 73 37 32 04 05 | 69 30 16 09 05 | 88 69 58 28 99 | 53 07 44 75 47 |
| 93 22 53 64 39 | 67 10 63 76 35 | 87 03 04 79 88 | 08 13 11 85 51 | 55 34 57 72 69 |
| 78 76 58 54 74 | 92 38 70 96 92 | 53 06 78 79 45 | 82 63 18 27 44 | 69 66 92 19 09 |
| 23 68 35 26 00 | 99 53 93 61 28 | 52 78 05 48 34 | 56 65 05 61 36 | 99 42 10 70 80 |
| 15 39 25 70 99 | 93 86 52 77 65 | 15 33 59 05 28 | 22 47 26 07 47 | 36 96 98 29 06 |
| 58 71 96 30 24 | 18 46 23 34 27 | 85 13 99 24 44 | 49 18 09 79 49 | 74 16 32 23 02 |
| 57 35 27 33 72 | 24 53 63 94 09 | 41 10 76 47 91 | 44 04 95 49 66 | 39 50 04 59 81 |
| 48 50 86 54 48 | 22 06 34 72 52 | 82 21 15 65 20 | 33 29 94 71 11 | 15 91 29 12 03 |
| 61 96 48 95 03 | 07 16 39 33 66 | 98 56 10 56 79 | 77 21 30 27 22 | 90 49 22 23 62 |
| 16 93 89 41 26 | 39 70 33 63 51 | 99 74 27 52 36 | 87 09 41 13 09 | 98 50 16 03 33 |
| 13 37 90 42 31 | 27 90 12 02 07 | 23 47 37 17 31 | 54 08 01 88 62 | 39 41 28 92 10 |
| 38 56 53 27 59 | 33 35 72 67 47 | 77 34 55 45 70 | 38 18 27 58 90 | 16 95 26 70 75 |
| 09 72 95 84 29 | 49 41 31 06 70 | 42 38 06 45 14 | 64 84 73 31 65 | 52 53 17 92 12 |
| 12 96 85 17 31 | 65 19 69 02 43 | 60 75 86 90 68 | 24 64 19 35 51 | 56 61 37 39 12 |
| 35 94 57 24 16 | 92 09 84 38 76 | 22 00 27 69 45 | 29 21 94 78 70 | 21 94 47 90 12 |
| 38 64 43 19 98 | 98 77 87 68 07 | 91 51 67 62 44 | 40 98 05 92 73 | 23 32 85 41 18 |
| 53 44 09 42 72 | 00 41 46 79 79 | 68 47 22 00 29 | 35 55 31 51 51 | 00 73 63 22 55 |
| 40 76 66 26 44 | 57 99 99 90 37 | 36 63 32 08 58 | 37 40 13 68 97 | 87 44 41 07 83 |
| 02 17 74 18 05 | 12 50 52 67 02 | 22 07 90 47 03 | 28 14 71 30 79 | 20 79 22 40 38 |
| 95 17 82 06 53 | 31 51 10 96 46 | 92 06 88 07 77 | 56 11 50 81 69 | 40 23 72 51 39 |
| 35 76 22 42 92 | 96 11 83 44 80 | 34 68 35 48 77 | 33 42 40 90 60 | 73 96 52 97 36 |
| 26 29 13 56 41 | 85 47 04 66 08 | 34 72 57 59 13 | 82 43 40 46 15 | 38 26 61 70 04 |
| 77 40 20 75 82 | 72 42 32 99 90 | 63 95 73 76 63 | 89 73 44 99 05 | 48 67 26 43 18 |
| 46 40 66 44 52 | 91 36 74 43 53 | 30 42 13 54 00 | 78 45 63 98 35 | 55 03 26 67 65 |
| 37 56 08 18 00 | 77 53 84 46 47 | 31 41 18 05 58 | 24 16 74 11 53 | 44 10 13 85 57 |
| 61 65 61 68 66 | 37 27 47 19 19 | 84 43 70 07 48 | 53 21 40 06 71 | 95 06 79 58 54 |
| 93 43 69 64 07 | 34 18 04 52 35 | 56 27 09 24 86 | 61 45 53 83 45 | 19 90 70 99 90 |
| 21 96 60 12 99 | 11 20 99 45 18 | 48 13 93 55 34 | 14 37 79 49 90 | 65 97 48 20 46 |
| 95 20 47 97 97 | 27 37 83 28 71 | 00 06 41 41 74 | 45 99 09 39 84 | 51 67 11 52 49 |
| 97 86 21 78 73 | 10 65 81 92 59 | 58 76 17 14 97 | 04 76 62 16 17 | 17 95 70 45 80 |
| 69 92 06 34 13 | 59 71 74 17 32 | 27 55 10 24 19 | 23 71 32 13 74 | 63 52 52 01 41 |
| 04 31 17 21 56 | 33 73 99 19 87 | 26 72 39 27 67 | 53 77 47 68 93 | 60 61 97 22 61 |
| 61 06 98 03 91 | 47 14 77 43 96 | 43 00 65 98 50 | 45 60 13 01 07 | 98 99 46 20 47 |
| 85 93 85 86 38 | 22 37 08 52 40 | 16 06 10 89 20 | 23 21 24 64 97 | 76 38 03 29 63 |
| 21 74 32 47 45 | 73 46 07 94 52 | 09 65 90 77 47 | 25 76 16 19 33 | 83 03 70 53 10 |
| 15 69 53 82 80 | 79 96 23 53 10 | 65 39 07 16 29 | 45 33 02 43 70 | 02 87 40 41 45 |

Fuente: Ref. (13)

Continuación

| | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 02 89 08 04 49 | 20 21 14 68 86 | 87 63 93 95 17 | 11 29 01 95 80 | 35 14 97 35 33 |
| 87 18 15 89 79 | 85 43 01 72 73 | 08 06 74 51 69 | 89 74 39 82 15 | 94 51 33 41 67 |
| 98 83 71 94 22 | 59 97 50 99 52 | 06 52 85 08 40 | 87 80 61 65 31 | 91 51 80 32 44 |
| 10 08 58 21 66 | 72 68 49 29 31 | 89 85 84 46 06 | 59 73 19 85 23 | 65 09 29 75 63 |
| 47 90 56 10 08 | 88 02 84 27 83 | 42 29 72 23 19 | 66 56 45 65 79 | 20 71 53 20 25 |
| 22 85 61 68 90 | 49 64 92 85 44 | 16 40 12 89 88 | 50 14 49 81 06 | 01 82 77 45 12 |
| 67 80 43 79 33 | 12 83 11 41 16 | 25 58 19 68 70 | 77 02 54 00 52 | 53 43 37 15 26 |
| 27 62 50 96 72 | 79 44 61 40 15 | 14 53 40 65 39 | 27 31 58 50 28 | 11 39 03 34 25 |
| 33 78 80 87 15 | 38 30 06 38 21 | 14 47 47 07 26 | 54 96 87 53 32 | 40 36 40 96 76 |
| 13 13 92 66 99 | 47 24 49 57 74 | 32 25 43 62 17 | 10 97 11 69 84 | 99 63 22 32 98 |
| 10 27 53 96 23 | 71 50 54 36 23 | 54 31 04 83 98 | 04 14 12 15 09 | 26 78 25 47 47 |
| 28 41 50 61 86 | 64 85 27 20 16 | 83 36 36 05 56 | 39 71 65 09 62 | 94 76 62 11 89 |
| 34 21 42 57 02 | 59 19 18 97 48 | 80 30 03 30 96 | 95 24 67 70 07 | 84 97 50 87 46 |
| 61 81 77 23 23 | 82 82 11 54 08 | 53 28 70 58 96 | 44 07 39 55 43 | 42 34 43 39 28 |
| 61 15 18 13 54 | 16 86 20 26 88 | 90 74 80 55 09 | 14 53 90 51 17 | 52 01 03 01 59 |
| 91 76 21 64 64 | 44 91 13 32 92 | 75 31 62 66 54 | 84 80 32 75 77 | 56 08 25 70 20 |
| 00 97 79 08 06 | 37 30 28 59 85 | 53 56 68 53 40 | 01 74 39 59 73 | 30 69 89 85 48 |
| 36 46 16 34 94 | 75 20 80 27 77 | 78 91 69 16 00 | 06 43 18 73 68 | 67 69 61 34 25 |
| 88 98 99 60 50 | 65 95 79 42 94 | 93 62 40 89 96 | 43 56 47 71 66 | 46 76 39 67 02 |
| 04 37 59 87 21 | 05 02 03 24 17 | 47 97 81 56 51 | 92 34 86 01 82 | 55 51 33 12 91 |
| 63 62 06 34 41 | 94 21 78 55 09 | 72 76 45 16 94 | 29 95 81 83 83 | 79 88 01 97 30 |
| 78 47 23 53 90 | 34 41 92 45 71 | 09 23 70 70 07 | 12 38 92 79 43 | 14 85 11 47 23 |
| 87 68 62 15 43 | 53 14 36 59 25 | 54 47 33 70 15 | 59 24 48 40 35 | 50 03 42 99 36 |
| 47 60 92 10 77 | 88 59 53 11 52 | 66 25 69 07 04 | 48 68 64 71 06 | 61 63 13 47 22 |
| 56 88 87 59 41 | 65 28 04 67 53 | 95 79 88 37 31 | 50 41 06 94 76 | 81 83 17 16 33 |
| 02 57 45 86 67 | 73 43 07 34 48 | 44 26 87 93 29 | 77 09 61 67 84 | 06 69 44 77 74 |
| 11 54 14 13 17 | 48 62 11 90 60 | 68 12 93 64 28 | 46 24 79 16 76 | 14 60 25 51 01 |
| 28 50 16 43 36 | 28 97 85 58 99 | 67 22 52 76 23 | 24 20 36 54 54 | 59 28 61 71 96 |
| 63 29 62 66 50 | 02 63 45 52 36 | 67 63 47 54 75 | 83 24 78 43 20 | 92 63 13 47 48 |
| 45 65 58 26 51 | 76 96 59 38 72 | 86 57 45 71 46 | 44 67 76 14 55 | 44 88 01 62 12 |
| 39 65 36 63 70 | 77 45 85 56 51 | 74 13 39 35 22 | 30 53 36 02 95 | 49 34 85 73 61 |
| 73 71 98 16 61 | 24 17 94 51 23 | 76 51 94 84 86 | 79 93 96 38 63 | 08 56 25 56 94 |
| 72 20 56 20 17 | 71 65 71 08 86 | 79 57 95 13 91 | 97 42 72 66 48 | 09 71 17 24 89 |
| 75 17 26 99 76 | 89 37 20 70 01 | 77 31 61 95 46 | 26 97 05 73 51 | 53 33 18 72 87 |
| 37 48 60 82 29 | 81 30 15 39 14 | 42 38 75 93 29 | 46 87 37 78 48 | 45 56 00 84 47 |
| 68 08 02 80 72 | 53 71 46 30 49 | 89 17 97 88 29 | 02 38 56 03 46 | 97 74 06 56 17 |
| 14 23 98 61 67 | 71 52 85 61 50 | 01 84 02 78 42 | 10 62 96 19 44 | 18 83 95 47 99 |
| 40 08 06 21 44 | 25 77 99 41 28 | 07 41 08 34 66 | 19 42 74 29 91 | 41 96 53 78 72 |
| 78 37 06 05 43 | 63 61 62 42 29 | 39 65 95 10 96 | 09 24 23 00 62 | 56 12 63 73 16 |
| 37 21 34 17 68 | 66 96 83 23 56 | 32 84 60 15 31 | 44 73 67 34 77 | 91 15 79 74 56 |
| 14 29 09 34 04 | 87 83 07 55 07 | 76 58 30 83 64 | 47 24 25 58 84 | 86 50 60 60 25 |
| 58 43 28 06 36 | 49 52 83 51 14 | 47 56 91 29 34 | 05 87 31 06 95 | 12 45 57 09 09 |
| 10 43 67 29 70 | 80 62 80 03 42 | 10 80 21 38 84 | 90 56 35 03 09 | 43 12 74 49 41 |
| 44 38 88 39 54 | 86 97 37 44 22 | 06 95 01 31 76 | 17 16 29 56 63 | 38 78 94 49 81 |
| 90 69 59 19 51 | 85 39 52 85 13 | 07 28 37 07 61 | 11 16 36 27 03 | 78 86 72 04 95 |
| 41 47 10 25 62 | 97 95 31 03 61 | 20 26 36 31 62 | 68 69 86 95 44 | 84 95 45 46 45 |
| 91 24 18 63 19 | 75 89 11 47 11 | 91 56 34 19 09 | 79 57 92 36 59 | 14 93 87 81 40 |
| 30 06 54 18 66 | 09 18 94 06 19 | 98 40 07 17 81 | 22 45 44 84 11 | 24 62 20 42 31 |
| 67 72 77 63 48 | 84 08 31 55 58 | 24 33 45 77 58 | 80 45 67 93 82 | 75 70 16 08 24 |
| 59 40 24 12 27 | 79 26 88 86 30 | 01 31 60 10 39 | 53 58 47 70 93 | 85 81 56 39 38 |
| 05 90 35 89 95 | 01 61 16 96 94 | 50 78 13 69 36 | 37 68 53 37 31 | 71 26 35 03 71 |
| 44 43 80 69 98 | 46 68 05 14 82 | 90 78 50 05 62 | 77 79 13 57 44 | 54 60 10 39 66 |
| 61 81 31 96 82 | 06 57 25 60 59 | 46 72 60 16 77 | 55 66 12 62 11 | 10 99 55 64 57 |
| 42 48 07 10 05 | 24 98 65 63 27 | 47 21 61 88 32 | 27 80 30 21 60 | 10 91 35 36 12 |
| 77 94 30 05 39 | 28 10 99 00 27 | 12 73 73 99 12 | 49 99 57 94 82 | 96 88 57 17 91 |
| 78 83 19 76 16 | 94 11 68 84 26 | 23 54 20 56 85 | 23 86 66 99 07 | 36 37 34 92 09 |
| 87 76 59 61 81 | 43 63 64 61 61 | 65 76 36 95 90 | 18 46 27 45 68 | 27 23 65 30 72 |
| 91 43 05 96 46 | 55 78 99 95 24 | 37 55 85 78 78 | 01 45 41 19 10 | 35 19 54 07 73 |
| 84 97 77 72 67 | 09 62 06 65 72 | 87 12 49 03 60 | 41 15 20 76 27 | 50 47 02 20 16 |
| 87 41 60 76 85 | 44 88 96 07 86 | 83 05 83 38 96 | 73 70 66 81 90 | 30 56 10 48 59 |