UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Depto. de Quimica

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACION DE UNA PLANTA PROCESADORA DE SEMILLA DE MARAÑON EN GUATEMALA

OSCAR ARMANDO MALDONADO GOMEZ

Guatemala

1994

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACION DE UNA PLANTA PROCESADORA DE SEMILLA DE MARAÑON EN GUATEMALA

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Depto. de Química

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACION DE UNA PLANTA PROCESADORA DE SEMILLA DE MARAÑON EN GUATEMALA

OSCAR ARMANDO MALDONADO GOMEZ

Trabajo de investigación presentado para optar al grado académico de

Licenciado en Ingeniería Química

Guatemala

1994

VoBo :

(f) _____
Ingeniero Eduardo Calderón
Asesor

Tribunal:

(f) _____
Ingeniero Eduardo Calderón

(f) _____
Ingeniero Ovidio Villeda

(f) _____
Ingeniero Henry Čukier

Fecha de aprobación: 29 de octubre de 1994

A Dios, por darme salud y
conocimiento para
concluir este trabajo.

A mi madre, por ofrecerme
siempre su apoyo
incondicional.

A mi esposa, por
brindarme su ayuda para
terminar este trabajo.

CONTENIDO

		Páginas
I.	INTRODUCCION	1
II.	ANTECEDENTES	3
III.	OBJETIVOS	33
IV.	HIPOTESIS	35
V.	METODOLOGIA	37
VI.	RESULTADOS	41
	A. Estudio de mercado	41
	1. Descripción de productos	41
	2. Delimitación del área de estudio	41
	3. Oferta	41
	4. Demanda	46
	5. Precio	51
	6. Normas proteccionistas	52
	B. Estudio técnico	54
	1. Macrolocalización de la planta	54
	2. Tamaño de la planta	58
	3. Ciclo de vida del proyecto	59
	4. Curva de aprendizaje	60
	5. Evaluación de alternativas	61
	6. Descripción del proceso a utilizar	63
	7. Dimensionamiento y diseño del equipo principal	79

Páginas

8. Diseño de la planta procesadora 97

C. Estudio económico-financiero 108

D. Evaluación del proyecto 119

E. Discusión de resultados 138

1. Alternativa nº1 138

2. Alternativa nº2 140

3. Resultado final 141

VII. CONCLUSIONES 145

VIII. RECOMENDACIONES 147

IX. BIBLIOGRAFIA 149

APENDICES 151

A. Especificaciones de la calidad requerida para comercializar almendras 151

B. Composición de la almendra de marañón 157

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
6.1	Producción mundial de nuez de marañón	42
6.2	Producción mundial de almendra de marañón	43
6.3	Totales de producción de marañón en Guatemala	44
6.4	Totales de importación de marañón en Guatemala	45
6.5	Demanda mundial de almendra de marañón	46
6.6	Totales de exportación de nuez y almendra	48
6.7	Totales de exportación de almendra en Guatemala	48
6.8	Demanda aparente de nuez de marañón en Guatemala	49
6.9	Proyección de la demanda de almendra en el mercado internacional	50
6.10	Precios CIF de la almendra de marañón	51
6.11	Derechos arancelarios sobre la almendra	53
6.12	Area cultivada por Departamento	54
6.13	Area cultivada en el período 1990-1993	56
6.14	Proyección de producción para 1994-2003	57
6.15	Costo de la planta, alternativas 1y2	108
6.16	Costo del equipo alternativa nº1	109
6.17	Costo del equipo alternativa nº2	110
6.18	Estimación de sueldos altern. nº1	111

Tabla		Página

6.19 Estimación de sueldos altern. nº2 112

6.20 Costos de materia prima altern. nº1 113

6.21 Costos de materia prima altern. nº2 113

6.22 Inversión total de alternativa nº1 114

6.23 Inversión total de alternativa nº2 115

6.24 Costos anuales operac. alt. nº1 116

6.25 Costos anuales operac. alt. nº2 116

6.26 Calendario de desembolsos 117

6.27 Programación de las ventas 118

6.28 Cálculo VPN alternativa nº1 120

6.29 Cálculo TIR alternativa nº1 121

6.30 Cálculo TIR alternativa nº1 122

6.31 Cálculo TRC alternativa nº1 122

6.32 Cálculo VPN alternativa nº2 123

6.33 Cálculo TIR alternativa nº2 124

6.34 Cálculo TIR alternativa nº2 125

6.35 Cálculo TRC alternativa nº2 125

6.36 Cálculo VPN alternativa nº1 126

6.37 Cálculo TIR alternativa nº1 127

6.38 Cálculo TIR alternativa nº1 128

6.39 Cálculo VPN alternativa nº2 129

6.40 Cálculo TIR alternativa nº2 130

6.41 Cálculo TIR alternativa nº2 131

Tabla	Página
6.42 Cálculo VPN alternativa nº1	132
6.43 Cálculo TIR alternativa nº1	133
6.44 Cálculo TIR alternativa nº1	134
6.45 Cálculo VPN alternativa nº2	135
6.46 Cálculo TIR alternativa nº2	136
6.47 Cálculo TIR alternativa nº2	137

I. INTRODUCCION

En Guatemala se cultiva marañón, pero no se aprovecha adecuadamente la nuez, debido a que en la actualidad, no hay una planta procesadora a mediana y gran escala.

El presente trabajo es un estudio que determinó la factibilidad de construir y operar una planta procesadora de semilla de marañón.

Para realizar la investigación se efectuó un estudio de mercado, a través del cual se determinó la oferta y la demanda, así como los precios del producto en el mercado nacional e internacional.

Se determinó la disponibilidad de materia prima para dimensionar posteriormente la capacidad y localización óptima de la planta. Además, se investigó la tecnología a utilizar y un diseño de las principales características del equipo necesario para el proceso.

También se efectuó un resumen del proceso a seguir para la elaboración del producto, los requerimientos de materia prima, servicios auxiliares, personal, terreno, etc.

Para establecer si este proyecto es económicamente factible, se realizó una evaluación que comprendió una estimación de la tasa interna de retorno, el valor presente neto, el tiempo de recuperación de la inversión y la tasa beneficio/costo del mismo.

II. ANTECEDENTES

A. Aspectos botánicos del marañón

La clasificación botánica que corresponde al marañón, es la siguiente:

Subdivisión: Magnoliophytina (= Angiospermae).

Clase: Magnoliatae (= Dicotyledoneae).

Orden: Sapindales (= Terebinthales).

Familia: Anacardiaceae.

Especie: Anacardium occidentale L.

Nombres comunes: marañón, anacardo, merei, caxú, cajú, acajú, (cashew nut, en inglés).

B. Morfología

El marañón es un árbol de tamaño pequeño a mediano, llegando a crecer hasta 10 m. de alto. Es de copa frondosa debido a la ramificación abierta. Es un árbol de crecimiento rápido. Las hojas son alternas, sencillas, gruesas, de forma oblonga u oval y de 10 - 15 cms. de largo. Tienen color rojizo cuando son tiernas y

verde cuando son maduras. Tienen nervaduras prominentes. Las inflorescencias son paniculares terminales. Las flores pequeñas son de color verdoso con rayas rojizas.

El fruto es una nuez, de forma de riñón. Es de color gris o pardo grisáceo cuando está maduro y de tamaño y peso variable. Esta se forma sobre el pedúnculo del marañón.

El pedúnculo es lo que constituye la parte comestible como fruta y se le llama "falso fruto". Este es carnoso y bastante jugoso. Tiene forma de pera o corazón y puede llegar a medir hasta ocho centímetros de largo por cuatro de ancho. Su coloración es roja o amarilla o de color intermedio. Su sabor es agridulce y/o un tanto astringente. Es rico en vitamina C, principalmente.

La nuez presenta dos partes bien diferenciadas: la cáscara o concha y la almendra o semilla. De la primera se extrae un aceite cáustico, el cual se conoce como CNSL (cashew nut shell liquid) o líquido de la cáscara de la nuez de marañón (LCNM), que tiene diversidad de

usos en la industria química, principalmente para elaborar pinturas y plásticos, así como en la industria automovilística para elaborar aceites lubricantes y para cintas adhesivas.

Además, se pueden utilizar los residuos de la cáscara para la elaboración de abonos orgánicos, fabricación de concentrados para la dieta animal o simplemente como combustible en el proceso industrial de la semilla.

La semilla extraída de la cáscara es tostada y/o salada. A ésta, se le conoce como "almendra de marañón".

C. Ecología del cultivo

Este cultivo es poco exigente respecto a suelos y se adapta a diversas condiciones, incluyendo suelos pedregosos y arenosos, siempre que haya buen drenaje. Puede crecer en terrenos quebrados, marginales a otros cultivos más exigentes, con la condición de que tenga suficiente humedad, lo cual es indispensable para la planta.

No prospera en suelos muy áridos y pesados, que estén expuestos a fuerte insolación y con poca lluvia, a menos de que pueda contarse con agua de riego. Por lo tanto es muy importante seleccionar las áreas donde se pretenda establecer una plantación.

El marañón se cultiva en alturas desde cero metros hasta 1,000 ms. sobre el nivel del mar y puede crecer a la orilla de playas en los litorales. Prefiere temperaturas de entre 20 y 40°C, con una media de 30°C. El clima más adecuado, es el cálido seco.

En cuanto a la precipitación pluvial, lo ideal sería tener 1,000 mm anuales, distribuídos entre mayo y octubre. Este es el factor más importante, ya que el exceso de lluvias provoca enfermedades fungosas a la planta.

Los fuertes vientos, resultan muy perjudiciales para la floración y la formación de los frutos. Estos afectan la polinización, ya sea ocasionando quebraduras de ramas, restringiendo la actividad de los insectos polinizadores o botando las flores.

D. Situación actual del cultivo

1. Zonas potenciales de producción en Guatemala.

a. **Centro.** Guatemala (parcialmente), Baja Verapaz y Progreso (vertiente del Río Motagua).

b. **Oriente.** Zacapa y Chiquimula.

c. **Suroriente.** Santa Rosa, Jutiapa y Escuintla (parcialmente).

d. **Suroccidente.** Suchitepéquez, Retalhuleu y San Marcos (en la faja tropical seca cercana al mar).

e. **Norte.** Izabal (parcialmente) y Petén (zona tropical seca)

2. **Disponibilidad de la materia prima.** En el plan de cultivo de la nuez de marañón impulsado por el Sector Público Agrícola, se presenta la producción estimada entre los años 1979 a 1988. Ver cuadro No.1.

Cuadro 1

Año	Quintales (qq)	Toneladas (T.M)
1979	2880	131
1980	10800	491
1981	22323	1015
1982	38880	1767
1983	52920	2405
1984	65160	2962
1985	77400	3518
1986	86040	3911
1987	91800	4173
1988	94500	4295

E. Comercialización de los productos del marañón.

Los productos industrializados del marañón son los siguientes:

1. Almendra de la nuez de marañón.
2. Líquido de la cáscara de nuez de marañón (LCNM), que en el comercio mundial se le conoce por (CNSL, cashew nut shell liquid).
3. Fruta o "falso fruto" de marañón.

1. **Almendra de la nuez de marañón.** Existen dos canales básicos de comercialización de la nuez de marañón, que son:

a. **Comercialización de la nuez en bruto.**

Esta se realiza entre el productor y la industria elaboradora y sólo requiere que se entregue la nuez en bruto seca, con una humedad del 7 al 8 %, en sacos, puestos en fábrica o finca, según el caso. Teniendo presentes las condiciones climatológicas que prevalecen en la costa del pacífico centroamericano durante el período de marzo a mayo, el secado al sol de la nuez a nivel de finca no debería constituir problema alguno.

En la actualidad, existe cierto poder comprador de nuez en bruto en industrias de El Salvador y de Guatemala.

b. **Comercialización de la nuez o "almendra".**

Se realiza entre la industria de Centroamérica y los importadores de Estados Unidos de Norteamérica, Europa, México, Brasil y el Caribe.

Actualmente, la almendra sin cutícula (pelada) se exporta empacada en bolsas de polietileno conteniendo 11.34 Kg (25 lb netas), a las cuales se les ha extraído

el aire y para reemplazarlo, se ha inyectado anhidrido carbónico (CO_2) a presión, lo cual permite la conservación de la almendra por largo tiempo. Las bolsas se empacan en cajas de cartón. Hace algunos años la almendra se exportaba en tarros de hojalata, envasados al vacío, lo cuales contenían el mismo peso.

También, es posible la venta de almendras saladas y tostadas en bolsas de aluminio o de pared doble (aluminio y polietileno), las cuales contienen 40, 60 y 90 gramos. Estas se venden a hoteles, líneas aéreas y otros.

Las especificaciones de este producto, para su comercilización, se describen en el apéndice A.

2. **Comercialización del líquido de la cáscara de la nuez de marañón (L.C.N.M).** Este se comercializa en tanques de hojalata herméticos, existiendo importadores en los Estados Unidos de Norteamérica (en New Jersey, principalmente), en Europa (Bélgica, Finlandia, Francia, Noruega, Suecia, Gran Bretaña) y Japón.

Este producto está formado por ácido anacárdico (90 %) y cardol (10 %). Se utiliza en la industria de pintura, lacas y barnices. Como impermeabilizante y también en la fabricación de resinas sintéticas.

Las especificaciones que debe cumplir este producto para su comercialización, están descritas en el apéndice A.

3. Comercialización de la fruta o "falso fruto".

La fruta de marañón es un "falso fruto" jugoso, con una cáscara muy fina, que se forma en el extremo dilatado del pedúnculo al cual está adherida la nuez. Especialmente es rica en vitamina C (261.5 mg en 100 g de fruta) y puede utilizarse para fabricar licores, vinos, vinagres, jugos, jaleas, mermeladas, helados, etc.

Es muy factible que al existir esta materia prima en forma regular y en mayores cantidades, se expanda el mercado interno e incluso se establezca la elaboración de otros productos de consumo popular.

Estas posibilidades podrían incrementar significativamente el ingreso neto del cultivo comercial del marañón, el cual para fines de este proyecto, se fundamentará exclusivamente en la venta de la nuez procesada.

En la actualidad, en Costa Rica, Guatemala, El Salvador, y Honduras, se preparan "vinos" de marañón. Esta preparación toma como materia prima el "falso fruto". Existe además, un mercado interno que consume directamente el fruto fresco, sin que se aproveche adecuadamente la nuez.

F. Industrialización del marañón

1. **Obtención de la nuez o "almendra".** Las nueces o "almendras" de marañón se consumen principalmente, tostadas y saladas o sin sal, como acompañamiento de cocteles y licores. También se utilizan en los productos de confitería y panadería. En los Estados Unidos de Norte América, un 65 % de las almendras se consumen en forma tostada y salada, un 20 % en chocolatería, un 10 % en repostería y 5 % en helados.

En la década de los años 60, hasta el 70 % de la nuez en bruto procesada en la India, provenía de Africa Suroriental (Tanzania, Mozambique, Kenia), región en donde no podían competir con el bajo costo de la mano de obra indú.

A raíz de este problema, en algunos países de Europa se iniciaron investigaciones a fin de mecanizar las operaciones a que debe someterse la nuez de marañón para extraer el aceite contenido entre la cáscara y la almendra. En el año 1960, se introdujo el sistema italiano "Oltremare", el cual requiere un elevado volumen de nueces; mayor a 3,000 toneladas al año, para asegurar un nivel operacional económicamente competitivo.

Actualmente, la India sustenta una posición predominante en lo que respecta a la industrialización de la nuez de marañón, sin embargo esta posición está siendo alterada, con el acelerado crecimiento de este tipo de industria en Tanzania, Mozambique y Brasil.

Existe en la India, una gran cantidad de fábricas medianas, todas ellas operando en forma manual, y procesando unas 500 toneladas al año.

En Brasil se han introducido algunos procesos semimecanizados, pero representaron muy poca economía de mano de obra con respecto al descascarado manual y producen una alta proporción de almendras rotas. Se utilizan herramientas de corte operadas con pedal y el pelado se basa en someter la cutícula a la acción del vapor, lo que da por resultado en almendras rotas y amarillas. Esa es la razón de la decadencia del producto brasileño en el mercado de exportación.

En Africa se adoptó un enfoque más sofisticado, y se instalaron grandes plantas que utilizan modernas técnicas mecánicas, las cuales procesan de 10,000 a 20,000 toneladas anuales. Algunas alcanzan 35,000 - 40,000 tm/año.

Sólo dos procesos completamente mecanizados han probado ser económicamente comerciales y se han aplicado en países productores de Africa. Estos procesos

son: el italiano "Oltremare" que fué introducido en 1960 y el inglés, desarrollado por el Instituto de Productos Tropicales (T.P.I)*, que se introdujo en 1971.

El uso de estos procesos industriales, está ganando popularidad, ya que según Fletcher y Stewart, el proceso T.P.I. ha sido incorporado a plantas con una capacidad acumulada de 72,500 toneladas anuales, mientras que el proceso Oltremare, para una capacidad acumulada de 145,000 tm/año.

*** La licencia para desarrollar y fabricar la planta procesadora estaba previamente en manos de Sturtevant, y ha sido adquirida por Fletcher y Stewart.**

Es interesante destacar que Fletcher y Stewart han suministrado plantas industriales a países fuera de Africa, como Brasil, mientras que Oltremare instaló una pequeña planta en Venezuela.

2. Descripción General de las operaciones involucradas en cualquiera de los procesos utilizados industrialmente.

a. **Operaciones previas al proceso.** La nuez en bruto adquirida de los productores, se somete en la planta a las siguientes operaciones:

1. Recepción de materia prima.
2. Clasificación y limpieza de materias extrañas.
3. Secado de la nuez en bruto.
4. Almacenaje de materia prima.

La mayor parte de las nueces en bruto se reciben en un lapso de 60 a 100 días, que corresponde a la época de cosecha y se compran con un máximo de 8 % de humedad. El proceso de elaboración se prolonga de 8 a 10 meses.

b. **Operaciones típicas del proceso.** El proceso típico tiene las siguientes etapas:

1. Humedecimiento o Acondicionamiento de la nuez.
2. Clasificación por tamaño.
3. Tostadura con o sin extracción de L.C.N.M.
4. Descascarado mecánico o manual de la nuez.
5. Limpieza de las almendras.
6. Secado de las almendras.

7. Eliminación mecánica o manual de la cutícula.
8. Clasificación final mecánica o manual.
9. Acondionamiento de almendras.
10. Envasado mecánico o manual.

3. **Rendimiento Industrial.** De cada 1,000 kg de nueces en bruto se obtienen:

a. 220 - 250 kg de almendras, desglosadas así:

132 - 150 kg de almendras blancas enteras, llamadas en inglés "Whites".
22 - 25 kg de almendras partidas grandes, llamadas en inglés "Splits".
44 - 50 kg de almendras partidas pequeñas, llamadas en inglés "pieces".
22 - 25 kg de almendras quemadas, llamadas en inglés "scorched".

b. Líquido de Cáscara de nuez de marañón: 55 -70 kg.

G. Descripción de las alternativas del proceso

Debido a que las alternativas de proceso se basan en las mismas operaciones, con ligeras modificaciones entre uno y otro, se describirá cada una de ellas, involucrando los diversos procesos (Oltremare, T.P.I. y Tradicional).

1. Humedecimiento o acondicionamiento de la nuez.

Esta operación, se efectúa para que la cáscara de las nueces absorba agua, facilitando la ruptura de la misma y de esta forma extraer el líquido de la cáscara de la nuez de marañón (LCNM).

a. **Proceso Oltremare.** Utiliza un tanque, que contiene la cantidad de nueces necesarias para un día de operación. Existen dos tanques de este tipo, de modo que mientras uno se está vaciando, el segundo se está llenando de nueces. Una vez que el tanque se llena de nueces limpias, se echa agua sobre la superficie de las mismas, hasta que éstas alcanzan el fondo del tanque, cuyo piso está inclinado hacia un orificio de drenaje, por donde se escurre el exceso de

agua. Este tratamiento se repite a intervalos de 3 horas, hasta que se obtiene un contenido de humedad en las nueces del 9 %.

b. **Proceso T.P.I.** Es idéntico al utilizado en el proceso Oltremare.

c. **Proceso Tradicional.** Se colocan aproximadamente 110 Kg (50 lb) de nueces en un tonel abierto con una capacidad de 0.15 -0.19 m3 (40 -50 gal.), para el acondicionamiento posterior. Se agrega agua al tonel y se le deja reposar durante 10 minutos, luego de los cuales se drena, hasta vaciar completamente el tonel.

Esta operación se repite a intervalos de no menos de cuatro horas, hasta que las nueces hayan absorbido la cantidad adecuada de agua.

2. **Clasificación por tamaño.** La clasificación de las nueces en función de su tamaño, es un aspecto muy importante, especialmente en los procesos mecanizados, ya que nueces de diferente tamaño son difíciles de tostar en forma homogénea y esto también es un factor determinante en el descascarado mecánico.

a. **Proceso Oltremare.** La clasificación por tamaño se efectúa en un gran recipiente, en donde las nueces pasan a través de orificios del tamaño indicado. Está provisto también de martillos que limpian dichos orificios de las nueces que puedan quedar atascadas. Las nueces de otro tamaño, pasan a otro recipiente que tiene orificios con un diámetro diferente al anterior y así sucesivamente hasta separar la totalidad de las nueces.

b. **Proceso T.P.I.** Este utiliza un tonel de clasificación único, que divide la totalidad nueces en cinco diferentes tamaños y que con la ayuda de rodillos, limpian las ranuras del tonel, en donde pueden quedar atascadas las nueces.

c. **Proceso tradicional.** La operación de clasificación se efectúa de forma manual y depende básicamente de la habilidad de los operarios, para lograr de ésta forma una división de la totalidad de nueces, de acuerdo al tamaño.

3. **Tostadura de la nuez de marañón.** El término "tostado" significa que se aplica un tratamiento térmico para eliminar el líquido de la cáscara de la nuez de marañón o (LCNM), el cual está contenido entre la cáscara y la almendra. Luego de este tratamiento, la cáscara se vuelve quebradiza, por lo que se facilita la extracción de la almendra.

En realidad, existen dos enfoques para el proceso de tostado de las nueces, uno, en el cual no se aprovecha el líquido de la cáscara de la nuez de marañón (LCNM) y el otro en el cual sí se extrae, para utilizarlo posteriormente.

Dado que este proyecto pretende aprovechar el (LCNM), como un subproducto, únicamente se discutirán los procesos mediante los cuales se extrae el (LCNM), durante el "tostado" de las nueces.

a. **Proceso Oltremare.** El tostador utiliza bunker C o diesel como combustible y también aprovecha los gases de combustión, los cuales son aspirados a través de un extractor y dirigidos hacia la fuente de calor.

Las nueces son clasificadas mecánicamente, según el tamaño de las mismas. Posteriormente son tostadas por separado. Todavía no se ha comprobado si el costo adicional involucrado por el equipo de clasificación, se ve compensado con mejores resultados en el proceso de tostado.

En este proceso se utiliza un transportador que alimenta las nueces hacia un tanque que contiene (LCNM) a 190 °C y en donde permancen durante un minuto y medio. Posteriormente son descargadas con el mismo transportador.

b. <u>Proceso T.P.I.</u> En este tostador con baño de aceite, las nueces son alimentadas mediante cintas transportadoras, las cuales sirven también para descargar las nueces ya tostadas. Esto permite que las nueces crudas sean sometidas a un precalentamiento antes de sumergirlas en el aceite caliente, lo cual permite un mejor control de la temperatura y reduce el tiempo de inmersión. Los tostadores son muy prácticos y compactos, utilizándose para procesar entre 250 - 500 Kg/h de nueces.

c. **Proceso tradicional.** Se utiliza un tanque conteniendo (LCNM) a 180 °C, dentro del cual se introducen recipientes con malla o "canastas", que están llenos de nueces. El tiempo de inmersión es de alrededor de 2 -3 minutos.

4. **Descascarado de las nueces.** En esta operación se remueve la cáscara que envuelve a la almendra de marañón y puede hacerse de forma manual o mecánica.

a. **Proceso Oltremare.** Todo el bulto de las nueces tostadas es separado en unas 13 clases distintas según su tamaño y cada clase se alimenta a un descascarador mecánico.

En cada máquina hay una cinta transportadora dividida de tal forma que acepta una nuez en cada espacio. Los dispositivos de corte seccionan las nueces a la profundidad requerida, siguiendo la línea de la hendidura natural. Las almendras con cáscara son descargadas a un transportador de banda, el cual alimenta a un separador neumático, en donde son eliminadas las cáscaras de la almendras. Algunas

almendras quedan, sin embargo, retenidas en medias cáscaras y son separadas posteriormente por medio de agitadores. El producto obtenido, contiene un 80 % de almendras enteras.

Las plantas industriales actuales, procesan 10,000 Tm/año de nueces con cáscara y requieren para su operación entre 150 y 200 máquinas descascaradoras. También hay equipos con capacidad de procesar entre 1500 - 3000 Tm/año de nueces.

b. **Proceso T.P.I.** Este sistema, a diferencia del anterior, no descascara las nueces en forma individual, si no que a granel. Utiliza un sistema centrífugo que arroja las nueces sobre placas metálicas que las descascaran y luego recircula las que todavía tienen cáscara hacia un nuevo tratamiento centrífugo.

Las nueces descascaradas o almendras, las cáscaras y las nueces aún con cáscara, caen dentro de un cono de chapa perforada, en donde se separan los desperdicios y contaminantes. Luego pasan a dos zarandas selectoras, en donde las nueces aún con cáscara son recirculadas por

transporte neumático hacia el descascarador. Finalmente las almendras y las cáscaras entran a un separador, de donde se obtiene un producto constituído por almendras enteras y rotas.

Las almendras obtenidas, están peladas en un 60 - 70% y de éstas un 70 % están enteras. Las unidades de descascarado, poseen una capacidad de procesar 1250 - 2500 Tm/año.

c. **Proceso Tradicional.** En éste se utiliza una descortezadora manual, que tiene una cuchilla, la cual parte longitudinalmente la semilla.

La máquina está colocada sobre una mesa, que tiene instalado un drenaje especial para separar el líquido proveniente de la semilla.

5. **Limpieza de las almendras.** Luego del descortezado, es necesario separar las cáscaras y otros residuos de las almendras.

a. **Proceso Oltremare.** Utiliza un sistema neumático mediante el cual se separan las cáscaras (que son más livianas) de las almendras.

b. **Proceso T.P.I.** También utiliza un sistema neumático para separar las cáscaras de las almendras.

c. **Proceso Tradicional.** La limpieza de almendras, se lleva a cabo de forma manual y en algunas ocasiones se utiliza aire comprimido para facilitar la tarea.

6. **Secado de las almendras.** Durante la operación de secado, las almendras se contraen, debido a la pérdida de humedad, de tal modo que la cutícula queda flojamente adherida a la misma y puede ser removida de forma manual o por medios mecánicos.

a. **Proceso Oltremare.** Utiliza una cámara de secado en donde se colocan varios carros cargados con bandejas metálicas, las cuales contienen almendras con cutícula.

El aire dentro de la cámara es calentado mediante un quemador de gas propano y se utiliza un ventilador axial para recircular el aire caliente.

Dentro de la cámara se dispone de termómetros e higrómetros, los cuales muestran las condiciones dentro de la misma e indican al operador si se deben efectuar cambios en la operación de secado.

b. **Proceso T.P.I.** La operación de secado se efectúa de la misma forma que en el proceso Oltremare.

c. **Proceso Tradicional.** Las almendras son extendidas en bandejas, las cuales se introducen al horno de secado por ambos lados. El horno en sí es simplemente una gran "caja" metálica, con dos puertas en cada extremo, montada sobre una fuente de calor.

El combustible utilizado son las propias cáscaras de las nueces y los gases producidos durante la combustión son liberados a través de una chimenea,

colocada en la parte superior del horno. A fin de evitar que las almendras se quemen, es necesario cambiar de lugar las bandejas, tanto de arriba hacia abajo y viceversa. La temperatura es difícil de controlar y el período de secado es de seis a ocho horas.

7. **Eliminación de la cutícula.** Luego de la operación de secado, es indispensable remover la cutícula de la almendra, previo a la clasificación final del producto.

a. **Proceso Oltremare.** En este proceso, la cutícula es removida por medios mecánicos, pero únicamente se obtiene un 70 % de almendras peladas completamente, por lo que en la mayoría de los casos es necesario una etapa final manual.

b. **Proceso T.P.I.** Es igual que el proceso utilizado por Oltremare.

c. **Proceso Tradicional.** La cutícula es removida a mano, con o sin la ayuda de un cuchillo. Es muy importante que la almendra no reciba

algún corte o incisión durante la operación, por lo que se debe tomar en cuenta si se utiliza o no una herramienta de corte.

8. **Clasificación final.** Esta operación consiste básicamente en separar las almendras en varios grupos dependiendo del tamaño y color, previo al envasado de las mismas.

a. **Proceso Oltremare.** Utiliza un clasificador mecánico que tiene un par de rodillos. Estos se van separando gradualmente, de modo que al variar la distancia entre los mismos, permite el paso de almendras de diversos tamaños. Tiene el inconveniente de que únicamente clasifica con éxito almendras enteras.

b. **Proceso T.P.I.** Utiliza el mismo dispositivo que el proceso Oltremare.

c. **Proceso tradicional.** En éste, toda la clasificación se realiza en forma manual y se efectúa sobre mesas que poseen una gran superficie,

lo que permite una mejor clasificación según el tamaño y color de las almendras.

9. **Acondicionamiento de las almendras.** Es indispensable controlar el contenido de humedad en las almendras previo al envasado, ya que si éstas poseen menos de 4 % de humedad, se vuelven demasiado frágiles y se romperán. Por encima del 6 %, puede provocar el aparecimiento de moho.

En general, para las tres alternativas de proceso, se debe disponer de salas de acondicionamiento, en donde es posible elevar o reducir el contenido de humedad hasta un 5%.

10. **Envasado de las almendras.** El envasado puede llevarse a cabo en forma mecánica o manual. Además, dependiendo del mercado a donde va destinado el producto, así será el material de empaque a utilizar.

a. **Proceso Oltremare.** Utiliza una o varias máquinas envasadoras que son alimentadas mediante bandas transportadoras. En estas llenadoras se

puede graduar la masa o volumen, que se introducirá en el material de empaque.

Los materiales de empaque más utilizados son: latas de hojalata, bolsas de polietileno, de aluminio y de barrera doble (polietileno y aluminio). Según el empaque a utilizar, así se escoje el tipo de máquina llenadora.

Si se van a utilizar latas de hojalata, entonces se puede utilizar una máquina que llene y luego cierre herméticacamente las latas, extrayendo el aire contenido dentro de éstas e inyectando dióxido de carbono.

Si se van a utilizar bolsas de polietileno, aluminio o de barrera doble, entonces se puede utilizar una máquina que automáticamente llene y luego selle las bolsas conteniendo almendras.

b. <u>Proceso T.P.I.</u> Las máquinas envasadoras, no importando el material de empaque a utilizar, tienen en general las mismas características de funcionamiento que las descritas en el proceso anterior.

c. **Proceso Tradicional.** La operación más común consiste en llenar a mano pequeñas bolsas de polietileno, que son pesadas en una pequeña balanza. Con la ayuda de ésta se verifica y/o ajusta el peso de la bolsa conteniendo almendras. Posteriormente, es necesario sellar el extremo de la misma, mediante la utilización de una fuente de calor que funde el polietileno.

En plantas procesadoras de tamaño mediano, es común utilizar una tolva alimentadora en donde el operador coloca las almendras en la parte superior de la misma. La parte inferior de la tolva descarga el producto hacia las latas de hojalata, las cuales al llenarse son removidas y trasladadas hacia una balanza de deflexión para ajustar el peso de las mismas. Finalmente, las latas llenas de almendras, deben cerrarse, por lo que se utiliza una máquina selladora o "engargoladora", la cual opera bajo condiciones de vacío para eliminar todo el aire contenido en las latas y posteriormente inyecta dióxido de carbono.

III. OBJETIVOS

A. Objetivo general

1. Determinar si es factible técnica y económicamente la instalación de una planta procesadora de semilla de marañón en Guatemala.

B. Objetivos específicos.

1. Determinar el tamaño y localización óptimo de la planta, con base en el estudio de mercado.

2. Seleccionar y diseñar el equipo a utilizar en el proceso de extracción de la semilla de marañón.

3. Efectuar una evaluación del proyecto, para determinar la rentabilidad del mismo.

IV. HIPOTESIS

"La instalación de una planta procesadora de semilla de marañón en Guatemala, es técnica y económicamente factible"

V. METODOLOGIA

Los pasos a seguir, para la elaboración del estudio de factibilidad son los siguientes:

A. Estudio de mercado

Se efectuará un análisis de la oferta, la demanda y los precios de la almendra de marañón, tanto en el mercado nacional como en el internacional. Además se determinará la disponibilidad de materia prima actual y futura.

B. Estudio técnico

1. **Tamaño y localización de la planta.** Con base en la demanda del producto y a la porción del mercado a cubrir, entonces se estimará la capacidad de la planta. Además, según la disponibilidad de materia prima, acceso, terreno, mano de obra y servicios auxiliares se determinará la macrolocalización óptima de la planta.

2. **Diseño de la planta y el equipo.** Con base en la capacidad de la planta, se efectuará el

diseño de la misma, el cual debe ser acorde a la realidad de nuestro país.

El diseño del equipo se efectuará según el proceso descrito anteriormente y dependerá de la capacidad de la planta. Es importante señalar, que se diseñará la mayor parte del equipo, para que pueda ser construído localmente; el resto será importado.

C. **Estudio económico-financiero:**

Este se desglosa en las siguientes actividades:

1. **Inversión total.** Se estimará con base en la inversión requerida para la compra de terrenos, obra civil, construcción y/o compra del equipo de proceso, instalación de la planta, puesta en marcha, capital de trabajo e imprevistos.

2. **Calendario de desembolsos.** Se establecerá con base en el desarrollo de todas las actividades involucradas en el proyecto. Puede modificarse debido a retrasos y/o avances en algunas actividades.

3. Determinación de costos.

- Costos fijos
- Costos variables
- Costo Total
- Costo unitario

D. Evaluación del proyecto.

Se determinará mediante los siguientes parámetros de evaluación:

- Ingresos
- Utilidades
- Punto de equilibrio

Además se utilizarán los siguientes indicadores de beneficios y/o rentabilidad:

- Valor presente neto (VPN)
- Tasa interna de retorno (TIR)
- Tiempo de recuperación del capital
- Tasa beneficio/costo (B/C)

VI. RESULTADOS

A. Estudio de mercado

1. **Descripción de los productos.** El proyecto tiene como finalidad la producción de almendra de marañón tostada, así como también del líquido de la cáscara de la nuez de marañón (LCNM).

2. **Delimitación del area de estudio.** En el presente estudio se muestra un análisis general del mercado mundial, pero se hace un énfasis especial en la república de Guatemala, ya que actualmente el proyecto pretende abarcar únicamente éste país. Con base en la demanda futura, entonces la capacidad de la planta podría ampliarse y la producción de la misma podría cubrir un mayor porcentaje del mercado.

3. **Oferta.**

   a. **Comportamiento histórico de la oferta de nueces de marañón en el mundo.** Los principales países productores de nuez de marañón (de mayor a menor) son: India, Brasil, Mozambique, Tanzania y Kenia. La India fue el primer país en ofrecer nueces

en el mercado mundial, luego de la segunda guerra mundial.

Tabla 6.1

Producción mundial de nuez de marañón

Año	Producción (Miles de Tm)
1980	370.0
1981	348.0
1982	302.0
1983	245.0
1984	331.0
1985	330.0
1986	324.0
1987	289.0
1988	323.2
1989	324.2
1990	325.3
1991	326.3
1992	327.3

Fuente: The World Cashew Economic Materie Prime-Nomisma. 1992. Gill & Duffus.

Actualmente, de la producción mundial de nueces de marañón, a la India le corresponde aproximadamente el 40 %, a Brasil un 25 %, a Mozambique 14 %, Tanzania 12 %, Kenia 3.5 % y "otros" países entre los que se incluye Guatemala, le corresponde el 5.5 %.

b. **Comportamiento histórico de la oferta de almendras de marañón en el mundo.**

Tabla 6.2

Producción mundial de almendra de marañón

Año	Producción (Miles de Tm)
1980	72.2
1981	69.4
1982	74.3
1983	67.7
1984	62.0
1985	78.3
1986	75.4
1987	75.9
1988	77.4
1989	78.3
1990	79.2
1991	80.1
1992	80.9

Fuente: The World Cashew Economic Materie Prime - Nomisma. 1992. Gill & Duffus.

c. **Comportamiento histórico de la oferta de nueces y almendras producidas en Guatemala.**

Tradicionalmente en Guatemala se ha procesado la nuez de marañón a nivel artesanal en el departamento del Progreso, en donde los vendedores ofrecen almendras en bolsas de polietileno de 2,4,8 y 16 onz. Y no fue hasta principios de la década de los 80, cuando empiezan a surgir empresas que procesan la nuez a nivel industrial.

Actualmente en Guatemala, existen más de cinco empresas que procesan la nuez de marañón, entre las que se mencionan: **Carohe, Intercampo, Intercambio Tropical,** como las de mayor importancia en el mercado.

En Guatemala, se tiene estimado que del total de producción de nueces y almendras, el 95 % está destinado a la exportación, por lo que sólo el 5 % restante se consume en el país.

En la tabla 6.3, se muestra el total de la producción nacional, la cual abarca nuez de marañón, semilla para la siembra, semilla para la industria (almendra sin aditivos) y producto elaborado (almendra rostizada y/o salada).

Tabla 6.3

Totales de producción de marañón en Guatemala

Año	Peso en Kg.
1986	47154
1987	636547
1988	783527
1989	136437
1990	569866
1991	661482
1992	825590

Fuente: Estadísticas de importaciones y exportaciones
Banco de Guatemala

d. **Comportamiento histórico de la oferta de nueces y almendras no producidas en Guatemala.** Durante algunos años, dependiendo de la producción nacional, así como de la demanda de nueces y almendras guatemaltecas en el mercado internacional, se ha tenido que importar producto extranjero.

El estudio de mercado muestra que únicamente en los años 1987, 1990 y 1991, hubo importación de nueces y/o almendras de marañón, provenientes de Brasil, Estados Unidos y El Salvador. Estos datos pueden observarse en la tabla 6.4.

Tabla 6.4

Totales de importación de marañón en Guatemala

Año	Peso en Kg.
1986	0
1987	625
1988	0
1989	0
1990	16800
1991	25514
1992	0

Fuente: Estadísticas de importaciones y exportaciones
Banco de Guatemala

4. **Demanda.** En la actualidad la demanda mundial de almendra de marañón supera a la oferta de la misma. En la tabla 6.5, se muestra la demanda de la misma para el período 1980 - 1992.

a. **Comportamiento histórico de la demanda de almendras de marañón en el mundo.**

Tabla 6.5

Demanda mundial de almendra de marañón

Año	Demanda total (Miles de Tm)
1980	72.2
1981	66.0
1982	74.3
1983	67.7
1984	62.0
1985	78.3
1986	75.4
1987	75.9
1988	77.4
1989	78.3
1990	79.2
1991	80.1
1992	80.9

Fuentes:

- The World Cashew Economic Materie Prime - Nomisma. 1992. Gill & Duffus.
- FAO.

Actualmente, de la demanda mundial de almendra de marañón, a Estados Unidos le corresponde aproximadamente el 55%, a Europa Occidental 24 %, a Europa Oriental 8 %, a Sur América un 1.0 %, y a "otros" países el 12 %

Según cálculos efectuados por Gill & Duffus, se tiene que para el año 1992, la demanda insatisfecha de almendra de marañón, alcanzó 20,000 Tm; por lo que es necesario fomentar e incrementar la producción a nivel mundial y de esta manera equilibrar la oferta con la demanda.

b. **Comportamiento histórico de la demanda de nueces de marañón guatemaltecas en el mercado internacional.** La demanda de nueces de marañón guatemaltecas en el mercado internacional, está dada por las exportaciones hacia Estados Unidos, India, México, Canadá, Costa Rica, Honduras, Nicaragua y El Salvador.

En las tablas 6.6 y 6.7, se muestra el total de las exportaciones, las cuales abarcan nuez de marañón, semilla para la siembra, semilla para la industria (almendra sin aditivos) y producto elaborado (almendra rostizada y/o salada).

Tabla 6.6

Totales de exportación de nuez y almendra en Guatemala

Año	Peso en Kg.
1986	44797
1987	604720
1988	744351
1989	129615
1990	541373
1991	628408
1992	784310

Fuente: Estadísticas de importaciones y exportaciones Banco de Guatemala

Tabla 6.7

Totales de exportación de almendra en Guatemala

Año	Peso en Kg.
1986	0
1987	0
1988	744351
1989	129615
1990	533675
1991	628408
1992	749081

Fuente: Estadísticas de importaciones y exportaciones Banco de Guatemala

c. Comportamiento histórico de la demanda de nueces y almendras de marañón en Guatemala.

En el presente estudio, se efectuó un análisis de la demanda aparente de nueces y almendras de marañón en Guatemala, utilizándose para el cálculo de la misma, la siguiente ecuación:

Demanda ap. = Producción + Importación -Exportación

Con los datos de las tablas 6.3, 6.4 y 6.6, se calculó la demanda aparente, la cual se muestra en la tabla 6.8.

Tabla 6.8

Demanda aparente de nuez de marañón en Guatemala

Año	Produc. (Kg)	Import. (Kg)	Export. (Kg)	Dem. Aparente (Kg)
1986	47154	0	44797	2358
1987	636547	625	604720	32452
1988	783527	0	744351	39176
1989	136437	0	129615	6822
1990	569866	16800	541373	43293
1991	661482	25514	628408	58588
1992	825590	0	784310	41279

La demanda aparente, muestra que aproximadamente el 5 % del total producido, es consumido por los habitantes de Guatemala y ésto se debe a los siguientes factores:

- El precio de la almendra es bastante elevado.
- Los productores exportan las almendras y nueces, porque de esta manera obtienen divisas extranjeras (US$) y así aumentan sus ganancias.
- Falta de hábito alimenticio del guatemalteco.

d. Proyección de la demanda de nueces y almendras de marañón guatemaltecas en el mercado internacional. Tomando en cuenta el comportamiento histórico de la demanda de nueces y almendras de marañón guatemaltecas en el mercado internacional, se calculó una regresión lineal con los datos de exportación. Posteriormente, con la ecuación en la recta de regresión, se extrapoló la demanda hasta el año 2005, ver tabla 6.9.

Tabla 6.9

Proyección de la demanda de almendra de marañón en el mercado internacional

Año	Peso en Kg.
1986	44797
1987	604720
1988	744351
1989	129615
1990	533675
1991	628408
1992	749081
1993	750505
1994	760328
1995	811154
1996	861979
1997	912804
1998	963629
1999	1014455
2000	1065280
2001	1116105
2002	1166931
2003	1217756
2004	1268581
2005	1319407

5. Precio.

a. Comportamiento histórico de los precios de la almendra de marañón en el mercado internacional. Los precios internacionales (CIF) de la almendra de marañón, se establecen con base en ciertas normas de calidad, siendo una de las más importantes el color y el tamaño del producto. Se establece, para el efecto, un precio pivote que corresponde al tamaño 300/320*, donde la almendra es de máxima calidad (es decir que son blancas, enteras y que una libra está formada por 300 - 320 almendras, con una tolerencia de quebrado máximo del 5 %).

Tabla 6.10

Precios CIF de la almendra de marañón (US$/LB)

Año	Ent.Blancas*	Ped.Blancos	Ped.Ahumados
1980	2.65	1.87	1.72
1981	3.13	1.35	1.23
1982	2.43	1.17	1.08
1983	1.96	1.47	1.32
1984	2.45	1.67	1.57
1985	3.10	1.65	1.55
1986	3.33	1.73	1.63
1987	3.45	2.30	2.15
1988	3.30	2.20	2.00
1989	3.25	2.15	1.95
1990	3.10	2.05	1.90
1991	2.70	2.25	2.05
1992	2.50	2.00	1.75
1993	3.00	2.70	2.00

Fuente: - The World Cashew Economic Materie Prime - Nomisma. 1992. Gill & Duffus.

b. **Precio del líquido de la cáscara de la nuez de marañón (LCNM) o cashew nut shell liquid (CNSL).** Hace cinco años aproximadamente, el LCNM se cotizaba en el mercado internacional a US$ 1000/Tm, pero actualmente el precio oscila alrededor de US$ 300/Tm. Este precio es aceptable tomando en consideración que el LCNM es un subproducto del proceso.

6. **Normas proteccionistas.** En el mercado internacional, existen algunos países que cobran derechos arancelarios por la importación de almendra de marañón, lo cual resulta en normas de carácter proteccionista. Pero también hay otros países que no cobran impuestos de importación, como en el caso de los Estados Unidos de Norteamérica, país considerado como el principal comprador de la almendra producida por este proyecto.

Tabla 6.11

Derechos arancelarios sobre la almendra de marañón, según país

País Importador	Derecho Arancelario	Estado final del producto
Alemania, Bélgica, Francia, Holanda, Italia, Dinamarca,	2.5%	ni saladas, ni enlatadas
Reino Unido	17.0 %	Saladas y enlatadas
Estados Unidos	Libre	Saladas y enlatadas
Japón	5.0 %	Saladas y enlatadas
Canadá	Libre	Saladas y enlatadas
Austria	Libre	Saladas y enlatadas
Suecia	Libre	Saladas y enlatadas

Fuente: UNCTAD-GATT, 1990.

B. Estudio técnico

1. **Macrolocalización de la planta.** La localización de la planta procesadora de nuez de marañón, está orientada a la disponibilidad de materia prima, ya que el rendimiento del proceso es del 26 %, lo cual equivale a una tasa de materia prima/producto terminado de 3.85.

Actualmente en Guatemala, la fuente de materia prima está localizada en la costa sur y el oriente, pero la misma es consumida en su totalidad, por las empresas que procesan la nuez de marañón en nuestro país. En la siguiente tabla se muestra el área cultivada por departamento.

Tabla 6.12

Area cultivada por Departamento

Departamento	Area cultivada (m2)	Area cultivada (Ha)	Area cultivada (mz)
Jutiapa	500000.0	50.0	71.4
Santa Rosa	1934000.0	193.4	276.3
Escuintla	10830000.0	1083.0	1547.1
Suchitepéquez	10645000.0	1064.5	1520.7
Retalhuleu	400000.0	40.0	57.1
Quetzaltenango	1294000.0	129.4	184.8
Total	25633000.0	2560.3	3657.4

Fuente: PROFRUTA - Subproyecto Marañón - Petén, 1994

El área cultivada equivale a 3657.5 manzanas, las cuales producen 2493750 Kg. (54862.5 qq) de semilla o nuez de marañón (asumiendo un rendimiento de 477.27 Kg./Ha. ó 15 qq/mz cultivada). Esta cantidad de materia prima, es procesada en un gran porcentaje por las empresas guatemaltecas que producen almendra de marañón; el resto de la materia prima, se exporta para que sea procesada en el extranjero.

Con la producción actual de nuez de marañón, es muy difícil que ésta sea una fuente de abastecimiento para una nueva planta procesadora, ya que la misma no es suficiente. Además, los productores ya tienen convenios con las empresas procesadoras de nuez de marañón, para abastecerlos de materia prima.

Por lo anterior, se justifica que la nueva planta procesadora debe instalarse en un lugar cercano a una fuente nueva de materia prima. Bajo estas condiciones, el lugar más apropiado sería el departamento del Petén, en donde se ha venido impulsando el cultivo del marañón desde el año 1991, en especial en los municipios de La Libertad y San Francisco. En la siguiente tabla se

muestra la distribución del cultivo de marañón por municipio.

Tabla 6.13

Area cultivada durante el período 1990-1993

Municipio	Area cultivada (m2)	Area cultivada (Ha)	Area cultivada (mz)
La Libertad	12040000	1204	1720.0
San Francisco	2480000	248	354.3
Santa Ana	1850000	185	264.3
Sayaxché	1900000	190	271.4
Flores	400000	40	57.1
San Andrés	280000	28	40.0
San Benito	70000	7	10.0
TOTAL	19020000	1902	2717.1

Fuente: PROFRUTA - Subproyecto Marañón - Petén, 1994

En el año 1994 se tiene contemplado cultivar 900 Ha. (1285.7 mz) de marañón, para un gran total de 2800 Ha. (4000 mz). Las plantas sembradas en 1990, empezarán a producir semilla de marañón en 1994, y la máxima producción se alcanzará a partir del año 2001. A continuación, se muestra la proyección de la producción.

Tabla 6.14

Proyección de la producción para el período 1994 - 2003

Año	Producción (Kg)	Producción (qq)
1994	27273	600
1995	77273	1700
1996	213636	4700
1997	663636	14600
1998	970455	21350
1999	1397727	30750
2000	1643182	36150
2001	1909091	42000
2002	1909091	42000
2003	1909091	42000

Fuente: PROFRUTA - Subproyecto Marañón - Petén, 1994

Como puede verse en la tabla 6.14, la mayor parte del cultivo, se localiza en el municipio de La Libertad, seguido por San Francisco, por lo que la planta podría instalarse en cualquiera de los dos municipios, pero con prioridad en el primero.

a. <u>Generalidades sobre los municipios.</u> El municipio de La Libertad, está ubicado a 34 Km de la cabecera departamental (Flores, Petén); en tanto que el municipio de San Francisco, está localizado a una distancia de 20 km de Flores. La extensión

territorial del municipio de La Libertad es de 7097 km², y la de San Francisco es de 320 km².

La red vial existente desde Flores hacia los dos municipios, está constituida por carreteras balastradas, las cuales son transitables sin ningún problema durante verano, pero se dificulta en el invierno.

En ambos municipios se dispone de energía eléctrica, agua y de mano de obra no calificada.

2. **Tamaño de la planta.** La capacidad de la planta, está directamente ligada a la disponibilidad de materia prima, ya que según aumente la producción de los cultivos, así se incrementará el procesamiento de la nuez para obtener almendra de marañón.

El tamaño de la planta, está diseñado para procesar la materia prima correspondiente al máximo de producción del cultivo, que corresponde a 1909091 Kg. (42,000 qq) de nuez de marañón, tomando una tasa de rendimiento de 477.27 Kg/Ha ó 15 qq/mza de cultivo.

En 1997, se procesarán 663636.4 Kg. (14600 quintales anuales), durante 230 días, a razón de 288.64 Kg./día). En el año 2001, se procesará un máximo de 1909091 Kg. o 42000 quintales de nuez de marañón por año, a razón de 5454.5 Kg./día (120 qq/día) durante 350 días al año.

Es posible que en los inicios del proyecto, se compre parte de la materia prima producida en la costa sur y en el oriente del país, para que de esta manera se aproveche la capacidad instalada de la planta y que el proyecto sea más rentable.

3. **Ciclo de vida del proyecto.** El ciclo de vida del proyecto, está directamente influenciado por dos factores que son los siguientes:

a. **Ciclo de vida del cultivo.** Se ha estimado que el cultivo de marañón, tiene una vida útil (económicamente rentable) de 15 - 20 años, pero en este caso se toma en cuenta, conservadoramente, que el ciclo de vida es de 15 años.

b. **Ciclo de vida del equipo de proceso.** Se ha estimado que el equipo a utilizar, tiene una vida útil de diez años, siempre y cuando se le proporcione un mantenimiento adecuado. Después de este tiempo, sería necesario reemplazar gran parte del equipo, el cual incluye los "tostadores" en donde se extrae el LCNM o CNSL, así como también las máquinas descortezadoras.

Con base en estos factores, se ha estimado un ciclo de vida de la planta procesadora de nuez de marañón de 10 años, luego de los cuales será necesario reemplazar el equipo de proceso. Además, es importante mencionar que luego de estos diez años, es indispensable verificar el cultivo de marañón y reemplazar los árboles que fueron sembrados en 1990, los cuales tendrán casi 15 años para esta fecha (el año 2005).

4. **Curva de aprendizaje.** Se ha estimado que la curva de aprendizaje va en relación con el ciclo de vida del proyecto, ya que en los inicios del proyecto, se requerirá de mayor tiempo para efectuar todas las actividades involucradas en el proceso, especialmente en donde se requiere mano de obra directa.

Las actividades en donde se evidenciará la curva de aprendizaje será principalmente en el descortezado y en el despeliculado, en donde las operarias irán reduciendo el tiempo requerido para realizar estas actividades, conforme vayan adquiriendo práctica.

Es posible que con una buena capacitación, se alcance una curva de aprendizaje del 95 %, cuando la capacidad de la planta llegue al 100 % de su capacidad instalada. Pero lo anterior es difícil de predecir y siempre sería conveniente proporcionar una capacitación continua a todos los operarios a fin de que la curva de aprendizaje se aproxime al valor óptimo.

5. **Evaluación de alternativas.** Básicamente la evaluación de alternativas se refiere a la comparación entre los equipos utilizados durante las diferentes etapas del proceso.

Inicialmente se solicitó una cotización a la empresa italiana "Oltremare" y a la inglesa "Fletcher & Stewart". Pero esta última no fabrica, ni instala equipo, con capacidades menores a 3000 Tm de

semilla/año. Debido a lo anterior, únicamente se obtuvo una cotización de la primera empresa.

También se cotizará el equipo que puede ser fabricado localmente, con base en el dimensionamiento efectuado en este estudio.

a. **Alternativa nº 1.** Todo el equipo a utilizar durante el proceso, se dimensionará con base en el tamaño de la planta y se estimará la inversión requerida para construirlo localmente.

b. **Alternativa nº 2.** La empresa "Oltremare" envió el listado completo de todo el equipo a utilizar durante el proceso, incluyendo el opcional, según las necesidades del cliente. Con base en un análisis previo de la inversión necesaria para comprar todo el equipo, se concluyó que debido al elevado costo, sólo se evaluará el equipo básico, junto con dos equipos mencionados dentro del paquete optativo. El resto del equipo, será fabricado localmente y será idéntico al dimensionado en la alternativa nº 1.

6. Descripción del proceso a utilizar.

a. Etapas previas al proceso.

i. Recepción de la materia prima.

- **Control de las cantidades de ingreso.** Se realiza en una parte de la planta que cuenta con una rampa de acceso con desnivel y drenaje para que los camiones y pick-ups ingresen hasta el nivel del piso.

Las nueces son descargadas y pesadas, anotanto los valores registrados por las balanzas, a fin de llevar un buen control del ingreso de materia prima a la planta.

El área, cuenta con espacio suficiente para almacenar temporalmente la semilla mientras se envía al patio o al secador solar.

- **Control de calidad.** Un cuidadoso control de la humedad relativa de las nueces, habrá de determinar si las mismas pueden ser almacenadas directamente o deberán ser previamente secadas. El grado de humedad, puede determinarse por medio de un higrómetro, o bien estimando en forma aproximada con base en una

observación de su apariencia. Las nueces bien secas tienen un color rosado y cuando se les sacude, hacen un sonido característico, seco y agudo.

- **Registro.** Al arribo de las nueces crudas, cada entrega se registra con la siguiente información: nombre del proveedor, peso, número de bolsa y código identificador de la muestra. Una vez registrada la muestra, se le anota el contenido de humedad.

El pago de las nueces crudas, se hace en función de la calidad, prestando especial atención al aspecto del tamaño y la limpieza. En caso de que la humedad contenida supere el 9 %, habrán de establecerse rebajas que se indicarán en el precio a pagar.

ii. **Secado.** Antes de su almacenaje, las nueces que tienen una humedad mayor a 9%, deberán secarse. Esto puede efectuarse en la misma plantación, o en patios de secado solar, instalados en las cercanías de la planta procesadora.

iii. Limpieza y clasificación por tamaño.

Antes del descascarado, las nueces tienen que ser preparadas limpiándolas y clasificándolas según el tamaño.

La limpieza incluye la remoción de las nueces vacías o deformadas, y de las impurezas presentes, tales como pequeñas piedrecitas, trozos de madera, etc. Esta se efectuará a mano, utilizándose un cedazo de 3/8". Los tallos de paja son fácilmente visibles y son retirados a mano.

Posteriormente se clasificarán a mano, agrupándose en cinco (5) tamaños distintos. El tamaño se mide según la circunferencia de la nuez, como sigue:

- Menor de 13 mm.
- De 13 a 15 mm.
- De 15 a 17 mm.
- De 17 a 19 mm.
- Mayor de 19 mm.

b. <u>Operaciones de proceso.</u>

i. <u>Acondicionamiento de nueces.</u> Las nueces deben ser acondicionadas mediante el ajuste del contenido de humedad hasta 15 %. Esto provoca que el agua absorbida por la cáscara, facilite su ruptura durante el tostado, en donde se extraerá el líquido de la cáscara de nuez de marañón (LCNM).

El acondicionamiento permite que todas las nueces tengan aproximadamente el mismo contenido de humedad, previniendo un inadecuado tostamiento.

Si el nivel de humedad es mayor de 16 %, puede causar manchas en la cáscara y luego penetrar hacia la almendra, tornándola azul y reduciendo su comerciabilidad.

Para lograr un buen acondicionamiento, es necesario trabajar por lotes de un sólo tamaño, con la finalidad de asegurar un contenido de humedad uniforme.

Las nueces que se van a acondicionar, se colocan en toneles abiertos de 0.15 - 0.19 m3 (40 - 50 gal), los

cuales pueden contener 127 kg (280 lb) de nueces. Luego se agrega agua al tonel, en donde permanece alrededor de diez minutos. Posteriormente, se drena el agua hasta vaciar completamente el tonel.

Esta operación de humedecimiento puede repetirse a intervalos de no menos de cuatro horas, hasta que las nueces hayan absorbido la cantidad adecuada de ésta.

Para este proyecto se utilizarían tanques de mayor capacidad, los cuales descargan las nueces "pesadas" mediante un sifón y los "flotes" se eliminan en la superficie. Con ésto, no es necesario vaciar completamente el agua, permitiendo el ahorro de la misma.

El nivel de humedad se determinará con higrómetros, o bien mediante un operador experimentado, quien lo determinará con base en la textura de la nuez. Esta textura es "ahulada" y se determina mediante una impresión sobre la cáscara con la uña del pulgar.

ii. <u>Tostado. (Proceso con aceite caliente).</u>

El término "tostado" significa que se aplica un tratamiento térmico para eliminar el líquido

contenido en las cáscaras de las nueces, de modo que las mismas se hacen quebradizas y se facilita así la extracción de las almendras.

Este proceso, requiere de tres tanques circulares que contienen aceite caliente, colocados uno al lado del otro, cada uno con su propia fuente de calor (fogón). En éstos, se sumergen unos recipientes con malla (llamados canastas), llenos de nueces. Cada baño se mantiene a diferente tempertura, el primero a 160° C, el segundo a 170° C y el tercero a 190°C, siendo el tiempo de inmersión en cada uno de ellos de aproximadamente un minuto. Las canastas, conteniendo unos diez kilos de nueces por carga, son rápidamente transferidos de un baño al siguiente. Posteriormente, las nueces se colocan en una malla, la cual está sobre un tanque, para que boten el remanente del líquido de la cáscara de la nuez de marañon (LCNM) y se enfríen.

Usualmente se extrae una parte del (LCNM) del pericarpio y se reune con el aceite caliente que se encuentra dentro del tanque. Generalmente se usa aceite de semilla de algodón, como aceite rostizador.

Generalmente se utiliza la cáscara de la semilla como combustible, pudiendo complementarse con leña o gas propano.

También es posible la utilización de un solo tanque con aceite caliente a 185° C, y el tiempo de retención sería de tres (3) minutos. Además, se requiere de un sistema de polipasto o "mica", para meter y sacar las canastas que contienen semillas de marañón.

iii. **Descascarado manual en frío.** En esta operación, se descascara la semilla de marañón y se obtiene la almendra entera, mediante la utilización de máquinas descortezadoras manuales.

Se utiliza una descortezadora manual (desarrollada en Tailandia), la cual tiene una cuchilla accionada por una palanca, que parte longitudinalmente la semilla.

La máquina está colocada sobre una mesa, que tiene instalado un drenaje especial para separar el líquido proveniente de la semilla.

Para evitar la acción corrosiva del (LCNM) remanente y para ayudar a mantener limpias las almendras, los operarios se deben espolvorear ceniza en las manos.

iv. **Limpieza de almendras.** Luego del descortezado, es necesario eliminar las cáscaras y otros residuos de las almendras. Este procedimiento, se efectúa manualmente.

v. **Secado.** La almendra que se halla dentro de la cáscara, se encuentra recubierta por la cutícula, y durante el proceso de secado, las almendras se contraen de tal modo que la cutícula queda flojamente adherida a la misma y puede ser removida tanto a mano como por medios mecánicos.

El secado al sol, en que las almendras son extendidas en capas delgadas para su mejor exposición al calor, no es el más adecuado, por lo que es necesario utilizar una operación de secado con circulación forzada.

Para el efecto, se utiliza un secador en donde se colocan carros con bandejas metálicas, las cuales están cargadas de almendras con cutícula.

El secador es de tipo forzado y utiliza un ventilador axial. Además, el aire se calentará mediante un quemador de gas propano.

Las almendras de la operación de descascarado, pueden poseer un grado de humedad de más de 7 %, y ser secadas hasta un nivel de 3 %. Es indispensable que la capacidad de secado del sistema, esté diseñada muy por encima de la capacidad de descascarado, debido a que en los períodos lluviosos no será posible secar semilla en los patios de secado solar y por lo tanto se haría uso de éste.

vi. **Eliminación manual de la cutícula (pelado manual).** La cutícula es removida a mano, con o sin la ayuda de un cuchillo. Es muy importante que la almendra no reciba corte o incisiones durante esta operación, por lo que hay que tener en cuenta ésto, como consecuencia probable del uso de cuchillos o herramientas de corte de cualquier tipo.

El operario que elimina la cutícula, realiza una primera clasificación, la cual reduce el trabajo que posteriormente tendrán que hacer los clasificadores mismos.

La clasificación preliminar consiste en separar las almendras en los siguientes grupos: 1) Almendras Blancas enteras; 2) Almendras enteras chamuscadas; 3) Almendras Blancas Terrosas; 4) Almendras Blancas Partidas; 5) Pedazos Blancos; 6) Pedazos Chamuscados; 7) Marrones; 8) Rechazo.

Las "marrones" son aquellas almendras muy defectuosas que no han sido separadas durante el descascarado y el "rechazo" son pedazos muy pequeños que no pueden ser pelados, y también algunos pedazos defectuosos. Estas dos categorías son aptas para consumo humano.

Es esencial asegurar las más estrictas condiciones de limpieza durante la operación de eliminación de la cutícula de la almendra. Se recomienda que la sala de pelado manual tenga una sola entrada, para que todos los

operarios que entren a la misma, se vean obligados a lavarse las manos antes de empezar su trabajo. En algunas fábricas, además de las facilidades para lavarse, se usa una solución diluída de permanganato de potasio, para sumergir en ella los dedos antes de entrar a la sala de pelado.

vii. **Clasificación final.** La operación de clasificado final es muy importante, ya que consiste en un estricto control de calidad del producto que ha de ser envasado. Toda negligencia en este departamento, puede producir la diferencia entre pérdida o ganancia.

Toda la clasificación, se realiza a mano. Tiene lugar sobre mesas cuya construcción varía según los casos, algunas poseen una superficie iluminada, otras están formadas por una malla muy fina cubierta con un paño, de modo que las almendras se mueven sobre una superficie suave. Esta tela actúa también como ayuda para eliminar el polvo fino que tienen las almendras.

El lugar debe estar bien iluminado, ya que el color juega un papel importante en la selección de las almendras, tanto para las blancas como para las quemadas.

Las almendras clasificadas en la categoría "Blancas enteras" incluye en realidad diferentes tamaños. Estas se venden en base al "recuento" es decir, la cantidad de unidades que forman una libra de peso, de tal manera que 200 - 210 almendras, corresponden al grado W210. La práctica ha demostrado que un operario se acostumbra a clasificar un grado determinado.

Un procedimiento comprobado, es que uno o dos operarios seleccionen aparte los grados 210 y 240, y entonces otro (o dos más) seleccionan el grado 450. La masa remanente, que constituye la mayor parte, será del grado 320. Todos los clasificadores sacarán aparte las almendras quemadas o cualquiera otra defectuosa, tales como trozos.

Un supervisor verifica los grados clasificados en cada una de las mesas de trabajo. Este dispone de una

mesa separada recubierta con una sábana, en donde pesa exactamente media libra de almendras y luego cuenta el número de unidades. Posteriormente se calcula el número de almendras por libra.

En caso de que la clasificación por grados no se efectúe en la etapa del pelado, trozos blancos deben ser procesados en la misma forma que las almendras blancas enteras. El operario retira una cantidad del montón y selecciona todos los enteros, pasándolos al operario siguiente para la selección de los partidos. El remanente, será una acumulación de trozos, pedazos pequeños y "baby bits". Estos grados, son a su vez separados a través de una serie de zarandas apropiadas.

Los trozos son aquellos mayores que malla 4, en una zaranda 16 SWG. Los pequeños trozos aquellos mayores que malla 6-20 SWG, y los "baby bits" pequeños, son aquellos más chicos que los anteriores pero mayores que malla 10-24 SWG.

Existe asimismo, diferenciaciones de grado entre quemados propiamiente dicho, y la apreciación entre

quemados y los de decoloración intrínseca que, pudiendo ser vista como quemada, corresponde en realidad a una enfermedad de la nuez. Es necesario una gran dosis de experiencia para diferenciar estos aspectos. Por ello la supervisión debe ser siempre activa, ya que las diferencias de precio entre los grados, suelen ser considerables.

viii. **Acondicionamiento de almendras.** Luego de la clasificación por grados, debe controlarse la humedad de las almendras. Debajo del 4 %, las mismas serán demasiado frágiles y se romperán durante el tránsito. Por encima del 6 %, se hace crítico para el crecimiento de moho ("spot" o "mancha" que es la definición recibida en el ramo, para aquellas almendras atacadas por moho).

Muchas procesadoras, disponen de facilidades para elevar la humedad de las almendras hasta un 5%, utilizando para ello salas de acondicionamiento. Las mismas pueden estar totalmente cerradas y poseen soportes para acomodar bandejas con almendras. Antes de cerrar las salas, se exparce agua sobre el suelo para

elevar la humedad relativa, que será absorbida durante la noche por las almendras. En algunos casos, se ha utilizado existosamente vapor para este fin, inyectándolo saturado y a baja presión.

ix. **Envasado.** El envase habitual de almendras para exportación, consiste en una caja de cartón, que contiene dos latas herméticamente selladas de 11.36 Kg (25 lb) cada una, bajo atomósfera de dióxido de carbono.

El envasado, se hace desde tolvas alimentadoras, y las latas son llenadas a mano. Una vez llenadas, debe ajustarse la masa de las mismas en 11.36 Kg (25 lb) cada una. Lo más apropiado para este fin es una balanza de deflexión con una capacidad de 25.45 Kg (56 lb).

El proceso final se llama "Vita Pack", que consiste en sacar todo el aire de las latas, reemplazándolo por CO_2. Generalmente se utiliza una máquina cerradora de latas o "engargoladora", la cual hace el vacío y a la vez inyecta el dióxido de carbono. Como se trata de un gas pesado, éste queda dentro de la lata y el pequeño agujero de entrada en la tapa, se cierra.

El dióxido de carbono es soluble en el aceite contenido en las almendras de marañón y se disuelve inmediatamente al cerrar la lata. En un breve período, se produce nuevamente vacío dentro del envase y tanto los costados, como las tapas de la lata, son atraídos hacia adentro, fijando de esta forma las almendras dentro de la misma e impidiendo que se muevan libremente durante el manejo y que se rompan.

La práctica habitual, es dejar las latas durante la noche después del tratamiento con CO_2 y controlarlas a la mañana siguiente. Todas las latas que aparecen "apretadas", son aceptadas para encartonado, mientras que aquellas que siguen "flojas" deben ser identificadas y reemplazadas.

Luego se ponen las latas en cajas de cartón que son cerrados con cinta engomada y se le colocan dos cintas de acero.

Otra alternativa, es envasar las almendras en una bolsa especial que tiene 3 capas: polietileno, aluminio y papel. Esta última se está utilizando con mayor frecuencia por los exportadores de marañón.

7. **Dimensionamiento y diseño del equipo principal.**

Cálculo de la densidad aparente de la nuez de marañón. Se utilizó una caja con las siguientes dimensiones:

$V = 0.66\ m * 0.25\ m * 0.38\ m = 0.0627 \approx 0.063\ m^3$

La caja se llenó de semillas de marañón con una humedad relativa del 6 % y se obtuvo la masa de las mismas.

$m = 160\ lb$

De ahí que, la densidad aparente es igual a:

$d = 160\ lb/0.063\ m^3 = 2539.68\ lb/m^3$

$d = 2539.68\ lb/m^3 * 1\ Kg/2.2\ lb = 1154.4\ Kg/m^3$

Posteriormente, la caja se llenó de semillas de marañón con una humedad relativa del 9 % y se obtuvo que las mismas tenían una masa de:

$m = 180\ lb$

La densidad aparente es igual a:

$d = 180\ lb/0.063\ m^3 = 2857.14\ lb/m^3$

$d = 2857.14\ lb/m^3 * 1\ Kg/2.2\ lb = 1298.7\ Kg/m^3$

Debido a que en la etapa de acondicionamiento, se trabaja con nueces de marañón con un contenido de humedad inicial no mayor del 9 %, se utilizará una densidad aparente de 1300 Kg/m³, para efectuar los cálculos posteriores.

a. **Alternativa no.1**

i. **Diseño del sifón/acondicionador.** Se utilizarán dos sifones/ acondicionadores con una capacidad de 1363.6 Kg./batch ó 30 quintales de semilla/batch (8 h = 1 batch). Se trabajarán 2 batch/día, para un total de 2727.3 Kg. (60 quintales) de semilla por cada sifón acondicionador.

Base: 1363.6 Kg./batch ó 30 qq semilla/batch

$$30 \frac{\text{quintales}}{\text{batch}} * \frac{100}{1} \frac{\text{libras}}{\text{quintal}} = 3000 \frac{\text{libras}}{\text{batch}}$$

Volumen requerido por la semilla de marañón.

$$\text{Vol. req.} = \frac{3000 \text{ lb}}{2860 \text{ lb/m}^3} = 1.05 \text{ m}^3 * 1.25 = 1.31 \text{ m}^3$$

Volumen total disponible:

- **Asumiendo el volumen de un cubo:**

  $Vol.(1) = L * L * L = L^3$

  $Vol.(1) = 1.45\ m * 1.45\ m * 1.3\ m =$

  $Vol.(1) = 2.733\ m^3$

- **Asumiendo el volumen de una pirámide truncada:**

  $Vol.(2) = h/3 * [a*b + c*d + \sqrt{(a*b*c*d)}]$

  $Vol.(2) = 0.70/3 * [0.1524^2 + 1.45^2 + \sqrt{(.1524^2 * 1.45^2)}]$

  $Vol.(2) = 0.548\ m^3$

  $Vol.Total = 2.733 + 0.548 = 3.281\ m^3$

  Volumen total disponible:

  $V = 3.281\ m^3$

Area equivalente:

Respecto al Vol. (1)

$A = L^2 * 4$ lados

$A = (1.45\ m)^2 * 4 = 8.41\ m^2 * \frac{(3.2808\ pie)^2}{1\ m^2} = 90.52\ pie^2$

Respecto al Vol. (2)

$A = (a + c) * h/2 * 4$ lados

$A = [(0.1524 + 1.45)*0.70/2] * 4$

$A = 2.244 \approx 2.24\ m^2 * \frac{(3.2808\ pie)^2}{1\ m^2} = 24.11\ pie^2$

$Area\ Total = 90.52 + 24.11 = 114.63\ pie^2$

Se utilizarán láminas de hierro de 1/4 " de espesor, con una medida de 8' X 5' = 40 pie². Se requieren 114.63/40 = 2.87 ≈ 3.0 láminas, para fabricar cada uno de los sifones/acondicionadores.

El acondicionador está provisto de un sifón, el cual consiste en un tubo de PVC de 6 " de diámetro, el cual descargará la semilla en un tanque clasificador.

- **Dimensiones del tanque clasificador.** Asumiendo que la semilla de marañón descargada forma una capa de 2" de espesor, las dimensiones son las siguientes:

$$\frac{1\ m^3}{2860\ lb} * \frac{1}{5.08E-2\ m} * 3000\ lb = 20.65\ m^2 \approx 21\ m^2$$

Altura = 0.15 m
Ancho = 4.2 m
Largo = 5.0 m

ii. **Diseño de las cocinas para "tostar" las nueces.**

$$\text{Densidad} = 1300\ \frac{kg}{m^3} * 2.2\ \frac{lb}{kg} * \frac{1\ m^3}{35.31\ pie^3} = 81\ \frac{lb}{pie^3}$$

Base: 1363.6 kg/batch = 30 qq/batch por cocina

Se trabajarán 2 batch/día por cocina, para un total de 120 qq/día por las dos cocinas.

$$60 \frac{qq}{día} * 100 \frac{lb}{qq} * \frac{1\ día}{8\ h} = 750\ lb/h = 340.9\ kg/h$$

$$750 \frac{lb}{h} * \frac{1\ hora}{60\ min} * 10 \frac{min}{carga} = 125 \frac{lb}{carga} = 56.8 \frac{kg}{carga}$$

$$125 \frac{lb}{carga} * \frac{1\ pie^3}{81\ lb} = 1.54 \frac{pie^3}{carga} = 4.36E-2\ m^3/carga$$

Asumiendo que la nuez de marañón, ocupará el 30 % del volumen del tanque de cocción:

Volumen de cada cocina = 1.54 pie^3/0.3 = 5.1 pie^3

Volumen ≈ 5 pie^3 = 0.14 m^3

Dimensiones de cada cocina:

Volumen = 5 pie^3

Dimensiones = alto * ancho * largo

Dimensiones = 1 pie * 1.67 pie * 3 pie = 5 pie^3

iii. Descortezadoras

Base: 5454.5 kg/día ó

120 qq/día = 12000 lb de semilla/día

Con base en la experiencia previa de la empresa CAROHE S.A., se observó que normalmente la materia prima se divide en cuatro diferentes tipos de semilla y que el

porcentaje (%) de distribución (para la semilla), así como el porcentaje de rendimiento (semilla/almendra), es el siguiente:

Tipo de semilla	A	B	C	D
% Distribución	35.42	27.67	21.50	15.42
% Rendimiento	26	27	28	29

Utilizando estos parámetros, se estimó la distribución de la semilla de marañón. Para este caso en particular, se obtuvo el siguiente resultado.

Base: 120 qq/día = 12000 lb de semilla/día.

Tipo de semilla	A	B	C	D
Semilla obtenida (lb)	4250	3320	2580	1850
Semilla/mesa (lb)	425	332	258	185
Almendra obtenida (lb)	1105	896.4	722.4	536.5

- **Número de mesas de trabajo.** Con base en el cuadro anterior, se observa que aproximadamente se requieren 10 mesas por cada tipo de semilla y como se trabaja con cuatro diferentes, se requerirán 40 mesas de trabajo.

- **Dimensiones de las mesas.** Las dimensiones típicas son:

altura: 1.0 m
ancho: 1.5 m
largo: 1.5 m

- **Número de máquinas descortezadoras.** Se requiere 1 descortezadora manual por cada mesa de trabajo, para un total de 40.

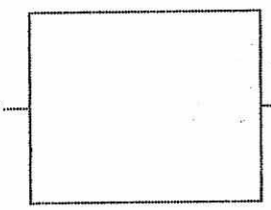
iv. Diseño del secador de almendra de marañón.

Base: 1 día operación = 8 h

- **Balance de masa:**

940 kg (29.68 qq)
almendra base seca
+
117.3 kg (2.58 qq) ->
de agua

1466.4 kg (32.26 qq)
de almendra húmeda



940 kg (29.68 qq)
almendra base seca

->56.4 kg (1.24 qq)
de agua

1405.5 kg (30.92 qq)
de almendra seca

- **Balance de agua:**

Agua entrando - Agua saliendo = Agua perdida

117.3 kg - 56.4 kg = 60.9 kg

El dimensionamiento y diseño del secador, se divide en tres áreas que abarcan los siguientes puntos:

- Quemador de gas propano.
- Ventilador de flujo axial.
- "Carros" y "bandejas" utilizados en el tunel de secado

- <u>Condiciones de operación</u>

Temperaturas

del aire entrando = 30 °C (303 K) = 86 °F

del aire caliente = 70 °C (343 K) = 158 °F

del aire saliendo = 61 °C (334 K) = 141 °F

Datos con base en la tabla 6.1 de la referencia 7. (Cruess, W.V. 1948 "Comercial Fruit and Vegetable products". McGraw Hill Book Company, Inc. Pensylvania. U.S.A.).

El calor necesario para evaporar 1 lb de agua, bajo las condiciones de operación anteriores = 1098 Btu (1158.46 kJ).

Además, se tiene que 1 pie^3 (2.83E-2 m^3) de aire a 60 °F (288.56 K) requiere 0.01807 Btu (0.01906 kJ) para elevar la temperatura 1 °F (1 °C). Alternativamente, se tiene que si 1 pie^3 (2.83E-2 m^3) desciende su

temperatura en 1 °F (1 °C), éste libera 0.01807 Btu (0.01906 kJ).

- <u>Cálculos</u>

Quemador de gas propano:

- Aire requerido para evaporar 1 lb de agua.

$$\frac{1098 \text{ Btu/lb}}{0.01807 \text{ Btu/pie}^3} = 60763.7 \frac{\text{pie}^3}{\text{lb}} \text{ disminuyendo } 1\ ^\circ\text{F}$$

Como la diferencia de temperatura entre el aire caliente y el aire que sale = 17 °F

$$\frac{60765 \text{ pie}^3 \cdot {}^\circ\text{F}}{(17\ ^\circ\text{F}) \cdot \text{lb}} = 3574.41 \text{ pie}^3/\text{lb} \approx 3575 \text{ pie}^3/\text{lb}$$

$$= 222.72 \text{ m}^3/\text{kg}$$

- Corrección por temperatura: debido a que los valores obtenidos están con base en la temperatura de refencia = 60 °F, se efectúa una corrección por temperatura, utilizando la ley de Gay-Lussac.

$$V = V_o\ (1 + 0.003665 \cdot t)$$

V = volumen a la temperatura t
Vo = volumen a 60 °F
t = temperatura 2

$$V = 3575\ (1 + 0.003665*70) = 4492.17 \approx 4500 \text{ pie}^3/\text{lb}$$

Asumiendo una eficiencia de transferencia de calor del 80 %, se requiere un volumen mínimo de:

4500/0.80 = 5625 pie³/lb ≈ 5650 pie³/lb = 352 m³/kg

- **Cantidad de agua a remover.** Es necesario remover 130 lb (59.1 Kg) de agua en un período de 8 h.

$$16.75 \frac{lb}{h} * \frac{1}{60} \frac{h}{min} = 0.2792 \text{ lb/min} = 0.1269 \text{ Kg/min}$$

- **Energía requerida para remover el agua.**

$$\frac{1098 \text{ Btu}}{\text{lb agua}} * \frac{0.2792 \text{ lb agua}}{1 \text{ min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = 19579.54 \text{ Btu/h}$$

$$Q \approx 19600 \text{ Btu/h}$$

$$Q = 20679.2 \text{ kJ/h}$$

Asumiendo un 80 % de eficiencia de transferencia de calor, la energía real a suministrar es igual a:

Q = 19600/0.8 = 24500

Energía requerida ≈ 25000 Btu/h = 26376.5 kJ/h

Por tanto, se requiere de un quemador de gas propano, el cual deberá suministrar 25000 Btu/h ó 26377 kJ/h.

Ventilador de flujo axial

- Flujo de aire necesario.

5650 pie^3/lb * 0.2792 lb/min = 1577.5 pie^3/min

Asumiendo una eficiencia del 80 %, se tiene que el flujo requerido es igual a:

1577.5/0.80 = 1977.85 ≈ 2000 pie^3/min = 56.64 m^3/min

- Velocidad del aire.

Utilizando la siguiente fórmula:

$$v = 4101 \sqrt{p}$$

v = velocidad (pie/min).

p = presión de velocidad (pulgadas de agua).

Asumiendo una presión de velocidad = 1 " de agua

$v = 4101 \cdot \sqrt{1} = 4101$ pie/min = 20.83 m/s

- Cabeza de velocidad.

Utilizando la siguiente fórmula.

$hv = (v/4005)^2$

$hv = (4101/4005)^2 = 1.05$ " de agua (0.2612 KPa)

Asumiendo que el ventilador a utilizar está diseñado para vencer una presión estática de 10 " de agua, se tiene que la presión total a vencer es de: ht = 10 + 1.05 = 11.05 " de agua (2.7492 KPa)

- Potencia requerida para impulsar el ventilador.

$hp = (V \cdot ht)/6356$

$hp = [(2000\ pie^3/min)(11.05\ "\ de\ agua)]/6356$

$hp = 3.48\ (2.60\ kW)$

Asumiendo una eficiencia mecánica del 75 %, se tiene que la potencia real es:

$hp\ real = 3.48/0.75 = 4.64 \approx 5.0\ hp\ (3.73\ kW)$

- Dimensionamiento del diámetro del ventilador

Utilizando la siguiente fórmula:

$D = Ds \cdot Q^{0.5}/H^{0.25}$

Donde:

Ds = diámetro específico.

Q = v = velocidad del aire (pie/min)

H = cabeza total (pie)

Utilizando la gráfica de Baljé, la cual proyecta los rendimientos óptimos de ventiladores, se tiene que:

Asumiendo un Ds = 0.63

$Q = 4101\ pie/min * 1\ min/60\ s = 68.35\ pie/s$

$H = 11.05\ pulg\ de\ agua * \frac{69.3\ pie\ de\ agua}{1\ pulg\ de\ agua} = 765.77\ pie$

$H = 770\ pie$

$D = 0.63 * (68.35)^{0.5}/(770)^{0.25} = 0.98\ pie$

$D = 0.98\ pie = 11.76\ pulg \approx 12\ pulg = 0.305\ m.$

- Cálculo de la velocidad de rotación.

Utilizando la siguiente fórmula:

$N = Ns \cdot H^{0.75}/Q^{0.5}$

Asumiendo un valor de Ns = 100

$N = 100 * (770)^{0.75}/(68.35)^{0.5} =$

N = 1768.07 pie/s ≈ 1800 rpm

1800 * 43.6/229 = 342.7 pie/s ≈ 345 pie/s = 105.16 m/s

Dimensiones de las "bandejas"

- Cálculo de la densidad aparente de la almendra. Se utilizó una bolsa para almacenar café, la cual tiene las siguientes dimensiones:

Volumen = 20 cm * 9 cm * 7 cm = 1260 cm^3

La bolsa se llenó completamente con almendras de marañón, y se obtuvo una masa igual a: 1.0 lb

Posteriormente, se calculó la densidad aparente de la almendra de marañón:

$$d = \frac{1.0\ lb}{1260\ cm^3} * \frac{(30.48\ cm)^3}{1\ pie^3} = 22.47\ lb/pie^3$$

$$= 0.289\ Kg/m^3$$

Base de cálculo: 1363.6 Kg de almendra/batch ó
3000 lb de almendra/batch

- Area requerida. Las almendras colocadas sobre la bandeja, formarán una capa con un espesor promedio de 0.6 pulgadas (0.0152 m.).

$$22.47 \frac{lb}{1\ pie^3} * 0.6\ pulg * \frac{1\ pie}{12\ pulg} = 1.12\ lb/pie^2$$

$$1/1.12 = 0.89\ pie^2/lb \approx 0.90\ pie^2/lb. = 0.184\ m^2/Kg.$$

- Area de una bandeja estándar:

Area = largo * ancho

Area = 3 pie * 1.5 pie = 4.5 pie^2 (0.418 m^2)

Se pueden colocar dos bandejas en cada "nivel" del carro, por lo que el área total por "nivel" es = 9.0 pie^2 (0.836 m^2)

- Capacidad (en peso) por cada dos bandejas:

$$Capacidad = \frac{9.0\ pie^2}{nivel} * \frac{1\ lb}{0.9\ pie^2} = \frac{10.0\ lb/nivel}{4.5\ Kg/nivel}$$

- Número de bandejas por carro. Se ha estimado colocar 40 bandejas por carro, para un total en peso de:

$$\frac{10.0\ lb}{nivel} * \frac{20\ niveles}{carro} = 200\ lb\ carro.$$

$$\frac{3000\ lb/batch}{200\ lb/carro} = 15\ carros/batch$$

- **Número de "carros" a utilizar.** Se requerirán 15 carros/batch, para la operación de secado.

- **Dimensiones de los "carros".** Las bandejas tendrán una altura de 1", por lo que se tiene:

1 " * 20 niveles = 20 " = 0.508 m

Además, habrá una separación de 2.25 ", entre cada uno de los niveles. Por tanto, se tiene que el espacio ocupado por las bandejas es de:

2.25 " * 17 espacios = 38.25 " = 0.97 m

En la parte inferior de los carros, se colocará una base metálica que irá unida a la rueda del mismo. La base tendrá una altura de 1 " y cada una de las ruedas tendrá un diámetro de 5 ".

Finalmente se tiene una altura total de:

20 " + 38.25 " + 1 " + 5 " = 64.25 "

Altura del carro: 163.2 cm ≈ 1.65 m

Despeliculadora

La misma consiste básicamente en un cilindro, fabricado de malla metálica, siendo la abertura de la misma 1/4 de pulgada. El funcionamiento de la despeliculadora consiste en un movimiento rotatorio, el cual produce que las almendras con película tengan un contacto físico entre ellas, y con la pared del cilindro, la cual es una malla metálica. Luego de cierto tiempo de residencia se obtiene un 85 % de almendras despeliculadas y el resto se efectúa en forma manual.

Para el dimensionamiento de la misma, se tomó como modelo, una despeliculadora construída localmente.

Base: 1363.6 Kg de almendra/día

3000.0 lb de almendra/día

- Datos generales para el diseño:

Capacidad = 400 lb/batch (181.82 Kg/batch)

Tiempo de residencia = 0.5 h/batch

Potencia requerida = 5 hp (3.73 kW)

- **Número de batch/día:**

$$\frac{3100\ lb}{1\ día} * \frac{1\ batch}{400\ lb} = 7.75\ batch/día \approx 8\ batch/día$$

- **Volumen ocupado por las almendras:**

Densidad de la almendra = 360.7 Kg/m^3

$$\frac{400\ lb}{batch} * \frac{1\ kg}{2.2\ lb} * \frac{1\ m^3}{360.7\ Kg} = 0.50\ m^3/batch$$

Asumiendo que la carga de almendras ocupa un 30 % del del equipo, el volumen de la despeliculadora es igual a:

Volumen total = $0.5 * 100/30 = 1.67\ m^3$

- **Dimensiones:**

$V = \pi * r^2 * h$

Asumiendo $r = 0.5$ m

$h = 1.67 / (0.5^2 * \pi) = 2.13\ m \approx 2.15\ m$

b. <u>Alternativa no. 2</u>. Esta alternativa, comprende la utilización de ciertos equipos modernos en ciertas etapas del proceso, especialmente en las actividades que pueden ser los "cuellos de botella". Unicamente se pretende utilizar tres de los equipos

fabricados por la compañía italiana "Oltremare" y el resto del equipo seguirá siendo el mismo mencionado en la alternativa # 1.

i. **Equipo de limpieza y clasificación de la almendra.** En base al tamaño de la planta, la compañía Oltremare ofrece un equipo con la siguiente capacidad: Base: 560 Tm/año de almendra

$$\frac{560 \text{ Tm almendra}}{1 \text{ año}} * \frac{1 \text{ Tm semilla}}{0.26 \text{ Tm almendra}} * \frac{1 \text{ año}}{345 \text{ día}} =$$

6.24 Tm semilla/día ≈ 125 qq semilla/día

ii. **Sifón/acondicionador.** Idem a la alternativa # 1.

iii. **Cocina y centrífuga.** Capacidad = 125 qq semilla/día

iv. **Descortezadora automática.** Capacidad = 125 qq semilla/día

v. **Secador.** Idem a la alternativa # 1.

vi. **Despeliculadora.** Capacidad = 32.5 qq almendra día

8. Diseño de la planta procesadora.

a. Estimación de áreas requeridas dentro de la nave industrial

i. Area de proceso

Etapa del proceso	Dimensiones largo X ancho	Area m^2
Limpieza y clasificación	5 X 2	10.0
Almacenaje intermedio	5 X 2	10.0
Acondicionamiento	2 X 5	10.0
Tostado	5 X 3	15.0
Descortezado	25 X 2	50.0
Secado	10 X 4	40.0
Despeliculado	5 x 3	15.0
Clasificación	5 x 4	20.0
Envasado	5 x 4	40.0
TOTAL		210.0

ii. **Bodega de materia prima.** Se ha estimado que cuando la planta procesadora alcance su capacidad máxima, será necesario almacenar el 80 % de la materia prima anual, en una bodega. Esto permitirá mantener la disponibilidad de semilla de marañón, para el resto del año.

- **Dimensiones de la bodega:**

$$\frac{42000 \text{ qq semilla}}{1 \text{ año}} * 0.8 = 33600 \text{ qq semilla/año.}$$

$$\frac{33600 \text{ qq sem.}}{1 \text{ año}} * \frac{100 \text{ lb}}{1 \text{ qq}} * \frac{1 \text{ m}^3}{2900 \text{ lb}} = 1158.62 \approx 1160 \text{ m}^3$$

Normalmente los sacos con semilla de marañón, se pueden estibar hasta 6.0 m, por lo que el área requerida para el almacenamiento de la misma es:

$1160 \text{ m}^3/6 \text{ m} = 193.33 \approx 200 \text{ m}^2$

iii. Bodega de producto terminado.

Base: 1 mes = 30 días.

$$\frac{120 \text{ qq sem.}}{1 \text{ día}} * \frac{0.26 \text{ qq alm.}}{1.0 \text{ qq sem.}} * \frac{100 \text{ lb}}{1 \text{ qq}} * \frac{30 \text{ día}}{1 \text{ mes}} =$$

Producto terminado = 93600 lb almendra/mes

42545.45 kg almendra/mes

El producto terminado, se envasará en bolsas de polietileno, las cuales se introducirán dentro de una caja de cartón.

- **Capacidad de las cajas:** 25 lb
- **Dimensiones:** 2 ' X 1' X 1' = 2 pie^3

$$93600 \text{ lb almendra} * \frac{1 \text{ caja}}{25 \text{ lb}} * \frac{2 \text{ pie}^3}{1 \text{ caja}} = 7488 \text{ pie}^3$$

- **Volumen ocupado:** 7500 pie^3 = 212.4 m^3 ≈ 220 m^3
- **Area ocupada.** Normalmente se pueden estibar 8 cajas

con una altura de 1 pie cada una, para un total de 8 pies ≈ 2.44 m

$$220/2.44 = 90.16\ m^2 \approx 100\ m^2$$

Suponiendo que por cualquier motivo no es posible despachar el producto terminado, entonces se tiene disponible un área adicional de 54% más, para un total de 154 m2.

iv. **Bodega de material de empaque.** Se estima que se requieren 119 m^2

v. **Talleres y servicios.** Se ha estimado que estos ocuparán un área de 40 m^2

vi. **Laboratorio.** Se ha estimado que éstos ocuparán un área de 30 m^2

vii. **Oficinas.** Se requiere de un área aproximada de 75 m^2

viii. **Cafetería.** Este servicio ocupará un área de 50 m^2.

ix. **Vestidores y servicios sanitarios.**

Estos ocuparán un área de 40 m².

x. **Resumen del área requerida dentro de la nave industrial.**

Descripción	Area m²
Area de proceso	210
Bodega de mat. prima	200
Bodega de prod. term.	154
Bodega de mat. empaque	119
Talleres y servicios.	40
Laboratorio	30
Oficinas	75
Cafetería	50
Vestidores/Sanitarios	40
TOTAL	918

b. **Estimación de áreas externas a la nave industrial.**

i. **Patio de secado solar.** Se ha estimado un área de 300 m²

ii. **Parqueo de camiones.** Este ocupará una superficie de 500 m²

iii. **Rampas de carga y descarga.** Se requieren dos rampas, las cuales ocupan un área estimada de 280 m^2.

iv. **Ingreso y egreso a la planta procesadora.** Se ha estimado un área de 300 m^2

v. **Parqueo para vehículos de empleados y visitantes.** Este ocupará un área de 250 m^2

vi. **Resumen de las áreas externas requeridas.**

Descripción	Area m^2
Patio de secado solar	300
Parqueo para camiones	500
Rampas carga/descarga	280
Ingreso y Egreso	300
Parqueo para vehículos	250
TOTAL	1630

c. Estimación de la obra civil.

i. Estructuras metálicas de naves industriales. La estructura metálica requerida para la construcción de dos naves industriales, con secciones I, de alma llena y costaneras tipo C, es igual a:

Para una nave: 15 m X 42 m = 630 m²

En total se requieren 1260 m²

ii. Piso de cemento con armado. El área recubierta de piso de cemento, es equivalente a la requerida por las dos naves industriales, o sea 1260 m².

iii. Paredes interiores. Se utilizarán paredes de block de una altura de 3.5 m, por lo que se requiere construir 423 m².

iv. Area de carga. Se requiere construir un área de carga dentro de la nave industrial, para suministrar la materia prima que será utilizada durante cada día de operación 48 m².

v. **Paredes exteriores.** Las naves industriales estarán provistas de paredes de block, con una altura de 6.0 m, por lo que se requiere construir: 798 m^2.

vi. **Paredes colindantes a la planta procesadora.** La planta procesadora estará rodeada por una pared de block con una altura de 1.10 m, más 2.0 m de malla metálica. Esta pared cubrirá un área de 385 m^2.

vii. **Piso del patio de secado solar.** Se utilizará piso de cemento, para cubrir un área total de secado de 300 m^2

viii. **Rampas de carga y descarga.** Se necesitan dos rampas, una de carga y otra para la descarga, por lo que se tiene que construir 280 m^2

ix. **Piso para el ingreso/egreso a la planta, parqueos.** Se utilizará piso de cemento con armado, para construir el ingreso y egreso a la

planta, así como el parqueo para camiones y vehículos, por lo que se tiene un área de 1050 m².

x. **Construcción de oficinas y garita de control.** Area a construir es de 812 m².

d. **Estimación de los insumos requeridos por la planta.** A continuación, se presenta un estimado de los insumos más importantes de la planta.

i. **Agua.**

Agua	Unidad m³/día
Proceso	30
Serv. Sanit.	10

ii. **Electricidad.**

Electricidad	Unidad kW
Ilum. Proceso	30
Ilum. Servicio	20
Poten. Motores	15
Tomacorrientes	5
Otros.	5

iii. **Combustibles.**

Combustible	Unidad lb/día
Gas Propano	100
Cásc. Marañón	600

iv. **Otros.**

Insumo	Unidad lb/día
Dióxido Carbono	10

e. **Estimación de la mano de obra requerida.**

i. **Alternativa No. 1. (Utilizando sólo equipo construído localmente).** A continuación, se presenta un estimado de la mano de obra directa y supervisión requerida para la planta, cuando la misma esté funcionando al 100 % de su capacidad.

Etapa del Proceso	No. personas
Recepción, despacho y bodega prod. term.	4
Clas. semilla y cocina	4
Descortezado y limpieza	80
Secado y despeliculado	4
Clasificación almendras	4
Empaque de prod. term.	4
Total m. obra directa	100

Supervisión en planta	2
Total mano de obra	102

ii. **Alternativa No. 2. (Utilizando equipo construído localmente + equipo importado).** A continuación, se presenta un estimado de la mano de obra directa y supervisión requerida para la planta, cuando la misma esté funcionando al 100 % de su capacidad.

Etapa del Proceso	No. personas Requeridas
Recepción, despacho y bodega prod. term	4
Clasificación semilla y cocinas	2
Descortezado y limpieza	2
Secado y despeliculado de almendras	2
Clasificación almendras	2
Empaque de prod. term.	6
Total m. obra directa	18

Supervisión en planta	2
Total mano de obra	20

f. **Utilización del falso fruto.** El falso fruto se utiliza en la elaboración de jaleas, néctares, vinagre y vinos, por lo que su utilización como subproducto de este proceso tiene un gran potencial al momento de instalar esta planta procesadora.

Tomando en cuenta la relación 10:1 que existe entre el falso fruto y la nuez de marañón, se obtendrían 54545 Kg/día de falso fruto. Esta disponibilidad de producto satisfaría un 6% de la demanda.

Para este caso en particular, no se dimensiona el equipo involucrado en el proceso de elaboración de estos subproductos, ya que debido a la amplitud del tema se recomienda un futuro punto de tesis para la carrera de ingeniería en alimentos.

Sin embargo, el plan para comercializar el falso fruto es el siguiente:

Vender entre $ 30 - $ 70/Tm, a pequeños productores del área quienes serían asesorados por ICAITI a fin de elaborar los subproductos. A la vez, se generarían para este proyecto, ingresos adicionales en el orden de $ 22,500/año.

Tabla No. 6.1.5

Costo de la planta: Alternativa No. 1 y 2.

No.	Descripción	Unidad m2	C. Unit ($)	C. Tot. ($)	C. Tot. (Q.)
1.0	Obra civil de nave industrial.				
1.1	Dos naves industriales con estructura metálica	1260	45.66	57531.60	336559.86
1.2	Piso de cemento armado	1260	7.59	9563.40	55945.89
1.3	Paredes Interiores Divisionales	425	21.18	9001.50	52658.78
1.4	Paredes Externas a la estructura	800	21.18	16944.00	99122.40
1.5	Talleres y Servicios (tabique de fibrocemento, tfc)	40	77.70	3108.00	18181.80
1.6	Laboratorio (tfc)	30	77.70	2331.00	13636.35
1.7	Oficinas (tfc)	75	77.70	5827.50	34090.88
1.8	Cafetería (tfc)	50	77.70	3885.00	22727.25
1.9	Vestidores/Sanitarios (tfc)	40	77.70	3108.00	18181.80
1.10	Area de Carga (incluye piso)	50	49.45	2472.50	14464.13
1.11	Dos rampas (carga/descarga)	280	20.83	5832.40	34119.54
2.0	Obra civil externa				
2.1	Paredes colindantes.	385	16.01	6163.85	36058.52
2.2	Patio de secado solar	300	7.66	2298.00	13443.30
2.3	Piso de cemento áreas aux. (ingreso/egreso a planta)	300	7.48	2244.00	13127.40
2.4	Parqueo para vehículos	250	7.48	1870.00	10939.50
2.5	Parqueo para camiones	500	7.48	3740.00	21879.00
3.0	Otros				
3.1	Instalación y distribución de tubería de agua potable.			4400.00	25740.00
3.2	Instalación de tanque de agua elevado 5 m. sobre el suelo.			3300.00	19305.00
3.3	Instalación de drenaje (Sanitario + Pluvial)			5000.00	29250.00
3.4	Iluminación de la planta			10000.00	58500.00
3.5	Puertas Metálicas Corredizas.			1320.00	7722.00
	Sub-total			159940.75	935653.39
	Supervisión de obra civil (25% del sub-total)			39985.19	233913.35
	Total de obra civil			199925.94	1169566.73

Tabla 6.1.6

Costo del equipo: Alternativa No. 1

Tipo de cambio: 1 US$/ Q. 5.85

No.	Descripción	Unidad	Costo Unitario ($)	Costo Total ($)	Costo Total (Q.)
1	Balanza tipo romana	2	550	1100.0	6435.0
2	Sifón/acondicionador	2	1350	2700.0	15795.0
3	Cocinas para semilla	2	660	1320.0	7722.0
4	Polipasto eléctrico	2	1000	2000.0	11700.0
5	Descortezadora Manual	40	220	8800.0	51480.0
6	Mesas para descortezado	40	110	4400.0	25740.0
7	Instrumentos p/extracción almen.	40	450	18000.0	105300.0
8	Secador (carros, vent., motor)	1	15000	15000.0	87750.0
8	Despeliculadora mec.(+ motor)	1	650	650.0	3802.5
9	Mesas para clasificación	10	110	1100.0	6435.0
10	Banda Transportadora	2	2000	4000.0	23400.0
11	Envasadora y Selladora	1	2000	2000.0	11700.0
12	Equipo de laboratorio	1	1650	1650.0	9652.5
	Sub-total			61070.0	357259.5
13	Instalación mecánica y elec. (20 % del costo del equipo)			12214.0	71451.9
14	Supervisión de instalación (25 % del costo del equipo)			15267.5	89314.9
	Total			88551.5	518026.3

Tabla 6.17
Costo del equipo: Alternativa No. 2
Tipo de cambio: 1 US$/ Q. 5.85

No.	Descripción	Unidad	Costo Unitario ($)	Costo Total ($)	Costo Total (Q.)
1	Balanza tipo romana	2	550	1100.0	6435.0
2	Limpieza y Calibración	1	46750	46750.0	273487.5
3	Sifón/Acondicionador	2	1350	2700.0	15795.0
4	Polipasto eléctrico	2	1000	2000.0	11700.0
5	Cocinador y Centrífuga	1	56100	56100.0	328185.0
6	Descortezadora Automática	1	115500	115500.0	675675.0
7	Separadora y aspiradora de cáscara automática	1	27500	27500.0	160875.0
8	Secador (carros, vent., motor)	1	15000	15000.0	87750.0
8	Despeliculadora Automática	1	38500	38500.0	225225.0
9	Mesas para clasificación	10	110	1100.0	6435.0
10	Banda Transportadora	2	2000	4000.0	23400.0
11	Envasadora y Selladora	1	2000	2000.0	11700.0
12	Equipo de laboratorio	1	1650	1650.0	9652.5
	Sub-total			312250.0	1826662.5
13	Instalación y Supervisión mecánica y eléctrica, hasta la puesta en marcha (*)			167400.0	979290.0
	Total			479650	2805952.5

* Calculado en base a lo siguiente:

No. de personal requerido = 4
Días efectivos de trabajo = 90
Pago diario por persona = US$ 350
Viáticos diarios/persona = US$ 100
Recargo del transporte aereo diario/persona = US$ 15
(Tomando que el viaje ida y vuelta a Italia cuesta US$ 1350)

Total = 4 X 90 X (100 + 15 + 350) = US$ 167400

Tabla 6.18
Estimación de sueldos: Alternativa No. 1
Tipo de cambio: 1 US$/ Q. 5.85

A). Mano de obra directa.

No. de Turnos	Descripción de la posición	No. de Persona Requer.	Sueldo Unitario. (Q/mes)	Sueldo Total (Q./año)	Sueldo Total ($/año)
1	Recepción, Bodega y Despacho de producto terminado	4	750	42000.0	7179.5
1	Clasificación de semilla y cocinas	4	800	44800.0	7658.1
1	Descortezado y limpieza	80	800	896000.0	153162.4
1	Secado y Despeliculado de Alm.	4	750	42000.0	7179.5
1	Clasificación de almendras.	4	900	50400.0	8615.4
1	Empaque de Prod. terminado	4	750	3000.0	512.8
	Sub-Total	100	4750	1078200	184307.7
B). Mano de obra indirecta					
1	Gerente de División (Produc., Mercadeo y Ventas)	2	8000	224000.0	38290.6
1	Supervisor (Prod., C.Calidad)	3	4000	168000.0	28717.9
1	Representantes de Ventas	2	4500	126000.0	21538.5
1	Contador General	1	2000	28000.0	4786.3
1	Asistentes de División (Prod, (Mercadeo y Ventas)	2	2500	70000.0	11965.8
1	Técnicos de laboratorio	2	1600	44800.0	7658.1
1	Secretarias	4	1200	67200.0	11487.2
2	Agentes de Seguridad	2	1000	28000.0	4786.3
1	Encargados de limpieza	2	800	22400.0	3829.1
	Sub-Total	20	25600	778400	133059.8

Total de mano de obra = Q. 1856600/año = $ 317367.52/año

Tabla 6.1.9

Estimación de sueldos: Alternativa No. 2

Tipo de cambio: 1 US$/ Q. 5.85

A). Mano de obra directa.

No. de Turnos	Descripción de la posición	No. de Persona Requer.	Sueldo Unitario. (Q/mes)	Sueldo Total (Q./año)	Sueldo Total ($/año)
1	Recepción, Bodega y Despacho de producto terminado	4	1200	67200.0	11487.2
1	Clasificación de semilla y cocinas	2	2500	70000.0	11965.8
1	Descortezado y limpieza	4	2500	140000.0	23931.6
1	Secado y Despeliculado de Alm.	4	2500	140000.0	23931.6
1	Clasificación de almendras.	4	2000	112000.0	19145.3
1	Empaque de Prod. terminado	4	1200	67200.0	11487.2
	Sub-Total	22	11900	596400	101948.7
B). Mano de obra indirecta					
1	Gerente de División (Produc., Mercadeo y Ventas)	2	9000	252000.0	43076.9
1	Supervisor (Prod., C.Calidad)	3	4500	189000.0	32307.7
1	Representantes de Ventas	2	5000	140000.0	23931.6
1	Contador General	1	2000	28000.0	4786.3
1	Asistentes de División (Prod, Mercadeo y Ventas)	2	3500	98000.0	16752.1
1	Técnicos de laboratorio	2	1600	44800.0	7658.1
1	Secretarias	4	1200	67200.0	11487.2
2	Agentes de Seguridad	2	1000	28000.0	4786.3
1	Encargados de limpieza	2	800	22400.0	3829.1
	Sub-Total	20	28600	869400	148615.4

Total de mano de obra = Q. 1465800/año = $ 250564.1 0/año

Tabla 6.20

Costos de materia prima e insumos Alternativa No. 1

Tipo de cambio: 1 US$/ Q. 5.85

Base: Producción de 1 qq. de almendra de marañón.

No.	Descripción	Cantidad Requerid	Costo Unitario	C. unit. (Dimens.)	C.Total (Q./qq)	C.Total ($/qq)
1	Nuez de marañón (qq)	5	110	(Q./qq)	550.00	94.02
2	Agua de proceso	1.25	1.8	(Q./m3)	2.25	0.38
3	Agua para servicio sanitario	0.42	1.8	(Q./m3)	0.76	0.13
4	Iluminación proceso	1.25	0.4	(Q./kW)	0.50	0.09
5	Iluminación servicio	0.83	0.4	(Q./kW)	0.33	0.06
6	Potencia de motores.	0.63	0.4	(Q./kW)	0.25	0.04
7	Tomacorrientes y otros	0.42	0.4	(Q./kW)	0.17	0.03
8	Gas propano	4.17	1.46	(Q./lb)	6.09	1.04
9	Dióxido de Carbono	0.42	1.78	(Q./lb)	0.75	0.13
	Total				561.09	95.91

Fuente: Datos extrapolados en base a la información proporcionada por la empresa CAROHE, SA

Tabla 6.21

Costos de materia prima e insumos Alternativa No. 2

Tipo de cambio: 1 US$/ Q. 5.85

Base: Producción de 1 qq. de almendra de marañón.

No.	Descripción	Cantidad Requerid	Costo Unitario	C. unit. (Dimensio	C.Total (Q./qq)	C.Total ($/qq)
1	Nuez de marañón (qq)	5	110	(Q./qq)	550.00	94.02
2	Agua de proceso	1.25	1.8	(Q./m3)	2.25	0.38
3	Agua para servicio sanitario	0.42	1.8	(Q./m3)	0.76	0.13
4	Iluminación proceso *	1.25	0.4	(Q./kW)	0.50	0.09
5	Iluminación de servicios *	0.83	0.4	(Q./kW)	0.33	0.06
6	Potencia de motores *	3.75	0.4	(Q./kW)	1.50	0.26
7	Tomacorrientes y otros *	2.5	0.4	(Q./kW)	1.00	0.17
8	Gas propano	4.17	1.46	(Q./lb)	6.09	1.04
9	Dióxido de Carbono	0.42	1.78	(Q./lb)	0.75	0.13
	Total				563.17	96.27

* Fuente: The Oltremare Co. Italy, 1994

Tabla 6.22
Inversión total: Alternativa No. 1
Tipo de cambio: 1 US$/ Q. 5.85

No.	Descripción de costos	Valor (Q.)	Valor (US$)
A.	Planta instalada (obra civil)	1169566.73	199923.94
B.	Equipo Instalado	518026.30	88553.50
	Costo total de la planta	1687593.03	288477.44
C.	Terrenos	300000.00	51282.05
D.	Imprevistos	150000.00	25641.03
	Sub-total 1	2137593.03	365400.52
E.	Puesta en marcha (15% del costo total de la planta)	253138.95	43271.62
F.	Capital de trabajo (25 % del costo de operación)		0.00
	Sub-total 2	253138.95	43271.62
	Costo total del proyecto	2390731.98	408672.13

Tabla 6.23
Inversión total: Alternativa No. 2
Tipo de cambio: 1 US$/ Q. 5.85

No.	Descripción de costos	Valor (Q.)	Valor (US$)
A.	Planta instalada (obra civil)	1169566.73	199925.94
B.	Equipo Instalado	2805952.50	479650.00
	Costo total de la planta	3975519.23	679575.94
C.	Terrenos	300000.00	51282.05
D.	Imprevistos	150000.00	25641.03
	Sub-total 1	4425519.23	756499.01
E.	Puesta en marcha (15% del costo total de la planta)	596327.88	101936.39
F.	Capital de trabajo (25 % del costo de operación)		0.00
	Sub-total 2	596327.88	101936.39
	Costo total del proyecto	5021847.11	858435.40

Tabla 6.24

Costos anuales de operación: Alternativa No. 1

No.	Descripción	Costo Unit. (Q/qq)	Costo Total (Q.)	Costo total (US$)
1.	Materia prima e insumos	561.09	4073513.40	696327.08
2.	Mano de obra directa.	148.51	1078182.60	184304.72
3.	Mano de obra indirecta	107.22	778417.20	133062.77
4.	Material de empaque	5.00	36300.00	6205.13
5.	Depreciación (10% del c.e)	4.92	35719.20	6105.85
6.	Seguros (0.25 % costo planta)	0.58	4210.80	719.79
7.	Impuestos (0.3 % del terreno)	0.21	1524.60	260.62
8.	Amortización del capital fijo	27.55	200013.00	34190.26
9.	Intereses sobre capital fijo	27.55	200013.00	34190.26
	Sub-total	882.63	6407893.80	1095366.46
	(Costo Anual fabricación)			
10.	Publicidad (2% costo fabric.)	17.65	128157.88	21907.33
11.	Distribución (1% costo fabric.)	8.83	64078.94	10953.66
	Costo anual total operación		6600130.61	1128227.46
	Costo Unitario (Q/qq)	909.11		

Tabla 6.25

Costos anuales de operación: Alternativa No. 2

No.	Descripción	Costo Unit. (Q/qq)	Costo Total (Q.)	Costo total (US$)
1.	Materia prima	563.17	4088614.20	698908.41
2.	Mano de obra directa.	82.15	596409.00	101950.26
3.	Mano de obra indirecta	119.75	869385.00	148612.82
4.	Material de empaque	5.00	36300.00	6205.13
5.	Depreciación (10 % del costo del equipo)	38.65	280599.00	47965.64
6.	Seguros (0.20 % costo planta)	1.09	7913.40	1352.72
7.	Impuestos (0.3 % del terreno)	0.21	1524.60	260.62
8.	Amortización del capital fijo	55.09	399953.40	68368.10
9.	Intereses sobre capital fijo	55.09	399953.40	68368.10
	Sub-total	920.20	6680652.00	1141991.79
	(Costo anual fabricación)			
10.	Publicidad (2% costo fabric.)	18.40	133613.04	22839.84
11.	Distribución (1% costo fabric.)	9.20	66806.52	11419.92
	Costo anual total operación		6881071.56	1176251.55
	Costo unitario (Q/qq)	947.81		

Tabla No. 6.26
Calendario de desembolsos: Alternativa No.1

No.	DESCRIPCION	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
1	Compra Terreno	150000	150000										
2	Construcción y Supervisión obra civil (25% adelanto)	292392	116957	116957	116957	116957	116957	292392					
3	Construcción del equipo (20 % de adelantó)	71452	35726	35726	35726	35726	35726	107178					
4	Instalación mecánica y eléctrica del equipo								17863	17863	17863	17863	
5	Supervisión de instalación del equipo.								22329	22329	22329	22329	
6	Puesta en marcha									63285	63285	63285	63285
7	Capital de Trabajo												1650028
8	Imprevistos.	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500
	Total Mensual (Q.)	526344	315183	165183	165183	165183	165183	412070	52692	115976	115976	115976	1725813

Total 4040760

Tabla 6.27
Programaoión de las Ventas

Año	X	Capao. Planta (%)	Produo. almendr (qq)	Ventas Almendra (Q.)	Produo. L.C.N.M (Q.)	Ventas LCNM (Q.)	Produo f.fruto (Q.)	Ventas f. fruto (Q.)	Ventas totales (Q.)
1997	1	60	4719	8291945	2541	3491334	72600	18150	11791329
1998	2	80	6292	11042460	3388	4655112	96800	24200	15721772
1999	3	90	7079	12422768	3811	5237001	108900	27225	17686994
2000	4	95	7472	13112921	4023	5527945	114950	28738	18669604
2001	5	100	7865	13803075	4235	5818890	121000	30250	19652215
2002	6	100	7865	13803075	4235	5818890	121000	30250	19652215
2003	7	100	7865	13803075	4235	5818890	121000	30250	19652215
2004	8	100	7865	13803075	4235	5818890	121000	30250	19652215
2005	9	100	7865	13803075	4235	5818890	121000	30250	19652215
2006	10	95	7472	13112921	4023	5527945	114950	28738	18669604
2007	11	95	7472	13112921	4023	5527945	114950	28738	18669604
2008	12	95	7472	13112921	4023	5527945	114950	28738	18669604
2009	13	90	7079	12422768	3811	5237001	108900	27225	17686994
2010	14	90	7079	12422768	3811	5237001	108900	27225	17686994

D. Evaluación del proyecto.

Cálculo del punto de equilibrio.
(Alternativa No. 1)

$$\text{Pto. equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos totales}}{\text{Precio venta (u)} - \text{Costo variable (u)}} = \text{No. unidades}$$

$$\text{Pto. equilibrio} = \frac{241462.78}{1621.91 - 875.85} = 324 \text{ qq de almendra de marañón}$$

Cálculo del punto de equilibrio.
(Alternativa No. 2)

$$\text{Pto. equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos totales}}{\text{Precio venta (u)} - \text{Costo variable (u)}} = \text{No. unidades}$$

$$\text{Pto. equilibrio} = \frac{690070.9}{1621.91 - 852.76} = 897 \text{ qq de almendra de marañón}$$

Tabla 6.26

Cálculo del valor presente neto

Alternativa No. 1

a). Ingresos: 65 % por venta almendra y 35 % por venta de LCNM

Año	X	Capac. Planta (%)	Produc. Planta (qq)	Costos Totales (Q.)	Ingresos Totales (Q.)	Flujo Caja (Q.)	V.P.N (i=0.30) (Q.)
1996				-4040760			
1997	1	60	7260	6600112	11773179	5208786	4006758
1998	2	80	9680	7990548	15697572	7742743	4581505
1999	3	90	10890	8675466	17659769	9020022	4105608
2000	4	95	11495	9007625	18640867	9666961	3385372
2001	5	100	12100	9339784	19621965	10317900	2778910
2002	6	100	12100	9319184	19621965	10338500	2141891
2003	7	100	12100	9298584	19621965	10359100	1650892
2004	8	100	12100	9277984	19621965	10379700	1272442
2005	9	100	12100	9257384	19621965	10400300	980744
2006	10	95	11495	8884025	18640867	9792561	710334
2007	11	95	11495	8620634	18640867	10055952	561108
2008	12	95	11495	8620634	18640867	10055952	431621
2009	13	90	10890	8267875	17659769	9427613	311271
2010	14	90	10890	8267875	17659769	9427613	239439
						Total	18858154

V.P.N acumulados = 18858154 - 4040760 = Q. 14817394

Tabla 6.29

Cálculo de la tasa interna de retorno

(Método algebráico)

Alternativa No. 1

a). Ingresos: 65 % por venta almendra y 35 % por venta de LCNM

Año	X	Capac. Planta (%)	Produc. Planta (qq)	Costos Totales (Q.)	Ingresos Totales (Q.)	Gastos Financ. (Q.)	Flujo Caja (Q.)	V.P.N (i=0.30) (Q.)	V.P.N (i=0.35) (Q.)	V.P.N (i=0.40) (Q.)
1996				-4040760						
1997	1	60	7260	6600112	11773179	200000	5408766	4160605	4006508	3863419
1998	2	80	9680	7990548	15697572	180000	7922743			
1999	3	90	10890	8675466	17659769	160000	9180022			
2000	4	95	11495	9007625	18640867	140000	9808961			
2001	5	100	12100	9339784	19621965	120000	10437900			
2002	6	100	12100	9319184	19621965	100000	10438500			
2003	7	100	12100	9298584	19621965	80000	10439100			
2004	8	100	12100	9277984	19621965	60000	10439700			
2005	9	100	12100	9257384	19621965	40000	10440300			
2006	10	95	11495	8884025	18640867	20000	9812561			
2007	11	95	11495	8620634	18640867		10055952			
2008	12	95	11495	8620634	18640867		10055952			
2009	13	90	10890	8267875	17659769		9427613			
2010	14	90	10890	8267875	17659769		9427613			

Tabla 6.30

Cálculo de la tasa interna de retorno.

(Interpolación)

T.I.R	VPN	VPN/INV
0.30	4160605	1.029659
0.35	4006508	0.991523
0.40	3863419	0.956112

Por interpolación se tiene que para VPN/INV = 1, la T.I.R es igual a 0.3388

Tabla 6.31

Cálculo del tiempo de retorno del capital

Alternativa No. 1

Meses	X	VPN Acum. (Q.)
0	0	-4040760
12	1	4006508
12.05	2	4040760

Cálculo de la tasa beneficio/costo.

Alternativa No. 1 (año 1997)

B/C = 11773179/6600112

B/C = 1.78

Tabla 6.32

Cálculo del valor presente neto

Alternativa No. 2

a). Ingresos: 65 % por venta almendra y 35 % por venta de LCNM

Año	X	Capac. Planta (%)	Produc. Planta (qq)	Costos Totales (Q.)	Ingresos Totales (Q.)	Flujo Caja (Q.)	V.P.N (i=0.30) (Q.)
1996				-6692147			
1997	1	60	7260	6881202	11773179	5172572	3978902
1998	2	80	9680	8256223	15697572	7721944	4569196
1999	3	90	10890	8899803	17659769	9040561	4114957
2000	4	95	11495	9211362	18640867	9710100	3399776
2001	5	100	12100	9522921	19621965	10379639	2795539
2002	6	100	12100	9481721	19621965	10420639	2158950
2003	7	100	12100	9440521	19621965	10462039	1667297
2004	8	100	12100	9399321	19621965	10503239	1287587
2005	9	100	12100	9358121	19621965	10544439	994336
2006	10	95	11495	8964162	18640867	9957300	722284
2007	11	95	11495	8673948	18640867	10247514	571797
2008	12	95	11495	8633948	18640867	10287514	441560
2009	13	90	10890	8281189	17659769	9659175	318916
2010	14	90	10890	8281189	17659769	9659175	245320
						Total	18858371

VPN acumulados = 18858371 - 6692148 = Q. 12166223

Tabla 6.33

Cálculo de la tasa interna de retorno

(Método algebraico)

Alternativa No. 2

a). Ingresos: 65 % por venta almendra y 35 % por venta de LCNM

Año	X	Capac. Planta (%)	Produc. Planta (qq)	Costos Totales (Q.)	Ingresos Totales (Q.)	Gastos Financ. (Q.)	Flujo Caja (Q.)	V.P.N (I=0.20) (Q.)	V.P.N (I=0.25) (Q.)	V.P.N (I=0.30) (Q.)
1996				-6692147						
1997	1	60	7260	6881202	11773179	400000	5572572	4643810	4458058	4286594
1998	2	80	9680	8256223	15697572	360000	6081944	5612461	5172444	4782215
1999	3	90	10890	8899803	17659769	320000	9360561			
2000	4	95	11495	9211362	18640867	280000	9990100			
2001	5	100	12100	9522921	19621965	240000	10619639			
2002	6	100	12100	9481721	19621965	200000	10620839			
2003	7	100	12100	9440521	19621965	160000	10622039			
2004	8	100	12100	9399321	19621965	120000	10623239			
2005	9	100	12100	9358121	19621965	80000	10624439			
2006	10	95	11495	8964162	18640867	40000	9997300			
2007	11	95	11495	8673948	18640867		10247514			
2008	12	95	11495	8633948	18640867		10287514			
2009	13	90	10890	8281189	17659769		9659175			
2010	14	90	10890	8281189	17659769		9659175			

Tabla 6.34

Cálculo de la tasa interna de retorno.

(Interpolación)

T.I.R	VPN	VPN/INV
0.30	9068809	1.355142
0.35	8562368	1.279465
0.40	8103649	1.210949
0.45	7687122	1.148678
0.50	7307023	1.09188

Por interpolación se tiene que para VPN/INV = 1, la T.I.R es igual a 0.58

Tabla 6.35

Cálculo del tiempo de retorno del capital

Alternativa No. 2

Meses	X	VPN acum. (Q.)
0	0	-6692147
12	1	3526944
15.72	2	6692147

Cálculo de la tasa beneficio/costo.

Alternativa No. 2 (Año 1997)

B/C = 11773179/6881202

B/C= 1.71

Análisis de Sensibilidad

Tabla 6.38

Cálculo del valor presente neto

Alternativa No. 1

a). Asumiendo que se venderá el 100 % del falso fruto.

Año	X	Capac. Planta (%)	Produc. Planta (qq)	Costos Totales (Q.)	Ingresos Totales (Q.)	Flujo Caja (Q.)	V.P.N (i=0.30) (Q.)
1996				-4040760			
1997	1	60	7260	6600112	11791329	5226936	4020720
1998	2	80	9680	7990548	15721772	7766943	4595824
1999	3	90	10890	8675466	17686994	9047247	4118000
2000	4	95	11495	9007825	18669604	9697698	3395434
2001	5	100	12100	9339784	19652215	10348150	2787058
2002	6	100	12100	9319184	19652215	10368750	2148158
2003	7	100	12100	9298584	19652215	10389350	1655712
2004	8	100	12100	9277984	19652215	10409950	1276150
2005	9	100	12100	9257384	19652215	10430550	983597
2006	10	95	11495	8884025	18669604	9821298	712419
2007	11	95	11495	8620634	18669604	10084689	562711
2008	12	95	11495	8620634	18669604	10084689	432855
2009	13	90	10890	8267875	17686994	9454838	312170
2010	14	90	10890	8267875	17686994	9454838	240130
						Total	18917036

V.P.N acumulados = 18917036 - 4040760 = Q. 14876276

Tabla 6.37

Cálculo de la tasa interna de retorno

(Método algebráico)

Alternativa No. 1

Año	X	Capac. Planta (%)	Produc. Planta (qq)	Costos Totales (Q.)	Ingresos Totales (Q.)	Gastos Financ. (Q.)	Flujo Caja (Q.)	V.P.N (I=0.30) (Q.)	V.P.N (I=0.35) (Q.)	V.P.N (I=0.40) (Q.)
1996				-4040760						
1997	1	60	7260	6600112	11791329	200000	5426936	4174566	4019953	3876383
1998	2	80	9680	7990548	15721772	160000	7946943			
1999	3	90	10890	8675466	17686994	160000	9207247			
2000	4	95	11495	9007625	18669604	140000	9837698			
2001	5	100	12100	9339784	19652215	120000	10468150			
2002	6	100	12100	9319184	19652215	100000	10468750			
2003	7	100	12100	9298584	19652215	80000	10469350			
2004	8	100	12100	9277984	19652215	60000	10469950			
2005	9	100	12100	9257384	19652215	40000	10470550			
2006	10	95	11495	8884025	18669604	20000	9841298			
2007	11	95	11495	8620634	18669604		10084689			
2008	12	95	11495	8620634	18669604		10084689			
2009	13	90	10890	8267875	17686994		9454838			
2010	14	90	10890	8267875	17686994		9454838			

Tabla 6.38

Cálculo de la tasa interna de retorno.

(Interpolación)

T.I.R	VPN	VPN/INV
0.30	4174566	1.033114
0.35	4019953	0.994851
0.40	3876383	0.95932

Por interpolación se tiene que para VPN/INV = 1, la T.I.R es igual a 0.34

Tabla 6.39

Cálculo del valor presente neto

Alternativa No. 2

a). Asumiendo que se venderá el 100 % del falso fruto

Año	X	Capac. Planta (%)	Produc. Planta (qq)	Costos Totales (Q.)	Ingresos Totales (Q.)	Flujo Caja (Q.)	V.P.N (i=0.30) (Q.)
1996				-6692147			
1997	1	60	7260	6661202	11845779	5245172	4034748
1998	2	80	9680	8256223	15794372	7818744	4626476
1999	3	90	10890	8899603	17768669	9149461	4164525
2000	4	95	11495	9211362	18755817	9825050	3440023
2001	5	100	12100	9522921	19742965	10500639	2828127
2002	6	100	12100	9481721	19742965	10541839	2184018
2003	7	100	12100	9440521	19742965	10583039	1686580
2004	8	100	12100	9399321	19742965	10624239	1302420
2005	9	100	12100	9358121	19742965	10665439	1005747
2006	10	95	11495	8964162	18755817	10072250	730622
2007	11	95	11495	8673948	18755817	10362464	578211
2008	12	95	11495	8633948	18755817	10402464	446494
2009	13	90	10890	8281189	17768669	9768075	322512
2010	14	90	10890	8281189	17768669	9768075	248066
						Total	19093899

VPN acumulados = 19093899 - 6692148 = Q. 12401751

Tabla 6.40

Cálculo de la tasa interna de retorno

(Método algebraico)

Alternativa No. 2

a). Ingresos: 65 % por venta al mayoreo y 35 % por venta de LCMM

Año	X	Capac. Planta (%)	Produc. Planta (qq)	Costos Totales (Q.)	Ingresos Totales (Q.)	Gastos Financ. (Q.)	Flujo Caja (Q.)	V.P.N (i=0.30) (Q.)	V.P.N (i=0.35) (Q.)	V.P.N (i=0.40) (Q.)	V.P.N (i=0.45) (Q.)	V.P.N (i=0.50) (Q.)	V.P.N (i=0.55) (Q.)	V.P.N (i=0.60) (Q.)
1996				-6692147										
1997	1	60	7260	6881202	11791329	400000	5590722	4300555	4141276	3993373	3855670	3727148	3606917	3494201
1998	2	80	9680	8256223	15721772	360000	8106144	4796535	4447816	4135788	3855479	3602731	3374045	3166462
1999	3	90	10890	8899803	17686994	320000	9387786							
2000	4	95	11495	9211362	18669604	280000	10018837							
2001	5	100	12100	9522921	19652215	240000	10649889							
2002	6	100	12100	9481721	19652215	200000	10651089							
2003	7	100	12100	9440521	19652215	160000	10652289							
2004	8	100	12100	9399321	19652215	120000	10653489							
2005	9	100	12100	9358121	19652215	80000	10654689							
2006	10	95	11495	8954162	18669604	40000	10026037							
2007	11	95	11495	8673948	18669604		10276251							
2008	12	95	11495	8633948	18669604		10316251							
2009	13	90	10890	8281189	17686994		9686400							
2010	14	90	10890	8281189	17686994		9686400							

Tabla 6.41

Cálculo de la tasa interna de retorno.

(Interpolación)

T.I.R	VPN ACUM	VPN/INV
0.30	9097090	1.3593679
0.35	8589091	1.2834582
0.40	8129161	1.2147314
0.45	7711149	1.1522683
0.50	7329879	1.0952956
0.55	6980963	1.0431575
0.60	6660664	0.9952955

Por interpolación se tiene que para VPN/INV = 1, la T.I.R es igual a 0.59

Tabla 6.42

Cálculo del valor presente neto

Alternativa No. 1

a). Producción reducida en un 15 % por efecto climatológico y reduciendo costos en un 20 %

Año	X	Capac. Planta (%)	Produc. Planta (qq)	Costos Totales (Q.)	Ingresos Totales (Q.)	Flujo Caja (Q.)	V.P.N (i=0.30) (Q.)
1996				-4040760			
1997	1	60	6171	5280089.6	10022630	4778259	3675584
1998	2	80	8228	6392438.4	13363506	7006787	4146028
1999	3	90	9257	6940372.8	15033944	8129291	3700178
2000	4	95	9771	7206100	15869164	8699783	3045686
2001	5	100	10285	7471827.2	16704383	9268275	2496216
2002	6	100	10285	7455347.2	16704383	9284755	1923580
2003	7	100	10285	7438867.2	16704383	9301235	1482303
2004	8	100	10285	7422387.2	16704383	9317715	1142254
2005	9	100	10285	7405907.2	16704383	9334195	880211
2006	10	95	9771	7107220	15869164	8797663	638166
2007	11	95	9771	6896507.2	15869164	9008375	502655
2008	12	95	9771	6896507.2	15869164	9008375	386657
2009	13	90	9257	6614300	15033944	8455363	279170
2010	14	90	9257	6614300	15033944	8455363	214746
						Total	17063691

V.P.N acumulados = 15121369 - 4040760 = Q. 11080609

Tabla 6.43

Cáloulo de la tasa interna de retorno

(Método algebráioo)

Alternativa No. 1

Año	X	Capao. Planta (%)	Produo. Planta (qq)	Costos Totales (Q.)	Ingresos Totales (Q.)	Gastos Finano. (Q.)	Flujo Caja (Q.)	V.P.N (i=0.20) (Q.)	V.P.N (i=0.22) (Q.)	V.P.N (i=0.25) (Q.)
1996				-4040760						
1997	1	60	6171	5290099.6	10022630	200000	4978259	4148549	4080540	3982607
1998	2	80	8228	6392439.4	13363506	180000	7186787			
1999	3	90	9257	6940372.8	15033944	160000	9289291			
2000	4	95	9771	7206100	15869164	140000	9338783			
2001	5	100	10285	7471827.2	16704383	120000	9388275			
2002	6	100	10285	7455347.2	16704383	100000	9394755			
2003	7	100	10285	7438867.2	16704383	80000	9381235			
2004	8	100	10285	7422387.2	16704383	60000	9377715			
2005	9	100	10285	7405907.2	16704383	40000	9374195			
2006	10	95	9771	7107220	15869164	20000	8917663			
2007	11	95	9771	6896507.2	15869164		8008375			
2008	12	95	9771	6896507.2	15869164		8008375			
2009	13	90	9257	6614300	15033944		8455363			
2010	14	90	9257	6614300	15033944		8455363			

Tabla 6.44
Cálculo de la tasa interna de retorno.
(Interpolación)

T.I.R	VPN	VPN/INV
0.20	4148549	1.0266754
0.22	4080540	1.0098447
0.25	3982607	0.9856084

Por interpolación se tiene que para VPN/INV = 1, la T.I.R es igual a 0.23

Tabla 6.45

Cálculo del valor presente neto

Alternativa No. 2

a). Producción reducida en un 15 % por efecto climatológico y reduciendo costos en un 5 %

Año	X	Capac. Planta (%)	Produc. Planta (qq)	Costos Totales (Q.)	Ingresos Totales (Q.)	Flujo Caja (Q.)	V.P.N (i=0.30) (Q.)
1996				-6692147			
1997	1	60	6171	6270106.4	10069912	4079401	3138001
1998	2	80	8228	7591020.6	13425216	6114791	3618219
1999	3	90	9257	8241692.7	15103368	7142271	3250920
2000	4	95	9771	8557243.8	15942444	7665796	2694009
2001	5	100	10285	8872794.8	16781521	8189321	2205622
2002	6	100	10285	8853224.8	16781521	8208891	1700687
2003	7	100	10285	8833654.8	16781521	8228461	1311339
2004	8	100	10285	8814084.8	16781521	8248031	1011122
2005	9	100	10285	8794514.8	16781521	8267601	779831
2006	10	95	9771	8439823.8	15942444	7783216	564580
2007	11	95	9771	8189602.3	15942444	8033437	449254
2008	12	95	9771	8189602.3	15942444	8033437	344811
2009	13	90	9257	7954491.3	15103368	7529492	249600
2010	14	90	9257	7954491.3	15103368	7529492	191231
						Total	14896770

VPN acumulados = 14896770 - 6692148 = Q. 8204622

Tabla 6.4'6
Cálculo de la tasa interna de retorno
(Método algebraico)
Alternativa No. 2

Año	X	Capac. Planta (%)	Produc. Planta (qq)	Costos Totales (Q.)	Ingresos Totales (Q.)	Gastos Financ. (Q.)	Flujo Caja (Q.)	V.P.N (i=0.30) (Q.)	V.P.N (i=0.35) (Q.)	V.P.N (i=0.40) (Q.)	V.P.N (i=0.45) (Q.)	V.P.N (i=0.50) (Q.)	V.P.N (i=0.55) (Q.)	V.P.N (i=0.60) (Q.)
1996				-6692147										
1997	1	60	6171	6270106.4	10022630	400000	4433118	3410091	3283791	3166513	3057323	2955412	2860076	2770699
1998	2	80	8228	7591020.6	13363506	360000	6413081	3794722	3518837	3271980	3050217	2850258	2669336	2506110
1999	3	90	9257	8241692.7	15033944	320000	7392847							
2000	4	95	9771	8557243.8	15869164	280000	7872515							
2001	5	100	10285	8872794.8	16704383	240000	8352183							
2002	6	100	10285	8853224.8	16704383	200000	8331753							
2003	7	100	10285	8833654.8	16704383	160000	8311323							
2004	8	100	10285	8814084.8	16704383	120000	8290893							
2005	9	100	10285	8794514.8	16704383	80000	8270463							
2006	10	95	9771	8439823.8	15869164	40000	7749935							
2007	11	95	9771	8189602.3	15869164		7960156							
2008	12	95	9771	8189602.3	15869164		7960156							
2009	13	90	9257	7854481.3	15033944		7460058							
2010	14	90	9257	7854481.3	15033944		7460058							

Tabla 6.47

Cálculo de la tasa interna de retorno.

(Interpolación)

T.I.R	VPN ACU	VPN/INV
0.30	7204813	1.0766071
0.35	6802628	1.0165091
0.40	6438493	0.9620968
0.45	6107540	0.9126428
0.50	5805670	0.8675347
0.55	5529413	0.826254
0.60	5275809	0.7883582

Por interpolación se tiene que para VPN/INV = 1, la T.I.R es igual a 0.37

E. Discusión de resultados

Se presentan a continuación los resultados obtenidos mediante el estudio económico-financiero.

ALTERNATIVA	PTO. EQ. (qq)	VPN (Q.)	TIR (%)	TRC (mes)	TASA B/C
1	324	14 817 394	34	12	1.8
2	897	12 166 223	58	18	1.7

Para determinar la factibilidad económica del proyecto, se calculó el punto de equlibrio del mismo (únicamente como indicador del mínimo de unidades de producto terminado necesarias para empezar a obtener ganancias); además, se utilizaron indicadores de beneficios (VPN, TASA B/C) y de rentabilidad (TIR Y TRC); pero, lo más importante es analizarlos para determinar cuál de las alternativas es la mejor.

1. **Alternativa nº 1.** El punto de equilibrio nos indica que es necesario producir y vender por lo menos 324 quintales de almendra de marañón, con el objetivo de empezar a tener ganancias. Este valor es menor que el requerido en la alternativa nº2.

La sumatoria de los valores presentes netos, nos da un valor mayor que la alternativa nº2. Pero este indicador no demuestra la rentabilidad del proyecto, únicamente indica los beneficios a obtener del proyecto, luego de 15 años de operación.

La tasa Beneficio/Costo es mayor que el valor obtenido en la alternativa nº2. Esto se debe principalmente a que los costos de operación de la alternativa nº1 son menores que en la otra.

Al analizar el resultado obtenido con la tasa interna de retorno, la cual nos indica que la recuperación del capital o la inversión es del 34%, el cual es un valor bastante bueno, ya que el rendimiento obtenido sobre la inversión, es mayor que si se depositara el dinero en una cuenta bancaria en donde obtendría una recuperación menor (27%).

Finalmente, se tiene que el tiempo de recuperación del capital invertido es de apenas 12 meses, lo cual sería atractivo para cualquier inversionista, ya que después de un año, recuperaría su dinero y posteriormente empezaría a obtener ganancias.

2. **Alternativa nº2.** El punto de equilibrio de esta alternativa, muestra que es necesario producir y vender al menos 897 qq de producto terminado, con tal de empezar a obtener ganancias. Este valor es casi 3 veces mayor que el requerido por la alternativa nº1.

Posteriormente, se obtuvo que la sumatoria de los valores presentes netos a lo largo del ciclo de vida del proyecto, es de Q. 12 166 223, lo cual es menor que la alternativa nº1.

El rendimiento sobre la inversión, nos muestra un valor del 58%, el cual es mayor al compararlo con la alternativa nº1. Lógicamente, este resultado se ve beneficiado porque a los flujos de caja, se le suman los gastos financieros, los cuales son mayores que en la nº1.

Se tiene que el tiempo de recuperación del capital es de 15.72 ~16 meses, el cual es mayor que el tiempo requerido por la alternativa nº1. Aquí la recuperación es más lenta debido a la mayor inversión del proyecto.

3. **Resultado final.** Se ha decidido que la *alternativa nº1* es la mejor debido a las siguientes consideraciones:

a. El resultado "teórico" obtenido con el indicador de rentabilidad TIR, favorece a la alternativa nº2, pero por ésto, no indica que sea la mejor, ya que hay que tomar en cuenta los siguientes factores:

i. Los flujos de caja "aparentes" de esta alternativa son mayores, ya que se le suman los gastos financieros. Debido a ésto, el total de los flujos de caja es mayor. Pero en realidad no es así, ya que los gastos financieros o pago de intereses reducen las utilidades reales.

ii. Los costos de operación de la alternativa nº2, son mayores y los ingresos son iguales que la nº1, por lo que los flujos de caja son menores.

Tomando en cuenta lo anterior, en realidad se obtendría un mayor tiempo de recuperación del capital que probablemente no sería tan atractivo para el inversionista.

b. Se asumió que los ingresos a obtener en ambos proyectos son los los mismos, pero en realidad podría haber una diferencia, debido a los siguientes factores:

i. Se ha comprobado que utilizando un proceso mecanizado, se reduce el rendimiento de almendras enteras; ya que, debido a la fragilidad del producto, aumenta el número de "quebradas" y a la vez los ingresos se ven afectados, ya que van en relación con la cantidad de almendra.

ii. Con una buena curva de aprendizaje, se puede lograr que los operarios incrementen el rendimiento de almendras enteras, por lo que los ingresos de alternativa nº1 serían mayores que los de la nº2.

Adicionalmente, a los factores mencionados anteriormente, se deben considerar los factores involucrados en el análisis de sensibilidad que podrían influir directamente en el proyecto, pero en menor escala.

c. La disponibilidad de materia prima se asumió con base en los rendimientos obtenidos en "parcelas demostrativas", pero podría darse que los árboles de marañón al alcanzar su desarrollo, no produjeran la cantidad de materia prima esperada. En este caso, la alternativa nº2 sería la menos favorecida, ya que al reducirse la disponibilidad de materia prima, habría inutilización del equipo mecanizado y por consiguiente, una reducción de los ingresos, pero mientras tanto, los costos de operación permanecerían casi constantes. En cambio si ocurriera una situación similar con la alternativa nº1, se dejaría de contratar a cierto número de operarios o se reducirían los turnos, a fin de reducir los costos de operación, aunque los ingresos no fueran los esperados.

Se determinó que si la producción se redujera en un 15 % por algún efecto climatológico y al reducir costos fijos se obtuvo que la T.I.R para la alternativa No. 1 es de 23 % y para la alternativa No. 2 sería de 37 %, lo cual contrasta con el primer escenario en donde esta última obtendría un T.I.R de 58 %.

En conclusión, la rentabilidad de la alternativa nº2 podría ser mucho menor que el resultado obtenido en el estudio económico-financiero.

Finalmente, me inclino por la alternativa nº1, ya que ésta brindaría la oportunidad de trabajo a muchas personas guatemaltecas, lo cual contribuiría en un pequeño porcentaje, a disminir el índice de desempleo del país y a incrementar el nivel de vida de éstas y de sus familias. Por el contrario, la alternativa nº2, no beneficiaría a los gualtemaltecos, sino a técnicos extranjeros, los cuales cobran en divisa extranjera.

VII. CONCLUSIONES

1. Ambas alternativas, son económicamente factibles principalmente, debido a la disponibilidad y bajo costo de la materia prima, así como por los ingresos generados debido a las ventas de producto terminado al extranjero.

2. La alternativa nº2, se ve favorecida por el volumen de materia prima a procesar, lo cual reduce el costo unitario del producto terminado, pero a la vez este costo es mayor comparado con la alternativa nº1.

3. El resultado del valor presente neto de la alternativa nº1 es de Q. 14 817 394, a lo largo de la vida del proyecto.

4. La alternativa nº1 nos muestra que el rendimiento del capital invertido es de 34%.

5. El tiempo de recuperación del capital para esta alternativa es de 12 meses.

6. La tasa beneficio/costo de la alternativa nº1 es de 1.8.

7. La alternativa nº1 sería la elección más apropiada, debido a que requiere de menor inversión inicial, sus costos de operación son menores, la eficiencia del proceso es mayor y la recuperación del capital es más rápida.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que se construya la planta procesadora de nuez de marañón en Guatemala, debido al potencial que tiene el país para producir la materia prima y también a que existe demanda insatisfecha de almendra de marañón a nivel mundial.

2. Sería conveniente que se efectuara un estudio similar para la planta procesadora del "falso fruto" del marañón, ya que tiene la ventaja de que ésta produciría subproductos tales como vinagres, jaleas, nectares, etc., los cuales se podrían comercializar en el país o en el extranjero.

IX. BIBLIOGRAFIA

Cassis, J. Aprovechamiento integral de la nuez de marañón, incluída la extracción del LCNM (CNSL) para la industria del plástico.

Gruess, W. 1988 Commercial Fruit and Vegetable Products. Pennsylvania, Mc. Graw Hill Book Co.

Guatemala. 1990 Programa Moscamed. Proyecto Desarrollo de Fruticultura. Una alternativa para el desarrollo de frutícula en Guatemala.

Guatemala. 1988 Ministerio de Agricultura, Sector Público Agrícola. Consideraciones sobre el cultivo, industrialización y comercialización del marañón. 38 pág.

Guatemala. 1987 Presentado por el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI), al Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE). Estudio sobre la industrialización del falso fruto del marañón y pruebas de mercado. 52 pág.

Guatemala. 1981 Industries Development Corporation Ltd. (IDC) de Israel. Estudio de factibilidad para la instalación de una planta procesadora de semilla de marañón. 250 pág.

Honduras. 1982 Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE). Departamento Agropecuario. Programa Centroamericano de cultivo de marañón. 60 pág.

Perry, R. & Green, D. 1991 Perry's Chemical Engineers's Handbook. 6th ed. U.S.A. Mc. Graw Hill Book Co.

Thompson, J. & Tricker, J. 1987 Fans and Fan Systems. 6th. ed. U.S.A. Mc. Graw Hill Book Co.

APENDICE A

A. Especificación de la calidad requerida para comercializar almendras.

Las almendras son clasificadas en distintos tipos según su condición. El sistema utilizado es conocido en el ramo como el **"Standard Americano"** (basado en las especificaciones de exportación del gobierno de la India).

1. **Blancas ("white").** Son almendras blancas o de color muy pálido, sin el menor defecto.

2. **Chamuscados ("Scorched").** Las almendras han sido sobretostadas de modo que presenten un ligero color marrón y pueden tener incluso puntos marrones.

3. **De Postre ("Desert").** Son las almendras de más baja calidad. Pueden ser encogidas y chamuscadas, y se acepta que tengan puntos marrones y negros.

Cada tipo se divide en almendras enteras y rotas, y subdividido de acuerdo con el tamaño y la forma en que están rotas. Esto se efectúa en base a lo siguiente:

a. Blancas enteras. Las almendras blancas enteras se venden en base al "recuento" es decir, la cantidad de unidades que forma una libra en peso. Los distintos grados utilizados para almendras enteras son: 200/210 (W 210); 220/240 (W 240); 260/280 (W 280); 300/320 (W 320); 350/400 (W 400); 400/450 (W 450) y 450/500 (W 500). Las almendras rotas, o las almendras pertenecientes al grupo siguiente más bajo, en caso de haber, no deben exceder el 5 % en el momento de envasarlas.

b. Enteras chamuscadas. Son almendras que han sido ligeramente chamuscadas. No se les clasifica de acuerdo con el tamaño.

c. Enteras de postre. Las enteras de postre se dividen en enteras de postre propiamente dichas y un grado de calidad intermedio entre "postre" y "chamuscada". Este grupo se conoce como enteras

chamuscadas A1, y en ellas se permite sólo ligeros signos de decoloración, manchado o chamuscado.

d. Blancas en trozos. Son trozos blancos clasificados como sigue: "partidos", "mochos", "trozos grandes", "trozos chicos", y "baby bits".

e. Trozos chamuscados. Son trozos de almendra que han sido ligeramente chamuscados. Este grupo incluye los mismos grados que los trozos blancos.

f. Trozos de postre. Son trozos de almendras que están inherentemente decolorados. Este grupo incluye los mismos grados que los "trozos blancos".

B. Especificación de la calidad requerida para la comercialización del líquido de cáscaras de nueces de marañón (LCNM).

1. Especificaciones emitidas por: Minnesota Mining and Manufacturing Co. Saint Paul, Minnesota, U.S.A. (Standard Irvington).

a. **Propiedades.**

Peso específico:	0.943 - 0.968 a 25°C
Materias Extrañas:	1.0 % (máximo).
Volátiles totales:	2.0 %
Viscosidad: (máximo)	600 cps a 25° C
Gel en tubo de ensayo:	7 minutos (máximo)
Acidez (pH):	6 (máximo)

b. **Penalidades.**

i. **Materias extrañas.** Si sobrepasan el 1 %, se hará una deducción de 1 % del porcentaje en exceso.

ii. **Volátiles totales.** Si sobrepasan el 1 %, se hará una deducción porcentual del precio, equivalente al porcentaje en exceso.

iii. **Viscosidad:** Valores permitidos.

600 - 900 cps (1%)

900 - 1200 cps (3%)

1200 - 1500 cps (5%)

En caso de ser más de 1500 cps, se rechazará el producto.

iv. **Gel en tubo de ensayo.** Si el despacho da un ensayo entre 7 y 15 minutos, se deducirá el 1 % del precio, por cada minuto extra después de 7 minutos, hasta un 8 %. Si el ensayo tarda más de 15 minutos, el comprador podrá rechazar el despacho.

2. **Especificaciones emitidas por:** British Petroleum Co. Inglaterra.

Propiedades	Límites Especificados
Suciedad y materias extrañas (excluyendo agua)	1 % (máximo).
Peso específico a 25° C	0.955 - 0.975
Viscosidad promedio a 25° C	600 cps (máximo).
Valor de iodo (mínimo).	22.0 cgs/g
Contenido de humedad	1 % (máximo)
Tiempo de endurecimiento por polimerización	7.5 - 16 minutos
Contenido de cenizas	1 % (máximo)
Tiempo de polimerización con D.E.S	15 - 23 minutos

APENDICE B

A. Composición de la almendra de marañón

Base: 100 g de almendra.

1. Proteínas:

Compuesto	%
Acido Glutámico	6.50
Leucina	2.60
Alanina	2.53
Arginina	2.14
Tirosina	1.40
Glicina	1.12
Histidina	0.80
Cisteína	0.20

2. Grasas:

Compuesto	%
Ac. Palmítico	10.88
Ac. Esteárico	8.20
Ac. Palmitoleico	0.50
Ac. Oléico	59.60
Ac. Linoléico	19.60

3. Sales Minerales:

Compuesto	mg
Calcio	53
Hierro	5
Fósforo	226

4. **Vitaminas:**

Compuesto	unidades
B1	0.56 %
E	2.10 mg
A	8.20 U.I.

5. **Hidratos de Carbono:**

Carbohidratos	21 %

B. **Breve descripción de los compuestos**

1. **Proteínas.**

a. **Acido glutámico.** Acido α-amino-glutámico, Acido 2-amino-pentanodioico, Acido 1-aminopropano-1,3-dicarboxílico.

$C_5H_9O_4N$, $HOOCCH(NH_2)CH_2CH_2COOH$

Cristales rómbicos. P.f = 224 - 225 °C, con descomposición. P.m = 147.13 ; C = 40.81 %, H = 6.16 %, N = 9.52 %, O = 43.5% Es soluble en más de 1 % de agua, pero menos soluble en alcohol. La sustancia natural es dextrógira, $[\alpha]^{25}$ = + 11°

El ácido glutámico es uno de los aminoácidos de carácter

"ácido" y existe en gran cantidad en los productos de hidrólisis en las proteínas.

b. **Leucina.** Acido α-aminoisocaproico, Acido 2-amino-4-metilvalérico, Acido 2-amino-4-metil-pentanóico.

$C_6H_{13}O_2N$, $(CH_3)_2CHCH_2CH(NH_2)COOH$

Láminas cristalinas incoloras. P.f = 293-295 °C, con descomp. P.m = 131.17; C = 54.94 %, H = 9.99 %, N = 10.67 %, O = 24.4%

Es soluble en más de 2 % en agua y prácticamente insoluble en alcohol. La sutancia natural es levógira y tiene en el agua $[\alpha]^{20} = -10.42°$; pero en ácido clorhídrico al 20 % es dextró-gira, $[\alpha]^{15} = + 17.3°$

La leucina es uno de los aminoácidos más abundantes en las proteínas, de las cuales puede obtenerse por cristalización fraccionada de los productos de su hidrólisis.

c. **Alanina.** Acido L-α-aminopropiónico, ácido (S)-2-aminopropanoico,

L-α-alanina.

$C_3H_7NO_2$, $CH_3CH(NH_2)COOH$

P.m = 89.09; C = 40.44 %, H= 7.92 %, N= 15.72 %, O= 35.92 %

Prismas cristalinos rómbicos. P.f= 297 °C, con efervescencia. Es soluble en 4 a 5 partes de agua e insoluble en alcohol. La sustancia original es destrógira, $[\alpha]^{12} = 2.58°$

La alanina es uno de los aminoácidos que se producen en la hidrólisis de las proteínas.

d. <u>Arginina.</u> Acido α-amino-δ-guanidino-n-valérico, ácido 2-amino-5-gua_ nidinovalérico, L-α-arginina.

$C_6H_{14}N_4O_2$, $HN = CNHCH_2CH_2CH_2CH(NH_2)COOH$ (con NH_2 en el C del grupo guanidino)

P.m = 174.20 ; C= 41.36 %, H= 8.10 %, O= 18.37 %, N= 32.16 %
Cristaliza en láminas o prismas. P.f = 207 °C, con descomp. Es soluble en agua y débilmente soluble en alcohol. La sustancia natural es dextrógira $[\alpha]^{20} = + 11.37$ °

La arginina es uno de los aminoácidos de carácter básico y se encuentra en los productos de hidrólisis de casi todas las proteínas, muy especialmente de las protaminas y de las histonas.

e. <u>Tirosina.</u> p-Hidroxifenilalanina. $C_9H_{11}O_3N$
Cristaliza en agujas finas. P.f = 314-318 °C. El

producto natural es levógiro y su poder rotatorio varía con la concentración; en HCl tiene [α] = -8.07°. Poco soluble en agua fría y más en la caliente; insoluble en alcohol.

La tirosina es el aminoácido menos soluble de todos los obtenidos por hidrólisis de las proteínas y por lo tanto se puede separar fácilmente de los hidrolizados de éstas.

f. Glicina. Acido aminoacético, ácido aminoetanoico, glicocola, glucocola, Gin-Hidralin, Glicostene.

$C_2H_5NO_2$, NH_2CH_2COOH

P.m = 75.07; C = 32.0 %, H = 6.71 %, N = 18.66 %, O = 42.63 %
Cristaliza en prismas incoloros. P.f = 260 °C, con descomp.
Es muy soluble en agua y poco soluble en alcohol, tiene sabor dulce.

Es el aminoácido más sencillo de todos los conocidos y resulta de la hidrólisis de la mayoría de las proteínas.

g. Histidina. Acido α-amino-β-imidazolpropiónico, ácido (S)-α-amino-1H-imidazol-4-propanoico, ácido α-amino-4-imidazolpropiónico, glioxalin-5-alanina, L-histina.

$C_6H_9N_3O_2$, $-CH_2CH(NH_2)COOH$

P.m = 155.16; C = 46.44 %, H= 5.85 %, N= 27.08 %, O = 20.62 % Cristaliza en láminas incoloras. P.f = 227 °C. Soluble en agua y muy poco en alcohol. La sustancia natural es levógira, $[\alpha]^{20} = -38.95°$.

Es uno de los aminoácidos de carácter básico y existe en los productos obtenidos de la hidrolización de las proteínas, sobre todo de aquellas que son básicas, como las protaminas e histonas.

h. **Cisteína.** Acido α-amino-β-mercaptopropiónico, β-mercaptoalanina, ácido 2-amino-3-mercaptopropanoico, ácido 2-amino-3-mercapto_propiónico, ácido α-amino-β-tiolpropiónico.

$C_3H_7NO_2S$, $HSCH_2CH(NH_2)COOH$

P.m = 121.16; C= 29.74 %, H= 5.82 %, N = 11.56 %, O= 26.41 %, S= 26,47 %. La cisteína es soluble en agua, alcohol, acetona. En agua produce una disolución levógira, pero es muy inestable, porque se oxida en el aire para dar cistina.

2. Grasas

a. **Acido palmítico.** Acido n-hexadecílico, ácido hexadecanoico, ácido cetílico

$C_{16}H_{32}O_2$, $CH_3(CH_2)_{14}COOH$

P.m = 256.42; C = 74.94 %, H = 12.58 %, O = 12.48 %.
Cristaliza en agujas. P.f = 63-64 °C, P.e = 390 °C, d= 0.8527
Soluble en éter, poco soluble en alcohol e insoluble en agua.
Es uno de los más importantes ácidos grados y existe al estado de glicéridos en la mayoría de los aceites y grasas animales, como vegetales.

c. **Acido esteárico.** Acido n-octodecílico, ácido octadecanoico.

$C_{18}H_{36}O_2$, $CH_3(CH_2)_{16}COOH$

P.m = 284.47; C = 75.99 %, H = 12.76 %, O = 11.25 %
Cristaliza en laminillas. P.f = 71.5 - 72.0 °C, d = 0.9408, P.e = 360 °C, con descomposición. Soluble en éter y en alcohol caliente, insoluble en agua.

El ácido esteárico es uno de los ácidos grasos más conocidos; sus glicéridos forman parte de la mayoría de las grasas animales y vegetales, sobre todo de las que tienen puntos de fusión elevados.

d. **Acido palmitoleico.** Acido zoomarínico.

$C_{16}H_{30}O_2$, $CH_3(CH_2)_5CH = CH(CH_2)_7COOH$

Es un ácido palmítico con n doble enlace en su molécula. Es característico de las grasas de todos los animales marinos en donde se encuentra en proporción de 15 a 20 % del total de ácidos grasos.

e. **Acido oleico.** Acido (Z)-9-octadecenoico.

$C_{18}H_{34}O_2$, $CH_3(CH_2)_7CH = CH(CH_2)_7COOH$

P.m = 282.45; C = 76.54 %, H = 12.31 %, O = 11.33 %

Es un líquido incoloro. d = 0.80 - 0.90. P.e = 286 °C/100 mm. Es diforme y la forma estable congela a 16 °C en un sólido cristalino y blanco, en tanto que la inestable, lo hace a 12°. Soluble en alcohol y en éter e insoluble en agua.

Tiene los dos isómeros, cis y trans. Existe muy abundante en la naturaleza, más que los otros ácidos grasos, al estado de glicéridos, en casi todas las grasas y aceites.

f. **Acido linoleico.** Acido linólico, ácido (Z,Z)-9,12-octadecadienoico, ácido 9,12-linoleico.

$C_{18}H_{32}O_2$, $CH_3(CH_2)_4CH = CHCH_2CH = CH(CH_2)_7COOH$

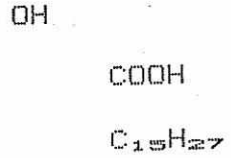
P.m = 280.44; C = 77.09 %, H = 11.5 %, O = 11.41 %

Aceite incoloro. P.e = 229 - 230 °C, d = 0.9031, P.f = -12 °C

Es un ácido graso no saturado y muy corriente en la naturaleza. Existe en el estado de glicérido en los aceites de linaza, semilla de algodón y muchos otros vegetales.

3. **Composición del líquido de la cáscara de la nuez de marañón.** El líquido de la cáscara de la nuez de marañón (LCNM), mejor conocido en el comercio como cashew nut shell liquid (CNSL), está constituído por ácido anacárdico (90 %) y cardol (10 %)

a. **Acido anacárdico:**



Es el principal constituyente del CNSL y es miembro de la familia de los fenoles no isoprenoideos de cadena larga. Es una mezcla de ácidos 2-hidroxi-6-alquilbenzoicos, en los cuales la cadena alquílica (C_{11} ó mayor) está completamente saturada **(A)**, es un monoeno **(B)**, un dieno **(C)** o trieno **(D)**. También se les conoce como 2-carboxi-3-alquil fenol.

(A). 2-carboxi-3-pentadecil fenol 6

Acido 6-pentadecil-2-hidroxibenzoico.

OH

COOH

$(CH_2)_{14}CH_3$

(B). 2-carboxi-3 (8-pentadecenil) fenol 6

Acido 6-(8-pentadecenil)-2-hidroxibenzoico.

OH

COOH

$(CH_2)_7CH = CH(CH_2)_6CH_3$

(C). 2-carboxi-3 (8,11-pentadecadienil) fenol 6

Acido 6-(8,11-pentadecadienil)-2-hidroxibenzoico.

OH

COOH

$(CH_2)_7CH = CHCH_2CH = CH(CH_2)_3CH_3$

(D). 2-carboxi-3 (8,11,14-pentadecatrienil) fenol 6

Acido 6-(8,11,14-pentadecatrienil)-2-hidroxibenzoico.

OH

COOH

$(CH_2)_7CH = CHCH_2CH = CHCH_2CH = CH_2$

b. **Cardol:** (8,7,8)

OH

HO $C_{15}H_{27}$

El cardol está constituído principalmente por:

(A). 5-(8,11-pentadecadienil) resorcinol.

OH

HO $(CH_2)_7CH = CHCH_2CH = CH(CH_2)_2CH_3$

(B). 5-(8,11,14-pentadecatrienil) resorcinol.

OH

HO $(CH_2)_7CH = CHCH_2CH = CHCH_2CH = CH_2$

4. **Características de estos compuestos.**

Constantes	Ac. anacárdico	Cardol
Indice de neutralización	158.8	20.2
Peso específico a 29 °C	1.007	0.9795
Indice de yodo	210	310
Peso molecular calculado por método crioscópico.	352.60	338
Peso molecular calculado por fórmula	344.46	328.46