

1

Universidad Nacional de San Martín



FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

Obtención de la almendra de la nuez del Marañón (Anacardium occidentale L.) y su conservación por frito - salado.



TESIS

Para optar el Título Profesional de :
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

MARIO PEZO GONZALES

PROMOCION 1991

TARAPOTO — PERU

1994

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

"OBTENCION DE LA ALMENDRA DE LA NUEZ DEL MARAÑON
(Anacardium occidentale L.) Y SU CONSERVACION POR FRITO
SALADO"

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR
MARIO PEZO GONZALES

SUSTENTADA Y APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

ING. ABNER F. OBREGON LUJERIO
PRESIDENTE

ING. ENRIQUE TERLEIRA GARCIA ING. ANIBAL QUINTEROS GARCIA
SECRETARIO MIEMBRO

ING. MSc. OSCAR W. MENDIETA TABOADA
PATROCINADOR

1

DEDICATORIA

A mis padres:

LAIZAMON e HILDA

A mis hermanos:

MARGARITA

JAVIER

ELOY

BRUDITH

WALTHER

WILLIAM

NORMA

CROVER

A mi hija:

SANDRA JHANET

AGRADECIMIENTOS

- Al Ingeniero M.Sc. Oscar W. Mendieta Taboada, Asesor del presente trabajo de Tesis.

- Al Centro de Estudios y Promoción Comunal del Oriente (CEPCO), por el financiamiento parcial del presente estudio.

- Al Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo (PEHCBM), por el apoyo brindado durante el desarrollo del presente trabajo.

- A la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, por las facilidades brindadas en el Laboratorio de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales.

- Al Ing. Enrique Terleira García y a la Sra. Dolly Flores Dávila por el apoyo brindado durante los análisis de Laboratorio.

- Al Centro de Cómputo "ODISEO", por el tipeo e impresión del presente trabajo de Tesis.

RESUMEN

El presente estudio, se fundamentó en buscar métodos adecuados para la obtención de la almendra del marañón (Anacardium occidentale L), trabajando con la variedad propia de la zona u "nativa", determinándose sus características fitosanitarias, físicas, valores unitarios y la composición química, permitiendo esta evaluación caracterizar la materia prima.

El trabajo se desarrolló en tres etapas: Tratamiento de la materia prima, extracción de la almendra de la nuez y la obtención de la almendra frito-salado como producto final.

En las almendras fritas-saladas, se hizo una prueba diferencial de evaluación sensorial para determinar el salado adecuado. También se realizó los análisis físico-químicos y, finalmente, se determinó la Isoterma de Adsorción y la evaluación de 4 empaques flexibles, durante el almacenamiento.

Del procesamiento de la materia prima se tiene:

- La mayor cantidad de almendras enteras se obtiene con un tratamiento de rehumidificación, previo al tostado

y al descascarado, de 24 horas de remojo en agua obteniendo una humedad de 14.95% en la cáscara y 9.67% en la almendra.

- El mejor tratamiento de tostado en función al descascarado manual, fue de 25 minutos a una temperatura oscilante entre 180/190°C en una tostadora convencional, y con un rendimiento de 63% de almendras enteras.

- La clasificación de las almendras fue de: 2.7% con tegumento, 57% de almendras enteras, 18.9% de almendras en mitades y 21.4% de almendras partidas. Se obtuvo un grado de calidad de "333" (333 almendras/libra).

- La operación de fritura se realizó con aceite vegetal a 160/165°C, encontrándose un tiempo adecuado de 5 minutos. Luego se adicionó BHT al 0.02% en relación al contenido de grasa total de las almendras, centrifugando a continuación para finalmente salar con 1.5% de NaCl referido al peso de almendras fritas.

- Las almendras obtenidas fueron empacadas en 4 empaques flexibles, siendo los empaques más adecuados, según la evaluación en el almacenamiento (3 meses), el bilaminado de aluminio y el polietileno de alta densidad, que brindan mejor protección a las almendras frente a la humedad.

- En ninguno de los empaques evaluados existió alteraciones oxidativas ni rancidez hidrolítica, sólo un ligero aumento de la humedad en los empaques de Celofán y

polietileno de baja densidad, que no son recomendables para el empaqueo en periodos largos, por la que podría acelerarse la oxidación.

INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	
I. INTRODUCCION	11
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	13
2.1 Origen e historia del marañón	13
2.2 Importancia económica	14
2.3 Características botánicas	17
2.4 Clima y suelos.....	19
2.5 Variedades	20
2.6 Características del fruto y composición química	21
2.7 Cosecha y producción	23
2.8 Rendimiento en nueces y almendras.....	26
2.9 Industrialización del marañón	28
2.9.1 Aprovechamiento del pedúnculo.....	28
2.9.2 Aprovechamiento del fruto	28
2.10 Procesamiento del fruto o nuez del marañón.....	30
2.10.1 Cosecha	30
2.10.2 Secado	32
2.10.3 Lavado	32
2.10.4 Rehumidificado	32
2.10.5 Tostado de la nuez	33
2.10.6 Descascarado	33

2.10.7	Secado de la almendra y despelliculado	35
2.10.8	Clasificación y empackado	35
2.10.9	Almacenaje de la almendra	36
2.10.10	Fritura de la almendra	36
2.11	Empacado de alimentos	37
2.12	Deterioro durante el almacenamiento	41
2.13	Agentes que preservan la calidad	42
2.14	Evaluación sensorial de los alimentos ..	44
2.15	Isoterma de adsorción	46
III.	MATERIALES Y METODOS	49
3.1	Lugar de ejecución	49
3.2	Materiales y equipos	49
3.2.1	Materia prima	49
3.2.2	Materiales.....	49
3.2.3	Equipos	50
3.2.4	Reactivos e insumos	51
3.2.4.1	Reactivos	51
3.3	Métodos	52
3.3.1	Características fitosanitarias de la materia prima	52
3.3.2	Características físicas	52
3.3.3	Valores unitarios	52
3.4	Análisis químicos	53
3.5	Procesamiento de la almendra del marañón	53
3.5.1	Cosecha	55

3.5.2	Selección de la materia prima en campo	55
3.5.3	Limpieza y selección	55
3.5.4	Secado y almacenaje	56
3.5.5	Rehumidificación	56
3.5.6	Tostado	56
3.5.7	Descascarado	57
3.5.8	Secado y separación del tegumento	57
3.5.9	Clasificación	57
3.5.10	Fritura y escurrido	58
3.5.11	Adición de antioxidante	58
3.5.12	Centrifugación	58
3.5.13	Salado	59
3.5.14	Llenado y empaçado	59
3.5.15	Almacenamiento	60
3.6	Evaluación sensorial	60
3.6.1	Evaluación del grado de salado	60
3.6.2	Evaluación sensorial del producto terminado	61
3.7	Análisis químicos del producto final ...	61
3.8	Isotermas de adsorción	62
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	63
4.1	Caracterización de la materia prima	63
4.2	Del procesamiento de la materia prima ..	67
4.2.1	Tratamiento de la materia prima ...	67
4.2.1.1	Cosecha	67

4.2.1.2	Selección	67
4.2.1.3	Secado y almacenaje.....	67
4.2.2	Extracción de la almendra del marañón	68
4.2.2.1	Rehumidificación o remojo	68
4.2.2.2	Tostado	69
4.2.2.3	Descascarado	69
4.2.3	Procesamiento de la almendra	72
4.2.3.1	Secado y eliminación del tegumento	72
4.2.3.2	Clasificación	73
4.2.3.3	Fritura y escurrido	73
4.2.3.4	Adición de antioxidante	74
4.2.3.5	Centrifugación	75
4.2.3.6	Salado	75
4.2.3.7	Empacado	76
4.3.	Pruebas de control en el almacenamiento	77
4.4.	Estudios definitivos del proceso de elaboración	86
4.4.1.	Evaluación sensorial del producto terminado	88
4.4.2.	Análisis químicos	90
4.4.3.	Isoterma de adsorción y valor monomolecular	91
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
5.1.	CONCLUSIONES	95
5.2.	RECOMENDACIONES	97

VI. BIBLIOGRAFIA 99

VII. ANEXO 104

I. INTRODUCCION

El Marañón (Anacardium occidentale L), frutal promisorio y originario de América del Sur, en el Perú hasta la actualidad no ha alcanzado importancia comercial e industrial como otros frutales. Sólomente hay hábito de consumo del pseudo fruto (pera) en la preparación de refrescos, dulces o como fruta fresca, y la nuez se desperdicia (Astete, 1990).

La falta de información sobre las posibilidades del pseudofruto y verdadero fruto (semilla), hace que el mercado interno se limite sólo a lugares vecinos a su producción donde se conoce sus cualidades alimenticias. Mientras que en países como Brasil, India y otros tiene gran importancia comercial, y sus proyecciones llegan a niveles internacionales.

Por ser el marañón una especie poco exigente en suelo y cuidados culturales, toca entonces a los profesionales del área incentivar a los agricultores a aprovechar zonas improductivas para incrementar las áreas de cultivo y llegar a convertir algunas regiones del país en fuentes de riqueza e inversión, especialmente la Selva. Con el incremento de áreas de cultivo vendría el aumento de producción, lo que nos obligaría al

establecimiento de plantas industriales.

El aprovechamiento del marañón es total; el "falso fruto" en la elaboración de alimentos; jugos, nectares, bebidas alcohólicas, etc., de la semilla (fruto) que tiene más importancia comercial, se extraen las almendras y las resinas fenólicas de la cáscara, utilizándose las almendras en confiterías, chocolaterías, panadería y las resinas fenólicas en la industria química fabricando barnices, cintas adhesivas, etc (Córdova, 1976).

Con la realización del presente trabajo de investigación se persigue los siguientes objetivos:

- Contribuir al conocimiento de las posibilidades de industrializar de las nueces del marañón.
- Determinar los parámetros adecuados para el procesamiento de las nueces del marañón.
- Evaluar diferentes empaques flexibles durante el almacenamiento de la almendras fritas del marañón.

2.1 Origen e historia del marañón

El marañón (Anacardium occidentale L), es un árbol frutal oriundo del trópico amazónico. Durante muchos siglos no se le dió el debido interés en el mercado internacional, teniendo sólo un valor local de interés secundario. A partir de la segunda década del presente siglo, se iniciaron las primeras exportaciones de almendra de marañón por la India (León, 1968; Ohler, 1968).

El origen es muy discutido, se cree que las Antillas Menores y México sean la cuna de esta planta; también se estima que es originario del Brasil, por ser los indígenas quienes sembraban de generación en generación esta planta como un sentimiento humano, por que les proporcionaba fortuna, amor, vida, medicina, regalo para su comida y bebidas exquisitas, otra costumbre nativa era usar las castañas de cajueiro (marañón) una por año para marcar sus edades. Según estos antecedentes los colonizadores no trajeron esta planta al Brasil, más bien lo llevaron de aquí a la América Central y el Viejo Mundo (Córdova, 1976); los Portugueses, introdujeron en la India, Africa y las Islas Asiáticas (Olivera, 1956).

Se trata de todos modos de una planta de América que crece en condiciones muy diversas y recibe diferentes nombres según los países, así: donde se habla castellano se llama Marañón, Merey, Cajui; en Frances Acajou; en Inglés Cashew y en Portugués Cajú (Córdova, 1976).

A pesar de que el marañón tuvo su origen en el Brasil, su cultivo en la América tropical no fue de importancia; sin embargo en países muy lejanos a su lugar de origen, se diseminó rápidamente, llegando a ser la India el país de mayor producción en el mundo (Kennard, 1968; Román, 1991).

2.2 Importancia económica

Del marañón se aprovecha todo; la nuez o fruto, compuesto por la almendra, se emplea de diferentes maneras, por lo común en la industria.

De la cáscara se extrae un aceite que se emplea para obtener el bálsamo de cajuil, en la fabricación de materiales plásticos, barnices y pinturas, en la hechura de rodillos para máquinas de escribir, cementos a prueba de aceites y ácidos, en la fabricación de tintas de imprenta, materiales aislantes

del frío y del calor (Córdova, 1976). En EE.UU., es materia de la industria bélica y en el Brasil los pescadores extraen una tinta roja con que impermeabilizan sus ropas, cordeles y redes de pescar; como es rico en taninos se utiliza en las hemorragias, diarreas crónicas, úlceras, sudores, expectoraciones, en la disminución y cese de hematomas y en la diabetes; como astringente tiene aplicaciones en las curtiembres (Jordan, 1943).

La almendra, suministra uno de los aceites más ricos para la alimentación del hombre, solamente comparable con el aceite de olivo, por la calidad que da su contenido en grasas, fósforo y vitamina A; por otra parte, la almendra es muy utilizado en confitería y se pueden comer tostadas o fritas, espolvoreadas con sal (Córdova, 1976).

El seudofruto o parte carnosa se emplea como fruta fresca, bebidas refrescantes, en la preparación de jugos concentrados, cremas, mermeladas, jarabes, pasteles, confitura, en la fabricación de jaleas, vinagre, vinos y licores (Castillo, 1961; Córdova, 1976).

Al conocerse las cualidades alimenticias de

la almendra el mercado se fue extendiendo, la demanda y producción han continuado aumentando después de la segunda guerra mundial y los precios se han mantenido paralelos a este desarrollo, así el marañón se encuentra actualmente en segundo lugar, después del almendro, entre los nueve frutales productores de nueces de importancia comercial en el mundo; la importancia económica del marañón no se basa exclusivamente en el comercio de su almendra, sino también en el líquido de la corteza de la nuez y en su falso fruto (Morton, 1967; Ohler, 1968).

La India ocupa el primer lugar en la producción y exportación de almendras del marañón y otros subproductos, principalmente debido al perfeccionamiento de los métodos para extraer la almendra, preparación y envase de la misma. También la abundancia de mano de obra barata, utilizada para el descascarado económico de las nueces ha contribuido notablemente a este desarrollo (Pulgar, 1952).

En la India, Ceilán y el Africa, la explotación de la almendra tiene mayor importancia comercial que en América, siendo en nuestro continente el Brasil el único país que ha desarrollado su agroindustria, tanto de la nuez como de los productos derivados. En el Africa Oriental, el interés por este

cultivo nació con las compras de estas nueces de los industriales de la India. Por muchos años, países como Mozambique, Tanzania y Kenia fueron abastecedores de la industria hindú; recientemente los precios altos de los productos del marañón, almendra y aceite provocaron el desarrollo de su propia industria. Actualmente Mozambique es el primer país productor de nueces, y ha iniciado el proceso de mecanización para industrializar la almendra sin necesidad de llevarla a la India. El mercado actual es firme y estable, y la demanda de almendra aumenta año tras año, no sólo por el incremento del consumo per-cápita en los países tradicionales, sino también por los nuevos consumidores (Córdova, 1976; Ohler, 1968), la producción mundial del marañón, se indica en el Anexo 1.

2.3 Características botánicas del marañón.

Botánicamente, la taxonomía del marañón es la siguiente: (Morton, 1967)

División	: Embryophyta siphonogama
Clase	: Angiospermae
Sub-Clase	: Dicotyledonae
Orden	: Discifloras
Familia	: Anacardiaceae
Género	: Anacardium
Especie	: occidentale L.

El marañón Anacardium occidentale L. pertenece a la familia Anacardiaceas a la cual también pertenece el mango, cuyo origen deriva de la palabra griega Ana que significa "como" y Kardia "corazón".

Es un árbol rústico siempre verde de copa extendida con ramas que crecen en zig-zag, con tres etapas de crecimiento en el año; así, la primera ocurre a fines del periodo de fructificación, la segunda durante las lluvias y la tercera cuando comienzan a aparecer las panículas florales (Hein, 1962; León, 1968).

De altura variable entre los 6 - 12 metros, pero puede llegar a medir de 15 - 20 metros; su tronco de corteza resinosa, es más o menos deforme con escasas ramificaciones, el follaje es oscuro o rojizo y a veces amarillento según las plantas y el suelo, las hojas son alternas, de peciolo corto, de forma ovalada oblonga con base en cuña u obtusa, entero, coriáceo, pinatinervado, con venas transparentes de color verde oscuro o verde amarillento brillante en el haz, verde y amarillento y opaco en el envés, liso en ambas superficies, de 7 a 20 cm de largo y de 4 a 12 cm. de ancho, los peciolos son aplanados con su base un tanto dilatada y de color café, y de 1 a 1.5 cm. de largo, las flores son erectas y corimbiformes, anchas, fragantes, con flores bisexuales y masculinas, los

cinco sépalos son lanceolados, agudos, pubescentes en ambas superficies, de color blanco o blanquizco manchado de violeta, tornándose pronto de color rojo claro, de 1.0 - 1.2 cm. de largo y 0.1 - 0.5 cm. de ancho, hay de 7 a 10 estambres que se unen en la boca de un tubo, solo uno de ellos es fértil y tiene más o menos 1 cm. de largo, el estilo es subterminal, filiforme, blanco, liso y de 0.9 - 1.0 cm. de largo (Ochese, 1965; Montenegro, 1971).

2.4 Clima y Suelo

El marañón puede crecer y fructificar desde el nivel del mar hasta los 1,000 metros de altura, es decir en climas cuyas temperaturas fluctúan entre los 24°C y 30°C con precipitación pluvial entre los 1,500 a 3,850 mm.; por otro lado resiste la sequía, por eso se le encuentra en regiones desérticas de 500 mm. de precipitación pluvial por año (Córdova, 1976).

La aptitud de este árbol para crecer y fructificar en condiciones tan adversas de clima y terrenos, lo colocan entre los cultivos de gran importancia económica; el marañón puede prosperar en zonas lluviosas, en todos los climas tropicales y subtropicales, resiste altas temperaturas (superiores a 24°C), no soporta el frío (menos de 18°C). También es resistente al ataque de las plagas e insectos. Cuando

existe humedad relativa alta hay ataque de plagas, por lo cual el marañón demanda mucha luminosidad, contrarrestando de esta manera la alta humedad relativa de rocío nocturno (Chandler, 1962; Ohler, 1968).

Es una planta rústica no exigente en suelos, prospera en muy diversos tipos de éstos y a más de 1,500 metros sobre el nivel del mar.

El éxito del cultivo del marañón depende de la textura adecuada, la profundidad y la calidad del suelo, en suelos arcillosos y pesados y en suelos calcáreos crece raquítico y produce mal; el marañón prefiere los suelos ácidos de un pH de 5 a 7; los terrenos arcillosos pueden dar resultados siempre y cuando sean profundos y bien drenados para encontrar la humedad y los elementos necesarios, el mejor suelo para el marañón es el areno-arcilloso, con buena cantidad de materia orgánica cuya constitución podría ser 45% de arena, 40% arcilla, 10% de materia orgánica y 5% de limo (Córdova, 1976).

2.5 Variedades

Dentro de las variedades existentes en el mundo, las más importantes son las consideradas para fines comerciales. Las más conocidas son dos grupos de cultivares: el *Americanum* y el *Indicum*. El *Americanum*,

se caracteriza por tener los frutos con pedúnculos largos y jugosos como el "cajubanana". El Indicum, cuyos frutos son de pedúnculo corto, utilizados especialmente por la nuez.

En el Brasil se conoce muchas variedades pero aún no se ha realizado una buena clasificación biológica de ellas; pero propaga y exporta las variedades: "amarelo gigante", "mantioga" y la "vermelho" estas variedades poseen nueces más grandes; la variedad "Jumbo" obtenida en Trinidad y Tobago es otra nuez comercial de tamaño grande muy similar a la del Brasil (Cornelius, 1962; Morton, 1967).

2.6 Características del fruto y Composición Química

El fruto consta de dos partes: el seudofruto llamado hipocarpo o pedúnculo y el fruto semilla o nuez, el seudofruto desarrollado e hinchado de 2.5 cm. de diámetro que ha cambiado su color, de verde grisáceo a blanco y una vez completado su desarrollo es de color rojo o amarillo brillante, de piel fina cerosa con forma de manzana, pera o corazón, cuya pulpa de textura fibrosa o esponjosa llena de jugo de sabor dulce ligeramente ácido, altamente aromático y astringente; generalmente los grandes producen mayor contenido de jugo y nueces más grandes, de 3.8 a 5.0 cm. de diámetro y de 5 a 10 cm. de largo; está clasificada como una

fuentes de vitamina C (Morton, 1967; León, 1968).

La semilla o nuez, botánicamente es el verdadero fruto; es una drupa reniforme, suave al tacto, medianamente dura, de 1.5 a 2.0 cm. de espesor, tamaño entre 2.5 a 3.0 cm. de largo y de 1.9 a 2.2 cm. de ancho, en peso de 2 a 10 g.; se encuentra adherida en el extremo final de la parte más ancha del hipocarpo que es la pulpa o parte carnosa de color rojo o amarillo (León, 1968; Calzada, 1980). Está constituido por una cáscara o pericardio que corresponde al 70% aproximadamente del peso total de la nuez; y la almendra, el epicarpio, tiene la forma de un riñón, lisa, impermeable al aceite, brillante, correosa, de color generalmente rosado en las etapas muy jóvenes; a medida que se va desarrollando cambia de color verde a gris verdoso, de éste a gris cenizo (Montenegro, 1971).

El mesocarpio está formado por una estructura espacial compuesta de cámaras con espacios cúbicos o rectangulares, que contienen masas y aceite o goma de color marrón oscuro. Este líquido contiene alrededor de 90% de ácido anacárdico y 10% de cardol (compuestos aromáticos fenólicos de 15 átomos de C), sustancia muy cáustica y venenosa que se volatiliza al calentar las nueces; el endocarpio es una corteza de aspecto quebradizo, dura y de color negro claro (Ochese, 1965;

Calzada, 1980).

Esteves (1966), reporta en los Cuadros 1, 2 y 3, una comparación de las características físicas, valores unitarios y de composición química especialmente de muestras procedentes de Cabo Verde, Mozambique y Angola.

2.7 Cosecha y producción

El marañón está en punto de cosecha, cuando la cáscara de la nuez cambia de color verde a cenizo; en este estado las nueces están completamente desarrolladas y maduras; en cambio los pseudo frutos no están maduros pero se puede cosechar siempre que estos no fueran de importancia para el productor. Sin embargo las nueces destinadas para la siembra deben ser cosechadas cuando el pseudo fruto este bien desarrollado y maduro; en caso contrario las nueces (semillas) no germinan satisfactoriamente, ni producirán plantas vigorosas (Ohler, 1968; Román, 1991).

La producción se inicia a los 3 años de edad y alcanza su máximo valor a los 10 años, se prolonga hasta los 20-25 años, pudiendo producir en casos extremos hasta los 50 años. La fruta, madura a los 2 y 2.5 meses de floración y se cosecha cuando está completamente madura; el método usual de cosecha es

sacudir el árbol (Esteves, 1966; Ohler, 1968).

Si el fin primordial de la explotación es el aprovechamiento del pseudo fruto y la nuez, la cosecha requerirá el empleo de mujeres y muchachos encargados de recorrer diariamente la plantación durante los meses de producción (Córdova, 1976).

CUADRO 1 : ANALISIS FISICOS DE LAS NUECES DEL MARAÑON
PROVENIENTE DE CABO VERDE, MOZAMBIQUE
Y ANGOLA.

DETERMINACIONES	CABO VERDE	MOZAMBIQUE	ANGOLA
Nº Nueces/litro	146	116-140	110-116
Nº Nueces/100 g.	28	21 -28	20 -22
Peso de 1 Lt (g.)	528	509-545	535-539
Densidad aparente, g/ml	0.528	0.509 -0.545	0.535-0.539
Volumen real de 100 nueces (ml)	350	387 - 459	477 - 501
Peso de 100 nueces (g.)	363	363 - 466	465 - 488
Densidad real, g/ml	1.035	0.938-1.016	0.960-0.977
Proporción de las fracciones de la nuez (*)			
a) Cáscara (%)	61.6	62.6-66.9	66.4-67.6
b) Almendra (%)	35.4	30.5-35.0	29.3-30.7
c) Tegumento (%)	3.0	2.3- 2.6	2.9- 3.1

Fuente: Esteves (1966)

(*) Sobre Nuez cruda original

CUADRO 2 : CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS NUECES DEL MARAÑON DE CABO VERDE, MOZAMBIQUE Y ANGOLA, MEDIDAS EN 100 NUECES (mm).

CARACTERISTICAS	CABO VERDE	MOZAMBIQUE	ANGOLA
1. Mayor Depresión	26.6	26.0-28.5	25.3-25.9
2. Largo	19.6	20.6-21.7	21.4-21.6
3. Mayor Espesor	13.9	14.8-15.7	17.6-18.1
4. Menor Espesor	9.6	10.6-11.3	12.0-12.2

Fuente: Esteves (1966)

CUADRO 3: COMPOSICION QUIMICA PORCENTUAL DE LA CASCARA Y ALMENDRA DE LAS NUECES DE MARAÑON DE CABO VERDE, MOZAMBIQUE Y ANGOLA.

ANALISIS	CABO VERDE	MOZAMBIQUE	ANGOLA
1. Cáscara			
Extracto	32.01	36.98-39.53	33.9-34.50
Etéreo (%)			
Cenizas (%)	1.12	1.23- 1.40	1.32
Celulosa (%)	19.19	14.54-16.41	17.1-17.17
Proteína	3.00	1.75- 2.62	3.5- 3.56
(N x 6.25)(%)			
Carbohidratos	44.68	41.91-43.68	44.12-45.51
totales (%)			
2. Almendra			
Extracto	48.45	47.51-48.54	48.16-50.94
Etéreo (%)			
Cenizas (%)	2.31	2.52- 2.69	2.78
Proteína	21.19	20.75-21.83	22.12-22.44
(N x 6.25)(%)			
Carbohidratos	27.25	23.05-27.61	23.26-25.69
totales (%)			

Fuente: Esteves (1966)

CUADRO 4 : PRODUCCION NACIONAL DE MARAÑON (AÑO 1979)

Zona de Producción	Superficie Ha	Rendimiento kg/Ha	Producción T.M.	Valor Miles S/.
Huánuco	5	4 000	20	500
Junín	10	5 000	50	720
Total Centro	15	4 667	70	1 220
Ayacucho	20	3 600	72	1 152
Cuzco	25	5 500	138	1 350
Total Sur	45	4 656	210	2 502
Loreto	270	3 500	945	21 875
San Martín	15	6 000	90	1 440
Total Oriente	285	3 632	1 035	23 315
TOTAL NACIONAL	345	3 810	1 315	27 037

FUENTE: Anuario de Estadística Agrícola (1979).
Ministerio de Agricultura.

En el Perú, por ser un frutal de poca importancia y no muy popular, la información obtenida no es muy completa y solamente contamos con los datos estadísticos del Ministerio de Agricultura; que se indica en el Cuadro 4.

2.8 Rendimiento en nueces y almendras

La plantación, produce a los 3 años un rendimiento promedio por árbol de 3.5 kilos de nueces, a los 7 años, hasta 6-7 kilos/árbol, aumentando a 35 kilos a los 15 años; existiendo ejemplares que dan más de 45 kilos, alcanzado un máximo de 90 kilos por árbol aproximadamente (alrededor de 1,000 nueces de buen tamaño pesan 6 kilos) (Hein, 1966; Guillen, 1975).

El rendimiento en almendra se podrá calcular teniendo en cuenta que, equivale de un 25% a 30% del peso de la nuez, y, que de una hectárea con 200 árboles se podrán obtener cerca de 350 a 420 kilos de almendra; el rendimiento promedio de pseudo frutos (sin nueces) por árbol, a partir de los 7 años es de 100 kilos y entre 90-110 gramos el peso de cada pseudo fruto (Hein, 1962; Porras, 1985). El rendimiento de las nueces y almendras por año se puede observar en el Cuadro 5. (Córdova, 1976).

CUADRO 5: RENDIMIENTO DE NUECES Y ALMENDRAS DE MARAÑÓN EN COLOMBIA DE 3 a 12 AÑOS DE PLANTACION.

Años de Plantación	Nueces por árbol (kg)	Rendimiento almendras (árbol)	Rendimiento Nueces Kg/Há	Rendimiento Almendras Kg/Há
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	1.0	0.30	200	60
4	2.5	0.75	500	150
5	4.5	1.35	900	270
6	6.0	1.50	1,200	360
7	7.0	2.00	1,400	420
8	10.0	3.00	2,000	600
9	12.0	3.60	2,400	720
10	15.0	4.50	3,000	900
11	18.0	5.40	3,000	1,050
12	22.0	6.60	4,400	1,320

Fuente: Córdova (1976)

2.9 Industrialización del marañón

Del marañón se industrializa el fruto y el pseudo fruto, especialmente este último, en los países del Brasil, Colombia y Cuba. Se dá mayor interés comercial a la nuez o fruto que al pedúnculo o "falso fruto" por sus dos productos: la almendra y el aceite de su corteza (Esteves, 1966).

2.9.1 Aprovechamiento del pedúnculo

El "Falso fruto", puede ser aprovechado como fruta y bebida, del fruto se pueden obtener 24 productos y subproductos tales como, jugos (turbio y limpio); néctar, concentrados con recuperación de aromas, deshidratado y liofilizado, dulces (masas, compota, gelatina); bebidas alcohólicas (vino, licor, vinagre); destilados (aguardiente) (Jordan, 1943; López, 1972).

2.9.2 Aprovechamiento del fruto

La industrialización del fruto o nuez, consiste en la extracción de la almendra sin fracturarla ni contaminarla con el aceite de la cáscara, la almendra procesada, tostada, salada o confitada, y envasada en latas estañadas al vacío, es

de consumo popular en muchos países por su agradable sabor. La almendra contiene alrededor del 40% en aceite, que podría ser utilizado en la extracción y refinado de un aceite de alta calidad (Jordan, 1943; Esteves, 1966).

Las almendras de marañón además de su utilización para el consumo directo, han satisfecho la calidad de una serie de productos preparados de la industria de los chocolates, confituras, heladerías, panaderías y otras de menor escala (Córdova, 1976; Astete, 1990).

Para la obtención de las almendras y el líquido de la cáscara de la nuez del marañón, en los países que lo industrializan, se utilizan distintos procesos que pueden ser agrupados en: manual, semimecanizado y mecanizado.

El proceso semimecanizado, utiliza para el descascarado una máquina bien sencilla que con una persona adiestrada dá un rendimiento de 90 a 100 Kg. diarios por persona; este método se utiliza en las plantas procesadoras del Brasil, y es aconsejable en la etapa inicial de la instalación de esta agroindustria, por ser menos exigente en materia prima, económico con menor volumen de producción, baja inversión inicial y se utiliza mayor cantidad de mano de obra (Cornelius,

1962; Córdova, 1976).

El proceso mecanizado por otro lado, busca la automatización total de las operaciones, aunque en la actualidad no se haya alcanzado aún. En este método, el descascarado se realiza con una máquina que trabaja automáticamente con nueces de tamaño uniforme; después de esta operación le siguen otras con el objeto de despellicularlas y clasificarla para el mercado, esta última operación se realiza manualmente (Cornelius, 1962; Córdova, 1976).

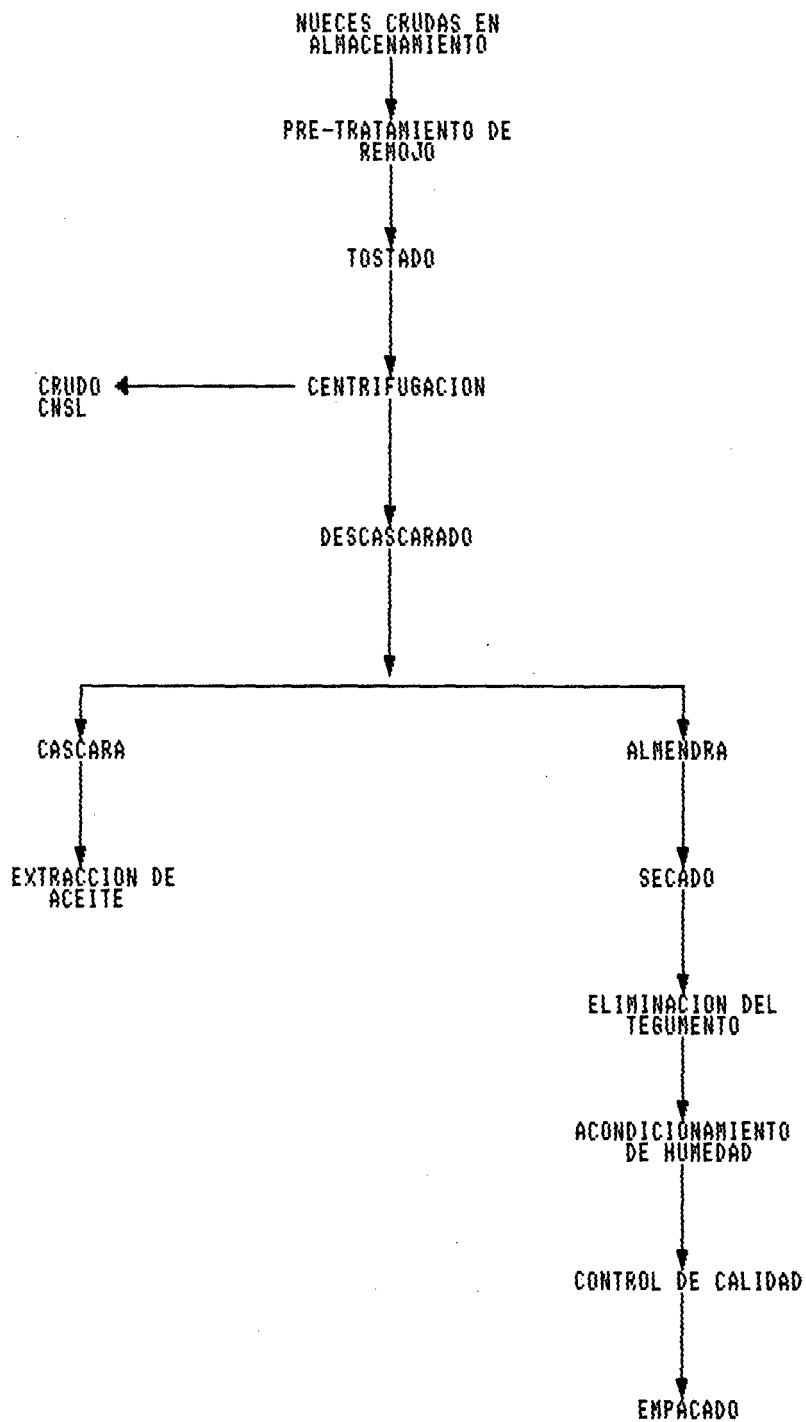
2.10 Procesamiento del fruto o nuez del marañón

Según Halls (1965), el procesamiento del fruto o nuez del marañón, consiste en las siguientes operaciones:

2.10.1 Cosecha

La cosecha de las nueces debe hacerse tan pronto como las cáscaras adquieran un color cenizo, antes de que madure el fruto; el método usual es sacudir el árbol indicando que las mejores cosechas se obtienen entre los cinco y siete años (Córdova, 1976).

FIGURA 1 : FLUJO DE OPERACIONES PARA EL PROCESAMIENTO DEL MARAÑÓN



FUENTE: HALLS, (1965)

2.12.2 Secado

Después de la recolección y separación del pedúnculo, las nueces se dejan secar al sol, durante dos días para reducir el contenido de humedad de 16 a 7% en este estado se puede almacenar ensacados durante un año para procesos posteriores o la venta (Cornelius, 1962; Córdova, 1976).

2.10.3 Lavado

Este acondicionamiento es tanto para frutos almacenados como para frutos que van a ser elaborados inmediatamente después de la cosecha, siendo preferible su utilización inmediata, sumergiéndose en este caso en agua, luego se amontonan por espacio de 12 horas; después de ser pesadas las nueces van a una cuba de lavado y se retiran las impurezas que flotan (Olivera, 1956).

2.10.4 Rehumidificación

El método industrial utilizado en Mangalare e India consiste en poner las nueces en remojo para ablandarles durante una noche.

Las condiciones de remojo de las nueces depende de sus condiciones climáticas y de la

"edad" de las nueces; cuando se trabaja con nueces recién cosechadas, la duración del remojo es corta (más o menos cuatro horas) y cuando las nueces están completamente deshidratadas en el almacén, se requiere un remojo de 8 a 10 horas (Ohler, 1968; Córdova, 1976).

2.10.5 Tostado de la nuez

De esta operación se extrae dos productos principales, el aceite o líquido de la cáscara conocido como Cashew nut shell liquid (CNSL) y la almendra; obteniéndose también dos productos secundarios, la película y la cáscara residual. Las temperaturas y tiempos empleados en el tostado están patentados, así por ejemplo para una temperatura de 190°C por 1.5 minutos, en inmersión de CNSL (Jefferies, W. Patent Británica 472.195.1937); para 160°C, por un tiempo de 4 a 8 minutos, en inmersión del CNSL (Hughes, E.R. Patent USE. 2.058.456.1936) (Halls, 1965).

2.10.6 Descascarado

Una vez tostada la nuez, se puede descascarar de dos formas: a mano y usando pequeñas máquinas.

El descasque manual de la castaña previamente tostada es la operación más usada, pero exige entrenamiento, dependiendo el rendimiento de la

capacidad propia de los operarios.

El descascarado a mano es usado en gran parte en la India y otros países; es la forma más general y recomendada; antes de descascarar primero se espolvorea con ceniza o cal, protegiéndose las manos con guantes de hule, se golpea con un mazo o martillo sobre una piedra plana, esta labor exige mucha práctica con un rendimiento oscilante alrededor de 3 Kg. de almendra por cada 10 Kg. de nueces, de 4 a 6 libras por día o sea 1,200 - 1,500 almendras cada trabajador (Jordan, 1943; Córdova, 1976).

A máquina con sierras circulares, estas hacen una ranura en el filo o dorso de las nueces, abriéndolos en forma de ostra y palanqueándolas con un instrumento especial, un hombre abre 1,000 nueces por hora sin quebrar las almendras, el rendimiento obtenido es de 25 a 30 libras por día o sea 6,000 a 7,000 almendras que abre un trabajador (Halls, 1965; Esteves, 1966).

Ninguno de los métodos ni los equipos desarrollados han demostrado ser completamente satisfactorios, siempre se tropieza con la rotura de las nueces; uno de los mayores inconvenientes es la gran variación del tamaño de las nueces (Esteves, 1966).

En un trabajo de planta piloto de la Invención "Societa Iesina Machine Agrarie" (SIMA) en Mozambique, se emplearon máquinas descascaradoras utilizando láminas de corte y trabajando cerca de 70 Kg. por horas de nueces crudas sobre el total de las almendras obtenidas, se encontró un 53.3% de almendras enteras, 23% de mitades y 23.5% almendras partida (Esteves, 1966).

En la Figura 1, se muestra el diagrama de flujo convencional utilizado corrientemente en el procesamiento de la nuez del marañón en la India (Halls, 1965).

2.10.7 Secado de la almendra y despeliculado

Una vez abierta la nuez, la almendra sale con un tegumento o envoltura fina que se quita en estufas apropiadas, donde el producto es tratado con aire caliente a 80°C y cuando el grado de humedad fluctúa entre 2.5 a 3% se seca la película, sacándolas con relativa facilidad (Duverneuil, 1973).

2.10.8 Clasificación y empaçado

Las almendras después de escogidas, se clasifican en tamaños: El grado más alto corresponde a "210" (210 almendras por libra) y los grados

siguientes son "240" "320", hasta llegar "500" y finalmente se separan las almendras lastimadas, quebradas y medias almendras (Pulgar, 1952).

Los países que exportan almendras peladas antes de hacer el embalaje separan las almendras enteras de las partidas, usando pequeñas cribas mecánicas y embaladas en porciones de 12 kg en latas herméticamente cerradas y en atmósfera de CO₂. La invención de los envases al vacío y el denominado VITAPACK, hicieron posible el comercio internacional de la almendra del marañón. El sistema vitapack, consiste en remplazar el aire por un gas adecuado, capaz de disolverse en el aceite de las nueces, este gas es generalmente el anhídrido carbónico (Duverneuil, 1973).

2.10.9 Almacenaje de la almendra

Si las almendras se van a almacenar por un tiempo, dicha película o tegumento puede quedarse, pues permite que permanezcan frescas más tiempo, debiendo fumigarse con bromuro de metilo para evitar infestaciones de insectos (Hein, 1962).

2.10.10 Fritura de la almendra

Después de peladas, las almendras son colocadas en cámaras para que no absorban humedad,

luego son fritas en una bandeja de hierro con aceite de buena calidad, hirviendo las almendras en un fuego uniforme y retirando la bandeja durante la fritura 3 - 4 veces a intervalos de 5 minutos cada vez, con el fin de revolverlas dando un movimiento de sacudidas cortas y volviendo a colocar hasta que las almendras se encuentren tostadas a medias. Luego mezcladas en un balde con una cantidad de parafina líquida, nuevamente se les vuelve a colocar en las bandejas para tostarlas durante 5 minutos más, finalmente se agrega sal fina (Hein, 1962; Córdova, 1976).

Las almendras procesadas, fritas, saladas y envasadas en latas estañadas al vacío, tienen bastante aceptación en muchos países, por su agradable sabor. Por lo menos, el 60% de las almendras se consumen como nueces saladas, este porcentaje varía de mercado a mercado. En los Estados Unidos, esta cifra alcanza el 85%, mientras que en Rusia el consumo es casi exclusivo en productos de confitería y panificables (Jordan, 1943).

2.11 Empacado de alimentos

El propósito del empacado o envasado consiste en proteger al alimento de cualquier tipo de deterioro, bien sea de naturaleza química, microbiológica o física

con la finalidad de suministrar al consumidor un alimento de similar calidad a los productos frescos recientemente preparados (Heiss, 1977).

Dos métodos que comúnmente usa la industria alimenticia para modificar la atmósfera de gas dentro de un producto empacado son el empaque al vacío y el empaque con gas.

El empaque al vacío involucra empacar el producto en capa de baja permeabilidad de oxígeno, la remoción del aire del paquete y la aplicación de un sello hermético. El empaque con gas es simplemente una extensión de la tecnología de empaque al vacío. La técnica implica la remoción del aire del paquete y su reemplazo con una mezcla de gases; la presión del gas dentro del empaque usualmente llega a 1 atm . Esto se logra por medio de un equipo de empaque continuo o termoformado (Rev., 1993).

Lo que se debe tener en cuenta en el envasado de un alimento es su naturaleza y su grado de sensibilidad. Debe indicarse si la protección requerida es contra el agua, su vapor, el oxígeno, la luz, la captación de olores extraños o cualquier otro tipo de protección. El acetato de celulosa es impermeable al agua, pero no a su vapor, el celofán es muy impermeable

al gas, pero no a su humedad; el polietileno es muy impermeable al vapor y poco permeable a los gases (Heiss, 1977).

Las grasas de los alimentos son afectadas por el oxígeno. La presencia de oxígeno puede reducirse al mínimo por el envasado al vacío o en atmósfera de nitrógeno. El envase seleccionado debe ser práctico, lo que significa desde el punto de vista del envasador, que debe poder llenarse fácil y rápidamente y cerrarse a la perfección y desde el punto de vista del comerciante que el producto pueda distribuirse y almacenarse convenientemente. Desde el punto de vista del consumidor significa que el envase deberá ser de un tamaño adecuado para que este pueda abrirse con facilidad y, si es preciso, también cerrarse (Cheftel, 1976; Heiss, 1977).

En la actualidad se dispone de una gran variedad de materiales para la elaboración de empaques y envases, empleados con relativo éxito en la protección de alimentos (materiales celulósicos, polímeros, vidrios y metales).

El papel continúa siendo uno de los materiales de empaque más económicos. Pero debido a sus características protectoras deficientes, su uso se

limita a la envoltura y al transporte, particularmente de productos que no requieran de aislamientos específicos.

En cuanto a los polímeros utilizados tenemos:

- Olefínicos: Polietileno en varias densidades; polipropileno de diferentes características.
- Vinílicos: Cloruros de polivinilo y cloruro de polivinilideno.
- Poliestirenos.
- Resinas de ABS
- Poliester
- Policarbonados y
- Lacas sanitarias.

De estos polímeros el más utilizado en la industria del empaque es el polietileno, debido a su versatilidad y bajo costo (Paz, 1984).

Los principales materiales utilizados para la preparación de embalajes (Recipientes, láminas, películas, revestimientos) plásticos, son polímeros de elevado peso molecular. A continuación se da las fórmulas de algunas de ellos:

- Polietileno $(\text{CH}_2-\text{CH}_2)_n$
- Cloruro de polivinilo $(\text{CH}_2-\text{CHCl})_n$

- Cloruro de polivinilideno $(\text{CH}_2\text{-CCl}_2)_n$
- Poliestireno $(\text{CH}_2\text{-CH} \quad)_n$
- Politetrafluoretileno $(\text{CH}_2\text{-CF}_2)_n$

La permeabilidad de los materiales plásticos a los gases, tales como el vapor de agua o el oxígeno, constituye una de las características más importantes desde el punto de vista de su empleo para empacar alimentos (Cheftel, 1976).

2.12 Deterioro durante el almacenamiento

Las grasas presentes en los alimentos, sufren más alteraciones químicas que microbianas; estas alteraciones son como consecuencia de la hidrólisis, la oxidación o una combinación de ambas (Frazier, 1962).

En el enranciamiento hidrolítico, se produce una lipólisis o desdoblamiento hidrolítico, de las grasas en los ácidos grasos y glicerina. Las bacterias, levaduras y sus poderosos sistemas enzimáticos, producen la lipólisis y luego la oxidación a peróxidos, aldehidos y cetonas; lo que es favorecido por la humedad y el calor. Contra este tipo de rancidez se utilizan agentes microbianos tales como los ácidos benzoico, sórbico y sus derivados (Schmidt, 1979).

En lo que respecta a la rancidez oxidante, se

produce una autodestrucción de los ácidos grasos, preferentemente no saturados debido a la presencia de agentes pro-oxidantes, tales como la humedad, luz, calor y extensión de la superficie (Hart, 1971).

Debido al alto contenido de grasas y a la poca proporción de agua, los alimentos grasos no son susceptibles a la acción de las bacterias. Los mohos pueden crecer si se almacenan en condiciones de humedad para su desarrollo (Bailey, 1951).

Las nueces presentan contaminación algunas veces de E. coli, y raramente por salmonelas. La presencia de E. coli es debida a contaminación fecal; además puede existir contaminación por mohos, los que segregan toxinas perjudiciales para el ser humano. La forma de eliminar o reducir estos contaminantes, son los buenos métodos de recolección y almacenamiento de las nueces; contribuyéndose de esta manera a mejorar el estado microbiológico del producto elaborado (Rafai, 1981).

2.13 Agentes que preservan la calidad

Según (Pearson, 1976), especifica que un alimento con Índice de Peróxido de 0 - 6 meq/Kg es sinónimo de frescura.

Los ácidos grasos que contienen de 1 a 14 átomos de carbono son efectivos inhibidores de mohos. La presencia de dobles ligaduras aumenta sus efectos preservativos; las cadenas laterales las bajan.

Muchos compuestos químicos ayudan en la conservación de alimentos protegiendo los nutrientes, el sabor, la textura y la estabilidad en el almacenamiento de los productos alimenticios (Desrosier, 1982).

Para retrasar el enranciamiento en los productos grasos, se utilizan corrientemente cuatro antioxidantes: el hidroxianisól butilado (BHA), hidroxitolueno butilado (BHT), galato de propilo (G.P.) y el ácido norhidroguaiarético (NDGA). Estos se utilizan en concentraciones no mayores al 0.02% del contenido de grasa o aceite presente en el alimento, los antioxidantes forman complejos estables con los iones metálicos, en otras palabras neutralizan la actividad de los metales activadores de la oxidación (Schmidt, 1979).

La acción más importante de los antioxidantes en los alimentos radica en interrumpir los mecanismos que originan radicales libres. Algunos antioxidantes tales como el ácido ascórbico, actúan preferentemente

oxidados y ofrecen escasa protección (Fennema, 1982).

Una grasa expuesta al oxígeno, resiste el enranciamiento con la medida de la destrucción de sus antioxidantes, a las condiciones de almacenamiento (Bailey, 1951).

2.14 Evaluación sensorial de los alimentos

Constantemente la industria de los alimentos desarrolla nuevos productos para el consumo masivo. El éxito o no de esos productos tiene que ver con la forma como los alimentos lucen, saben y se sienten (Mackey, 1984).

Se considera que hasta la actualidad no existe un sustituto en la evaluación por personas, cuando se trata de obtener información acerca de la aceptación de calidad de un producto (Potter, 1973).

De allí que sea importante el uso de los "Métodos de evaluación sensorial de los alimentos" ya que permiten determinar la aceptabilidad y calidad de los mismos. Estos métodos de evaluación se llevan a cabo de una manera científica utilizando los sentidos de un "panel de evaluación sensorial" que está integrado por un grupo de personas que analizan diferentes propiedades de los alimentos.



Los dos tipos que se conocen para esta evaluación sensorial son las pruebas de diferencia y la prueba de preferencia.

En las pruebas de diferencia los panelistas son preguntados si existen diferencias entre dos o más muestras; para lo cual el panelista es advertido a ser objetivo en su evaluación. Se le instruye en lo que significa una buena o pobre calidad de una determinada cualidad. Entre las pruebas de diferencia se pueden citar: la prueba del triángulo, prueba del duo-trío, prueba de comparación pareada y la prueba de "ranking" (Mackey, 1984).

Las pruebas de preferencia se basan en una medición la que puede ser difundida como: (a) expresión de un alto grado del gusto; (b) elección de un objetivo sobre otro y/o; (c) sensibilidad psicológica continua sobre la cual están basados muchas elecciones. La medición de la preferencia puede incluir la elección de una muestra en vez de otra, en orden categorizado (graduado), o una expresión de opinión sobre una escala hedónica (gusto/disgusto) (I.F.T. 1981; citado por Cerrate, 1989).

El estudio de los alimentos es muy complejo, las etapas de desarrollo de nuevos productos comienzan en el laboratorio y la gran mayoría de los factores que

inciden en su calidad sólo pueden ser medidos por métodos sensoriales. Siendo las personas el instrumento de medida utilizado, es necesario controlar cuidadosamente las condiciones de evaluación con el objeto de reducir los errores causados por los factores psicológicos (Mackey, 1984).

2.15 Isoterma de adsorción

Una isoterma de adsorción es la curva que indica, en el equilibrio y para una temperatura determinada, la cantidad de agua retenida por un alimento en función de la humedad relativa de la atmósfera que lo rodea; o, si se quiere, e inversamente, la presión parcial de vapor ejercida por el agua del alimento, en función del contenido de agua en el mismo.

Las isotermas se obtienen colocando un alimento cuyo contenido en agua se conoce, bajo vacío, en un recipiente cerrado y midiendo, después del establecimiento del equilibrio a una temperatura determinada, la presión de vapor en agua, con la ayuda de un manómetro o de un higrómetro; también se puede obtener colocando muestras de un mismo alimento (seco o húmedo) en una serie de recipientes cerrados, en los cuales se mantienen, mediante soluciones salinas (por lo general saturadas) o ácido sulfúrico de diversas

concentraciones; una gama de humedades relativas constantes y determinando, en el equilibrio, los contenidos de agua (por pesada) (Cheftel, 1976).

El valor monomolecular o humedad de monocapa puede determinarse, a partir de la isoterma respectiva a través de diferentes modelos teóricos. Los modelos Guggenheim - Anderson - de Boer (G.A.B.) y Brunauer - Emmett - Teller (B.E.T.) son los más utilizados en alimentos. En una extensa revisión de modelos de sorción propuestos establecieron que la ecuación de G.A.B. fue el mejor modelo teórico para alimentos. La ecuación tiene tres parámetros y es el modelo más empleado por investigadores europeos en alimentos. La ecuación es:

$$\frac{X}{X_m} = \frac{C K A_w}{(1 - K A_w) (1 - K A_w + C K A_w)}$$

donde: A_w = actividad de agua; x = contenido de humedad en equilibrio en base seca; X_m = contenido de humedad de monocapa; C = constante de Guggenheim = $C' \exp. (H_1 - H_m)/RT$; H_1 = Calor de condensación del vapor de agua pura; H_m = calor total de sorción de la primera capa; K = factor de corrección de las propiedades de moléculas de multicapa con respecto al volumen de

líquido = $K' \exp (H_1 - H_a)/RT$; H_a = calor total de sorción de la multicapa.

Para el cálculo de los parámetros característicos de G.A.B.; ésta puede expresarse en forma de una función parabólica, la que es ajustada por mínimos cuadrados a los valores experimentales de adsorción.

La ecuación de G.A.B. tiene la ventaja al compararla con el modelo de B.E.T. en que describe en forma objetiva las isothermas de sorción hasta valores de A_w de 0.9, mientras que el modelo B.E.T. está limitado a A_w de 0.45 (Labuza, 1985).

La ecuación de B.E.T. es la siguiente:

$$\frac{a}{M(1-a)} = \frac{1}{M_1 C} + \frac{a(C-1)}{M_1 C}$$

donde:

a = Actividad de agua

M = Contenido en agua del producto (g/100 g de materia seca)

M_1 = Contenido en agua correspondiente a la capa monomolecular (g/100 g de materia seca).

C = Constante = $K.e^{Q_s/Rt}$, donde Q_s es el calor de adsorción considerado como constante) (Cheftel, 1976).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación, se realizó en el Laboratorio de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, y en la Estación Experimental "El Porvenir"-INIAA, distrito de Juan Guerra, durante los meses de Enero - Junio de 1994.

3.2 Materiales y Equipos

3.2.1 Materia prima

La materia prima estuvo constituida por nueces de la variedad "nativa" obtenida de plantaciones de los alrededores de la ciudad de Tarapoto, la cual se recolectó con anticipación.

3.2.2 Materiales

- Mallas metálicas
- Tablero de madera y martillo
- Cuchillo de acero inoxidable
- Guantes de jebe
- Empaques flexibles:
 - Laminado de aluminio de espesor de 0.2 mm.
 - Celofán de espesor de 0.1 mm.

- Polietileno de alta y baja densidad
- Matraces
- Crisoles
- Buretas
- Pipetas

3.2.3 Equipos

- Analizador de Humedad. Denver Instrument Company
IR.100, Serial NO.B03 2488-USA.
- Balanza tipo reloj capacidad 5 Kg.
- Balanza analítica con $e = 0.1$ mg., Sartorius GMBH
GOTTINGEN, AB-VA - Type 1601A MP8-1.GERMANY
- Balanza de precisión con $e = 0.1$ g. Zuschaltung
Beachten, Owa Labor - USA.
- Equipo micro Kjeldahl, J.P. Selecta S.A.- Pro-
Nitro CD-0400067.7 - A9.
- Estufa, MEMMERT Type U30 - F-Nr822 446. W GERMANY
- Centrífuga de laboratorio, Demon/IEC División
HN/SII Centrífuge N° 2355708, Hz. 60, Volts 115,
HP 1/7
- Horno mufla, marca Thermolyne, 500 furnace
- Selladora de materiales flexibles
- Tostadora de material de fierro, capacidad de 2
Kg.
- Vernier marca Weyersberg de 12 cm de longitud.
- Termómetro de -10°C a 300°C

3.2.4 Reactivos e insumos

- Los insumos utilizados fueron: sal, aceite de girasol, BHT.
- Reactivos y materiales necesarios para el análisis químico proximal, tanto de la materia prima así como del producto elaborado; así mismo los reactivos para los análisis de almacenamiento.

3.2.4.1 Reactivos

- Acido sulfúrico
- Acido bórico al 2%
- Indicador de rojo de metilo
- Hidróxido de sodio
- Acido clorhídrico
- Eter de petróleo
- Etanol
- Fenolftaleína
- Solución saturada de Yoduro de potasio
- Tiosulfato de sodio
- Tetracloruro de Carbono
- Reactivo de Wijs
- Soluciones saturadas

3.3 METODOS

3.3.1 Características fitosanitarias de la materia prima

Se determinó el porcentaje de materia extraña, pedúnculos y cantidad de impurezas existentes en la materia prima.

3.3.2 Características físicas

Se efectuaron determinaciones físicas de la nuez del marañón, según lo recomendado por ESTEVES (1966). Estas determinaciones fueron:

- Número de nueces por litro
- Número de nueces por 100 gramos
- Peso de un litro de nueces g.
- Densidad aparente g/ml
- Volumen real de 100 nueces (ml)
- Peso de 100 nueces (g)

Proporción de las fracciones de la nuez

- Cáscara (%)
- Tegumento (%)
- Almendra (%)

3.3.3 Valores unitarios

En lotes de 100 nueces se efectuaron mediciones individuales, de la nuez: largo, mayor

espesor, menor espesor y la longitud de la mayor depresión; usando un vernier; según las recomendaciones de Esteves (1966).

3.4 Análisis químicos

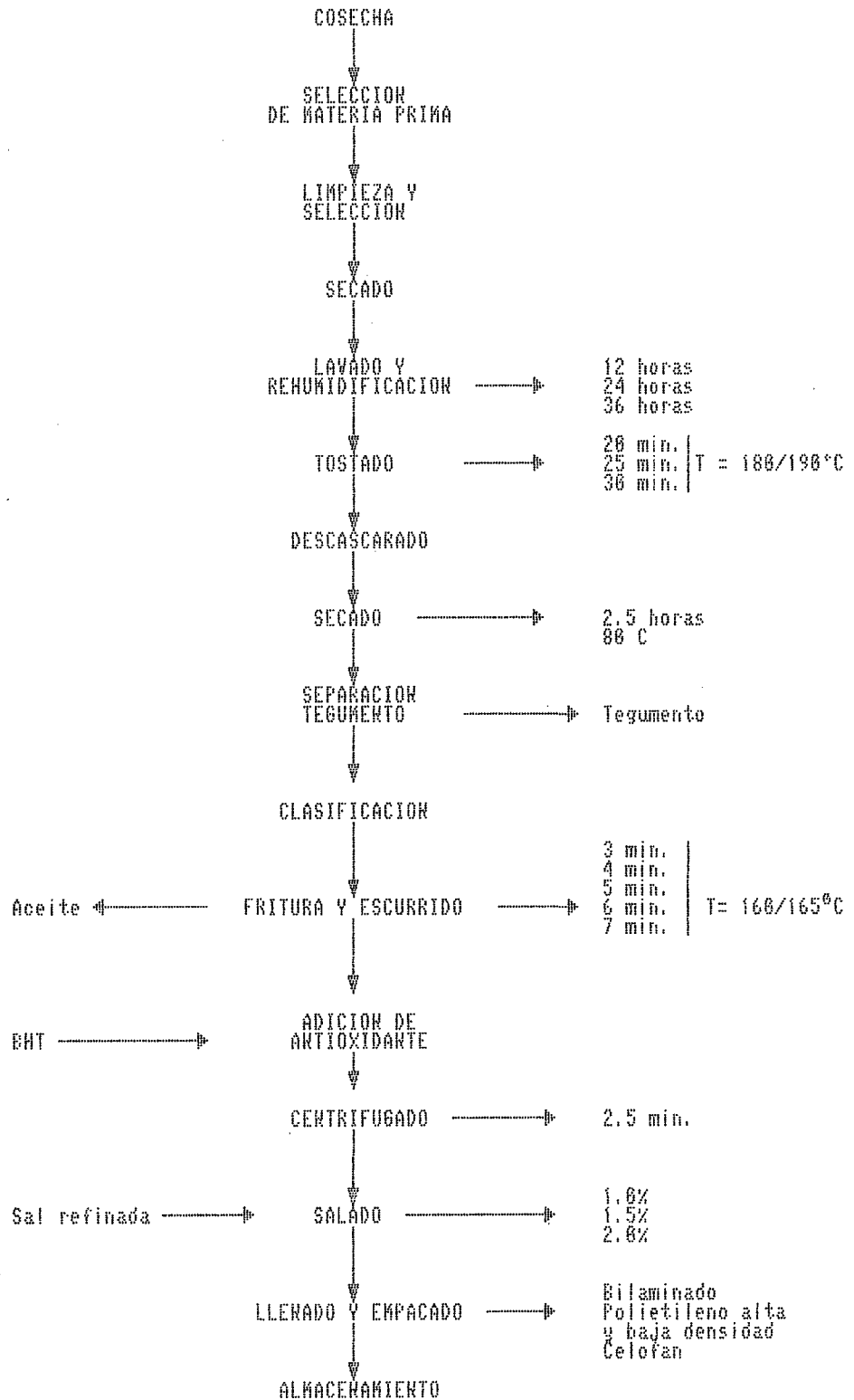
Se efectuaron las siguientes determinaciones analíticas, tanto en la materia prima como en las almendras procesadas:

- Humedad, por estufa, Método A.O.A.C.(1989) y determinador digital
- Proteína total, método micro Kjeldahl (Nitrógeno x 6.25) recomendado por la A.O.A.C. (1989).
- Grasa total, método Soxhlet, recomendado por A.O.A.C. (1989)
- Ceniza total, por incineración en mufla a 600°C por 3 horas, recomendado por A.O.A.C. (1989).
- Fibra total, por hidrólisis ácida y alcalina, recomendado por A.O.A.C. (1989).
- Carbohidratos totales, obtenido por diferencia de las determinaciones anteriores.

3.5 Procesamiento de la almendra del marañón

Este trabajo está basado en una metodología propuesta con antelación y que se sustenta en un flujograma preliminar de la Figura 2, consistiendo primeramente en acondicionamiento de la materia prima,

FIGURA 2: FLUJO PRELIMINAR DEL PROCESAMIENTO DE LA ALMENDRA DEL MARAÑÓN



luego la extracción de la almendra y finalmente en el proceso final del producto (almendras frito-saladas, para su posterior empaçado y evaluación durante el almacenamiento) y comprende:

3.5.1 Cosecha

Se estableció la provincia de San Martín, específicamente Tarapoto, Morales y lugares aledaños.

3.5.2 Selección de la materia prima en campo

En esta operación se procedió a seleccionar los frutos juntando los que estaban en el suelo y también eliminando los pedúnculos adheridos al fruto, para finalmente agrupar los frutos de buen estado físico y sanitario y también los inservibles.

3.5.3 Limpieza y selección

Con la finalidad de eliminar contaminantes que pudieran dañar el producto final, se realizó esta operación manualmente, aprovechando para seleccionar la materia prima por el estado sanitario. También permitió establecer el porcentaje de nueces defectuosas y extrañas.

3.5.4 Secado y almacenaje

Esta operación se hizo al ambiente con dos días de sol, buscando la humedad óptima para su almacenamiento, que oscila entre 7 a 7.5%.

3.5.5 Rehumidificación

Las nueces se sometieron a un lavado y rehumidificación, con la finalidad de acondicionarlas a diferentes niveles de humedad, y observar su comportamiento posterior en el tostado. Los tiempos de rehumidificación que se consideraron fueron 12 horas, 24 horas y 36 horas a temperatura ambiente, en cada ensayo se tomaron muestras representativas y se determinó el porcentaje de humedad por el método de la estufa (A.O.A.C., 1989), tanto de la almendra como de la cáscara.

3.5.6 Tostado

Esta operación se realizó con la finalidad de eliminar las resinas fenólicas y preparar las nueces para la operación del descascarado. Los tratamientos para el tostado, a condiciones iguales de temperatura de 180 - 190°C (Halls, 1965), se fijaron intervalos de tiempo de 20, 25 y 30 minutos; este proceso se relacionó con las operaciones de rehumidificación y descascarado através de un

experimento factorial en un Diseño en Bloque Completamente Aleatorizado (DBCA). El diseño experimental se presenta en el Anexo 2, en la cual se relacionó la interacción del tiempo de rehumidificación con el tiempo de tostado siendo la variable respuesta el descascarado, midiéndose la cantidad de almendras enteras.

3.5.7 Descascarado

Esta operación se realizó manualmente y en la cual se estableció los porcentajes de almendras enteras, almendras en mitades y almendras partidas, conforme lo indicado por (Esteves, 1966).

3.5.8 Secado y separación del tegumento

El secado se realizó en estufa, a una temperatura de 80°C por espacio de 2.5 horas, según recomendaciones de Duverneuill (1973), con la finalidad de disminuir el contenido de humedad en la almendra y facilitar la eliminación del tegumento al tornarse quebradizo y separarse fácilmente la almendra.

3.5.9 Clasificación

Esta operación se realizó solamente para seleccionar las almendras de las que se había desprendido totalmente el tegumento. La calidad se

estableció teniendo en consideración el número de almendras totales y su peso. Luego se relacionó con el número de almendras contenidas en una libra.

3.5.10 Fritura y escurrido

La fritura se realizó en aceite vegetal a la temperatura de 160/165°C, por tiempos de 3 a 7 minutos, determinando las condiciones más adecuadas para esta operación en función a la crocantez, luego se escurrió el aceite adsorbido a las almendras. La evaluación de la crocantez se realizó a través de una evaluación sensorial de preferencia, empleando un panel de degustadores semientrenados el formato de la evaluación se presenta en el Anexo 3.

3.5.11 Adición de antioxidante

El antioxidante utilizado fue el BHT al 0.02% establecido en base al peso de la cantidad de grasa de la almendra frita, para evitar el deterioro por enranciamiento en el almacenamiento del producto. El antioxidante se adicionó en aceite vegetal a una temperatura de 75°C, temperatura a la cual el antioxidante actúa con buena eficiencia (Cheftel, 1976).

3.5.12 Centrifugación

Se realizó esta operación en una

centrífuga de laboratorio a 960 r.p.m. por un tiempo de 2.5 min.; con la finalidad de separar el aceite adsorbido en la superficie de las almendras fritas (Navarro, 1980).

3.5.13 Salado

Esta operación se realizó con la finalidad de dotar de un mejor sabor al producto, ensayándose niveles de 1%, 1.5% y 2% de sal refinada. El producto obtenido se presentó ante un panel de degustadores semientrenados, para lo cual se preparó una prueba diferencial. Con los resultados obtenidos del análisis organoléptico se estableció el nivel de salado de mayor aceptación.

3.5.14 Llenado y empaçado

El llenado se realizó en forma manual, colocándose 20 gramos en cada envase.

En esta parte del proceso se puso énfasis en determinar un empaque adecuado para el almacenamiento, ensayándose cuatro diferentes materiales de empaque (polietileno de alta y baja densidad, celofán y bilaminado de aluminio), los mismos que fueron comparados mediante un experimento de parcelas divididas en un Diseño en Bloque Completamente Aleatorizado (DBCA).

3.5.15 Almacenamiento

El producto empacado se almacenó por un periodo de tres meses a condiciones ambientales, para observar su comportamiento y si había cambios en la estabilidad del mismo. Se controló cada treinta días el porcentaje de acidez expresado como ácido oleico, la humedad, el Índice de Peróxido y el Índice de Iodo, para cada empaque utilizado, los mismos que fueron comparados y analizados estadísticamente mediante un diseño en parcelas divididas en un Diseño en Bloque Completamente Aleatorizado (DBCA).

3.6 Evaluación sensorial

Para establecer la calidad organoléptica de las almendras procesadas, se realizaron dos pruebas; una diferencial para evaluar el grado de salado y otra preferencial para evaluar sensorialmente al producto terminado.

3.6.1 Evaluación del grado de salado

La evaluación de las almendras fritas se hizo con la finalidad de seleccionar el tratamiento de mayor aceptación, se realizó con 10 panelistas semientrenados, utilizando la prueba diferencial de evaluación sensorial de puntos o calificación.

Se presentaron a los panelistas tres

muestras codificadas de almendras fritas de marañón sometidas al mismo procesamiento y con diferentes niveles de salado (ver formato de la prueba en el Anexo 4).

Con los resultados obtenidos en la prueba diferencial, se realizó el análisis de varianza (ANVA) para ver si existe o no diferencias significativas entre las concentraciones de sal utilizados.

3.6.2 Evaluación sensorial del producto terminado

La evaluación organoléptica del producto terminado en relación al producto comercial se efectuó a través de una prueba sensorial de preferencia por el método de la escala Hedónica (Ver en el Anexo 5), los atributos considerados fueron: Color, Aroma, Sabor y Crocantez, ésta se llevó a cabo con la participación de 10 panelistas semientrenados, la evaluación se realizó de acuerdo a la siguiente codificación JJP muestra Control y AOX muestra elaborada. Los resultados de la puntuación para cada uno de los atributos evaluados, se presenta en la parte de Anexos, con los cuales se realizó el ANVA.

3.7 Análisis químico del producto final

Los análisis químicos realizados a las

almendras procesadas en el presente trabajo de investigación se detallan en el Item 3.4 del Cap. 3.

3.8 Isotermas de adsorción

El trazado de la Isoterma de Adsorción se realiza con la finalidad de determinar la curva que indica en el equilibrio y para una temperatura determinada, la cantidad de agua retenida por las almendras procesadas en función de la humedad relativa del medio ambiente, realizándose las mismas en campanas desecadoras bajo vacío, y también para calcular la actividad de agua (A_w) y valor monomolecular de las almendras fritas (usando la ecuación de BET y de GAB).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Caracterización de la materia prima

La materia prima utilizada en el presente estudio, fue la variedad originaria de la zona; que para el caso es denominada variedad "nativa".

En cuanto a las características fitosanitarias de la materia prima, los resultados se pueden apreciar en el Cuadro 6, relacionados a la cosecha y recolección que se efectuó en los lugares de la zona en estudio.

CUADRO 6 : CARACTERISTICAS FITOSANITARIAS DE LA MATERIA PRIMA

Características	Nueces de Marañón
	Variedad "nativa" (%)
1. Sin defectos	82.0
2. Con defectos	14.7
3. Residuos de pedúnculo	2.5
4. Impurezas	0.8

Según (Olivera 1,956), en un estudio del estado sanitario de los frutos cosechados en Guinea Portuguesa, se encontró que el porcentaje de nueces defectuosas era del orden de 23.2%, y respecto a los residuos del pedúnculo, fue de 0.94%. Con relación al porcentaje de nueces defectuosas hay una marcada diferencia con la muestra en estudio, lo cual es debido al volumen o cantidad de nueces que se obtuvo para efectuar el presente trabajo, que fue de solamente 10 Kg., ya que en el momento de la cosecha se recolectó y cosechó seleccionando la materia prima por ser un volumen muy pequeño, y en nuestra zona no se cuenta con sembríos comerciales.

En el Cuadro 7, las características físicas de las nueces utilizadas en el presente estudio, muestran ciertas variantes con respecto al Cuadro 1, existiendo pequeñas diferencias a lo reportado para nueces de Cabo Verde, siendo la diferencia mas grande para nueces de Mozambique y Angola; la menor cantidad de nueces por litro tanto para nueces de Mozambique y Angola se debe a que en estos países las variedades han sido mejoradas en comparación a la muestra en estudio que se recolectó de árboles que no han tenido cuidados culturales.

CUADRO 7: CARACTERISTICAS FISICAS DEL MARAÑON

Determinaciones	Nueces de Marañón
1. Número de nueces/litro	139
2. Número de nueces/100 g.	26
3. Peso de 1 litro (g.)	572
4. Densidad aparente g/ml	0.572
5. Volumen real 10 nueces(ml.)	348
6. Peso de 100 nueces (g.)	379
7. Densidad real g/ml	1.089
8. Proporción de las fracciones de la nuez	
a. Cáscara (%)	65.9
b. Almendra (%)	31.3
c. Tegumento (%)	2.8

Con respecto al Cuadro 8, los valores de las nueces del estudio comparados con los valores del Cuadro 2, (Esteves, 1966), hay marcadas diferencias en los mismos, esto debido a las diferentes variedades de marañón. La importancia de estas mediciones se fundamenta en estandarizar las nueces para efectos de diseño para la operación de descascarado.

CUADRO 8: PROMEDIO DE LAS DIMENSIONES DE 100 NUECES DE MARAÑON

Medición	Nuez del marañón
1. Mayor depresión (mm.)	21.3
2. Largo (mm.)	26.0
3. Mayor espesor (mm.)	17.0
4. Menor espesor (mm.)	12.7

CUADRO 9: COMPOSICION QUIMICA DE LA NUEZ ENTERA DEL MARAÑON (Base Seca)

Determinaciones	Nuez (%)
Grasa total	31.59
Ceniza	2.28
Fibra	15.90
Proteína total *	2.03
Carbohidratos totales	48.20

Fuente: Lab. ANACOMPA - UNSM
* INIAA-PORVENIR

En lo que respecta a la composición química de la nuez entera del marañón Cuadro 9, que están expresados en base seca, se puede visualizar que los valores obtenidos, son menores si consideramos que las almendras solas tienen en su composición valores mayores que del estudio, esto se debe a que la materia prima analizada fue considerando la cáscara más la almendra y el tegumento.

4.2 Del procesamiento de la materia prima

4.2.1 Tratamiento de la materia prima

4.2.1.1 Cosecha

En cuanto a la cosecha, ésta se efectuó recogiendo los frutos en buen estado, que se encontraban al pie del árbol.

No se practicó la cosecha como lo manifiestan (Jordan, 1943), que indica debe hacerse con una vara de madera de gran longitud, debido a que en nuestra Región no se cuenta con grandes extensiones de marañón sembradas, en forma ordenada, sino en huertas y chacras y en pequeñas áreas.

4.2.1.2 Selección

La selección se realizó de acuerdo a los resultados del Cuadro 6, la baja cantidad de defectuosos encontrados (14.7%), se debió a que se trató con poca materia prima, en comparación lo que reporta (Olivera, 1956), un valor de 23.2% de defectuosos.

4.2.1.3 Secado y almacenaje

La operación de secado se realizó al ambiente, aprovechando la radiación solar, obteniendo

una humedad de 7.3%, con esta humedad se logra almacenar ensacadas las nueces hasta por un año (Cornelius, 1962, Córdova, 1976).

4.2.2 Extracción de la almendra del marañón

Esta operación es la más dificultosa durante el proceso, como lo indican (Hein, 1962; Esteves, 1966). En esta parte del trabajo la extracción se realizó manualmente, siendo lo ideal emplear un descascarador acorde a las características de la nuez para uniformizar la materia prima, y es en función a esto que se presenta las dimensiones de la nuez en el Cuadro 8, para efectos de diseño, si bien el rendimiento en almendras enteras varía entre una operación manual, semimecanizada y mecanizada.

4.2.2.1 Rehumidificación o remojo

La rehumidificación adecuada se determinó a 24 horas de remojo, siendo la misma de 14.95% en la cáscara y 9.67% en la almendra, con esta humedad se logra un descascarado adecuado después del tratamiento de tostado, lo que nos permite que las almendras se extraen con gran facilidad.

En el Cuadro 10, se presentan los valores de humedad obtenidos después del tiempo de

CUADRO 10: CONTENIDO DE HUMEDAD EN RELACION AL TIEMPO DE REMOJO.

Tiempo de remojo (horas)	Contenido de humedad (%)	
	Cáscara	Almendra
0	7.10	6.45
12	12.75	8.70
24	14.95	9.67
36	20.70	12.48

remojo planteado en el flujograma preliminar de la Figura 2, indicando que la humedad aumenta a medida que aumenta el tiempo de remojo.

4.2.2.2 Tostado

El tiempo de tostado adecuado se obtuvo a los 25 minutos, a una temperatura entre 180/190°C, indicando que las condiciones de tostado recomendadas para las nueces son temperaturas entre 160 a 190°C (Halls, 1965).

4.2.2.3 Descascarado

Con la interacción de tiempo de remojo por tiempo de tostado más adecuado, que se situó en 24

horas de remojo y 25 minutos de tostado como puede verse en el Cuadro 11, como almendras enteras, que han sido evaluados estadísticamente. Cabe indicar que diversos autores (Esteves, 1966; Córdova, 1976), mencionan que la operación de descascarado es realizado empleando muy diversos métodos, desde una operación puramente manual, como es el uso de mazos de madera, hasta métodos recientes y modernos, como es el uso de equipos que actúan por percusión, cizallamiento, aserrado, etc.

CUADRO 11: RESULTADOS EN PRUEBAS DE REHUMIDIFICACION TOSTADO Y DESCASCARADO (Realizado en 100 gr de muestra).

Tiempo de remojo (Hr)	Temperatura de tostado (°C)	Tiempo de tostado (min)	Almendras enteras
12	180/190	20	33
		25	41
		30	18
24	180/190	20	47
		25	53
		30	40
36	180/190	20	29
		25	36
		30	40

Así mismo es recomendable realizar el descascarado en forma mecanizada o semimecanizada debido a que las resinas fenólicas de la nuez causan inflamación de los dedos al entrar en contacto con ellos, debiéndose utilizar guantes de jebe cuando la operación es puramente manual.

En el Cuadro 12, se puede observar el porcentaje de almendras enteras obtenidas, al procesar nuevamente las nueces con los tiempos de rehumidificación y tostado adecuados el mismo que está en 63%, que es un valor aceptable, comparado con los procesos industriales que se emplean en algunos países productores. (Esteves, 1966), reporta a nivel industrial un 53% de almendras enteras; el mayor porcentaje obtenido en el presente estudio se debe a que se trabajó con menor cantidad de materia prima y con sumo cuidado.

CUADRO 12: RESULTADOS DE LA OPERACION DE DESCASCARADO CON 24 HORAS DE REMOJO Y 25 MINUTOS DE TOSTADO (Realizado en 1 Kg. de nueces)

Almendras enteras (%)	Almendras en mitades (%)	Almendras partidas (%)
63	17.89	19.11

4.2.3 Procesamiento de la almendra

En esta parte del estudio se realizaron trabajos con la finalidad de buscar las condiciones óptimas del proceso para darle al producto final un acabado de aceptable calidad para su consumo directo, evaluando las operaciones subsiguientes.

4.2.3.1 Secado y eliminación del tegumento

Operación realizada en estufa, a temperatura de 80°C por 2.5 horas (Duverneuil, 1973), para el secado y manualmente para la eliminación del tegumento. El objetivo del secado es disminuir el contenido de humedad del endospermo y tegumento, puesto que debido al diferente índice de encogimiento de dichas partes, éstas puedan separarse fácilmente en forma manual.

El elevado porcentaje de almendras en mitades y partidas que sumados dan 40.3% (Cuadro 13) está relacionado con la poca destreza que poseía el operador en esta etapa del proceso. Esta deficiencia se podría superar con la mayor continuidad del operador en el despeliculado.

CUADRO 13: RESULTADOS DE LAS OPERACIONES DE SECADO Y DESPELICULADO DE LAS ALMENDRAS (Realizado en 1 Kg. de nueces tostadas)

Almendras enteras (%)	Almendras en mitades (%)	Almendras partidas (%)	Tegumento (%)
57	18.90	21.40	2.70

4.2.3.2 Clasificación

En base a los resultados obtenidos se pudo establecer que el peso promedio de cada almendra entera fue igual a 1.4 g. aproximadamente, y que corresponde a un grado de calidad "333" (333 almendras contenidas en una libra), un valor muy cercano a los grados de mayor aceptación de acuerdo a lo indicado por (Pulgar, 1952), el grado de calidad de las almendras de buena aceptación van de "240" a 320" hasta llegar al último grado "500", aún cuando las almendras de más alta calidad se encuentran ubicados en los grados "180" a "210".

4.2.3.3 Fritura y escurrido

De la evaluación mediante la prueba preferencial y en la que se evaluó el atributo de la

crocanz, los panelistas tuvieron mayor preferencia por la muestra con un tiempo de fritura de 5 minutos y en la cual también mostraron su preferencia en función al buen color de las almendras según sus observaciones en la ficha de evaluación.

Cuando se realizó el análisis de variancia (Anexo 3), hubo significancia entre los tiempos de frito evaluados, existiendo diferencia entre los tratamientos, en cuanto a los panelistas estadísticamente no son significativos, teniendo una mayor aceptación la muestra con un tiempo de fritura de 5 minutos de acuerdo al mayor promedio obtenido en la calificación y que se tomó como el más adecuado.

4.2.3.4 Adición de antioxidante

Se adicionó el antioxidante BHT al 0.02% en peso referido al contenido de grasa total de las almendras. Las almendras se sumergieron en una solución de aceite vegetal y antioxidante a una temperatura de 75°C por dos minutos agitándose constantemente, la temperatura evaluada fue ensayada con la finalidad que el antioxidante mantuviese su eficacia como protector de la grasa de las almendras, puesto que a temperatura mayor de 100°C un antioxidante no da una indicación cierta de su

eficacia para el almacenamiento a la temperatura ordinaria (Cheftel, 1976).

4.2.3.5 Centrifugación

Operación que se realizó con la finalidad de separar totalmente el aceite adsorbido por las almendras durante la fritura, la misma que se realizó en una centrífuga.

4.2.3.6 Salado

El grado de salado se estableció, realizando la prueba de evaluación sensorial puntos o calificación descrito por (Mackey, 1984), en la cual no se encontró diferencia significativa entre las concentraciones de sal utilizadas (1%, 1.5% y 2%), según el ANVA del Cuadro 14.

Para decidir sobre la mejor concentración de sal utilizada, se consideró el mayor promedio de aceptación por los panelistas a la muestra codificada como 600 (1.5%). El formato de la evaluación se muestra en el Anexo 4.

CUADRO 14: ANALISIS DE VARIANZA DE LA PRUEBA DE PUNTOS EN LA EVALUACION DEL SALADO DE ALMENDRAS.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t
Total	29	14.8			
Muestras	2	1.8	0.90	1.57	3.55 NS
Catadores	9	2.8	0.31	0.50	2.4 NS
Error	18	10.2	0.57		

NS = No Significativo

4.2.3.7 Empacado

Esta operación se efectuó utilizando cuatro diferentes empaques flexibles, según el análisis de variancia ANVA, todos los empaques son significativos en las diferentes pruebas realizadas (humedad, índice de yodo e índice de acidez), y cuando se realizó la prueba de DUNCAN, en lo que respecta a la humedad se nota mayor significancia que en el índice de acidez e índice de yodo (según el Anexo 6) los resultados y la discusión se detallan con mayor amplitud en la parte de pruebas de control en el almacenamiento.

4.3 Pruebas de control en el almacenamiento

Las pruebas que se realizaron durante el almacenamiento fueron: análisis, de humedad, índice de acidez, índice de iodo e índice de peróxido cuyos resultados se presentan en el Cuadro 15.

En cuanto a la determinación de humedad, en los cuatro empaques evaluados en el estudio, hubo incremento de humedad durante el almacenamiento como se muestra en la Figura 3, este incremento de humedad es debido al estado del agua presente en el alimento que es tan importante para la estabilidad del mismo, como su contenido total; se puede explicar este ascenso que los constituyentes químicos presentes, movilizan parcialmente el agua y probablemente su reactividad química (Cheftel, 1976). El análisis de variancia, indica estadísticamente que hay significancia al 5% de probabilidad entre el tiempo de almacenamiento y los empaques utilizados, y la prueba de Duncan, confirma que entre el tiempo de almacenamiento y el empaque bilaminado de aluminio no se encontró diferencia significativa con los incrementos de humedad observados, mientras que en los demás empaques si existe significancia con el tiempo de almacenamiento. El poco incremento de la humedad en el empaque bilaminado de aluminio se debe a que

CUADRO 15: RESULTADOS DE ANALISIS DURANTE EL ALMACENAMIENTO

ANALISIS	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (DIAS)															
	0				30				60				90			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
HUMEDAD	3.27	3.27	3.27	3.27	3.30	4.36	4.73	4.97	3.31	4.36	5.24	6.16	3.34	4.40	5.66	6.17
INDICE DE ACIDEZ	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.45	0.50	0.56	0.44	0.50	0.56	0.56	0.56	0.56	0.73	0.84
INDICE DE YODO	39.2	39.2	39.2	39.2	40.6	40.9	40.4	40.9	40.2	39.4	41.8	43.7	41.3	41.1	41.9	44.1
INDICE DE PEROXIDO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.98	1.98	3.98

LEYENDA:

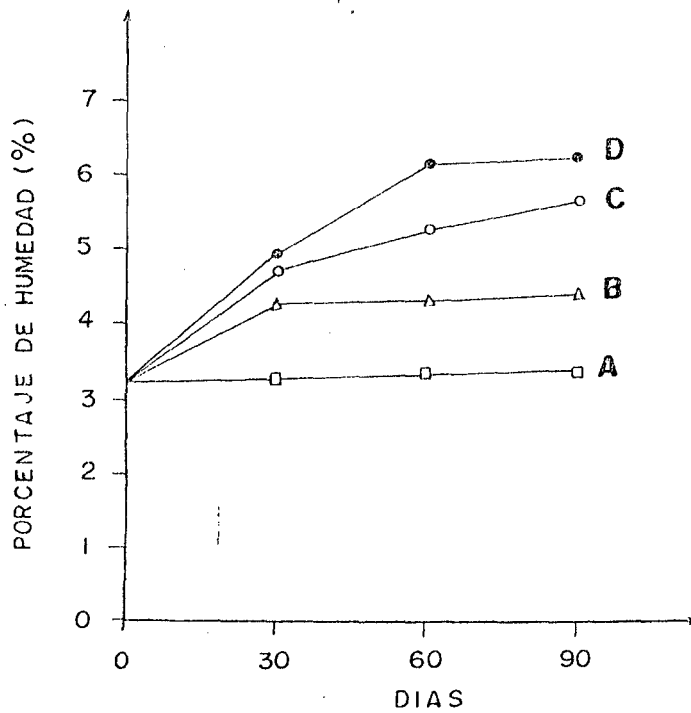
- A : Bilaminado de aluminio
- B : Polietileno alta densidad
- C : Celofán
- D : Polietileno baja densidad

Humedad: Expresada como porcentaje (%)
 Indice de acidez: Expresado como ácido oleico (%)
 Indice de yodo: Adimensional
 Indice de peróxido: Expresado como meq. O₂/kg

FIG. 3 PORCENTAJE DE HUMEDAD OBSERVADO DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE ALMENDRAS FRITAS DE MARAÑÓN.

LEYENDA

- A = Bilaminado de aluminio
- B = Polietileno alta densidad
- C = Celofán
- D = Polietileno baja densidad



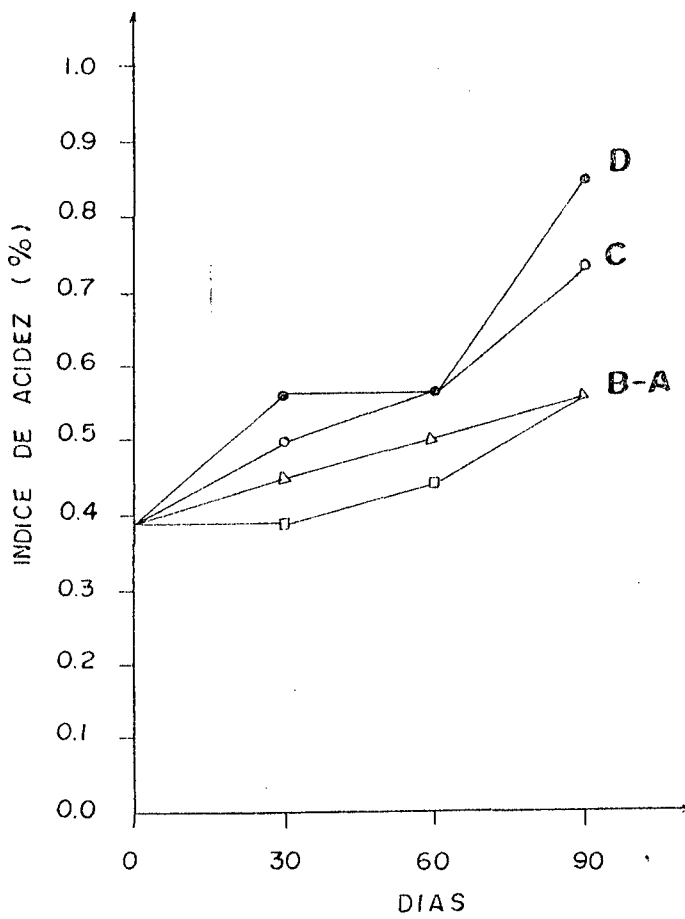
posee una baja permeabilidad (0.029×10^{-8} cm^3 soluto/seg. cm^2 atm/cm.) frente al polietileno y celofán que tienen (6.53×10^{-8} y 0.16×10^{-6} cm^3 soluto/seg. cm^2 atm/cm.) respectivamente (Geankoplis, 1978), según estos datos el bilaminado es más eficaz como empaque frente a los factores externos.

En cuanto al índice de acidez, que mide el grado de hidrólisis de una grasa y se define como el número de miligramos de KOH requeridos para neutralizar los ácidos grasos libres, Figura 4, según el análisis de variancia, estadísticamente no hay significancia durante el tiempo de almacenamiento ni tampoco existe significancia entre la interacción del tiempo de almacenamiento con el empaque; notándose que hay significancia entre cada empaque, como puede verse en la comparación, según Duncan, tanto en el bilaminado de aluminio y polietileno de alta densidad a los 90 días de almacenamiento es significativo a los 0, 30 y 60 días de almacenamiento, tomándose para el estudio el empaque más adecuado al bilaminado de aluminio por las cualidades de permeabilidad que posee (bajo), y también que su humedad es menor en el almacenamiento debido a su eficaz permeabilidad. En productos grasos de origen vegetal, suelen tener en su composición antioxidantes naturales, lo cual los hace más estables, y esta propiedad está relacionada con la

FIG. 4 INDICE DE ACIDEZ OBSERVADO DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE ALMENDRAS FRITAS DE MARAÑON.

LEYENDA

- A = Biaminado de aluminio
- B = Polietileno alta densidad
- C = Celofán
- D = Polietileno baja densidad



composición de la parte lipídica, la naturaleza y grado de tensión del sistema, la presencia de prooxidantes o antioxidantes y las características del envase (Fennema, 1982).

En cuanto al índice de iodo, al analizar el ANVA, no hay significancia entre el tiempo de almacenamiento, notándose que hay significancia entre los empaques utilizados, también se nota que existe significancia entre la interacción tiempo y empaque; cuando se realizó la prueba de DUNCAN se observa que es significativo el empaque bilaminado de aluminio con el empaque de polietileno de baja densidad; notándose también que el valor de índice de iodo en todos hay incrementos pequeños como pueden verse en las Figuras 5, 6, 7 y 8, este incremento es debido a que el alimento mantiene la estabilidad en el almacenamiento y la gran capacidad de mantener el gusto y olor adecuado. Esta propiedad está relacionada con la composición lipídica que tienen las grasas vegetales con relación a las grasas animales, que a pesar de que puede ser superior el grado de insaturación de los primeros, mantiene la estabilidad por que suelen contener antioxidantes naturales (Fennema, 1982); por tanto las almendras que más estabilidad presenta en los diferentes empaques son el bilaminado de aluminio y el polietileno de alta densidad.

FIG. 5 INDICE DE IODO OBSERVADO DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE ALMENDRAS FRITAS DE MARAÑÓN.

LEYENDA

A = Bilaminado de aluminio

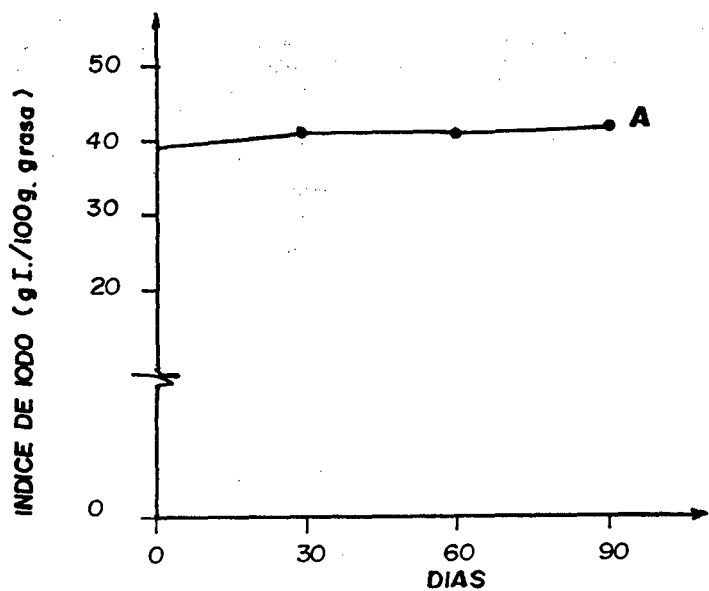


FIG. 6 INDICE DE IODO OBSERVADO DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE ALMENDRAS FRITAS DE MARAÑÓN.

LEYENDA

B = Polietileno de alta densidad

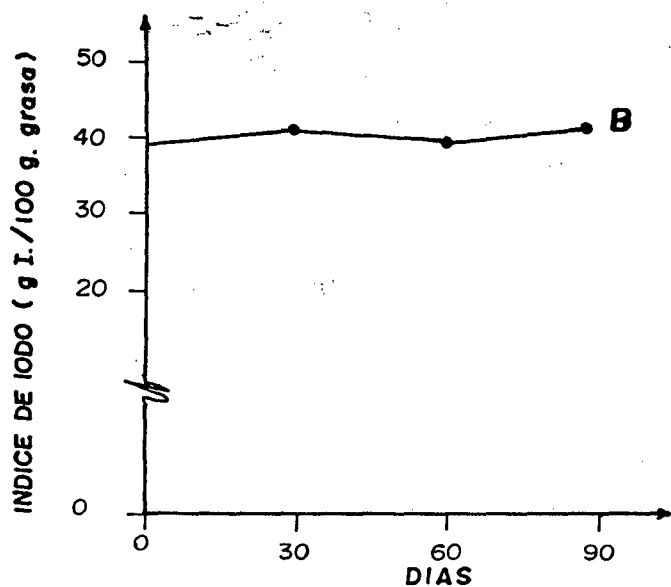


FIG. 7 INDICE DE IODO OBSERVADO DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE ALMENDRAS FRITAS DE MARAÑÓN.

LEYENDA

C = Celofán

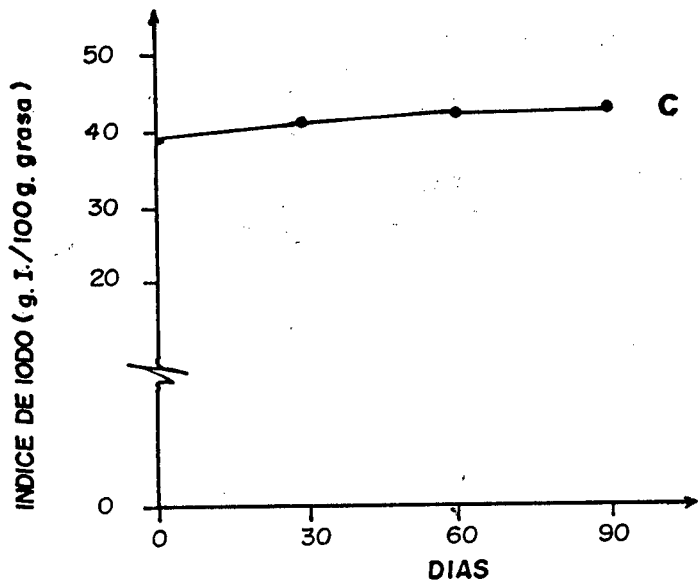
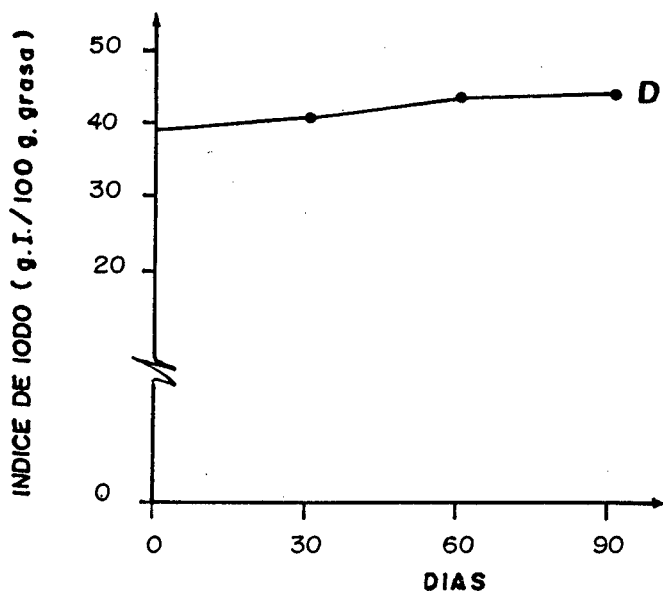


FIG. 8. INDICE DE IODO OBSERVADO DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE ALMENDRAS FRITAS DE MARAÑÓN.

LEYENDA

D = Polietileno de baja densidad



En lo que respecta al índice de peróxido, podemos notar que en los cuatro empaques evaluados no hay presencia de peróxidos a los 60 días de almacenamiento, presentándose un valor dentro de los rangos establecidos como aceptable, en los empaques de polietileno de alta y baja densidad y el celofán, a los 90 días, (ITINTEC, Norma 209-006-68, recomienda para consumo humano un rango de índice de peróxido de 1 a 20 meq/Kg), mientras que Pearson, (1976) especifica que un alimento con índice de peróxido de 0 - 6 meq/Kg es sinónimo de frescura; en cuanto al empaque de bilaminado de aluminio no se detectó presencia de peróxidos durante el tiempo de almacenamiento (90 días), debido a que es un empaque de baja permeabilidad. Según el análisis de variancia los empaques utilizados no son significativos no existiendo error alguno en dicho análisis.

Los empaques que mejor protección brindan a las almendras son el bilaminado de aluminio y el polietileno de alta densidad, ya que en ambos la humedad de las almendras, luego del almacenamiento es próxima a la humedad al inicio del mismo, teniendo cierta ventaja el empaque bilaminado de aluminio por ser menos permeable, pero por razones de costo se podría optar por el más barato (Polietileno de alta densidad).

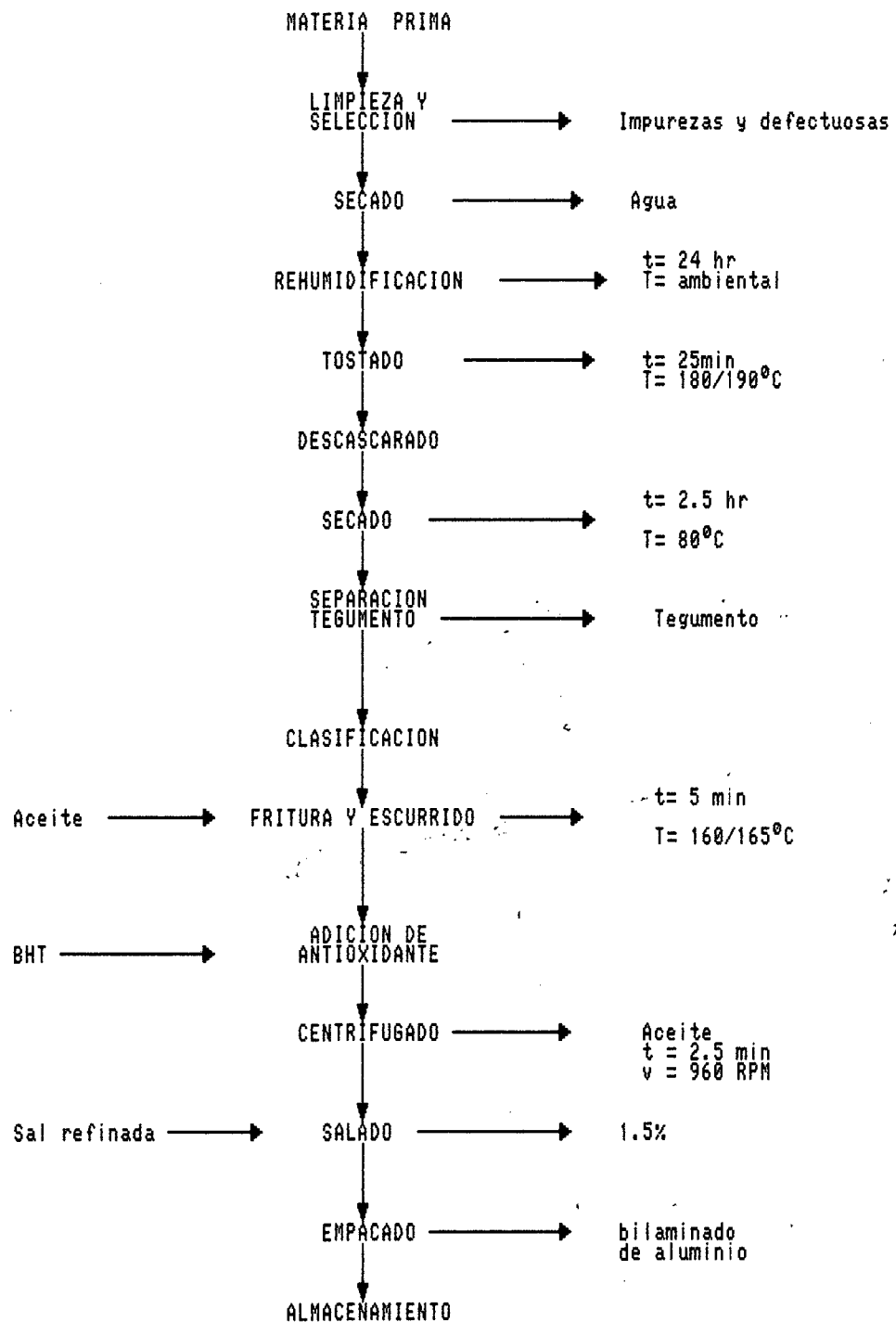
4.4 Estudios definitivos del proceso de elaboración

Los estudios definitivos del procesamiento de la nuez del marañón se presenta en el flujograma de la Figura 9, en la cual se obtuvo un rendimiento del proceso de 12.4% como producto final, el cual se observa en el Cuadro 16.

CUADRO 16: BALANCE TOTAL DE MATERIA PRIMA (g)

Operación	Material que entra	Material que se adiciona	Material que sale	Material que sigue en proceso
1.- Materia Prima	2,000.00	-----	-----	2,000.00
2.- Limpieza y Selección	2,000.00	-----	160.00	1,840.00
3.- Secado	1,840.00	-----	193.20	1,646.80
4.- Rehumidificación	1,646.80	120.22	-----	1,767.02
5.- Tostado	1,767.02	-----	344.56	1,422.45
6.- Descascarado	1,422.45	-----	1,130.85	291.60
7.- Secado y Separación de Tegumento	291.60	-----	43.74	247.86
8.- Clasificación	247.86	-----	-----	247.86
9.- Fritura y Ecurrido	247.86	495.72	488.28	255.30
10.-Adición de Antioxidante	255.30	0.051	-----	255.35
11.-Centrifugación	255.35	-----	10.98	244.37
12.-Salado	244.37	3.66	-----	248.04
13.-Empacado	248.04	-----	-----	-----

FIGURA 9: FLUJO DEL PROCESAMIENTO DE LA ALMENDRA DEL MARAÑÓN



4.4.1 Evaluación sensorial del producto terminado

En cuanto a los resultados de la evaluación sensorial del producto terminado del ANVA que se presenta en el Cuadro 17, se puede ver que en cuanto al aroma, color y crocantez, no existen diferencias significativas entre las muestras comparadas, sin embargo en el sabor si existe diferencia significativa entre las muestras AOX (muestra elaborada) y JJP (muestra control), según se puede observar en el ANVA y cuando se realizó la prueba de DUNCAN sigue existiendo diferencia significativa, presentándose un mayor puntaje la muestra JJP (muestra control o comercial).

CUADRO 17: ANALISIS DE VARIANZA DE LA EVALUACION SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO Y LA MUESTRA COMERCIAL POR ATRIBUTOS

* AROMA

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t
Tratamiento	1	0.05	0.05	0.31	5.12 NS
Panelistas	9	3.05	0.34	2.13	3.18 NS
Error	9	1.45	0.16		

* COLOR

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t
Tratamiento	1	0.05	0.05	0.31	5.12 NS
Panelistas	9	3.05	0.34	2.13	3.18 NS
Error	9	1.45	0.16		

* SABOR

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t
Tratamiento	1	1.80	1.80	7.50	5.12*
Panelistas	9	4.80	0.53	2.21	3.18 NS
Error	9	2.20	0.24		

* CROCANTEZ

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t
Tratamiento	1	0.05	0.05	0.10	5.12 NS
Panelistas	9	0.45	0.05	0.10	3.18 NS
Error	9	4.45	0.49		

NS = No Significativo

4.4.2 Análisis químicos

El resultado de los análisis químicos del producto empacado se presenta en el Cuadro 18.

Es importante brindarle atención a este producto por el alto valor protéico que contiene (22.70%). Según (Fennema, 1982), las proteínas de los distintos tejidos corporales contienen veinte aminoácidos. Nueve de ellos se han de proporcionar a través de la dieta, puesto que el organismo es incapaz de sintetizarlos; son los llamados aminoácidos esenciales, el resto constituye el grupo de aminoácidos no esenciales y, por lo tanto, los sintetiza el organismo a partir del nitrógeno de las proteínas de la dieta. Su utilización en la industria alimentaria traería como consecuencia elevar el valor nutritivo de los alimentos al utilizarlo en forma asociada, especialmente en la línea de la panificación, dulcería, pastelería, etc. Además la almendra de marañón contiene todos los aminoácidos esenciales para el organismo humano (Ohler, 1968).

También a su valor calórico, que está en función de la grasa total y a los carbohidratos, lo que nos indica que este alimento merece incentivarse para el consumo humano.



CUADRO 18: COMPOSICION QUIMICA DE LA ALMENDRA FRITA DEL MARAÑON (Expresados en base seca).

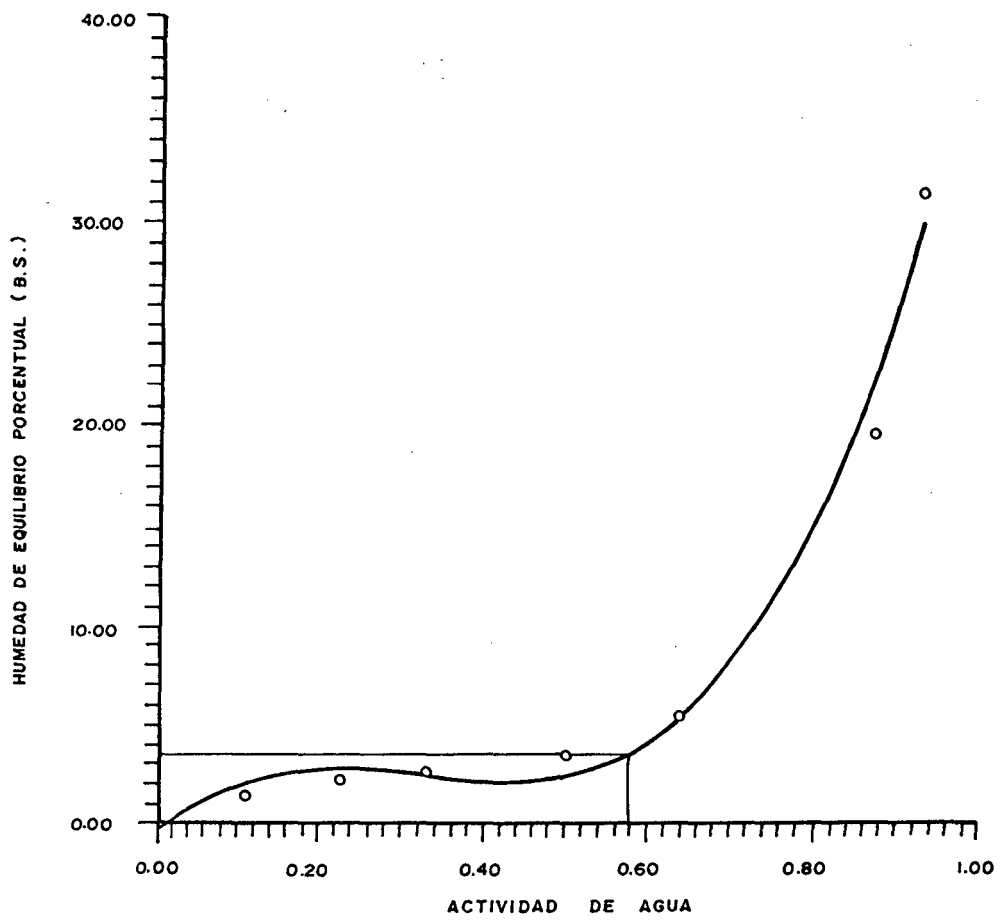
Determinaciones	Porcentaje (%)
Proteína	22.70
Fibra	2.99
Grasa total	43.89
Ceniza	2.36
Carbohidratos totales	28.06

4.4.3 Isotherma de adsorción y valor monomolecular

La Isotherma de adsorción de las almendras fritas procesadas en el presente estudio se puede ver en la Figura 10 y los valores de la capa monomolecular calculados por la ecuación de B.E.T. y la ecuación de G.A.B. se aprecian en el Cuadro 19.

En base a los resultados obtenidos con ambas ecuaciones, descritas anteriormente, se consideró la ecuación de G.A.B. para el trazado de la Isotherma de Adsorción, Figura 10, debido a que en esta ecuación se emplean valores de actividad de agua desde 0 hasta 0.90; mientras que en la ecuación de B.E.T. solamente se utilizan valores de actividad de agua (A_w) por debajo de 0.50. La mayor exactitud de la

FIG. 10 ISOTERMA DE ADSORCION DE ALMENDRAS FRITO-SALADAS DE MARAÑON.



ecuación G.A.B. se ve reflejada en el valor del Coeficiente de determinación (r^2), que es mayor que el valor del mismo Coeficiente de la ecuación B.E.T.

La ecuación de G.A.B. es un modelo moderno que se está utilizando en la actualidad en la industria alimentaria, para evaluar el comportamiento de un alimento en relación a su actividad de agua (A_w) y preveer durante el almacenamiento la cantidad de agua adsorbida y, en definitiva, el tiempo de vida útil del alimento.

CUADRO 19: RESULTADOS DE LOS VALORES CALCULADOS DE LA CAPA MONOMOLECULAR DE LAS ALMENDRAS PROCESADAS DEL MARAÑON

B.E.T.		G.A.B.	
gH ₂ O/100 gms	r^2	gH ₂ O/100 gms	r^2
1.82	0.991	3.28	0.996

La Isoterma de Adsorción permite calcular gráficamente la actividad de agua (A_w) del producto, que para el caso del estudio fue de 0.58, un valor en el que no es posible el deterioro por el desarrollo de microorganismos, debido a que éstos se inhiben a actividades de agua por debajo de 0.6 - 0.7 (Cheftel, 1976). Lo que sí se debe tener en cuenta es que a una actividad de agua por debajo de 0.6, existe la posibilidad que los productos se deterioren por efectos de la rancidez hidrolítica y la oxidación, por lo que en el presente estudio, se tomaron las precauciones del caso durante todo el proceso y se aplicó antioxidante.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- 1.- La materia prima, variedad "nativa" se recolectó en la ciudad de Tarapoto, Morales y alrededores.
- 2.- Las nueces se rehumidificaron por 24 horas, hasta un contenido de humedad de 14.95% y las almendras 9.67%; se tostaron a una temperatura de 180/190°C por espacio de 25 min., consiguiendo un porcentaje de almendras enteras de 63%, después del descascarado.
- 3.- La calidad de las almendras procesadas fue aceptable, con un grado de calidad "333" (333 almendras/libra).
- 4.- La fritura de las almendras se estableció en 5 minutos como el óptimo, y se realizó en aceite vegetal a una temperatura de 160/165°C y adicionando 0.02% BHT.
- 5.- Durante el tiempo de almacenamiento de almendras fritas saladas (90 días), estadísticamente el producto no presentó

deterioro por enranciamiento hidrolítico ni oxidativo, en ninguno de los empaques utilizados, siendo el bilaminado de aluminio el empaque más adecuado, siguiendo en orden de importancia el polietileno de alta densidad.

- 6.- La Isoterma de Adsorción fue descrita adecuadamente por la ecuación de G.A.B., obteniéndose un valor de monocapa de 3.28 g. de agua/100 g.m.s., siendo la actividad de agua (A_w) de la almendra procesada de 0.58.

5.2 RECOMENDACIONES

- 1.- Incentivar el cultivo del marañón con variedades mejoradas para variar la producción en la región y recuperar suelos erosionados.
- 2.- Realizar estudios de investigación con el pedúnculo, para elaborar productos, como: jugos, néctares, bebidas alcohólicas, destilados, concentrados, etc.
- 3.- Realizar un estudio técnico para el diseño de un descascarador de las nueces a nivel industrial para elevar el rendimiento.
- 4.- Realizar el almacenamiento a períodos más largos y evaluar en qué momento se inicia la rancidez hidrolítica y oxidativa.
- 5.- Realizar estudios de las resinas fenólicas de las nueces en la parte no alimentaria.
- 6.- Realizar estudios de isotermas de adsorción para el producto en cada empaque utilizado en el presente estudio, así como determinar la permeabilidad.

- 7.- Efectuar un estudio de Factibilidad para la Instalación de una planta procesadora del marañón en la Región San Martín, por el gran mercado externo que existe.

VI. BIBLIOGRAFIA

1. Anuario de estadística agrícola, (1979) -
Ministerio de Agricultura - Perú.
2. Anuario estadístico de la FAO - (1980).
3. ASTETE, I., HERNANDEZ, T., (1990)- "El Marañón",
Pura Selva - Perú - Rev. pp. 34 - 35.
4. BAILEY, E. A. - (1951) "Aceites y grasas
industriales", Ed. Reverté, Zaragoza-
España - 741p.
5. CALZADA, B. J. - (1980) "143 frutales nativos" -
Lima - Perú- 414p.
6. CASTILLO, D.A. - (1961) "El Marañón esperanza
agrícola para el Salvador" - EL Salvador.
7. CHANDLER, W.H. - (1962) "Frutales de hoja perenne
Anacardo" - Colombia.
8. CHEFTEL Y CHEFTEL, J.C. (1976) "Introducción a la
bioquímica y tecnología de los alimentos".
Ed. Acribia. Vol. I Y II. Zaragoza. España.
333p.
9. CERRATE, E. (1989). "Efecto de sustitución de
trigo por tres variedades de cebada en la
Elaboración de fideos. Tesis, UNAL, - Lima -
Perú.
10. CORDOVA, V. (1976) "Aspectos del cultivo del
marañón y posibilidades de industrialización
en Colombia" -Revista Agrícola-Colombia-pp 6
- 11.

11. CORNELIUS, J. - (1962) "Cashew nut shell liquid and related materials". Tropical Products Institute. Inglaterra pp 79 - 84.
12. DESROSIER, N. (1982) "Conservación de los alimentos". Ed. Continental. México. 468p.
13. DUVERNEUIL, G. HANDLER, L. - (1973) "Evolution des methodos de traitement des noix de cajou fruits", Francia - 581p.
14. ESTEVES, B. (1966) "Castanha de cajú; e instalacao "oltremare" para descasque, de Cabo Verde. Estudos agronómicos", Portugal - pp 9 -25.
15. FENNEMA, O. R., (1982) - "Introducción a la ciencia de los alimentos". Editorial Reverte - Barcelona.España. 899p.
16. FRAZIER, G. (1962) "Microbiología de los alimentos", Ed. Acribia. Zaragoza-España - 467p.
17. GEANKOPLIS, C.S.(1978) "Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias", Edit. Continental. México - 759p.
18. GUILLEN, P.- (1975) "La propagación por semilla de jocote marañón anacafe", Guatemala-pp 21-22.

19. HALLS, F. y BANKS, L. (1965) "Cashew nut processing. Part I. Tropical Science, Inglaterra-pp 12-26.
20. HART, F. y FISHER, H. - (1971) Análisis moderno de los alimentos, Ed. Acribia. Zaragoza-España- pp 327 - 342.
21. HEIN, A. - (1962) Nuez "marañón" en la selva. Ministerio de Agricultura. Servicio de Investigación y Promoción Agraria. Perú- Informe N° 8.
22. HEISS, R. (1977) Principio de envasado de los alimentos. Guía Internacional - Ed. Acribia. Zaragoza- España- 331p.
23. -----, (1993) "Empaques de atmósfera modificada", Industria Alimentaria - Perú - Rev. pp. 72 -74.
24. JORDAN, C. y CRONE, R. (1943) La industria del marañón en la India. La Hacienda-EE.UU.- 1943. pp 244.
25. KENNARD, C. y WINTERS, F. (1968) Frutas y nueces para el trópico. Ed. Limusa. México- 117p.
26. LABUZA, T, KANANE, A, and CHEN, J, (1985). "Effect of temperature on the moisture sorption isotherms on water activity shift of two Dehydrated foods, J Food Sci. 50:385 - 391.

27. LEON, J. (1968) Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales, IICA. San José .Costa Rica - 487p.
28. LOPEZ, H. (1972), Composicao química y aproveitamento de "pera" de cajú de Mocambique. Agronomía Mocanbina.Mocambique- pp 119 - 131.
29. MACKEY, A. (1984), Evaluación sensorial de los alimentos alimentos. Ed. Ciepe. San Felipe-Venezuela -135p.
30. MONTENEGRO, H. (1971) El fruto de marañón en El Salvador. Agricultura en El Salvador - El Salvador- pp 36 - 51.
31. MORTON, J. (1967), Necesidad urgente de un programa para la selección de variedades. La Hacienda.EE.UU.- pp 38 - 43.
32. NAVARRO, R. M., - (1980) - El marañón (Anacardium occidentale L.), importancia de su cultivo, industrialización y comercialización en el Perú", Tesis UNAL-LIMA-PERU.
33. NORMA TECNICA DEL ITINTEC No. 209-006-68
34. OCHESE, J.J., BULLAR, E.T., GIL, B.J., (1965), Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y sub-tropicales. Ed.Limusa-México- 828p.
35. OHLER, G. (1968) "Cultivo del marañón". Estudios de Agricultura. Cuba - pp 45 - 58.

36. OLIVERA, S., (1956), Castanha de cajú de guinea portuguesa. Estudos agronómicos. Portugal- pp17-28.
37. PAZ, L., (1984), - Tecnología, Editado por el Instituto de Investigación Tecnológicas. Rev. N° 147, Colombia - pp 32 - 34.
38. PEARSON, B., (1976), "Técnica de laboratorio de análisis de los alimentos", Edit. Acribia- Zaragoza - España.
39. PORRAS, E., (1985), "El Marañón", Agricultura de las américas Rev. N° 7, pp. 24 - 26.
40. POTTER, N. (1973), La ciencia de los alimentos. Ed. Edutex-México- 749p.
41. PULGAR VIDAL, J. y ABAD, S. (1952), Marañón o merey. Agricultura tropical. Colombia- p. 11.
42. RAFAI, M. (1981) - Manual para el control de calidad de los alimentos. Análisis microbiológicos. FAO.
43. ROMAN, C.A.- (1991), El marañón cultivo promisorio de los llanos orientales - ICA- INFORMA - Vol. XXV. Rev. Trimestral del Instituto Colombiano Agropecuario - Colombia pp. 8 - 12.
44. SCHMIDT, H.- (1979), Aditivos y contaminantes de alimentos. Reglamentación de alimentos. Ed. Universitaria. Santiago de Chile- 154p.

VII. A N E X O S

ANEXO 1

CUADRO 20: PRODUCCION MUNDIAL DE MARAÑON (TM)

PAIS	AÑO	1969- 1971	1978	1979	1980
<u>Africa</u>		311,115	173,378	151,178	145,150
Angola		1,267	1,200	1,200	1,200
Guinea-Bissau		2,400	3,000	3,000	3,000
Costa Marfil		400	500	550	550
Kenya		16,200	36,000	20,000	20,000
Madagascar		2,400	3,200	3,300	3,400
Mozambique		180,067	61,000	66,000	71,000
Tanzania		108,382	68,478	57,128	46,000
<u>Centro-América</u>		2,521	2,897	3,073	3,075
Rep. Dominicana		804	850	860	870
El Salvador		1,717	2,042	2,208	2,200
Guatemala		5	5	5	5
<u>Sur América</u>		24,118	77,000	80,000	65,000
Brasil		24,118	77,000	80,000	65,000
<u>Asia</u>		181,710	155,636	155,385	166,050
India		175,667	150,000	150,000	160,000
Malasia		200	600	700	700
Filipinas		5,570	4,235	3,800	4,500
Sri Lanka		274	801	885	850

FUENTE: Anuario FAO de Producción, 1980.

ANEXO 2

CUADRO 21: DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA OBTENCIÓN DE ALMENDRAS ENTERAS DESCASCARADAS.

	T ₁	T ₂	T ₃
Lo	LoT ₁	LoT ₂	LoT ₃
L ₁	L ₁ T ₁	L ₁ T ₂	L ₁ T ₃
L ₂	L ₂ T ₁	L ₂ T ₂	L ₂ T ₃

Donde: T₁, T₂ y T₃ tiempos de remojo (12, 24, 36 horas)

Lo, L₁ y L₂ tiempos de tostado (20, 25 y 30 minutos).

Variable respuesta = Almendras enteras.

* Resultados de las observaciones de las almendras enteras después del descascarado.

a ₁			a ₂			a ₃		
b ₁	b ₂	b ₃	b ₁	b ₂	b ₃	b ₁	b ₂	b ₃
34	40	17	47	50	39	28	34	39
29	43	20	49	54	43	29	37	42
36	40	17	45	55	38	30	37	39

donde: a₁ = Tiempos de remojo (12, 24 y 36 horas)

b₁ = Tiempos de tostado (20, 25 y 30 minutos).

Interpretación estadística del cuadro.

Para dicho efecto se ha confeccionado la siguiente tabla de totales, para la interacción. a₁ x b₁

	a ₁	a ₂	a ₃
b ₁	99	141	87
b ₂	123	159	108
b ₃	54	120	120

*** Cálculos estadísticos para el ANVA**

a.- Término de corrección (TC)

$$T.C. = \frac{(34 + 29 + \dots + 39)^2}{3 \times 3 \times 3} = 37,856.33$$

b.- Suma de cuadrados del total (SCT)

$$\begin{aligned} SCT &= 34^2 + 29^2 + \dots + 39^2 - T.C. \\ SCT &= 40,435 - 37,856.33 \\ SCT &= 2,578.67 \end{aligned}$$

c.- Suma de cuadrados de tratamientos (SCT)

$$SCT = \frac{(99^2 + 123^2 + \dots + 120^2)}{3} - T.C.$$

$$SCT = 2,490.67$$

d.- Suma de cuadrados del error (SCE)

$$\begin{aligned} SCE &= SCT - SCT \\ SCE &= 88 \end{aligned}$$

e.- Suma de cuadrados de A (SCa)

$$SCa = \frac{(99+123+54)^2 + (141+159+120)^2 + (108+87+120)^2}{3 \times 3} - TC$$

$$SCa = 1,232.65$$

f.- Suma de cuadrados de B (SCb)

$$SCb = \frac{(99+141+87)^2 + (123+159+108)^2 + (54+120+120)^2}{3 \times 3} - TC$$

$$SCb = 528.67$$

g.- Suma de cuadrados de la interacción AB (SCab)

$$SC_{AB} = S_{Ct} - SCa - SCb$$

$$SC_{AB} = 729.33$$

ANALISIS DE VARIANCIA

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft(5%)
Tratamiento					
a	2	1232.67	616.34	126.3	3.55 **
b	2	528.67	264.34	54.2	3.55 **
ab	4	729.33	182.33	37.36	2.93 **
Error	18	88.00	4.88		
TOTAL	26				

* Promedio de las interacciones AB

	a1	a2	a3
b1	33	47	29
b2	41	53	36
b3	18	40	40

* Cálculo del error standar (S_d)

$$S_d = \frac{(C.M.e/r)^{0.5}}{3} = \frac{(4.38/3)^{0.5}}{3}$$

$$S_d = 1.28$$

* Cálculo de las diferencias mínimas significativas para diferencia entre promedios.

No. de promedios	G.L.	DMS(Duncan) x S _d
2	18	2.97 x 1.28 = 3.80
3	18	3.12 x 1.28 = 3.99
4	18	3.21 x 1.28 = 4.11
5	18	3.27 x 1.28 = 4.18
6	18	3.32 x 1.28 = 4.25
7	18	3.35 x 1.28 = 4.29
8	18	3.37 x 1.28 = 4.31
9	18	3.39 x 1.28 = 4.34

* Diferencia de promedios de las interacciones en orden decreciente para las comparaciones.

Promedio de interacciones

53
47
41
40
40
36
33
29
18

Diferencia	No. promedios	Observación
53 - 18 = 35	9	SIGNF.
53 - 29 = 24	8	"
53 - 33 = 20	7	"
53 - 36 = 17	6	"
53 - 40 = 13	5	"
53 - 40 = 13	4	"
53 - 41 = 12	3	"
53 - 47 = 6	2	"
47 - 18 = 29	8	SIGNF.
47 - 29 = 18	7	"
47 - 33 = 14	6	"
47 - 36 = 11	5	"
47 - 40 = 7	4	"
47 - 40 = 7	3	"
47 - 41 = 6	2	"
41 - 18 = 23	7	SIGNF.
41 - 29 = 12	6	"
41 - 33 = 8	5	"
41 - 36 = 5	4	"
41 - 40 = 1	3	N.S.
41 - 40 = 1	2	N.S.
40 - 18 = 22	6	SIGNF.
40 - 29 = 11	5	"
40 - 33 = 7	4	"
40 - 36 = 4	3	"
40 - 40 = 0	2	"

36 - 18 = 18	5	SIGNF.
36 - 29 = 7	4	"
36 - 33 = 3	3	N.S.

33 - 18 = 15	4	SIGNF.
33 - 29 = 4	3	"

29 - 18 = 11	2	SIGNF.
--------------	---	--------

ANEXO 3

* CALCULOS ESTADISTICOS PARA REALIZAR EL ANALISIS DE VARIANCIA EN LA EVALUACION DEL TIEMPO DE FRITURA EN FUNCION A LA CROCANTEZ DE LAS ALMENDRAS.

RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DE PREFERENCIA

PANELISTAS	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	TOTAL
1	3	4	5	3	5	20
2	1	3	3	3	3	13
3	2	3	4	4	4	17
4	2	2	4	3	3	14
5	1	3	4	2	3	13
6	2	1	3	2	2	10
7	3	3	4	2	2	14
8	5	4	2	3	2	16
9	4	5	4	3	2	18
10	2	3	4	2	2	13
Media	2.5	3.1	3.9	2.7	2.8	150
Total	25	31	39	27	28	
# de Obs.	10	10	10	10	10	

CODIGO DE TRATAMIENTOS:

T₁ = Tiempo de fritura de 3 min.

T₂ = " " " " 4 "

T₃ = " " " " 5 "

T₄ = " " " " 6 "

T₅ = " " " " 7 "

a.- Factor de corrección (F.C.)

$$F.C. = \frac{(150)^2}{50} = 450$$

b.- Suma de cuadrados de tratamientos (S_T)

$$S_{T} = \frac{(25^2 + 31^2 + 39^2 + 27^2 + 28^2)}{10} - F.C.$$

$$S_{T} = 462 - 450$$

$$S_{T} = 12$$

c.- Suma de cuadrados total (S_T)

$$S_{T} = 3^2 + 1^2 + 2^2 + \dots + 2^2 - F.C.$$

$$S_{T} = 473 - 450$$

$$S_{T} = 23$$

d.- Suma de Cuadrado de Panelistas

$$S_{CP} = \frac{20^2 + 13^2 + \dots + 13^2}{5} - F.C.$$

$$S_{CP} = 453.6 - 450$$

$$S_{CP} = 3.6 \text{ (con 9 G.L.)}$$

e.- Suma de cuadrados del error (S_C)

$$S_{C} = S_{T} - S_{T} - S_{CP}$$

$$S_{C} = 23 - 12 - 3.6$$

$$S_{C} = 7.4 \text{ (con 36 G.L.)}$$

f.- Grados de libertad

$$G.L.t = 4$$

$$G.L.e = 36$$

ANALISIS DE VARIANCIA (ANVA)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft
Tratamientos	4	12	3	14.29	2.63*
Panelistas	9	3.6	0.40	1.90	2.15
Error	36	7.4	0.21		

* Existe diferencia significativa entre los tratamientos.

PRUEBA DE TURKEY

A.- Diferencia entre promedios llevando en orden decreciente

Muestras	Promedios	Diferencia	No. Promedios
C	3.9 - 2.5	1.4	5
	3.9 - 2.7	1.2	4
	3.9 - 2.8	1.1	3
	3.9 - 3.1	0.8	2
B	3.1 - 2.5	0.6	4
	3.1 - 2.7	0.4	3
	3.1 - 2.8	0.3	2
E	2.8 - 2.5	0.3	3
	2.8 - 2.7	0.1	2

B.- Cálculo de la amplitud standarizada de Turkey

ALS (T) = AES (T) . (CM error/r)^{1/2}

Donde:

ALS (T) = Amplitud Límite de Significación de Turkey
 AES (T) = Amplitud Standarizada de Turkey, se
 calcula con el número de tratamientos y
 grados de libertad del error, a través
 de tablas estadísticas y con un nivel
 de significación de 1%.

CM error = Cuadrado medio del error.

r = Número de repeticiones.

Calculando:

$$\text{AES (T)} = 3.93$$

$$\text{ALS (T)} = 3.93 (0.21/5)^{1/2}$$

$$\text{ALS (T)} = 0.81$$

C.- Comparación de la diferencia de promedios

No. Promedios	Diferencia	ALS (T)	Observación
5	C-A = 1.4	0.81	SIGN.
4	C-D = 1.2	0.81	SIGN.
3	C-E = 1.1	0.81	SIGN.

ANEXO 4

**FORMATO DE LA PRUEBA DIFERENCIAL DE EVALUACION
SENSORIAL**

Nombre..... Fecha.....

Producto..... Hora.....

Instrucciones

- Pruebe las muestras en el orden que se indica (Izquierda a derecha)
- Ubique en la escala que se acompaña la intensidad del grado de aceptación de las muestras codificadas, marcando con una (X).

ESCALA	Código de muestras		
	570	490	600
9 Gusta extremadamente			
8 Gusta mucho			
7 Gusta moderadamente			
6 Gusta ligeramente			
5 Me es indiferente			
4 Desagrada ligeramente			
3 Desagrada moderadamente			
2 Desagrada mucho			
1 Desagrada extremadamente			

OBSERVACIONES.....

RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DE LAS ALMENDRAS PROCESADAS (PUNTAJES).

PANELISTAS	MUESTRAS			
	570	490	600	TOTAL
1	8	8	7	23
2	7	8	8	23
3	7	6	8	21
4	7	7	8	22
5	7	7	8	22
6	7	6	8	21
7	6	7	8	21
8	8	7	6	21
9	7	6	7	20
10	8	7	7	22
TOTALES	72	69	75	216

CODIGO: 570 (2.0% de sal)
 490 (1.0% de sal)
 600 (1.5% de sal)

* CALCULOS ESTADISTICOS PARA REALIZAR EL ANALISIS DE VARIANCIA DE LA PRUEBA DIFERENCIAL EN LA EVALUACION DE SALADO.

a.- Corrección de términos (C.T.)

$$C.T. = \frac{T^2}{\# \text{ juicios}} = \frac{(216)^2}{30} = 1,555.20$$

b.- Suma total al cuadrado de cada juicio (SCT)

$$SCT = 8^2 + 7^2 + \dots + 7^2 - C.T.$$

$$SCT = 1,570 - 1555.2$$

$$SCT = 14.80$$

c.- Suma al cuadrado de muestras (SCM)

$$SCM = \frac{72^2 + 69^2 + 75^2}{10} - C.T.$$

$$SCM = 1,557 - 1555.2$$

$$SCM = 1.8 \quad (\text{Con 2 grados de libertad})$$

d.- Suma al cuadrado de catadores (SCC)

$$SCC = \frac{23^2 + 23^2 + \dots + 22^2}{3} - C.T.$$

$$SCC = 1,558 - 1555.2$$

$$SCC = 2.8 \quad (\text{Con 9 grados de libertad})$$

e.- Suma al cuadrado del error (SCE)

$$SCE = SCT - SCM - SCC$$

$$SCE = 14.8 - 1.8 - 2.8$$

$$SCE = 10.2 \quad (\text{Con 18 grados de libertad})$$

ANEXO 5

* CALCULOS PARA REALIZAR EL ANVA CON LOS RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DE PREFERENCIA DEL PRODUCTO TERMINADO Y LA MUESTRA COMERCIAL POR ATRIBUTOS

* CODIGO DE LOS TRATAMIENTOS

T₁ = AOX (muestra elaborada)

T₂ = JJP (muestra control o comercial)

* AROMA

Panelistas	T ₁	T ₂	TOTAL
1	3	3	6
2	4	3	7
3	3	3	6
4	3	3	6
5	2	3	5
6	3	4	7
7	3	3	6
8	3	3	6
9	3	3	6
10	4	4	8
Total	31	32	63
No. Obs.	10	10	

a.- Factor de corrección (F.C.)

$$F.C. = \frac{(63)^2}{20} = 198.45$$

b.- Suma de cuadrados de tratamientos (SCT)

$$SCT = \frac{31^2 + 32^2}{10} - F.C.$$

$$SCT = 198.5 - 198.45$$

$$SCT = 0.05$$

c.- Suma de cuadrados total (SCT)

$$SCT = 3^2 + 4^2 + \dots + 4^2 = 198.45$$

$$SCT = 4.45$$

d.- Suma de cuadrados de Panelistas

$$SCP = \frac{6^2 + 7^2 + \dots + 8^2}{2} = \text{F.C.}$$

$$SCP = 3.05$$

e.- Suma de cuadrados del error (SCE)

$$SCE = SCT - Sct - SCP$$

$$SCE = 1.45$$

* COLOR

Panelistas	T ₁	T ₂	TOTAL
1	3	3	6
2	3	2	5
3	3	3	6
4	3	3	6
5	4	4	8
6	3	3	6
7	3	3	6
8	4	3	7
9	3	4	7
10	3	3	6
Total	32	31	63
No. Obs.	10	10	

a.- Factor de corrección (F.C.)

$$F.C. = \frac{(63)^2}{20} = 198.45$$

b.- Suma de cuadrados de tratamientos (Sct)

$$Sct = \frac{32^2 + 31^2}{10} - F.C.$$

$$Sct = 0.05$$

c.- Suma de cuadrados total (SCT)

$$SCT = 3^2 + 3^2 + \dots + 3^2 - F.C.$$

$$SCT = 4.55$$

d.- Suma de cuadrados de panelistas

$$SCP = \frac{6^2 + 5^2 + \dots + 6^2}{2} - F.C.$$

$$SCP = 3.05$$

e.- Suma de cuadrados de error (SCE)

$$SCE = SCT - Sct - SCP$$

$$SCE = 1.45$$

* SABOR

Panelistas	T ₁	T ₂	TOTAL
1	2	3	5
2	3	4	7
3	2	4	6
4	4	4	8
5	4	4	8
6	3	4	7
7	4	4	8
8	4	4	8
9	4	4	8
10	3	4	7
Total	33	39	63
No. Obs.	10	10	

a.- Factor de corrección (F.C.)

$$F.C. = \frac{(72)^2}{20} = 259.2$$

b.- Suma de cuadrados de tratamientos (Sct)

$$Sct = \frac{33^2 + 39^2}{10} - F.C.$$

$$Sct = 1.8$$

c.- Suma de cuadrados del total (SCT)

$$SCT = 2^2 + 3^2 + \dots + 4^2 - F.C.$$

$$SCT = 8.8$$

d.- Suma de cuadrados de panelistas

$$SCP = \frac{5^2 + 7^2 + \dots + 7^2}{2} - F.C.$$

$$SCP = 4.8$$

e.- Suma de cuadrados del error (SCE)

$$SCE = SCT - Sct - SCP$$

$$SCE = 2.2$$

PRUEBA DE DUNCAN

- Cálculo del error Standar S_d

$$S_d = \frac{(CMe/r)^{0.5}}$$

$$S_d = \frac{(0.38/10)^{0.5}}$$

$$S_d = 0.19$$

- AES con G.L.e = 18 y Tratamientos = 2
Con 5% de significancia

$$AES = 2.97$$

- ALS = 2.97 x 0.19

$$ALS = 0.56$$

Promedios	Diferencia	S _d x AES	Observ.
3.9	0.6	0.56	SING.
3.3			

* CROCANTEZ

Panelistas	T ₁	T ₂	TOTAL
1	3	4	7
2	3	4	7
3	4	3	7
4	3	4	7
5	4	3	7
6	4	3	7
7	3	3	6
8	3	4	7
9	3	4	7
10	4	3	7
Total	34	35	69
No. Observ.	10	10	

a.- Factor de corrección (F.C.)

$$F.C. = \frac{(69)^2}{20} = 238.5$$

b.- Suma de cuadrados de tratamientos (SCT)

$$SCT = \frac{34^2 + 35^2}{10} - F.C.$$

$$SCT = 0.05$$

c.- Suma de cuadrados del total (SCT)

$$SCT = 3^2 + 4^2 + \dots + 4^2 - F.C.$$

$$SCT = 4.95$$

d.- Suma de cuadrados de panelistas

$$SCP = \frac{7^2 + 7^2 + \dots + 7^2}{2} - F.C.$$

$$SCP = 0.45$$

e.- Suma de cuadrados del error (SCE)

$$SCE = SCT - Sct - SCP$$

$$SCE = 4.45$$

ANEXO 6

* DISEÑO EXPERIMENTAL CONSIDERADO (PARCELAS DIVIDIDAS) PARA LA EVALUACION DEL ALMACENAMIENTO PARA LOS DIFERENTES EMPAQUES.

* DATOS EXPERIMENTALES CONSIDERADOS EN EL PROGRAMA

REPETICION	HUMEDAD	I.ACIDEZ	I.IODO	I.PEROXIDO
a1	3.28	0.40	39.5	1
	3.29	0.37	40.3	1
	3.33	0.39	41.2	1
	3.36	0.54	40.9	1
a2	3.28	0.40	39.5	1
	4.44	0.43	41.2	1
	4.35	0.58	42.3	1
	I	4.45	0.53	40.2
a3	3.28	0.40	39.5	1
	4.71	0.66	39.1	1
	5.60	0.58	40.9	1
	5.55	0.74	42.9	1
a4	3.28	0.40	39.5	1
	4.80	0.55	41.2	1.73
	6.20	0.59	42.5	1.73
	6.13	0.81	42.5	2.223
a1	3.26	0.38	38.9	1
	3.31	0.41	40.9	1
	3.29	0.49	39.2	1
	3.32	0.58	40.9	1
a2	3.26	0.38	38.9	1
	4.28	0.47	40.6	1
	4.37	0.42	42.7	1
	II	4.35	0.59	41.7
a3	3.26	0.38	38.9	1
	4.75	0.34	41.7	1
	4.82	0.54	42.7	1
	5.77	0.72	41.7	1
a4	3.26	0.38	38.9	1
	5.14	0.57	40.6	1.73
	6.12	0.53	44.9	1.73
	6.21	0.57	45.7	2.23

NOMBRE DE FACTOR		No. DE NIVELES
REP.	1 REPETICION	2
A	2 TIEMPO	4
B	3 EMPAQUE	4

NOMBRE DE VARIABLES	
4	HUMEDAD
5	INDICE DE ACIDEZ
6	INDICE DE IODO
7	INDICE DE PEROXIDO

A.- ANALISIS DE VARIANCIA - VARIABLE 4 HUMEDAD

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	SIGNF.
REP.	1	9.79×10^{-3}	9.79×10^{-3}		
A	3	15.31	5.10	314.44	**
Error 1	3	0.0487	0.016		
B	3	12.99	4.33	146.20	**
AB	9	6.55	0.727	24.55	**
Error 2	12	0.34	0.0296		

B.- ANALISIS DE VARIANCIA - VARIABLE 5 INDICE DE ACIDEZ

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	SIGNF.
REP	1	0.012	0.012		
A	3	0.065	0.022	2.795	N.S.
Error 1	3	0.023	0.0078		
B	3	0.250	0.0829	14.12	**
AB	9	0.033	0.0037	0.62	N.S.
Error 2	12	0.071	0.0059		

127 +
 .2

 129

C.- ANALISIS DE VARIANCIA - VARIABLE 6 INDICE DE IODO

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	SIGNF.
REP	1	1.015	1.015		
A	3	12.560	4.185	4.47	N.S.
Error 1	3	2.811	0.937		
B	3	44.491	14.83	12.40	**
AB	9	14.220	1.58	1.32	N.S.
Error 2	12	14.360	1.197		

* PRUEBA MULTIPLE DE DUNCAN

TRAT.	VARIABLE:4 Prom. TEST		VARIABLE:5 Prom. TEST		VARIABLE:6 Prom. TETS	
1	3.27	f	0.39	b	39.2	c
2	3.30	f	0.39	b	40.6	bc
3	3.31	f	0.44	b	40.2	bc
4	3.34	f	0.56	ab	40.9	bc
5	3.27	f	0.39	b	39.2	c
6	4.36	e	0.45	b	40.9	bc
7	4.36	e	0.50	b	42.5	ab
8	4.40	e	0.56	ab	40.95	bc
9	3.27	f	0.39	b	39.2	c
10	4.73	de	0.50	b	40.4	bc
11	5.21	c	0.56	ab	41.8	abc
12	5.66	b	0.73	a	42.3	ab
13	3.27	f	0.39	b	39.2	c
14	4.97	cd	0.56	ab	40.9	bc
15	6.16	a	0.56	ab	43.7	a
16	6.17	a	0.69	a	44.1	a