

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA Y MANUFACTURERA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUIMICA



**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACION
DE UNA PLANTA LIOFILIZADORA DEL EXTRACTO DE
UNCARIA TOMENTOSA (WILLD) D.C. "UÑA DE GATO"**

TESIS
PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO

Presentada por:
GLADYS ESTHER BUITRON DELGADO
NELLY VICENTA CORONADO CACSIRE

LIMA - PERU

2000

A mis padres Carlos y Victoria, y hermanos Dolores y Pablo por la perseverancia y el aliento demostrado ante los desafíos que se presentan en nuestras vidas.

Gladys

A mis queridos padres Auristela y Teófilo por brindarme su apoyo y comprensión en todo momento, a mis hermanos Aurora, Gladys, Aydé, Juana, Héctor, Isaac, Luis y Omar.

Nelly

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro agradecimiento a quienes de una u otra manera han contribuido a llevar a cabo este trabajo, a nuestros queridos profesores, familiares y amigos:

A nuestro asesor Ing. Rafael Chero

Al Ing. Emilio Porras

A la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Ingeniería

A los ingenieros Jorge Bocanegra y Oscar Delgado de la Facultad de Ingeniería Mecánica - Universidad Nacional de Ingeniería

Al Sr. José Espinoza de Liofilizadora del Pacífico

A los Ing. Magno Meyhuay y Percy Zevallos de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

A los Ing. Gilbert Rodríguez y Pedro Gamarra de la Universidad del Santa (Chimbote).

A la Dra. Silvia Herrera del Instituto Nacional de Salud.

Ai Dr. César Fuertes de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

INDICE

	Pág.
CAPITULO I : INTRODUCCION	13
1.1 Antecedentes	14
1.2 Concepción del proyecto	14
1.3 Objetivo	14
CAPITULO II : ESTUDIO DE MERCADO	15
2.1 Materia prima	15
2.1.1 Descripción botánica	15
2.1.2 Distribución geográfica	18
2.1.3 Producción de uña de gato	20
2.1.4 Precios de materia prima	22
2.2 Producto	23
2.2.1 Definición	23
2.2.2 Especificaciones del producto liofilizado	25
2.2.3 Usos del extracto liofilizado	28
2.3 Mercado	28
2.3.1 Mercados potenciales de consumo	29
2.3.2 Análisis de la demanda	30
2.3.3 Análisis de la oferta	41
2.3.4 Demanda del proyecto	42
2.3.5 Canales de comercialización	43
2.3.6 Precio actual	43
CAPITULO III : TAMAÑO Y LOCALIZACION DE PLANTA	44
3.1 Tamaño del proyecto	44
3.1.1 Tamaño - Mercado	44
3.1.2 Tamaño - Disponibilidad de materia prima	45
3.1.3 Tamaño - Tecnología	46
3.2 Localización de la Planta	47
3.2.1 Localización - mercado	49
3.2.2 Localización - cercanía de materia prima	49
3.2.3 Disponibilidad del terreno	49

3.2.4 Disponibilidad de los servicios	49
3.2.5 Clima	50
3.2.6 Política de gobierno	50
CAPITULO IV: INGENIERIA DEL PROYECTO	51
4.1 Tecnología del proceso	51
4.1.1 Extracción	51
4.1.2 Filtración	54
4.1.3 Concentración	54
4.1.4 Secado	58
4.1.5 Aspectos generales del secado por liofilización	64
4.2 Ensayos preliminares	80
4.2.1 Descripción de las operaciones	80
4.2.2 Pruebas de liofilización	91
4.2.3 Pruebas de atomización	106
4.2.4 Comparación de métodos de secado	108
4.2.5 Tratamiento de datos	115
4.3 Selección y descripción del proceso	121
4.4 Plan de producción y requerimiento de insumos y servicios	125
4.5 Balance de masa y energía de la planta industrial	125
4.6 Selección y especificación de equipos	135
4.7 Distribución de planta	139
CAPITULO V: INVERSION	141
5.1 Composición de la inversión	141
5.1.1 Inversión en capital fijo	141
5.1.2 Capital de trabajo	143
5.2 Cronograma de inversiones	144
CAPITULO VI: FINANCIAMIENTO	145
CAPITULO VII: PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS	146
7.1 Ingresos	146
7.2 Costos	146
7.2.1 Costos de producción o manufactura	146
7.2.2 Gastos generales	147
CAPITULO VIII: EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA	151
8.1 Estados económicos proyectados	151

8.2 Estados financieros proyectados	153
8.3 Razones financieras	155
CAPITULO IX: RENTABILIDAD DEL PROYECTO	158
9.1 Rentabilidad económica	158
9.2 Rentabilidad financiera	160
CAPITULO X: ANALISIS DE SENSIBILIDAD	163
CONCLUSIONES	168
RECOMENDACIONES	170
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	171

ANEXOS

Anexo 1	Técnicas analíticas
Anexo 2	Exportaciones totales de uña de gato
Anexo 3	Normas legales
Anexo 4	Pruebas de extracción a nivel laboratorio
Anexo 5	Equipos usados a nivel piloto
Anexo 6	Aplicación del diseño factorial en la liofilización del extracto de uña de gato
Anexo 7	Tratamiento de datos
Anexo 8	Diseño de equipos
Anexo 9	Costos de producción de plantaciones de uña de gato

Cuadros

Cuadro 2.1	Diferencias botánicas entre <i>Uncaria tomentosa</i> y <i>Uncaria guianensis</i>
Cuadro 2.2	Producción nacional de corteza de uña de gato (TM)
Cuadro 2.3	Precio promedio de la uña de gato por departamento (soles/ kg)
Cuadro 2.4	Características generales del producto liofilizado
Cuadro 2.5	Especificaciones del extracto liofilizado de <i>Uncaria tomentosa</i>
Cuadro 2.6	Protocolo de análisis de tabletas
Cuadro 2.7	Variación en la demanda de diferentes formas de uña de gato
Cuadro 2.8	Partidas arancelarias de productos de uña de gato
Cuadro 2.9	Volúmenes de exportación y precios \$ FOB de extracto deshidratado de uña de gato de 1992 a 1999*

- Cuadro 2.10** Volúmenes de exportación y precios \$ FOB totales de uña de gato de 1992 a 1999*
- Cuadro 2.11** Participación de las exportaciones de uña de gato en el ingreso de divisas
- Cuadro 2.12** Exportación de uña de gato a los Estados Unidos de 1992 a 1999*
- Cuadro 2.13** Participación de las exportaciones de uña de gato a los Estados Unidos de 1992 a 1999*
- Cuadro 2.14** Exportación a Estados Unidos de uña de gato equivalente en extracto liofilizado (kg)
- Cuadro 2.15** Nuevos casos de enfermedades en los Estados Unidos de 1992 - 1999
- Cuadro 2.16** Demanda proyectada
- Cuadro 2.17** Exportación a Estados Unidos de las principales empresas del extracto liofilizado de uña de gato (kg)
- Cuadro 3.1** Programa de abastecimiento de corteza de uña de gato por plantaciones
- Cuadro 3.2** Evaluación de la localización de la planta en Lima y Ucayali
- Cuadro 3.3** Comparación de los costos variables en Lima y Pucallpa
- Cuadro 4.1** Clasificación de evaporadores
- Cuadro 4.2** Valores de temperatura de sublimación
- Cuadro 4.3** Análisis de la corteza de uña de gato
- Cuadro 4.4** Características de los extractos en las corrientes E, F, C
- Cuadro 4.5** Condiciones de operación de la liofilización
- Cuadro 4.6** Tiempos de liofilización
- Cuadro 4.7** % Humedad del producto liofilizado
- Cuadro 4.8** % Alcaloides totales durante la liofilización de la prueba 3
- Cuadro 4.9** Protocolo de análisis del extracto liofilizado de la prueba 3
- Cuadro 4.10** Presión de vapor del agua
- Cuadro 4.11** Características de la alimentación para las pruebas de atomización.
- Cuadro 4.12** Condiciones de operación de la atomización
- Cuadro 4.13** % Humedad y % rendimiento del producto atomizado
- Cuadro 4.14** Balance de masa a nivel piloto
- Cuadro 4.15** Resumen de % rendimiento y % recuperación de las pruebas de liofilización.

- Cuadro 4.16 Balance de energía a nivel piloto**
- Cuadro 4.17 Capacidad de procesamiento de los equipos piloto**
- Cuadro 4.18 Consumo de servicios a nivel piloto**
- Cuadro 4.19 Balance de masa global de la planta industrial**
- Cuadro 4.20 Balance de energía de la planta industrial**
- Cuadro 4.21 Programación diaria de la producción de la planta industrial**
- Cuadro 4.22 Requerimiento de servicios de la planta industrial**
- Cuadro 4.23 Requerimiento de mano de obra**
- Cuadro 4.24 Distribución del personal por turno**
- Cuadro 4.25 Especificaciones de los equipos de la planta industrial**
- Cuadro 5.1 Inversión en capital fijo**
- Cuadro 5.2 Costos de maquinarias y equipos**
- Cuadro 5.3 Cronograma de inversiones (2000)**
- Cuadro 6.1 Servicio de la deuda (MUS\$)**
- Cuadro 7.1 Datos generales del proyecto**
- Cuadro 7.2 Precio de materia prima (US\$ del año 0/TM)**
- Cuadro 7.3 Programa de producción y requerimientos (TM/año)**
- Cuadro 7.4 Valor de ventas (US\$ del año 0)**
- Cuadro 7.5 Costo de producción del extracto liofilizado de uña de gato (US\$ del año 0)**
- Cuadro 7.6 Capital de trabajo (US\$ del año 0)**
- Cuadro 8.1 Estado de ganancias y pérdidas - evaluación económica (MUS\$ del año 0)**
- Cuadro 8.2 Flujo de caja proyectado - evaluación económica (MUS\$ del año 0)**
- Cuadro 8.3 Balance general proyectado - evaluación económica (MUS\$ del año)**
- Cuadro 8.4 Estado de ganancias y pérdidas - evaluación financiera (MUS\$ del año 0)**
- Cuadro 8.5 Flujo de caja proyectado - evaluación financiera (MUS\$ del año 0)**
- Cuadro 8.6 Balance general proyectado - evaluación financiera(MUS\$ del año 0)**
- Cuadro 8.7 Razones financieras**
- Cuadro 9.1 Resumen de la evaluación económica y financiera**
- Cuadro 10.1 Análisis de sensibilidad - evaluación económica**

Cuadro 10.2 Análisis de sensibilidad - evaluación financiera

Cuadro 10.3 Resumen del análisis de sensibilidad

Gráficos

Gráfico 2.1 Producción Nacional de corteza de uña de gato (TM)

Gráfico 2.2 Volúmenes de exportación de uña de gato de 1992 a 1999*

Gráfico 2.3 Valores \$ FOB totales de uña de gato de 1992 a 1999*

Gráfico 4.1 Temperatura vs tiempo en la liofilización del extracto de uña de gato (prueba 1)

Gráfico 4.2 Temperatura vs tiempo en la liofilización del extracto de uña de gato (prueba 2)

Gráfico 4.3 Temperatura vs tiempo en la liofilización del extracto de uña de gato (prueba 3)

Gráfico 4.4 Temperatura vs tiempo en la liofilización del extracto de uña de gato (prueba 4)

Gráfico 4.5 Curva de rehidratación del extracto liofilizado de uña de gato (pruebas 1, 2, 3 y 4)

Gráfico 4.6 Curva de rehidratación del extracto atomizado de uña de gato (pruebas 1, 2, 3 y 4)

Gráfico 9.1 Período de recupero - Evaluación económica

Gráfico 9.2 Período de recupero - Evaluación financiera

Gráfico 10.1 Análisis de sensibilidad - Evaluación económica

Gráfico 10.2 Análisis de sensibilidad - Evaluación financiera

Figuras

Figura 2.1 Distribución de las zonas de extracción de uña de gato en la cuenca peruana del Amazonas

Figura 2.2 Alcaloides oxindólicos de *Uncaria tomentosa*

Figura 4.1 Extractor de contacto simple

Figura 4.2 Tipos de evaporadores

Figura 4.3 Equipo de secado por atomización

Figura 4.4 Componentes de un equipo liofilizador

Figura 4.5 Sistemas de liofilización

- Figura 4.6** Equipo liofilizador Cuddons
- Figura 4.7** Etapas de un proceso de liofilización
- Figura 4.8** Etapa de congelamiento en la liofilización
- Figura 4.9** Representación esquemática del proceso de sublimación de agua
- Figura 4.10** Representación esquemática de resistencia a la transferencia de calor y masa en la liofilización
- Figura 4.11** Tipos básicos de secado por congelamiento
- Figura 4.12** Representación esquemática de la liofilización de un bloque con transferencia de calor a través de la capa seca
- Figura 4.13** Determinación gráfica de la temperatura de congelamiento y la presión de vapor
- Figura 4.14** Diagrama de bloques para la obtención del extracto liofilizado de uña de gato
- Figura 4.15** Diagrama de operaciones para la obtención del extracto liofilizado de uña de gato.
- Figura 4.16** Diagrama de flujo de la planta liofilizadora de uña de gato
- Figura 4.17** Distribución de planta
- Figura A8.1** Diagrama presión - entalpía del refrigerante R404a
- Figura A8.2** Esquema interno de un equipo liofilizador

Esquemas

- Esquema A4.1** Extracción a reflujo
- Esquema A4.2** Extracción por decocción
- Esquema A4.3** Contacto múltiple a contracorriente, sistema Shanks
- Esquema A4.4** Sistema Shanks de cuatro etapas
- Esquema A4.5** Sistema Shanks de dos etapas
- Esquema A7.1** Sistema Shanks de dos etapas a nivel piloto
- Esquema A7.2** Balance de masa global - extracción piloto
- Esquema A7.3** Balance de masa – filtración piloto
- Esquema A7.4** Balance de masa – concentración piloto
- Esquema A7.5** Balance de masa – liofilización piloto
- Esquema A7.6** Balance de masa de la prueba piloto (en kg)

Tablas

Tabla 4.1	Datos de pruebas de liofilización
Tabla 4.2	Datos de pruebas de rehidratación de extractos liofilizados (pruebas 1, 2, 3 y 4)
Tabla 4.3	Datos de pruebas de rehidratación de extractos atomizados (pruebas 1, 2, 3 y 4)
Tabla A1.1	Factor para el cálculo del contenido original de alcohol
Tabla A2.1	Volúmenes de exportación y precios \$ FOB de corteza de uña de gato de 1992 a 1999*
Tabla A2.2	Volúmenes de exportación y precios \$ FOB de filtrantes de uña de gato de 1992 a 1999*
Tabla A2.3	Volúmenes de exportación y precios \$ FOB de cápsulas de uña de gato de 1992 a 1999*
Tabla A2.4	Exportación del extracto liofilizado uña de gato 1994 - 1998
Tabla A4.1	% sólidos totales vs tamaño de partícula (extracción acuosa)
Tabla A4.2	% sólidos totales vs tamaño de partícula (extracción alcohólica)
Tabla A4.3	% sólidos totales vs relación solvente/carga
Tabla A4.4	% sólidos totales vs tiempo de extracción (maceración)
Tabla A4.5	% sólidos totales vs tiempo de extracción (cocimiento)
Tabla A4.6	% sólidos totales vs solvente
Tabla A4.7	% sólidos totales vs mezcla hidroalcohólica
Tabla A4.8	% alcaloides totales vs mezcla hidroalcohólica
Tabla A4.9	% sólidos totales vs contacto múltiple (reflujo)
Tabla A4.10	% sólidos totales vs contacto múltiple (soxhlet)
Tabla A4.11	% sólidos totales vs contacto múltiple (decocción)
Tabla A4.12	% sólidos totales vs sistema Shanks de 4 etapas (agua)
Tabla A4.13	% sólidos totales vs sistema Shanks de 4 etapas (alcohol)
Tabla A4.14	% sólidos totales vs sistema Shanks de dos etapas (solución hidroalcohólica)
Tabla A5.1	Equipos usados a nivel piloto
Tabla A7.1	Sistema Shanks de dos etapas a nivel piloto
Tabla A9.1	Costos de producción de 01 hectárea de Uña de gato en Aguaytía (US \$)

Fotos

Foto 4.1 Dantas - Puerto Inca

Foto 4.2 Lianas de Uncaria tomentosa

Foto 4.3 Equipos de extracción usado en la prueba piloto- marmita 18 l (INDDA)

Foto 4.4 Concentrador de bolas (INDDA)

Foto 4.5 Liofilizador Labconco 18 l (Universidad del Santa, Chimbote)

Foto 4.6 Producto liofilizado de Uncaria tomentosa

Foto 4.7 Equipo de secado por atomización (UNI)

Foto A1.1 Rotavapor (UNI)

Foto A4.1 Extracción Soxhlet

Foto A4.2 Extracción múltiple de cuatro etapas

CAPITULO I

INTRODUCCION

El presente trabajo es el resultado del estudio de prefactibilidad para la industrialización de la corteza de uña de gato, que se extrae de los bosques amazónicos, para su transformación en un producto liofilizado natural y exportación posterior a los Estados Unidos.

Desde que se conocieron los estudios a nivel mundial sobre la acción farmacológica de *Uncaria tomentosa*: estimulante del sistema inmunológico, en el tratamiento de enfermedades graves como el cáncer y su acción antiinflamatoria en el reumatismo, la artritis y las úlceras gastrointestinales, se inició la industrialización de la uña de gato de una manera acelerada. El Perú es el único país exportador de uña de gato y las exportaciones tienen como destino diferentes países de Europa, Asia y América.

La liofilización es una operación que consiste en secar una solución o un material impregnado de agua, manteniéndola a una temperatura lo suficientemente baja como para que la mayor parte del agua que contiene se congele y se extraiga por sublimación del hielo. El secado realizado a bajas temperaturas evita la desnaturalización de las sustancias termolábiles (alcaloides, glicósidos, flavonoides).

El extracto liofilizado de uña de gato es un producto reconocido por su calidad, que puede comercializarse bajo diferentes formas de presentación (cápsulas, tabletas y grageas).

Este estudio contribuirá al desarrollo de la población de la Selva, debido a la obtención de un producto con valor agregado (extracto liofilizado de uña de gato) y también porque la localización de la planta en el departamento de Ucayali promoverá la inversión de otras industrias.

1.1 ANTECEDENTES

Los conocimientos etnobotánicos de la Medicina Tradicional describen que hace varios años diversos grupos étnicos, entre ellos: ashaninkas, campas, amuehas y otros grupos étnicos de nuestra amazonía, usaron la corteza, raíz y hojas de la uña de gato para curar diferentes enfermedades.

Los trabajos realizados en Europa por el botánico Teppner (Universidad de Graz, Austria) y el químico Wagner (Universidad de Munchen, Alemania) han permitido aislar los principios activos responsables de las propiedades de esta planta, entre los que se pueden contar seis alcaloides oxindólicos, seis glicósidos del ácido quinóico y tres triterpenos polihidroxilados.

A pesar de que la uña de gato se utiliza en la medicina tradicional desde muy antiguo solo hace algunos años se la ha comenzado a procesar industrialmente y a comercializar en mayor escala.

Existen más de veinte marcas conocidas de uña de gato en el Perú, y fuera del país se comercializa en gran cantidad de marcas. Las exportaciones de uña de gato van en aumento teniendo como destino la Comunidad Económica Europea, Estados Unidos, Asia y países latinoamericanos (65).

1.2 CONCEPCION DEL PROYECTO

Las propiedades benéficas de *Uncaria tomentosa*, cada vez más conocidas, generan una demanda creciente de esta planta bajo la forma de extracto liofilizado tanto a nivel nacional como internacional, lo cual debe ser aprovechado por el país.

Este proyecto de prefactibilidad se presenta para contribuir al desarrollo de la Amazonía mediante la instalación de una planta liofilizadora de uña de gato.

1.3 OBJETIVO

El presente trabajo tiene como objetivos el estudio de los principios de la liofilización, determinando las variables óptimas que influyen en la liofilización del extracto de *Uncaria tomentosa*, "uña de gato"; y evaluar la rentabilidad económica financiera del proyecto, que pretende competir en el mercado externo principalmente en los Estados Unidos tanto en calidad como en precio.

CAPITULO II

ESTUDIO DE MERCADO

2.1 MATERIA PRIMA

La uña de gato es una planta nativa propia de los bosques tropicales sudamericanos, perteneciente a la familia de las Rubiáceas (66).

La corteza de uña de gato es una liana trepadora que se encuentra con mucho desarrollo en longitud y diámetro en los bosques primarios y como parra o arbusto rastrero en bosques secundarios.

2.1.1 DESCRIPCION BOTANICA

Las especies de la familia Rubiaceae que se conocen como uña de gato son dos: *Uncaria tomentosa* (Willdenow ex Roemer & Schultes) De Candolle, y *Uncaria guianensis* (Aublet) Gmelin.

La clasificación taxonómica de la uña de gato es la siguiente:

División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Rubiales
Familia	Rubiaceae
Género	Uncaria
Especie	Uncaria tomentosa
Nombres comunes	Uña de gato, garabato amarillo, samento, toroñ, tsachik, paotati-mosha, misho-mentis, jipotatsa, unganangui.
Especie	Uncaria guianensis
Nombres comunes	Uña de gato, uña de gavián, garabato colorado, garabato casha, tambor huasca, toroñ, unganangui, ancajsillo (14).

A. DESCRIPCION DE LA FAMILIA RUBIACEAE

Esta familia está compuesta de unos 500 géneros y 6000 especies, la mayor parte árboles y arbustos tropicales. La subfamilia Cinchonoideae, cuyos carpelos contienen numerosos óvulos incluyen los géneros Oldenlandia (300 especies), Condaminea (3 especies), Cinchona (40 especies), Uncaria (60 especies), Nauclea (35 especies), Gardenia (250 especies), y Mytragyna (12 especies) (46).

B. DESCRIPCION DEL GENERO UNCARIA

Género con 60 especies, dos del Perú.

Algunas de estas especies se encuentran distribuidas en Asia y Africa. En Sudamérica solamente dos especies han sido reportadas: la Uncaria guianensis que crece en Guyanas, y la Uncaria tomentosa (Willd) D.C. (46).

En el cuadro 2.1 se indican las principales diferencias botánicas de las dos especies.

C. DESCRIPCION DE LA ESPECIE

La Uncaria tomentosa (Willd) D.C. es una liana gigantesca de aproximadamente 18 a 19 m de altura que crece en los bosques altos..

Sus frutos son pardos, pubescentes, las hojas primarias son de color rojizo.

Esta planta posee dos períodos o etapas en su tiempo de vida: en su primer año, pasa por su primera etapa. Es una planta herbácea, trepadora pero no helicoidal, es decir, solo se apoya en otras plantas mediante sus garfios.

Los garfios son en número de tres y nacen en la base de las hojas (yemas), estos garfios empiezan a surgir cuando su raíz, en forma de rizoma, ha logrado almacenar suficiente alimento y agua para sobrevivir en un medio caluroso.

Las hojas en esta etapa son de corto peciolo, con forma oblonga, tan ensanchada que pueden tomar forma elíptica de 6 a 12 cm de longitud. Los garfios se consideran zarcillos acilares uncidulado en número de tres y asemejan a uñas de gato.

Flores hermafroditas, blanquecinas, fragantes, olorosas. Estas flores son sésiles o pediculadas, son solitarias o racimosas, por eso se dice que sus flores

actinomorfas (primera etapa) y luego zigomorfas se encuentran agrupadas en cimos o racimos.

El tiempo de florecimiento es entre los meses de abril y mayo.

Posee un pedúnculo esférico, el cáliz tubular o infundibuliforme dentado, es de 4 a 5 cm de largo, la corola con 4 a 5 lóbulos de color blanco, de 11 cm de largo; densamente pilosa, los lóbulos obtusos, con estambres insertados en la garganta de la corola.

Las flores son actinomorfas, con igual número de estambres que pétalos, desiguales tetracíclicos, pentámeros o tetrámeros, el gineceo con el ovario ínferobilocular, está constituido por 2 carpelos cada uno puede contener uno o varios rudimentos seminales, el polen es trinucleado.

Los frutos son de 3,5 cm a 4 cm de largo, poseen 2 celdas, son secos, fusiformes, sépticos, bivalvados, las semillas poseen albumen caroso, cartilaginoso o córneo, a veces reducido, alados o bicaudados, las hojas son opuestas y simples generalmente provistas de estípulas libres o soldadas con las hojas, o las estípulas vecinas o semejantes a las hojas forman parte con esto de los verticilios foliares que son uniformes y aparentemente constituido por numerosos miembros (46).

**CUADRO 2.1: DIFERENCIAS BOTANICAS ENTRE UNCARIA TOMENTOSA
Y UNCARIA GUIANENSIS (71)**

ESPECIE	<i>Uncaria tomentosa</i> (Willd) DC	<i>Uncaria guianensis</i> (Aubl.) Gmel
DESCRIPCION DENDROLOGICA	Liana leñosa trepadora, se encuentra como arbusto rastrero, típica de bosques primarios, raramente en bosques secundarios pues requiere un grado de iluminación moderado.	Liana leñosa, arbusto rastrero; típico de bosques secundarios pues necesita abundante luz solar para crecer y desarrollarse.
HOJAS – HAZ	Verde amarillento	Verde brillante
ENVÉS	Tomentoso	Glabro
FORMA DEL LIMBO	Oblongo, oblongo-aovado o elíptico-abovado	Elíptico o elíptico-oblongo
ESPINAS	Un par fuertemente recurvadas en forma de gancho	Un par curvo-rectas puntiagudas
FLORES	Sésiles	Pediceladas
INFLORESCENCIA	Cabezuelas globosas	Umbelas esféricas
FRUTO	5 – 8 mm longitud	10 – 12 mm longitud

2.1.2 DISTRIBUCION GEOGRAFICA

Ambas especies se distribuyen en toda la vertiente amazónica de los Andes peruanos, desde el departamento de Amazonas hasta Madre de Dios y se extiende a varios países (desde el sur de Nicaragua hasta el norte de Bolivia) es decir entre los 13° de latitud norte y sur. El rango altitudinal de distribución está entre 100 - 995 m.s.n.m. siendo los 800 m.s.n.m. el límite de ocurrencia para *Uncaria guianensis* y 995 m.s.n.m. para *Uncaria tomentosa*, sin embargo esta última se concentra entre 300 y 900 m.s.n.m. (71).

La distribución de *Uncaria tomentosa* es más restringida ya que prefiere zonas altas en comparación a *Uncaria guianensis* que es de zonas más bajas y de mayor distribución (ver las figuras 2.1) (70).

La *Uncaria tomentosa* se le ha hallado en: Panamá (Boca del Toro y valle del río Gatún), Nicaragua, Guyana, Trinidad, Surinam, Costa Rica, Belice (Honduras Británicas), Guatemala, Honduras, Venezuela, Colombia y Ecuador.

En el Perú: Loreto (desembocadura del río Santiago), San Martín (Mariscal Cáceres), Junín (Chanchamayo y la Merced), Pasco (Oxapampa y

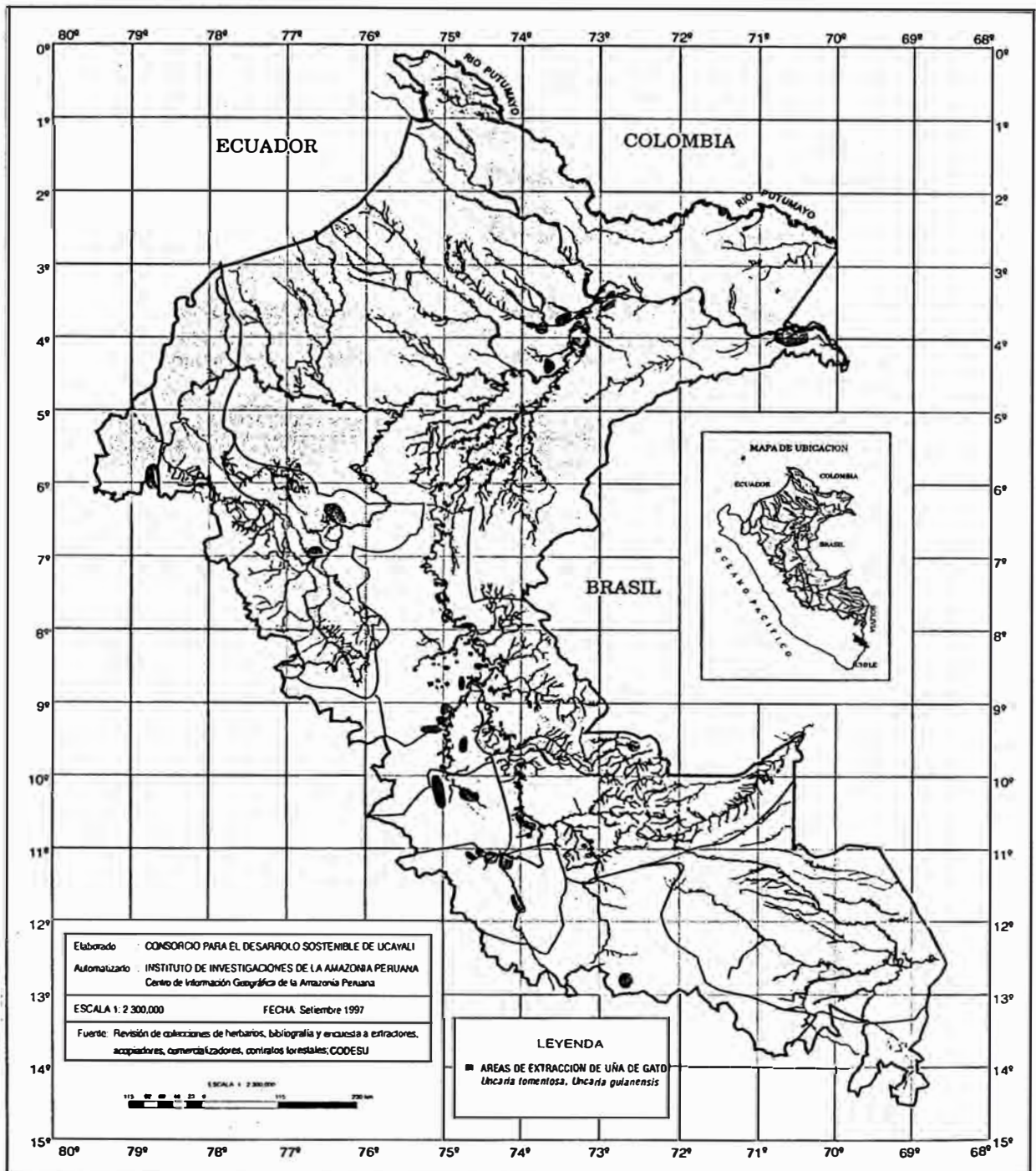


FIGURA 2.1: DISTRIBUCION DE LAS ZONAS DE EXTRACCION DE UÑA DE GATO EN LA CUENCA PERUANA DEL AMAZONAS (70)

Pozuso), Madre de Dios (Manú y Tahuamanú), Cuzco (La Convención y Paucartambo), Ucayali y Huánuco (44).

2.1.3 PRODUCCION DE UÑA DE GATO

En el cuadro 2.2 se muestra la Producción Nacional de corteza de uña de gato. La producción nacional de uña de gato no especifica a cual de las especies de *Uncaria* corresponde.

Entre 1990 a 1993 la producción total de uña de gato fue de 42,6 TM. En 1994, la producción total se incrementa a 293,9 TM. En 1995, la producción total de corteza de uña de gato se elevó a 880,9 TM. En 1996, se observa una disminución de la producción total en 20,2 % (694,3 TM). En 1997 la producción total de corteza uña de gato desciende a 211 TM.

A. POBLACION

Para estimar la población de uña de gato se determina el número de lianas por hectáreas. En bosques primarios se obtienen dos plantas por hectáreas. Carrasco (14) obtiene en promedio 0,55 kg corteza seca por metro de liana de 0,10 m de diámetro, estimando que de cada individuo se aprovecha en promedio 27,90 m de liana, lo que significa la obtención de 30,3 kg de corteza por planta, que aproximadamente da 60 kg de corteza seca por hectárea en Puerto Inca.

Asimismo, Arce (14) en el inventario del bosque de La Laguna del río Palcazu considera 17 individuos por hectárea, lo que equivale a obtener 306 kg/hectárea.

B PLANTACIONES DE UÑA DE GATO - TECNOLOGIA AGRICOLA

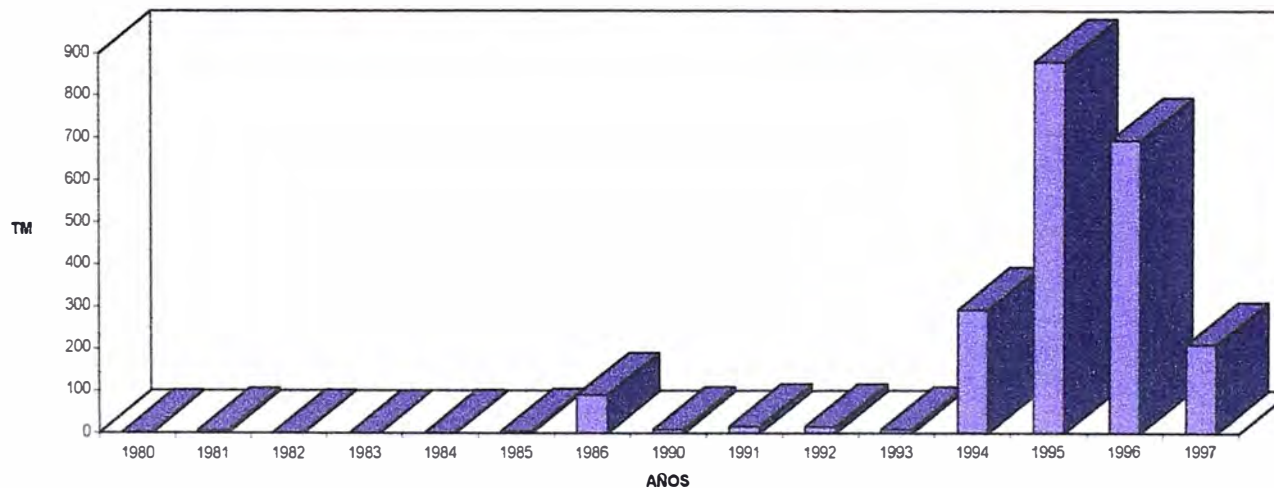
La producción actual de uña de gato es una actividad extractivista. Para el proyecto se evalúa el cultivo comercial de uña de gato. Primeramente se define el tipo de semilla, se producen las plantas en vivero. Cuando las plantas tengan 50 a 60 cm de altura, alrededor de 8 meses de edad, se trasplantarán a campo definitivo a una densidad de 2500 plantas/ha (2 m x 2 m). Las plantas serán abonadas con roca fosfatada y luego con nitrógeno y potasio anualmente. El cultivo será asociado con yuca, que proveerá sombra durante los primeros meses, y con bolaina para sombra definitiva.

**CUADRO 2.2: PRODUCCION NACIONAL DE UÑA DE GATO (TM)
1980 - 1997**

DEPARTAMENTO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
CAJAMARCA		0,072			0,06									2,960	0,180
CUSCO												0,434	0,756	2,760	0,670
AMAZONAS	2,000	4,000													
SAN MARTIN												0,200	20,970	20,248	8,046
HUANUCO	0,188	1,530		0,880	1,274	2,500	82,500	0,080	5,000		3,020			190,000	18,589
PASCO							3,300	7,650	6,280	15,023	2,942	207,500	305,140	335,650	8,367
JUNIN		1,400	1,500	0,050	0,800	2,650	4,450	2,274	4,838	1,180	2,560	13,318	82,300	11,207	2,361
JAEN													9,365		
UCAYALI										0,503	1,140	72,391	443,571	125,120	172,116
LORETO											0,148	0,050	18,769	6,376	0,650
TOTAL	2,188	7,002	1,500	0,930	2,134	5,150	90,250	10,004	16,118	16,706	9,810	293,893	880,871	694,321	210,979

FUENTE: PERU FORESTAL EN NUMEROS (48)
INRENA

GRAFICO 2.1: PRODUCCION NACIONAL DE UÑA DE GATO (TM)



La cosecha se efectuará en el cuarto año, cortando el tallo a un metro de altura, después del cual, se manejará la plantación para que los brotes formen tallos que se cosecharán en el año 7, para después repetir el ciclo cada tres años. Se espera que el rendimiento sea del orden de 10 a 12 kg de corteza fresca por planta en el año 4. Esta corteza tiene alrededor de 55 % de humedad secada al aire; luego el peso de la corteza seca al aire será de 45 % del peso fresco. En promedio 5,4 kg de corteza seca/planta, lo que equivale a obtener 13,5 TM corteza seca/ha (72).

El rendimiento de una plantación es mayor si se compara con el que se obtiene en el bosque natural (306 kg corteza seca/ha).

2.1.4 PRECIOS DE MATERIA PRIMA

A continuación se indican los precios de corteza de uña de gato en diferentes departamentos (ver cuadro 2.3).

CUADRO 2.3: PRECIO PROMEDIO DE LA UÑA DE GATO POR DEPARTAMENTO (7)
(*Nuevos Soles/ kg en diciembre de 1998)

MERCADO	PRECIO (S/./kg)	MERCADO	PRECIO (S/./kg)
CHACHAPOYAS	12,00	PTO. MALDONADO	1,00
CHICLAYO	10,00	PUNO	4,70
CUSCO	12,00	PUCALLPA	0,60
HUARAZ	4,00	TACNA	3,50
JAEN	3,25	TARAPOTO	1,30
HUANCAYO	10,00	RIOJA	1,20
LIMA	5,00	UCTUBAMBA	6,00
OXAPAMPA	0,50		

* Tipo de cambio: 3,12 Nuevos Soles / dólar

FUENTE: BOLETIN "EL FORESTAL" IV TRIMESTRE 1998
DIRECCION GENERAL FORESTAL - INRENA

2.2 PRODUCTO

2.2.1 DEFINICION

El extracto liofilizado es un producto higroscópico, susceptible a la oxidación y deterioro bajo el influjo de la luz, es muy poroso y se reconstituye en agua con gran rapidez, conservando escrupulosamente el aspecto y la textura.

El producto liofilizado fija al reconstituirse una cantidad de agua que se aproxima a su contenido original de modo que los constituyentes solubles de las células vuelvan a su estado primitivo.

La liofilización es una etapa preliminar de la conservación, el material original se coloca en una situación en la que quedan detenidos todos los procesos de alteración. Va seguida de una etapa de conservación en la que se evitan las condiciones ambientales propicias al deterioro y de una restauración final necesaria para el consumo.

El producto liofilizado debe envasarse al vacío o en atmósferas de algún gas inerte, en recipientes impermeables al vapor de agua y opacos. En ciertas circunstancias puede permitirse la descarga y el empaquetado en habitaciones de temperatura y humedad controladas, donde también se mantengan estrictas condiciones de asepsia y manipuleo que descarten la contaminación microbiológica cruzada.

En condiciones medias el producto liofilizado empaquetado adecuadamente (protegido del oxígeno y el agua) y preparado según las especificaciones apropiadas, tienen una vida media de hasta dos años en climas tropicales.

La composición química del extracto liofilizado se resume en los siguientes principios activos:

Alcaloides del grupo oxindólico (ver figura 2.2):

Pentacíclicos: Isopteropodina, pteropodina, mitrafilina, isomitrafilina, rincofilina, isorincofilina

Tetracíclicos

Especiofilina, uncarina

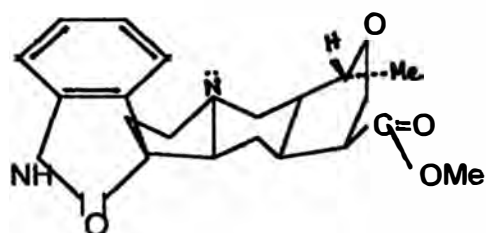
Derivados del ácido quinóvico:

7 glicosídicos

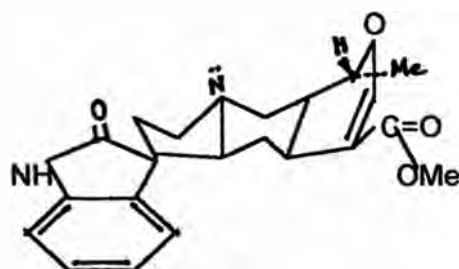
3 triterpenos polihidroxilados

Proantocianidinas diméricas

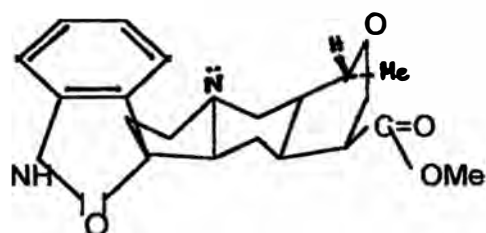
FIGURA 2.2: ALCALOIDES DE UNCARIA TOMENTOSA (62)



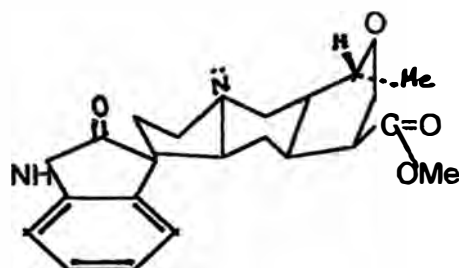
ISOPTEROPODINA



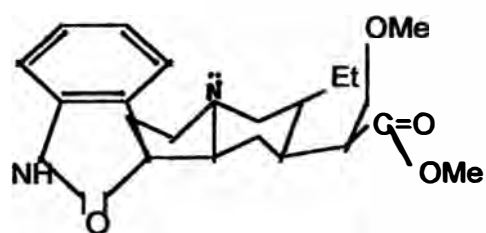
PTEROPODINA



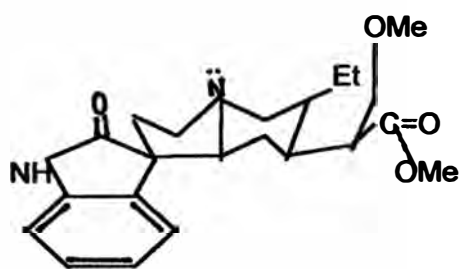
ISOMITRAFILINA



MITRAFILINA



ISORINCOFILINA



RINCOFILINA

Polifenoles
Epicatecina

2.2.2 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO LIOFILIZADO

En el cuadro 2.4 se indican las características generales de los productos liofilizados (25).

CUADRO 2.4: CARACTERISTICAS GENERALES DEL PRODUCTO LIOFILIZADO (25)

Características organolépticas	El producto no deberá presentar síntomas de rancidez, ni sabores u olores que indique su descomposición.
Aspecto Color Sabor	Referido a la presentación Marrón Característico
Características Físicas y Químicas	Granulometría de los productos liofilizados en polvo. El 99% de las partículas deberán pasar por el tamiz INDECOPI 0,35 mm (N° 45). Granulometría de los productos liofilizados granulados. El 99% de las partículas deberán pasar por el tamiz INDECOPI 0,50 mm.
Requisitos Microbiológicos	Numeración de gérmenes mesófilos, aerobios y facultativos viables: no mayor de 100,000 UFC/g Numeración de esporas Clostridium sulfito reductores: No mayor de 100 UFC /g Numeración de Hongos: no mayor de 1000 UFC/g Numeración de coliformes: no mayor de 10 UFC/g Ausencia de enterobacterias enterococcus Numeración de levaduras: no mayor de 100 UFC/g Numeración de Bacillus cereus : No mayor de 100 UFC /g Investigación de Salmonella: Ausencia en 100g

*UFC/g : Unidades formadoras de colonia por gramo.

FUENTE: NORMAS TECNICAS NACIONALES
INDECOPI

Los parámetros de control para el análisis del extracto liofilizado y las tabletas de *Uncaria tomentosa* se muestran en los cuadros 2.5 y 2.6, respectivamente. Las técnicas analíticas utilizadas se describen en el anexo 1.

CUADRO 2.5: ESPECIFICACIONES DEL EXTRACTO LIOFILIZADO DE UNCARIA TOMENTOSA

ANALISIS	ESPECIFICACIONES
Aspecto	Polvo fino homogéneo libre de sustancias extrañas
Color	Marrón
Olor	Característico
% Humedad	Max. 5 %
Cuantificación de Alcaloides totales (expresados en mitrafilina)	Min. 0,85 %
IDENTIFICACION CCF: Cromatografía de capa delgada comparativa Reveladores: Luz UV 254 y 366 nm Reactivo de Dragendorff Acido sulfúrico	Perfil cromatográfico similar a estándar de <i>Uncaria tomentosa</i>
Aerobios Totales	Max. 1000 UFC/g
Hongos y levaduras	Max. 100 UFC/g
Coliformes totales	Ausente
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausente
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Ausente

CUADRO 2.6: PROTOCOLO DE ANALISIS DE TABLETAS

N°	Análisis	Resultados de los Análisis	Especificaciones
1	Descripción	Conforme	Tabletas redondas y biconvexas, color marrón, sabor amargo, característico de U. tomentosa. Olor apenas perceptible. Diámetro: $7,1 \pm 0,5$ mm. Altura: $4,2 \pm 0,3$ mm.
2	Autenticidad (identificación) a) Reacción Cualitativa b) Cromatografía de capa delgada. Revelador: Reactivo Dragendorf	Conforme Conforme	Existencia del color naranja o naranja-rojo. Correspondencia de las manchas en los cromatogramas de la solución del preparado y del estándar por el factor Rf.
3	Espectro UV	Conforme	Existencia de los picos máximos a 202 ± 2 nm y 276 ± 2 nm.
4	Masa promedio de las tabletas.	162 mg	160,3 mg
5	Tiempo de desintegración	53 min	De 50 – 60 min. Se realiza con 6 tabletas.
6	Pérdida por desecación	4,2%	Entre 3 a 6%. Determinado en balanza de humedad (rayos infrarrojos), en 5 g de comprimidos triturados.
7	Determinación Cuantitativa de alcaloides	0,395	0,3 – 0,4% de alcaloides totales
8	Análisis Microbiológico Aerobios totales Mohos y levaduras Coliformes Totales E. coli Staphylococcus aureus Pseudomona aeruginosa	20 UFC/g < 10 UFC/g Conforme Conforme Conforme Conforme	Max. 1000 UFC/g Max 100 UFC/g Ausente Ausente Ausente Ausente
9	Empaque	Conforme	De acuerdo a la documentación normativa del productor y etiquetado en el idioma del importador.
10	Marcado del Producto	Conforme	Stiker pegado en las cajitas con la fecha de expiración.

2.2.3 USOS DEL EXTRACTO LIOFILIZADO

Las formas de dosificación o usos todavía no han sido incluidas por ninguna farmacopea, sin embargo es usada como un suplemento alimenticio por sus propiedades medicinales.

El extracto liofilizado se comercializa en presentaciones de diferente valor agregado: cápsulas, tabletas y grageas.

En la medicina tradicional se utiliza la uña de gato en procesos inflamatorios de diversa índole: artritis, gastritis, inflamaciones dérmicas y en vías génito-urinarias, entre otras; asma, úlcera gástrica, diabetes, diversas tumoraciones, enfermedades degenerativas (cáncer), procesos virales, irregularidades del ciclo menstrual, entre otras (46).

Los estudios sobre la acción farmacológica de los principios activos de la uña de gato fueron realizados por diferentes científicos a nivel mundial.

Wagner y Kreutzkamp estudian su actividad inmunoestimulante de *Uncaria tomentosa*, observando el efecto de multiplicación sobre los fagocitos.

R. Aquino publica el resultado de sus investigaciones de los ácidos quinóicos de *Uncaria tomentosa* sobre el efecto inhibitorio de la actividad viral para el virus de estomatitis vesicular, VSV. En 1991 postula la hipótesis que la presencia de las estructuras químicas combinadas en los extractos producen el efecto antiinflamatorio significativo.

G. Peluso evaluó la acción de extractos y observó una gran actividad inhibitoria sobre la polimerasa α , considerando la leve toxicidad farmacológica de los extractos a elevadas concentraciones.

R. Rizzi sostiene que la actividad antimutagénica significativa de los extractos y fracciones de *Uncaria tomentosa* podría deberse a un efecto antioxidante (46).

2.3 MERCADO

El extracto liofilizado de *Uncaria tomentosa* (uña de gato) es un producto semiterminado, el cual se utiliza en la formulación de diferentes formas farmacéuticas, tales como cápsulas, tabletas y grageas.

El mercado interno consume cápsulas de extracto liofilizado como Manaxx (Liofilizadora del Pacífico S.R.L, Omniagro S.A.), Uncaris (Laboratorios Farnindustria), Inmunoflam (Laboratorios Farnur S.A.). La producción

importante del extracto liofilizado de *Uncaria tomentosa* de las empresas peruanas está orientado hacia las exportaciones.

La exportación de productos de uña de gato se lleva a cabo en diferentes formas: como corteza de tallo o raíz trozado, pulverizado, micropulverizado (restringido desde 29/03/99) y filtrante; como producto semiterminado extracto liofilizado y atomizado; y como producto terminado en cápsula, grageas y cremas.

2.3.1 MERCADOS POTENCIALES DE CONSUMO

La demanda del extracto liofilizado ha venido incrementándose en los últimos años tanto en el mercado interno como en el mercado externo.

A. MERCADO INTERNO

En estudios realizados por Imasen (1996) se señalan tres aspectos: (a) 78% de la población limeña ha comprado alguna vez plantas medicinales, (b) la uña de gato es recordada entre las 14 especies, como la principal planta medicinal, con un índice de recordación de 48 %, y (c) 59 % de la población considera que la uña de gato en forma natural conserva mejor sus propiedades. Este estudio demostraría el posicionamiento del producto en el mercado (70).

En el Perú el uso industrial de la uña de gato se inició en 1994. El éxito inicial ha contribuido a que numerosas empresas intervengan en esta actividad. Del cuadro 2.7 puede determinarse que existe una demanda creciente de cápsulas/tabletas/grageas (20% en promedio año).

**CUADRO 2.7: VARIACION EN LA DEMANDA DE DIFERENTES FORMAS DE UÑA DE GATO
(70)**

PRESENTACION	1994	1995	1996	TOTAL
Cápsulas/tabletas/grageas (Unidades)	18290217	21682300	26350000	66322517
Infusiones (kg)	5230	7584	9859	22673

FUENTE: MERCADEO & OPINION (1996, 1997)

El perfil de comercialización se inicia con el abastecimiento directo de la materia prima de las zonas de extracción. La venta de la materia prima se da bajo la forma de corteza trozada, molida.

Las empresas que producen el extracto liofilizado (Liofilizadora del Pacífico) y el extracto atomizado (INDDA), trabajan conjuntamente con laboratorios farmacéuticos para la fabricación de tabletas y grageas. Estos productos se canalizan a través de las distribuidoras a las farmacias y herboristerías o en su defecto se exporta.

B. MERCADO EXTERNO

Las perspectivas de la uña de gato en el mercado mundial son ampliamente favorables. El producto ya es conocido internacionalmente por sus propiedades curativas y además existe una creciente revalorización de la medicina tradicional.

Así por ejemplo, en el mercado japonés la demanda de plantas medicinales se ha expandido drásticamente (40).

Países como Estados Unidos, Europa (Alemania, Austria, España y Rusia), Latinoamérica (Chile, Brasil y Venezuela), Asia (Japón y China) demandan este producto y desde hace algunos años importan la uña de gato en diferentes presentaciones (anexo 2).

2.3.2 ANALISIS DE LA DEMANDA

Se analiza la demanda externa, según los datos proporcionados por la Oficina Nacional de Estadística - Aduanas. Las partidas arancelarias para la exportación de los productos de uña de gato se indican en el cuadro 2.8. La corteza generalmente se registró en la Nandina 12.11.90.90.00, la mayoría de las exportaciones de cápsulas en la Nandina 21.06.90.90.90. A partir de 1998 se empieza a utilizar una Nandina especial para uña de gato.

Es importante señalar que en muchos casos se utilizan las Nandinas de manera indistinta. En el caso del extracto liofilizado existe diferencias entre las cantidades exportadas según Aduanas y las señaladas por otras fuentes.

Al considerarse el extracto liofilizado un producto semiterminado, es oportuno hacer un análisis de la demanda de la materia prima (corteza) y del producto terminado (cápsulas y grageas), (ver cuadros 2.9 y 2.10, y gráfico 2.2).

CUADRO 2.8: PARTIDAS ARANCELARIAS DE PRODUCTOS DE UÑA DE GATO

PARTIDA NANDINA	DESCRIPCIÓN
21.06.90.90.90	Las demás preparaciones alimenticias no expresadas ni comprendidas en otra parte
21.06.10.00.90	Las demás preparaciones alimenticias no expresadas ni comprendidas en otra parte
30.04.39.10.00	Los demás medicamentos para uso humano
12.11.90.90.00	Demás plantas, semillas y frutos, utilizados en medicina, perfumería
13.02.19.00.90	Demás jugos y extractos vegetales (p.ej.: ginseng, aloe)
12.11.90.90.20	Uña de gato (<i>Uncaria</i> sp.) Nandina para uña de gato - dado en 1997

EXPORTACION DE CORTEZA

Nuestro país es el único exportador de *Uncaria tomentosa*.

Entre los años 1992 a 1994 se exportó 12,3 TM, siendo el principal importador de corteza de uña de gato Estados Unidos con 96,4 % de las exportaciones totales.

En 1995 fue el "boom" de la uña de gato se exportó 605 TM, a partir de este año empezaron a participar otros países. Estados Unidos importó el 90 % de las exportaciones totales. Entre los países europeos como Alemania, Austria y España importaron el 4,2 % de las exportaciones totales. Los países americanos como Colombia, Venezuela, México y Canadá importaron el 3,4 % de las exportaciones totales.

En 1996 se exportó 178 TM, que representó una disminución del 70% respecto al año anterior. Los Estados Unidos importaron el 48 % de las exportaciones totales. Chile, México, Venezuela, Guatemala y Colombia importaron el 41 % de las exportaciones totales, siendo Chile el principal importador de este grupo (49,5 TM). Japón inicia la importación de esta corteza con el 1,3 % de las exportaciones totales (2,3 TM).

En 1997 se exportó 128 TM. Estados Unidos importó el 37 % de las exportaciones totales de este año. Entre países europeos como Austria, Francia, Italia y España importaron el 22 % de las exportaciones totales. Entre los países

CUADRO 2.9: VOLUMENES DE EXPORTACION Y PRECIOS \$ FOB DE EXTRACTO DESHIDRATADO DE UÑA DE GATO DE 1995 A 1999*

AÑO	NANDINA	ADUANA	PAIS DESTINO	FOB \$	PESO BRUTO (kg)	PESO NETO (kg)	\$FOB/kg	DESCRIPCION	MES
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	ESPAÑA	2500,00	80,000	50,000	50,000	EXTRACTO UÑA DE GATO	MAYO
95	2106909090	AEREA DEL CALLAO	ESTADOS UNIDOS	5980,00	48,000	48,000	130,000	EXTRACTO LIOFILIZADO UÑAD DE GATO	NOVIEMBRE
95	2106909090	AEREA DEL CALLAO	ESTADOS UNIDOS	5135,00	41,000	38,500	130,000	EXTRACTO LIOFILIZADO UÑA DE GATO	NOVIEMBRE
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	ESTADOS UNIDOS	5900,00	15,000	10,140	581,854	EXTRACTO UÑA DE GATO	DICIEMBRE
			ESTADOS UNIDOS total	17015,00	105,000	85,640	177,907		
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	ITALIA	3850,00	88,000	63,000	57,937	EXTRACTO DE UÑA DE GATO	MAYO
			TOTAL 1995	23165	234	208,64	111,029		
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	BOLIVA	5242,20	31,500	30,000	174,740	EXTRACTO UÑA DE GATO	FEBRERO
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	COLOMBIA	504,00	26,000	20,000	25,200	EXTRACTO DE UÑA DE GATO	AGOSTO
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	ESTADOS UNIDOS	2500,00	102,000	100,000	25,000	EXTRACTO UÑA DE GATO	MAYO
			TOTAL 1996	8246,2	158,5	150	54,975		
97	2106909090	AEREA DEL CALLAO	ESPAÑA	2875,16	6,000	5,200	552,915	EXTRACTO SECO DE UÑA DE GATO	MAYO
97	2106909090	AEREA DEL CALLAO	ISRAEL	4710,00	40,000	37,000	127,297	EXTRACTO UÑA DE GATO	MAYO
97	2106909090	AEREA DEL CALLAO	ISRAEL	5750,00	88,920	55,000	104,545	EXTRACTO UÑA DE GATO	SETIEMBRE
97	2106909090	AEREA DEL CALLAO	ISRAEL	1500,00	6,080	5,000	300,000	EXTRACTO UÑA DE GATO	NOVIEMBRE
			ISRAEL total	11980,00	113,000	87,000	123,299		
97	2106909090	AEREA DEL CALLAO	ITALIA	3700,00	27,500	25,000	148,000	UÑA DE GATO EXTRACTO LIOFILIZADO	FEBRERO
97	2106909090	AEREA DEL CALLAO	SINGAPUR	10240,00	77,800	72,000	142,222	EXTRACTO UÑA DE GATO	NOVIEMBRE
97	2106909090	AEREA DEL CALLAO	SUIZA	1280,00	9,200	7,000	180,000	EXTRACTO EN POLVO DE UÑA DE GATO	
			TOTAL 1997	30035,16	233,6	208,2	145,680		
98	2106909090	AEREA DEL CALLAO	ALEMANIA	658,00	36,240	28,000	22,821	UÑA DE GATO LIOFILIZADO	FEBRERO
98	2106909090	MARITIMA DEL CALLAO	CHINA	1200000,00	2700,000	2400,000	500,000	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO EN POLVO	ABRIL
98	1302190090	AEREA DEL CALLAO	ESTADOS UNIDOS	1080,00	17,000	12,250	88,980	EXTRACTO UÑA DE GATO ACHIOTE CHANCAPIEDRA	ENERO
98	1302190090	AEREA DEL CALLAO	ESTADOS UNIDOS	8750,00	272,000	250,000	35,000	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UNCARIA TOMENTOSA	ENERO
98	1302190090	AEREA DEL CALLAO	ESTADOS UNIDOS	13200,00	243,000	220,000	60,000	EXTRACTO SECO LIOFILIZADO DE UNCARIA	OCTUBRE
98	1302190090	AEREA DEL CALLAO	ESTADOS UNIDOS	10800,00	198,000	180,000	60,000	EXTRACTO SECO LIOFILIZADO DE UNCARIA	OCTUBRE
			ESTADOS UNIDOS total	33840,00	730,000	682,250	51,098		
98	1302190090	AEREA DEL CALLAO	URUGUAY	5288,00	65,000	60,000	88,100	EXTRACTO Y JARABE DE UNA DE GATO	ENERO
98	1211909090	AEREA DEL CALLAO	ITALIA	1080,00	11,000	10,000	108,000	CAT S CLAW DRIED EXTRACT 3% ATM (UÑA DE GATO)	DICIEMBRE
			TOTAL 1998	1240872	3542,24	3181,25	392,526		
99	1211909020	MARITIMA DEL CALLAO	ESTADOS UNIDOS	5200,00	988,000	800,000	6,500	PRODUCTO DESHIDRATADO DE UÑA DE GATO	ABRIL
			TOTAL 1999*	5200	888	800	6,500		

* Referido hasta el mes de abril 1999

FUENTE: OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA - ADUANAS DEL PERU

**CUADRO 2.10: VOLUMENES DE EXPORTACION Y PRECIOS \$ FOB TOTALES DE UÑA DE GATO
DE 1992 A 1999***

AÑO	CORTEZA		EXTRACTO LIOFILIZADO		CAPSULA		FILTRANTE	
	\$ FOB	PESO (kg)	\$ FOB	PESO (kg)	\$ FOB	PESO (kg)	\$ FOB	PESO (kg)
1992	3535,00	240,00						
1993	15105,00	1367,40			9000,00	54,00		
1994	60880,50	10670,10			1158253,66	3885,51	11672,96	257,35
1995	2303949,35	605023,65	23165,00	208,64	5047535,81	26415,06	16673,60	777,21
1996	1023989,89	178661,03	8246,20	150,00	1240115,53	27241,66	48250,71	3257,13
1997	682602,65	128132,23	30035,16	206,20	627680,30	10432,04	25414,44	2172,20
1998	657080,17	281181,99	1240872,00	3161,25	87462,22	3448,57	26121,42	1415,42
1999*	191522,87	53767,93	5200,00	800,00	37212,48	1263,23		
TOTAL	4938665,43	1259044,33	1307518,36	4526,09	8207260,00	72740,07	128133,13	7879,31

* Referido hasta el mes de abril 1999

FUENTE: OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA - ADUANAS DEL PERU

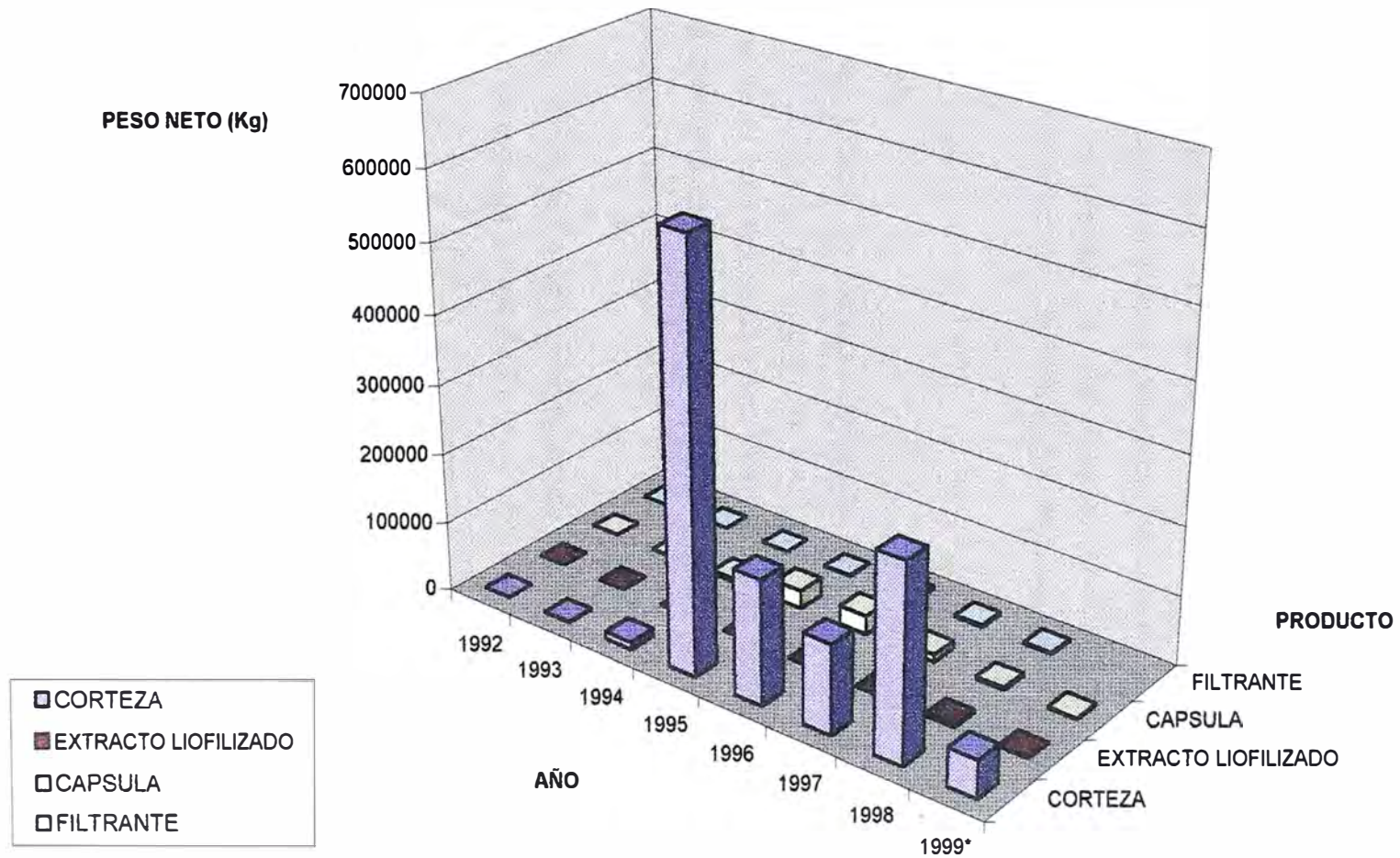
**CUADRO 2.11: PARTICIPACION DE LAS EXPORTACIONES
DE UÑA DE GATO EN EL INGRESO DE DIVISAS**

SEGÚN PRESENTACION DE LA UÑA DE GATO 1992 - 1999*

PRESENTACION	\$ FOB	PORCENTAJE
CORTEZA	4938665,43	33,87
EXTRACTO LIOFILIZADO	1307518,36	8,97
CAPSULA	8207260,00	56,29
FILTRANTE	128133,13	0,88
TOTAL	14581576,92	100,00

**GRAFICO 2.2: VOLUMENES DE EXPORTACION DE UÑA DE GATO
DE 1992 A 1999***

FUENTE : OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA - ADUANAS DEL PERU



americanos tales como Chile, Canadá, Venezuela, Argentina, Guatemala y Colombia importaron el 37 % de las exportaciones totales de corteza de uña de gato en 1997. Japón incrementa la importación de la corteza (2,55 TM).

En 1998 se exportó 281 TM de corteza de uña de gato, observándose un incremento de 120 % respecto al año anterior. Estados Unidos importó el 72 % de las exportaciones totales de corteza de uña de gato. Francia y España importaron entre los dos países el 13,7 % de las exportaciones totales. Los países latinoamericanos como Brasil, Chile y Venezuela importaron el 12,3 % del total de las exportaciones de corteza de uña de gato, siendo Brasil el más importante con 18,5 TM. La importación de corteza por el Japón se incrementa a 2,63 TM.

EXTRACTO LIOFILIZADO

Las exportaciones totales de extracto liofilizado de uña de gato entre 1992 a 1998 fueron de 4526 kg según Aduanas del Perú (ver cuadro 2.9).

Estados Unidos es el mercado más importante tanto en corteza de uña de gato como en el mercado de productos liofilizados según el cuadro 2.9, reportando el 45 % del total de exportaciones en 1995, el 66,7% en 1996 y el 20 % en 1998.

En el anexo 2, se muestra las exportaciones de extracto liofilizado indicando el nombre del exportador e importador.

CAPSULA DE UÑA DE GATO

La exportación total de cápsulas de uña de gato de 1993 a 1998 fue de 71477 kg, siendo Estados Unidos el principal importador con 63,4 % de las exportaciones totales.

En 1995 se exportó 26415 kg de cápsulas de uña de gato. Estados Unidos importó el 80 %. Rusia importó el 12,6 % de las exportaciones totales de cápsulas. Los países latinoamericanos como Venezuela, México, Brasil y Colombia importaron el 6,4 % de las exportaciones totales.

En 1998 se exportó 3448,6 kg de cápsulas de uña de gato. En este año Venezuela se convierte en el principal importador de cápsulas con el 74 % de las exportaciones totales.

El cuadro 2.9 y el gráfico 2.3 muestran claramente la pérdida en ingreso

CUADRO 2.12: EXPORTACION DE UÑA DE GATO A LOS ESTADOS UNIDOS DE 1992 A 1999*

AÑO	CORTEZA		EXTRACTO LIOFILIZADO		CAPSULA		FILTRANTE	
	\$ FOB	PESO (kg)	\$ FOB	PESO (kg)	\$ FOB	PESO (kg)	\$ FOB	PESO (kg)
1992	400,00	140,000						
1993	6105,00	1337,000						
1994	55083,30	10360,10			1023253,66	3025,51		
1995	2078088,42	542323,30	17015,00	95,64	4318678,07	20855,06	3,60	0,500
1996	679705,18	85754,53	2500,00	100,00	449394,11	20394,45	10335,41	922,930
1997	175065,44	48044,00			40019,20	875,55	2886,00	190,00
1998	399494,85	201199,50	33840,00	662,25	13585,20	150,12	21,42	1,02
1999*	38145,82	23361,93						
TOTAL	3432088,01	912520,36	53355,00	857,89	5844930,24	45300,69	13246,43	1114,45

* Referido hasta el mes de abril 1999

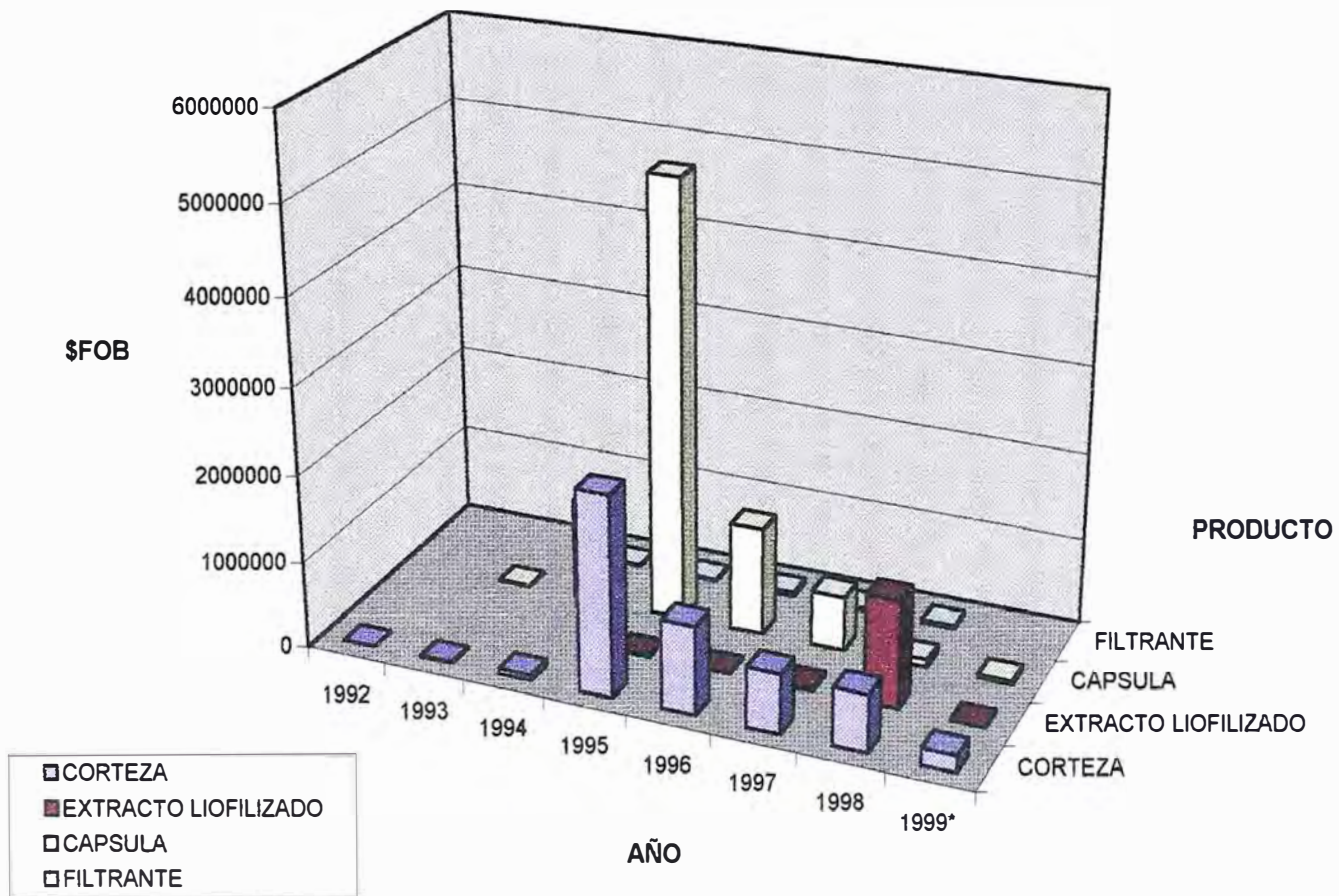
FUENTE: OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA - ADUANAS DEL PERU

CUADRO 2.13: PARTICIPACION DE LAS EXPORTACIONES DE UÑA DE GATO A ESTADOS UNIDOS DE 1992 A 1999*

PRESENTACION	\$ FOB	PORCENTAJE
CORTEZA	3432088,01	36,73
EXTRACTO LIOFILIZADO	53355,00	0,57
CAPSULA	5844930,24	62,56
FILTRANTE	13246,43	0,14
TOTAL	9343619,68	100,00

GRAFICO 2.3: VALORES \$FOB TOTALES DE UÑA DE GATO DE 1992 A 1999*

FUENTE: OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA - ADUANAS DEL PERU



de divisas de los últimos años por las exportaciones de productos uña de gato con escaso valor agregado.

A. DEMANDA POTENCIAL

Estados Unidos es uno de los mercados más importantes. En este país se comercializan hasta 50 marcas de uña de gato lo que sugiere su potencial. La uña de gato es apreciada en el mercado americano por la numerosa población latina que para el caso, se constituye en una demanda cautiva para los productos derivados de la medicina tradicional (ver cuadros 2.12 y 2.13).

Estados Unidos es el principal importador de corteza de uña de gato. La transformación a extracto deshidratado (atomizado, liofilizado) considera un rendimiento de 5 % (70). La presentación final se da bajo la forma de cápsula.

Para obtener la demanda potencial de extracto liofilizado de uña de gato se sumará la exportación a Estados Unidos del extracto liofilizado y el 5% equivalente de la corteza en extracto liofilizado (ver cuadro 2.14).

B. PROYECCION DE LA DEMANDA

En la proyección de la demanda en los Estados Unidos se analiza las estadísticas de las enfermedades relacionadas a deficiencias del sistema inmunológico (la uña de gato fortalece el sistema inmunológico). Así las variables independientes consideradas son los nuevos casos de cáncer, de SIDA y de artritis.

Para lo cual se toman las proyecciones de la población estadounidense del 2001 al 2010, las tasas de incidencia (nuevos casos/población en riesgo) de cada enfermedad y el cambio porcentual anual estimado, que indica el incremento o disminución de las tasas de incidencia en porcentaje (ver cuadro 2.15).

Las variables independientes son:

X1 : Nuevos casos de CANCER estimados USA (miles de personas)

X2 : Nuevos casos de ARTRITIS estimados USA (miles de personas)

X3 : Nuevos casos de SIDA estimados USA (miles de personas)

La variable dependiente:

Y : Demanda de extracto liofilizado (kg) de los Estados Unidos

**CUADRO 2.14: EXPORTACION A ESTADOS UNIDOS DE
UÑA DE GATO EQUIVALENTE EN EXTRACTO LIOFILIZADO (KG)**

AÑO	LIOFILIZADO	CORTEZA	RENDIMIENTO 5 %	TOTAL
1992		140,00	7,00	7,00
1993		1337,00	66,85	66,85
1994		10360,10	518,01	518,01
1995	95,64	542323,30	27116,16	27211,80
1996	100,00	85754,53	4287,73	4387,73
1997		48044,00	2402,20	2402,20
1998	662,25	201199,50	10059,98	10722,23
1999*		138936,00	6946,80	6946,80

* calculado para todo el año 1999

FUENTE: OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA - ADUANAS DEL PERU

**CUADRO 2.15: NUEVOS CASOS DE ENFERMEDADES DE CANCER, ARTRITIS Y
SIDA EN ESTADOS UNIDOS**

AÑO	POBLACION USA (miles hab.)			DEMANDA POTENCIAL (kg)
	CANCER	ARTRITIS	SIDA	
	X1	X2	X3	
1992	1030	31798	41,8	7,0
1993	1052	32141	102,2	66,9
1994	1075	32458	77,2	518,0
1995	1097	32767	71,1	27211,8
1996	1119	33077	66,7	4387,7
1997	1142	33375	64,8	2402,2
1998	1165	33669	63,0	10722,2
1999	1187	33960	61,2	6946,8

Ecuación: $Y = a + b * \ln(X1) + c * X2 + d * X3$

a : -11790922,81

b : 2407179,343

c : -154,4095679

d : 30,46788509

r : 0,873635508

*no se considera la demanda de 1995
(boom de la uña de gato)

Donde:

X1 : Nuevos casos de CANCER en USA

X2 : Nuevos casos de ARTRITIS en USA

X3 : Nuevos casos de SIDA en USA

FUENTE: NATIONAL CENTER FOR HEALTH STATISTICS, U. S.

CUADRO 2.16: DEMANDA PROYECTADA

AÑO	POBLACION USA (miles nuevos casos)			DEMANDA PROYECTADA (kg)
	CANCER	ARTRITIS	SIDA	
	X1	X2	X3	
2001	1234	34532	57,9	13300,5
2002	1258	34815	56,2	15485,4
2003	1282	35097	54,7	17600,9
2004	1307	35379	53,1	19586,4
2005	1332	35662	51,6	21347,1
2006	1357	35947	50,1	22742,1
2007	1383	36236	48,7	23703,7
2008	1409	36528	47,4	24173,9
2009	1437	36825	46,0	24126,7
2010	1464	37125	44,7	23569,1

DEMANDA DEL PROYECTO

DEMANDA PROYECTADA (kg) :		24000,0
DEMANDA DEL PROYECTO (kg) :	83%	20000,0
PRODUCCION ANUAL DEL EXTRACTO LIOFILIZADO (TM) :		20,0
PRODUCCION DIARIA DEL EXTRACTO LIOFILIZADO (kg) :		60,1

FUENTES: NATIONAL CENTER FOR HEALTH STATISTICS, U.S.
 NATIONAL CANCER INSTITUTE, U.S.
 SEER PROGRAM (SURVEILLANCE, EPIDEMIOLOGICAL END RESULT PROGRAM)
 U.S. BUREAU OF THE CENSUS

Finalmente la ecuación de la demanda que correlaciona mejor las variables es:

$$Y = a + b * \text{LN}X1 + c * X2 + d * X3$$

$$Y = -11790922,8 + 2407179,34 * \text{LN} X1 -154,409568 * X2 + 30,46788509 * X3$$

$$r = 0,87363551$$

La demanda proyectada se muestra en el cuadro 2.16.

2.3.3 ANALISIS DE LA OFERTA

Se estudia la oferta de la materia prima (corteza de uña de gato) y la oferta del producto liofilizado.

El cuadro 2.2 muestra la producción nacional de uña de gato por departamentos. Durante la década pasada la producción de uña de gato fue de 109,5 TM (1980 -1989) siendo Huánuco el principal productor con 81 % de la producción total.

Entre 1990 a 1993 la producción total fue de 42,6 TM, Pasco reportó 75,3 % de la producción total de corteza de uña de gato.

En 1994, la producción total de uña de gato (293,9 TM) se incrementó en 2895 % respecto al año anterior. Pasco y Ucayali reportaron el 70,6 % y 24,6 % de la producción total, respectivamente.

En 1995, la producción total de corteza de uña de gato (880,9 TM) se elevó en 200% respecto a la producción de 1994. Ucayali y Pasco reportaron el 50,4 % (443,6 TM) y 34,6 % de la producción total, respectivamente.

En 1996, se observa una disminución de la producción total en 20,2 % (694,3 TM). Pasco, Huánuco y Ucayali participaron con el 48,3 %, 27,4 % y 18 % de la producción total, respectivamente.

En 1997 la producción total de corteza uña de gato (211 TM) continúa descendiendo en 69,6 % respecto a 1996. En este año Ucayali reportó el 81,6 %, le sigue Huánuco con 8,8 % de la producción total de corteza de uña de gato.

Las empresas liofilizadoras de nuestro país, Liofilizadora del Pacífico y Omniagro exportan el extracto liofilizado de uña de gato. Sin embargo su principal actividad está en el rubro de las hortalizas (cebolla).

A. ANALISIS DE LA COMPETENCIA

La exportación del extracto de uña de gato por las empresas peruanas fue disminuyendo debido a que los importadores americanos preferían comprar la corteza de uña de gato, y transformarlo en su país. Con la nueva ley de prohibición de la exportación de la corteza, la competencia de las empresas liofilizadoras de Estados Unidos se reduce (ver anexo 3). Asimismo se espera que las exportaciones de productos transformados de uña de gato se incrementen.

El cuadro 2.17 resume las exportaciones del extracto liofilizado a Estados Unidos por las empresas peruanas.

CUADRO 2.17: EXPORTACION A ESTADOS UNIDOS DE LAS PRINCIPALES EMPRESAS DEL EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO (kg)

AÑO	EMPRESAS EXPORTADORAS			TOTAL (kg)
	LIOFILIZADORA DEL PACIFICO	OMNIAGRO	LABORATORIOS FITOFARMA	
1993				
1994	647	387	21	1055
1996	0	0	1108	1108
1997	0	0	1494	1494

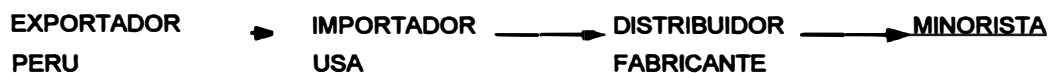
FUENTE: BOLETIN PERUANO DE EXPORTACIONES , VERNAL CONSULTORES
ADEX

2.3.4 DEMANDA DEL PROYECTO

Para el proyecto se considera el 83,3 % de la demanda proyectada en los Estados Unidos, que equivale a 20 TM de extracto liofilizado de uña de gato. Luego la capacidad nominal máxima de la planta liofilizadora será de 20 TM/año.

2.3.5 CANALES DE COMERCIALIZACION

En la exportación del extracto liofilizado de uña de gato, los canales de comercialización son como sigue:



El distribuidor también puede importar directamente.



El importador suele ser un trading. El distribuidor es el que asume el costo de la publicidad y es el que solicita el servicio de encapsulado a un fabricante (laboratorio). En los establecimientos minoristas (herboristerías y tiendas naturistas) se expenden las cápsulas uña de gato como suplemento dietético, cuya indicación principal es la de fortalecer el sistema inmunológico.

En general, los principales canales de comercialización en Estados Unidos para los productos agroindustriales son principalmente tres: los establecimientos minoristas; los servicios de alimentación como hoteles, restaurantes e instituciones (colegios, hospitales, recintos militares y otros); y los centros de venta directa de los productores, en mercados agrícolas y puestos ubicados en las carreteras (1).

Estados Unidos impone sus regulaciones para el ingreso de los productos desde áreas externas a través de diversos organismos (EPA, FDA, USDA y otros) (anexo 3).

2.3.6 PRECIO ACTUAL

Los precios del extracto liofilizado de uña de gato sufren fuertes fluctuaciones por razones de calidad y país de destino. El precio del extracto de liofilizado de uña de gato inicialmente variaba entre 130 \$FOB/kg y 581 \$FOB/kg. En 1998, se exportó a los Estados Unidos a 60 \$FOB/kg y Omniagro a China a 500 \$FOB/kg. Actualmente, el precio del extracto liofilizado de uña de gato se encuentra entre 60 y 100 \$FOB/kg. El mercado interno puede pagar hasta 200 \$/kg, pero tiene la desventaja de que se satura rápidamente (1 kg de liofilizado de uña de gato equivale a 11100 cápsulas de 90 mg). Luego las condiciones básicas para encontrar mercados de los extractos liofilizados son calidad y precio (ver cuadro 2.9).

CAPITULO III

TAMAÑO Y LOCALIZACION

3.1 TAMAÑO DE PLANTA

El tamaño incide principalmente sobre el nivel de las inversiones y los costos, y por tanto sobre la estimación de la rentabilidad que genera su implementación. También determina el nivel de operación y la estimación de los ingresos por venta.

Los criterios a considerar en la determinación del tamaño de planta son:

- a) Tamaño - Mercado
- b) Tamaño - Disponibilidad de materia prima
- c) Tamaño - Tecnología

3.1.1 TAMAÑO - MERCADO

El estudio del tamaño - mercado es importante para la determinación de la capacidad instalada de la planta, ya que la producción no puede ser mayor que la demanda total.

Las perspectivas de la uña de gato en el mercado mundial son ampliamente favorables ya que es conocido internacionalmente por sus propiedades curativas y además existe una creciente revalorización de la medicina tradicional.

El área geográfica comprende a los países como Estados Unidos, Europa (Alemania, Austria, España y Rusia), Latinoamérica (Chile, Brasil y Venezuela) Asia (Japón y China)

Estados Unidos es uno de los mercados más importantes. La uña de gato es apreciada en el mercado americano por la numerosa población latina, la que se convierte en una demanda cautiva de productos derivados de ésta.

Europa es desde los inicios del 90, el más importante consumidor de productos naturales importados.

Japón es un tradicional consumidor de medicinas naturales tradicionales. Estados Unidos representó en 1995 el 45% del mercado mundial de liofilizado de uña de gato y el 89,6 % del total de exportaciones de corteza.

En 1998 con el 20 % del total de la exportación mundial de liofilizado de uña de gato y con el 71,5 % de las exportaciones totales de corteza de uña de gato.

A partir del estudio de mercado se estiman las cifras mostradas en el cuadro 2.18, que corresponde a la demanda proyectada de Estados Unidos para el período 2001-2010. Para el año 2001 la demanda es 13,3 TM y para el 2010 de 23,6 TM de liofilizado de uña de gato. El tamaño de planta adecuado satisfecerá el 83% de la demanda proyectada es decir 20 TM/año.

3.1.2 TAMAÑO - DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA

Este es un factor muy importante para este tipo de proyecto agroindustrial, se pretende contar con 140,8 TM de corteza seca/año (capacidad máxima). En el año 10 el proyecto requiere 127 TM/año (con un factor de servicio de 90,5 %).

Para asegurar el abastecimiento de la corteza de uña de gato, la producción debe ser sostenida por tanto el proyecto estará asociado a proyectos de plantaciones en la amazonía. La programación del cultivo se basa en el requerimiento de la corteza de uña de gato del proyecto y el rendimiento obtenido por hectárea igual a 13,5 TM/ha (72), ver cuadro 3.1. A partir del cuarto año se efectúa la cosecha.

Para satisfacer el requerimiento anual de corteza seca de uña de gato, se cultiva 30 hectáreas, las que se cosecharán (primer corte) a partir del año 4, y luego cada tres años (en el año 7 el segundo corte), según el programa de plantaciones que se muestra en el cuadro 3.1.

En 10 hectáreas se obtiene 135 TM de corteza seca. Así se asegura el abastecimiento a partir del cuarto año.

**CUADRO 3.1: PROGRAMA DE ABASTECIMIENTO DE CORTEZA DE UÑA DE GATO
POR PLANTACIONES**

AÑO	REQUERIMIENTO (TM)	PLANTACIONES		
		10 Hectáreas	10 Hectáreas	10 Hectáreas
0		VIVERO		
1	94	SIEMBRA EN CAMPO	VIVERO	
2	109		SIEMBRA EN CAMPO	VIVERO
3	124			SIEMBRA EN CAMPO
4	127	COSECHA 1		
5	127		COSECHA 1	
6	127			COSECHA 1
7	127	COSECHA 2		
8	127		COSECHA 2	
9	127			COSECHA 2
10	127	COSECHA 3		

La inversión de una plantación de 10 hectáreas es igual a 5300 dólares, y el mantenimiento de la plantación en los dos años siguientes es igual a 5400 dólares/anual. La inversión propuesta es un promedio de las plantaciones en el departamento de Ucayali (72).

Para el abastecimiento de los tres primeros años, se tienen dos alternativas: la compra de corteza de uña de gato a los acopiadores por la cual tendría disponibilidad inmediata de la materia prima; y la segunda alternativa solicitar el permiso de extracción, donde se asumiría el costo de: canon de reforestación y canon forestal, las guías de procedencia y de transporte.

En Pucallpa, el precio del extractor de corteza de uña de gato es 0,4 S/. por kg y el precio del acopiador es 1,0 S/. por kilo (corteza por fardo). El canon de reforestación y canon forestal suman S/. 1,0 por kg de uña de gato extraído (72).

Los rendimientos estimados, basados en evaluaciones de plantas de *Uncaria tomentosa* en Pimentel (Ucayali) es de 306 kg de corteza/h (río Palcazú) (14).

El cuadro 2.2 muestra al departamento de Ucayali como el mayor productor nacional de uña de gato con el 81,6 % de la producción nacional en 1997. Así también se cuenta con acopiadores de zonas cercanas como Von

Humboldt y de Puerto Inca (Huánuco) que por ser zonas de extracción de uña de gato pueden contribuir en el abastecimiento de la materia prima.

3.1.3 TAMAÑO - TECNOLOGIA

El proceso de liofilización requiere de cierta tecnología. Las liofilizadoras que ofrecen diferentes empresas son de procedencia Alemana (Leybold Hereaus), New Zelandia (Cuddon), Estados Unidos (Atlas Danmark). De acuerdo a las características de diseño y las condiciones de operación que garantizan la calidad del producto, se elige el equipo adecuado, en el mercado se puede conseguir de diferentes capacidades. Los demás equipos se diseñan para el tamaño de planta elegido, según tecnología propia de acuerdo a nuestra realidad. Por tanto el factor tecnología no será un factor limitante.

TAMAÑO PROPUESTO

Del análisis de los factores se concluye que el factor mercado determina el tamaño de la planta; ya que se cuenta con la tecnología y la disponibilidad de la materia prima está garantizada por el abastecimiento existente y las plantaciones propuestas. Por tanto el tamaño del proyecto será de 20 TM/año de extracto liofilizado de *Uncaria tomentosa*.

3.2 LOCALIZACION DE LA PLANTA

La localización de la planta se analiza según criterios económicos, estratégicos e institucionales, con ello se busca determinar aquella localización que maximice la rentabilidad del proyecto.

El análisis de la localización del proyecto se hace en base a los siguientes factores: materia prima disponible, cercanía del mercado, costos de servicios, clima y política de gobierno.

Se hizo una evaluación por el método cualitativo por puntos, entre dos zonas:

Zona A Lima (Lima)

Zona B Pucallpa (Ucayali)

Considerando estas zonas como alternativas para la localización de la planta liofilizadora. En el cuadro 3.2 se muestra la evaluación correspondiente para la determinación de la localización de la planta.

**CUADRO 3.2: EVALUACION DE LA LOCALIZACION DE LA PLANTA EN
LIMA Y UCAYALI**

Factor	Peso	Zona A Lima		Zona B Pucallpa	
		Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado
Cercanía a la materia prima	0,35	4	1,4	9	3,1
Cercanía Mercado	0,10	8	0,8	6	0,6
Costo de servicios	0,25	6	1,5	4	1,0
Clima	0,10	8	0,8	6	0,6
Política de gobierno	0,20	4	0,8	8	1,6
Total	1,00		5,3		6,9

* Elaboración fuente propia.

El método consiste en asignar a cada factor un peso de 0 a 1. Luego se le da a cada localización la calificación de 1 a 10. La localidad de Pucallpa (Ucayali) es una zona estratégica para la producción de la uña de gato por lo tanto el puntaje es mayor que Lima. Respecto a la cercanía del mercado, las dos zonas disponen de aeropuerto, Lima cuenta directamente con salidas internacionales, pero Ucayali exportaría a través del aeropuerto de Iquitos. Los costos variables se comparan en el cuadro 3.3.

**CUADRO 3.3: COMPARACION DE LOS COSTOS VARIABLES
EN LIMA Y PUCALLPA**

COSTOS VARIABLES*	LIMA	UCAYALI (PUCALLPA)
MATERIA PRIMA (S/. /kg corteza de uña de gato)	5	0,6
ENERGIA (cent. S/. /kWh)	30,67	47,24
AGUA (S/. /m ³)	2,89	4,92
COMBUSTIBLE (S/. /Galón)	4,34	2,75

* Referido al mes de setiembre de 1999.

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES (INRENA)
PETROLEOS DEL PERU
SUNASS
COMISION DE TARIFAS ENERGIA

De las dos zonas en estudio, Ucayali está exonerado del impuesto selectivo al consumo y de rodaje aplicables a los combustibles, y del impuesto a la renta para este tipo de industria como se detallará más adelante.

De acuerdo con este método, se elige a la localidad de Pucallpa (Ucayali). Las zonas estratégicas para la localización de planta en Pucallpa (Ucayali) es la carretera Federico Basadre, la localidad de Pucallpa tiene un mercado potencial muy atractivo, especialmente del tipo industrial. El crecimiento de esta ciudad como polo de desarrollo hace factible la ubicación de la planta liofilizadora.

3.2.1 LOCALIZACION - MERCADO

Las exportaciones de Pucallpa (Ucayali) se ven favorecidas por la disponibilidad de un aeropuerto en la zona. Al mercado de Estados Unidos se exportará a través del aeropuerto internacional de Iquitos.

3.2.2 CERCANIA LA MATERIA PRIMA

En la zona de Pucallpa (Ucayali), la extracción de corteza de uña de gato se lleva a cabo en forma intensiva.

La producción nacional de corteza de uña de gato del cuadro 2.2, muestra la producción de Ucayali que tiende a incrementarse, siendo el principal productor de uña de gato a nivel nacional.

Esta zona es estratégica por la cercanía de otras zonas de extracción de uña de gato como Von Humboldt y de Puerto Inca.

Para asegurar el abastecimiento de materia prima el presente proyecto contempla un programa de plantaciones de uña de gato.

3.2.3 DISPONIBILIDAD DEL TERRENO

En la zona de Pucallpa se dispone de terrenos en cantidad suficiente para edificar la planta. Pueden encontrarse ubicadas en el centro de la ciudad como en la carretera Federico Basadre. El precio del terreno en la ciudad oscila entre 30 - 40 \$/m². En la carretera Federico Basadre el precio comercial es de 20 \$/m² (los precios están referidos al presente año).

3.2.4 DISPONIBILIDAD DE LOS SERVICIOS

La zona de Pucallpa (Ucayali) cuenta con empresas prestadoras de servicios, como EMAPACOP que abastece de agua; Electro Ucayali que abastece de energía eléctrica y la Refinería de Petroperú, que satisfacen los requerimientos del proyecto.

De acuerdo a la Ley de la Amazonía el costo de combustible se reduce casi al 60 % en Pucallpa (ver cuadro 3.3).

3.2.5 CLIMA

La zona de Pucallpa (Ucayali) cuenta con un clima cálido - húmedo. En la construcción de la planta se utiliza material adecuado y resistente para las épocas de lluvia. La humedad relativa promedio es 83,5%; la velocidad de vientos promedio es 1,4 m/s y la temperaturas media anual es 25,71 °C. Este factor no es limitante.

3.2.6 POLITICA DE GOBIERNO

A través de la ley de la Promoción de la inversión en la Amazonía, Ley N° 27037, el gobierno incentiva la creación de empresas, mediante los beneficios tributarios que están considerados. Esta ley tiene como objetivo el desarrollo sostenible e integral de la Amazonía, estableciendo las condiciones para la inversión pública y privada (ver anexo 3).

LOCALIZACION PROPUESTA

Por lo tanto la localización de la planta será en el departamento de Ucayali, provincia Coronel Portillo, localidad de Pucallpa, carretera Federico Basadre.

CAPITULO IV

INGENIERIA DE PROYECTO

4.1 TECNOLOGIA DEL PROCESO

El proceso de obtención del extracto deshidratado de *Uncaria tomentosa* (uña de gato), puede ser aplicable a otras plantas medicinales y consta de varias operaciones: extracción, filtración, evaporación y secado, que a continuación se describen.

4.1.1 EXTRACCION

El extracto de la corteza de uña de gato previa molienda se obtiene por lixiviación. La lixiviación es la disolución de uno o más componentes de una mezcla sólida por contacto con un disolvente líquido (8).

La extracción se realiza en tres etapas. Primero el soluto se disuelve en el disolvente, luego el soluto difunde hasta la superficie de la partícula sólida y finalmente, migra desde la superficie de la partícula en la que se encuentra a saturación, hasta el grueso de la disolución.

A. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA EXTRACCION

Los factores que influyen en la velocidad de extracción son:

Area de la interfase sólido líquido.- La velocidad de transferencia de masa desde la superficie del sólido es directamente proporcional al área. La reducción de tamaño de partícula incrementa la velocidad de extracción debido al aumento del área y a la reducción de la distancia que el soluto tiene que migrar en el interior del sólido para alcanzar la superficie. Un sólido finamente dividido puede dificultar el flujo de la disolución a través del lecho del sólido presente en el extractor.

Gradiente de concentración.- El disolvente debe ser selectivo con respecto al soluto a extraer. Además tener una viscosidad suficientemente baja para permitir una buena circulación a través del lecho sólido. Los sistemas de extracción en contracorriente permiten ejercer el control sobre el gradiente de

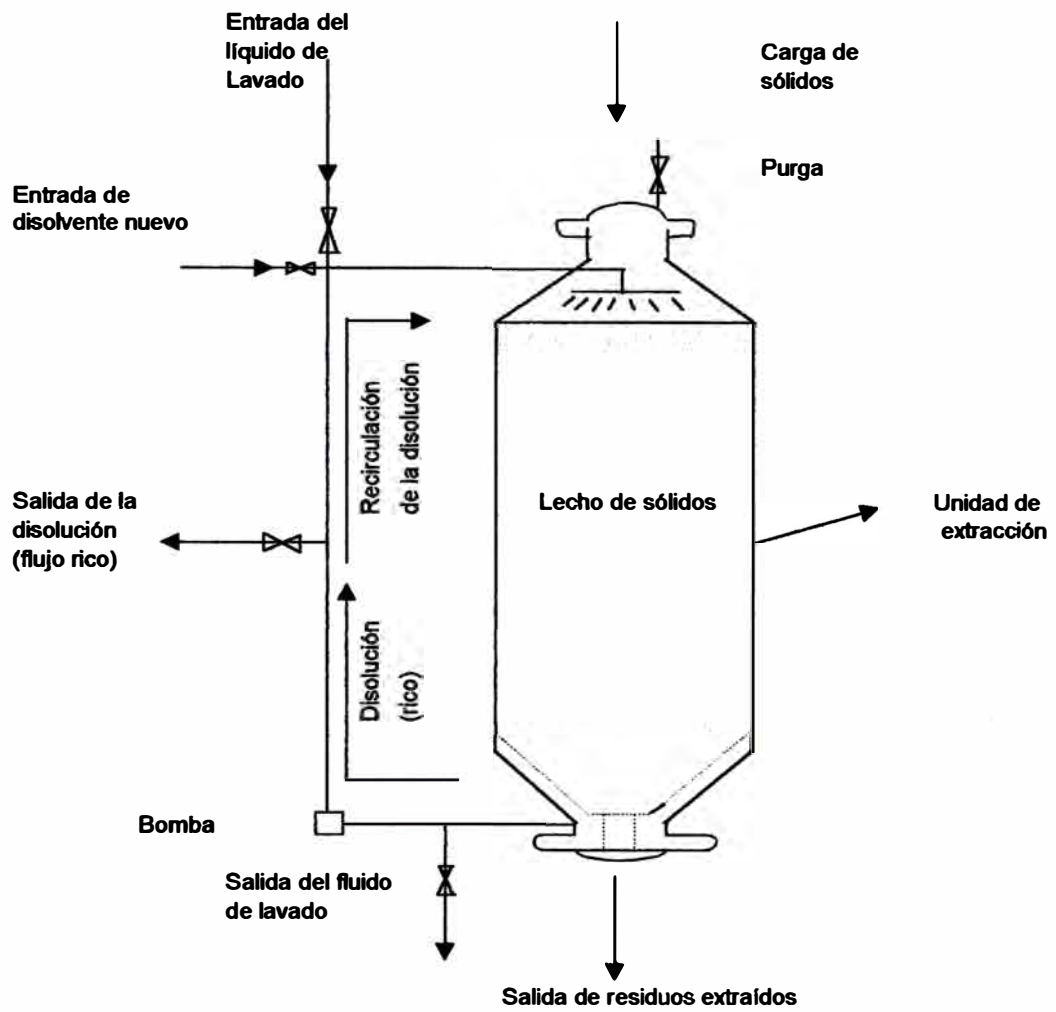


FIGURA 4.1: UNIDAD DE EXTRACCION DE CONTACTO SIMPLE (8)

concentración de manera que la extracción continúe aún cuando la concentración del soluto en el sólido sea baja.

- **Temperatura.-** La elevación de la temperatura aumenta la velocidad de disolución del soluto en el disolvente por tanto incrementa la velocidad de extracción. Es importante el control de la temperatura por los cambios físicos o químicos que las elevadas temperaturas inducen y que podrían dañar la calidad del producto.
- **Velocidad de flujo del disolvente.-** Cuanto más alta sea la velocidad y más turbulento el flujo de disolvente sobre la superficie del sólido, mayor es la velocidad de extracción. Cuando se van a extraer sólidos finamente divididos es frecuente recurrir a la agitación mecánica.

B. EQUIPOS USADOS EN LA EXTRACCION

Los equipos usados incluye tanques estáticos de contacto simple, extractor de contacto múltiple y extractores con lecho en movimiento continuo.

- **Extractores de contacto simple.-** El extractor más simple consiste en un recipiente abierto, provisto de doble fondo en el que el sólido a extraer se coloca sobre el falso. El disolvente se distribuye sobre la superficie del sólido, se percola y la disolución se retira por medio de un drenaje situado bajo el falso fondo. La figura 4.1 representa esquemáticamente un extractor de contacto simple. Cuando se utilizan disolventes volátiles, es posible incorporar un recuperador del disolvente y sistemas de reciclaje, lo que posibilita la obtención de una disolución relativamente concentrada. Las unidades de contacto simple se emplean en plantas piloto y operaciones industriales a pequeña escala para la extracción de aceites de semillas, frutos secos, solubles de café, té, a partir de hojas deshidratadas.

Sistemas de contacto múltiple con lecho estático.- Se lleva a cabo una extracción a contracorriente, acoplando unidades en serie. Cada unidad contiene una carga de sólidos y se introduce en ella, por la parte superior, la disolución procedente de la unidad adyacente, disolución que penetra a través del sólido, sale vía un drenaje situado debajo del falso fondo y pasa a la próxima unidad de la serie.

4.1.2 FILTRACION

La filtración es la operación unitaria básica en la que el componente sólido insoluble de una suspensión sólido-líquido se separa del componente líquido haciendo pasar este último a través de una membrana porosa que retiene las partículas sólidas en su superficie superior o dentro de su estructura (8).

EQUIPO USADO EN LA FILTRACION

El equipo más usado es el filtro de presión de placa vertical (filtroprensa), Consiste de placas que soportan el medio del filtro. Se alternan placas canaladas cubiertas a ambos lados por medios de filtración con marcos. El conjunto de placas y marcos se adosan herméticamente por medio de tomillo o mecanismo hidráulicos o neumáticos, a fin de formar una unidad herméticamente cerrada para líquidos. Tanto las placas y los marcos contienen aperturas forman un canal por donde se introduce la alimentación. La alimentación entra en el marco y la torta se forma en el centro hueco de los mismos en el cual se mantiene una presión mayor que la atmosférica, a fin de producir el flujo a través del sistema. Esta presión se consigue bombeando la alimentación dentro del filtro en el cual se mantiene una presión mayor que la atmosférica, a fin de producir el flujo a través del sistema.

4.1.3 CONCENTRACION

La concentración o evaporación consiste en la adición de calor a una solución para evaporar el disolvente, que por lo general es agua. Usualmente, el calor es suministrado por la condensación de un vapor (como el vapor de agua) en contacto con una superficie metálica, estando el líquido del otro lado de dicha superficie.

El grado de degradación del material durante la evaporación es una función de la temperatura y del tiempo de procesamiento. Para mantener la temperatura baja, la evaporación debe hacerse al vacío. Lo que reduce el punto de ebullición de la solución. Para que el tiempo de contacto sea corto, el equipo debe tener un tiempo de retención bajo del material que se está evaporando (24).

El tipo de equipo usado depende tanto de la configuración de la superficie

para la transferencia de calor como de los medios utilizados para lograr la agitación o circulación del líquido.

A. EQUIPOS USADOS EN LA CONCENTRACION

Entre los equipos de evaporación que se usan para concentrar extractos medicinales son:

a.- Evaporadores de circulación natural.-

Evaporador vertical de tubos largos.- El coeficiente de transferencia de calor del lado del vapor es muy alto en comparación con el lado del líquido que se evapora, es conveniente contar con velocidades altas para el líquido. El líquido está en el interior de los tubos.

Evaporador de película descendente.- Una variación del modelo de tubos largos es el evaporador de caída de película, en el cual el líquido se alimenta por la parte superior de los tubos y fluye por las paredes de éstos en forma de película delgada. La separación vapor líquido se efectúa en el fondo (figura 4.2.a). Este modelo se usa mucho para la concentración de materiales sensibles al calor debido a que el tiempo de retención es bajo (entre 5 y 10 s) y el coeficiente de transferencia de calor es alto.

b.- Evaporadores de circulación forzada.-

Estos evaporadores poseen bombas o dispositivos que distribuyen el líquido en forma de fina película. Por este método se consiguen velocidades de intercambio calórico elevadas y tiempos de permanencia cortos ver cuadro 4.1. Son compactos y de gran rendimiento pero su adquisición y mantenimiento son caros.

Evaporador de capa fina mecánico, Centritherm.- El líquido se suministra sobre la cara inferior de los conos huecos en rotación a través de un conducto central y distribuyéndose en ellos inmediatamente en forma de una fina capa de 0,1 mm de grosor. El vapor se condensa sobre la cara interna de cada cono y el calor latente de condensación se transmite rápidamente a través de la delgada capa metálica que constituye el rotor hasta el líquido en evaporación. El líquido circula por efecto de la fuerza centrífuga (750 - 3010 N). Los tiempos de permanencia son 0,6 -1,6 segundos. Se consiguen coeficientes de transferencia de calor muy elevados y tiempos de permanencia cortos ver cuadro 4.1. Esto se

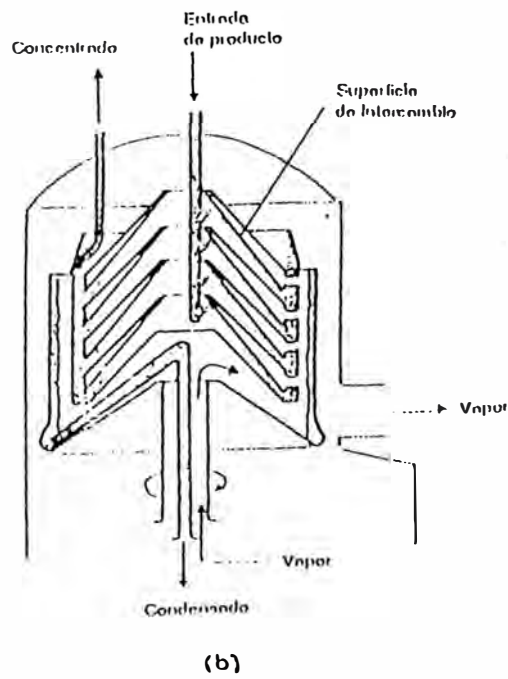
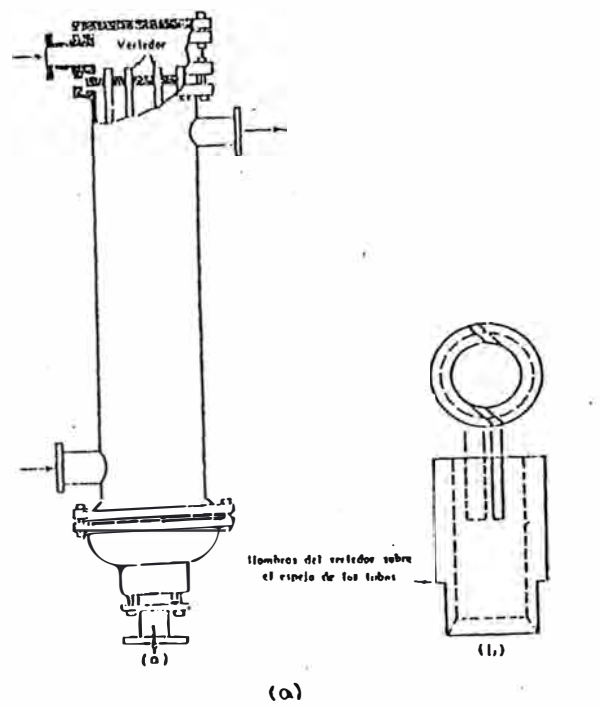


FIGURA 4.2: (A) EVAPORADOR DE PELICULA DESCENDENTE
 (B) EVAPORADOR CENTRIFUGO (30)

debe a que el fluido se distribuye de en forma de una fina película, las gotas de vapor condensado son arrastradas del cono en rotación tan pronto como se han formado, por lo que no existe ninguna película superficial que impida la transferencia de calor (ver figura 4.2.b). Este equipo permite obtener concentrados, una vez reconstituidos, poseen idénticas características nutritivas y organolépticas que el producto original (21).

Evaporador de película agitada.- La principal resistencia a la transferencia de calor en un evaporador corresponde al líquido. Un método para aumentar la turbulencia de la película líquida y el coeficiente de transferencia de calor, consiste en una agitación mecánica de dicha película. Esto se lleva a cabo en un evaporador de caída de película modificado, usando un solo tubo grande enchaquetado que contiene un agitador interno. El líquido penetra por la parte superior del tubo y a medida que fluye hacia abajo se dispersa en forma de película turbulenta por la acción de aspas de agitación verticales. La solución concentrada sale por el fondo y el vapor pasa por un separador para salir por la parte superior. Se usa para materiales viscosos sensibles al calor (21).

CUADRO 4.1: CLASIFICACION DE EVAPORADORES (21)

Tipo de Evaporador	Número de etapas	Tiempos de Permanencia	U (Wm ² K ⁻¹)	
			Baja Viscosidad	Alta Viscosidad
Abiertos	De etapa única	30 min a horas	500 - 1000	<500
De película descendente	De etapa única	5 – 30 seg	2000 – 3000	-
Centri-Therm	De etapa única	1 – 10 seg	8000	-
De película agitada	De etapa única	20 – 30 seg	2000 – 3000	1700

4.1.4 SECADO

Los métodos empleados en la desecación de extractos de plantas medicinales son:

A. SECADO POR ATOMIZACION

El extracto se pone en contacto con una corriente de aire caliente. El calor se aporta al producto principalmente por convección.

- Deshidratadores por Atomización.- En estas instalaciones el producto, previamente concentrado, es "atomizado" en forma de pequeñas gotitas (10 - 200 μm de diámetro) en una masa de aire caliente en movimiento (150 – 300 °C), en el interior de una cámara de deshidratación de gran volumen (ver figura 4.3). El flujo del producto a la entrada se controla de forma que la temperatura de aire de salida sea de 90 – 100 °C. Esta temperatura corresponde a una temperatura de bulbo húmedo (y temperatura del producto) de 40 – 50 °C. Para el correcto funcionamiento del proceso es preciso que la atomización sea completa y uniforme.

Las principales ventajas de estas instalaciones son: su gran velocidad de deshidratación, la elaboración en continuo de grandes cantidades de producto, el menor costo de mano de obra y la sencillez de su manejo y mantenimiento. Sus principales desventajas son su elevado costo y la exigencia de que el alimento a deshidratar posea un elevado contenido en agua para que pueda ser bombeado hacia el atomizador. Ello hace que el proceso sea energéticamente caro y que las pérdidas de sustancias volátiles por este sistema sean mayores. Por esta razón los deshidratadores de este tipo están empezando a ser sustituidos por los de cinta sinfín y los de lecho fluidificado.

La densidad de los alimentos deshidratados por atomización dependen del tamaño de partícula y de su grado de porosidad, características ambas determinadas por la naturaleza del alimento y de las condiciones durante el proceso (por ejemplo: uniformidad del tamaño de las gotas, temperatura, contenido en sólidos totales y grado de aireación del líquido a la entrada de la torre de atomización) (8).

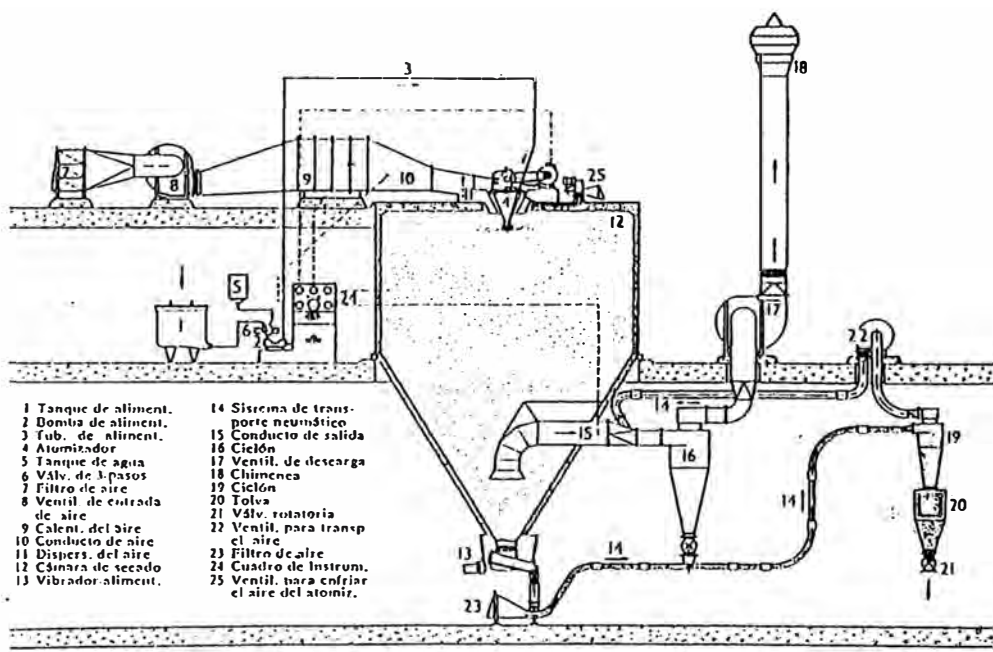


FIGURA 4.3: EQUIPO DE SECADO POR ATOMIZACION (8)

B. SECADO POR LIOFILIZACION.-

La liofilización (llamada también secado por congelación o criodeshidratación) es un proceso de secado en donde el producto congela y seguidamente el agua del producto se sublima, generalmente por aporte de calor en condiciones de presión muy baja (55).

TIPOS DE LIOFILIZADORES

Los liofilizadores consisten esencialmente en una cámara a vacío, dotada de unas bandejas donde se coloca el alimento a liofilizar y de unos calentadores para suministrar el calor latente de sublimación. Para la condensación del vapor se emplean serpentines refrigerantes dotados de un sistema automático de descongelación con objeto de mantenerlos libres de hielo, para que su capacidad de condensación se mantenga (ver figura 4.4). Este aspecto es muy importante ya que la mayor parte del gasto energético se emplea para la refrigeración de los condensadores y, por tanto, el rendimiento de un liofilizador viene determinado por la eficacia del condensador.

Los vapores no condensables son eliminados mediante bombas de vacío.

Los liofilizadores se caracterizan por el método utilizado para el suministro calórico a la superficie del alimento. Los sistemas más empleados son: la conducción y la radiación. De cada tipo de liofilizador existen versiones de funcionamiento discontinuo y continuo. En las instalaciones discontinuas el producto se coloca en una cámara de liofilización hermética y la temperatura se mantienen inicialmente a 100 - 120 °C posteriormente de forma gradual a lo largo de la deshidratación (6 - 8 h) las condiciones adecuadas para la liofilización dependen del alimento, pero su temperatura superficial no debe superar en ningún caso, los 60 °C. En los sistemas de liofilización continuos la entrada y la salida de las bandejas se efectúa a través de compuertas de seguridad. Las bandejas circulan, colocadas entre placas calefactoras, en vagonetas que circulan sobre unos raíles a través de distintas zonas de calentamiento de una cámara que se mantiene a vacío (21).

Los equipos liofilizadores de acuerdo al suministro de calor al producto mas usados para extractos medicinales son:

a) Liofilizadores por contacto.- En estos liofilizadores, el alimento va colocado en bandejas compartimentadas que descansan sobre placas calefactoras (ver figura 4.5.a.). En estas instalaciones la liofilización es más lenta, ya que el calor

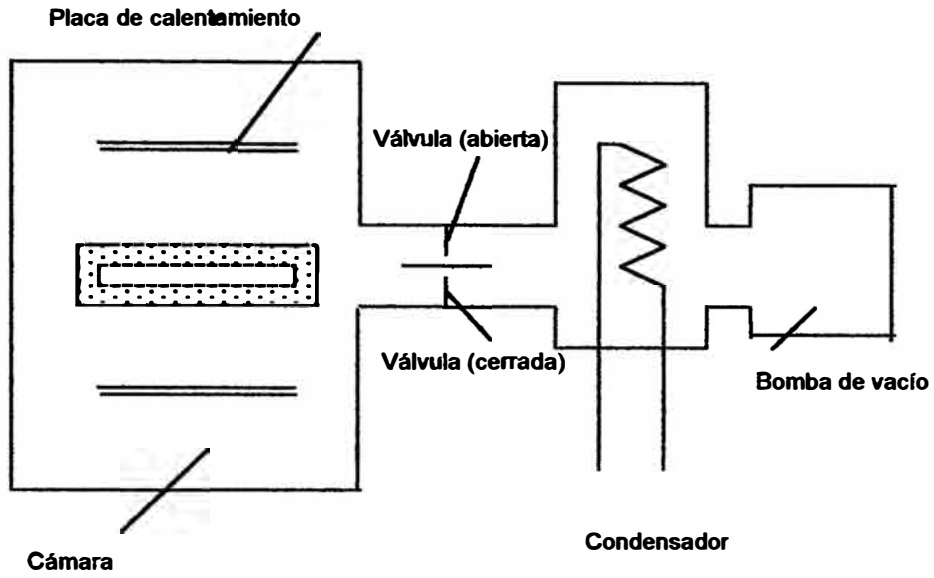


FIGURA 4.4: COMPONENTES DE UN EQUIPO LIOFILIZADOR (36)

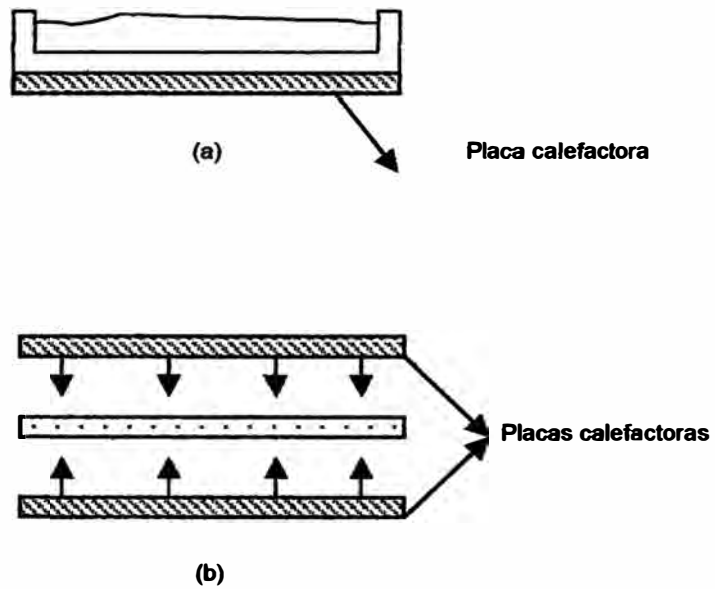


FIGURA 4.5: SISTEMAS DE LIOFILIZACION (21)

- (a) Transmisión del calor por conducción
- (b) Calentamiento de las bandejas por radiación

se transmite por conducción tan sólo por una cara del alimento. El contacto entre el alimento a congelar y la superficie calefactora es desigual, lo que reduce la velocidad de transferencia calórica. Se produce también una caída de presión en la masa de alimento, que provoca diferencias entre la velocidad de liofilización de la capa superior e inferior. La velocidad a la que se mueve el vapor (3 m s^{-1} , aproximadamente) provoca que las partículas de menor tamaño resulten arrastradas. La capacidad de liofilización de este tipo de instalaciones es más elevada.

b) Liofilizadores por radiación.- En estas instalaciones, el alimento, distribuido en bandejas en capas de poco espesor se calienta por radiación (ver figura 4.5.b). Este sistema de calentamiento es más uniforme que por conducción, ya que las irregularidades de la superficie del alimento influyen menos sobre la velocidad de transferencia calórica. Además no se produce una caída de presión en la masa del alimento, por lo que las condiciones de liofilización se mantienen constantes. La velocidad del vapor es de 1 m s^{-1} aproximadamente, no existe el riesgo de arrastre de las partículas de menor tamaño.

Según el tipo de funcionamiento los más usados son: liofilizadores discontinuos y liofilizador de túnel (8).

a) Liofilizadores discontinuos.- Los componentes esenciales de un liofilizador discontinuo son una cámara de vacío, un sistema de vacío y un sistema de calentamiento. Las partes que contactan directamente con los alimentos suelen ser de acero inoxidable y las restantes superficies internas están adecuadamente revestidas.

El sistema de vacío tiene que ser capaz de evacuar inicialmente la cámara en un corto período de tiempo para evitar la fusión del producto congelado. El sistema de vacío tiene que extraer el vapor de agua producido durante la desecación, para producir y mantener el vacío de la cámara suelen usarse comercialmente condensadores refrigerados provistas de un sistema de bombeo mecánico. La mayor parte del vapor de agua se condensa en forma de hielo (escarcha) sobre placas o serpentines refrigerados, utilizándose las bombas para eliminar los gases no condensables y el vapor residual. La colocación de dos o más condensadores en cámaras separadas o independientes conectadas a la cámara de desecación a través de compuertas deslizables o válvulas facilita el descarchado durante la operación o

funcionamiento del secadero. En lugar de sistemas condensador-bomba pueden emplearse eyectores de vapor de múltiples fases.

El aporte de calor al producto congelado puede hacerse por conducción o radiación o a partir de una fuente de microondas. Los dos primeros métodos se usan comercialmente frecuentemente combinados. El método más simple de aportar calor por conducción consiste en colocar el alimento sobre bandejas metálicas y colocar las bandejas sobre estantes formados por placas calientes como en la desecación a vacío de placas. La temperatura de las placas no deberá ser excesivamente elevada sobre todo en las primeras fases de desecación al objeto de evitar la fusión de hielo.

La capacidad de un liofilizador discontinuo típico viene a ser de unos 406,6 kg de producto acabado, siendo el ciclo de desecación, con la mayor parte de los productos, del orden de 7 - 8 h.

b) Liofilizador de túnel.- Los túneles de liofilización han sido diseñados para capacidades de producción muy grandes. Este tipo de unidad consta de un túnel cilíndrico de unos 1,8 - 2,4 m de diámetro provistos con placas de calentamiento fijas (ver figura 4.6). Las bandejas con el alimento son trasladadas sobre una vagoneta que rueda sobre raíles o que va suspendida de un raíl elevado, de forma que las bandejas pasen intercaladas entre las placas calientes del túnel. En algunas unidades las bandejas pueden hacerse descender hasta establecer contacto directo con los estantes de placas calentadoras. La longitud del túnel depende en gran parte de la capacidad de producción deseada y generalmente consta de diversas secciones individuales estándar. El túnel completo se halla equipado de antecámaras herméticas de entrada (carga) y salida (descarga) situadas en ambos extremos. Las cargas se introducen en el túnel a intervalos adecuados por la antecámara de entrada, en la que se hace el vacío rápidamente después de cada carga. Cuando la carga pasa de la antecámara de entrada al túnel propiamente dicho, una compuerta que se desliza a presión cierra la antecámara, en la que puede romperse el vacío para admitir la carga siguiente. El producto liofilizado se saca de forma similar por la antecámara de salida (descarga), en la que el vacío se puede romper admitiendo un gas inerte.

Para que la operación sea eficaz los sistemas de vacío y de calentamiento tienen que estar diseñados de acuerdo con la carga de las diferentes secciones del túnel.

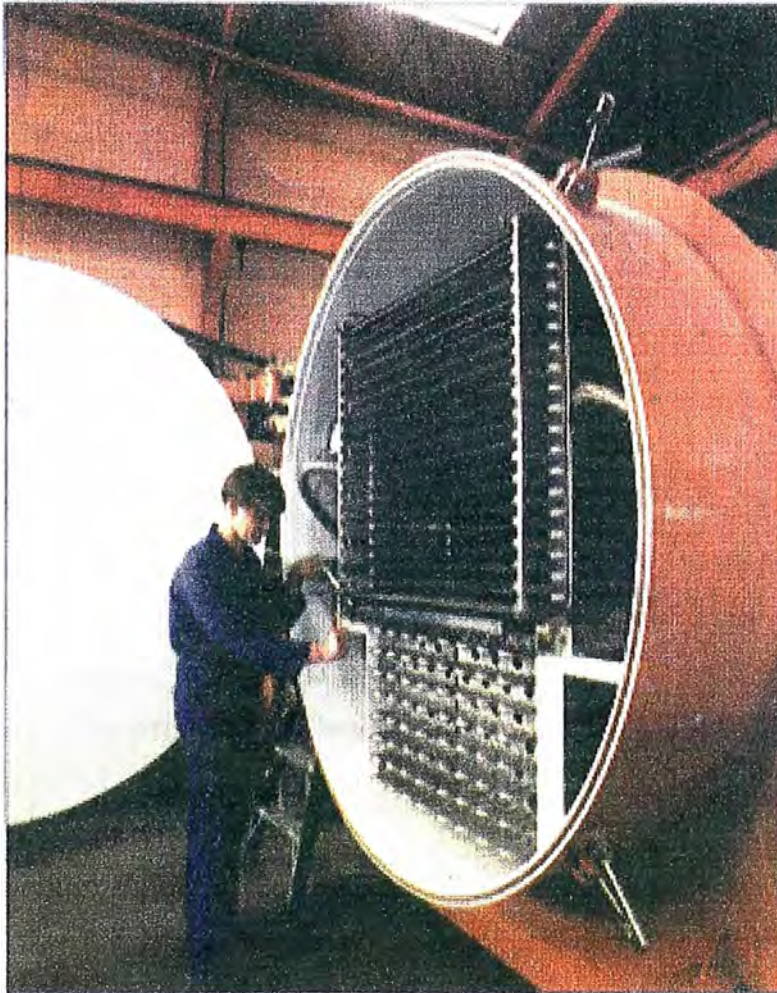


FIGURA 4.6: EQUIPO LIOFILIZADOR CUDDONS (13)

4.1.5 ASPECTOS GENERALES DEL SECADO POR LIOFILIZACION

Este proceso tiene las ventajas de que productos que son relativamente inestables en solución acuosa puedan procesarse, secarse a temperaturas bajas, con lo cual se eliminan los efectos térmicos adversos, y después almacenarse en el estado seco, en el que ocurren relativamente pocos problemas de estabilidad.

Otras ventajas son el hecho de que muchas veces los productos liofilizados son más solubles y/o se disuelven con mayor rapidez, las dispersiones permanecen estables durante toda la vida de almacenamiento del producto y los productos que se degradan mediante oxidación son más estables porque el proceso se realiza al vacío.

La liofilización consiste en lo siguiente:

- 1.- Congelar un producto acuoso a una temperatura menor que su punto eutéctico.
- 2.- Evacuar la cámara, por lo general a menos de 0,1 torr (100 μ mHg).
- 3.- Sublimar el hielo en una superficie condensadora fría a temperatura menor que la del producto, estando la superficie condensadora dentro de la cámara o en una cámara conectada con ella.
- 4.- Introducir calor en el producto en condiciones controladas para aportar la energía para la sublimación en una medida destinada a mantener la temperatura del producto por debajo de su punto eutéctico (16).

La liofilización se aplica principalmente para conservar productos sensibles a la temperatura y cuyas propiedades deseables y principales se perderían si estos productos fuesen tratados de otra forma. La liofilización se basa en el fenómeno físico de que a bajas temperaturas y presiones, el agua sublima. El alimento congelado sublimará si son sometidos a presiones inferiores a 4,7 mmHg (por debajo del punto triple del agua), y para acelerar el proceso se aplica calor.

Manteniendo un alto vacío y una velocidad adecuada en el suministro de calor, se pueden tener las condiciones adecuadas para que el agua exista sólo en las fases hielo-vapor. En tales circunstancias la deshidratación se produce sólo en la fase hielo, que se retrae constantemente dentro del sistema. El volumen sólido final es prácticamente igual al de la solución inicial congelada,

obteniéndose, debido a ello, un producto poroso, de gran superficie de contacto y de fácil rehidratación.

A. ETAPAS DEL PROCESO

El proceso de liofilización puede ser dividido en tres partes:

La congelación del producto.

La sublimación del agua, es decir la evaporación del agua que se encuentra en el producto bajo la forma de hielo y

El proceso de desorción, que extrae el agua fuertemente ligada a los sólidos que componen el producto.

La figura 4.7 muestra las tres etapas que se presentan en la liofilización de un alimento.

ETAPA DE CONGELACION

Puede utilizarse varias técnicas, válidas si la velocidad de congelación es la adecuada y las temperaturas alcanzadas son correctas.

La congelación debe ser rápida para esquivar la formación de cristales de hielo de excesivo tamaño y evitar que queden líquidos intersticiales sin congelar, ya que al sublimar entrarían en ebullición, dañando el producto (52).

El punto de congelación debe encontrarse ligeramente por debajo de la temperatura eutéctica del producto, para que éste se halle completamente solidificado. (Se denomina temperatura eutéctica a la temperatura del menor punto de fusión de un mezcla de dos o más sustancias).

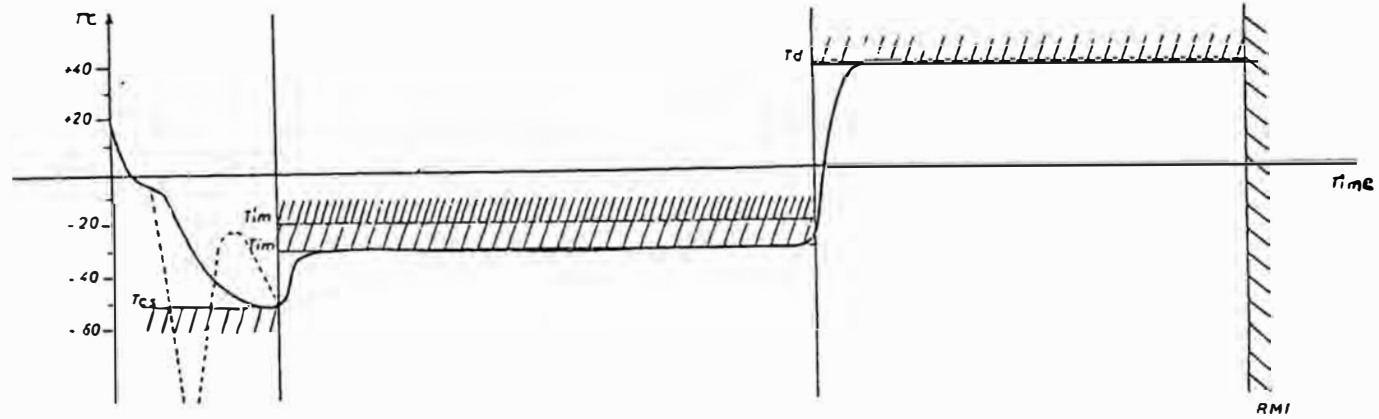
La etapa de congelación se representa en la figura 4.8. Desde una cierta temperatura superior a 0 °C se procede a enfriar el producto hasta alcanzar temperatura de completa solidificación (TCS) en un tiempo t_{cs} .

En la liofilización, el agua libre se extrae por sublimación y el agua fijada por desorción.

El agua libre se congela en forma de cristales de hielo pero el agua fijada intersticialmente no se congelará ni a muy bajas temperaturas.

Para realizar el proceso de liofilización correctamente, debería congelarse todo el líquido presente en el alimento. En la práctica, esto no es posible y siempre que la cantidad de líquido remanente no congelado sea pequeña, la calidad del producto no resulta seriamente afectada (8).

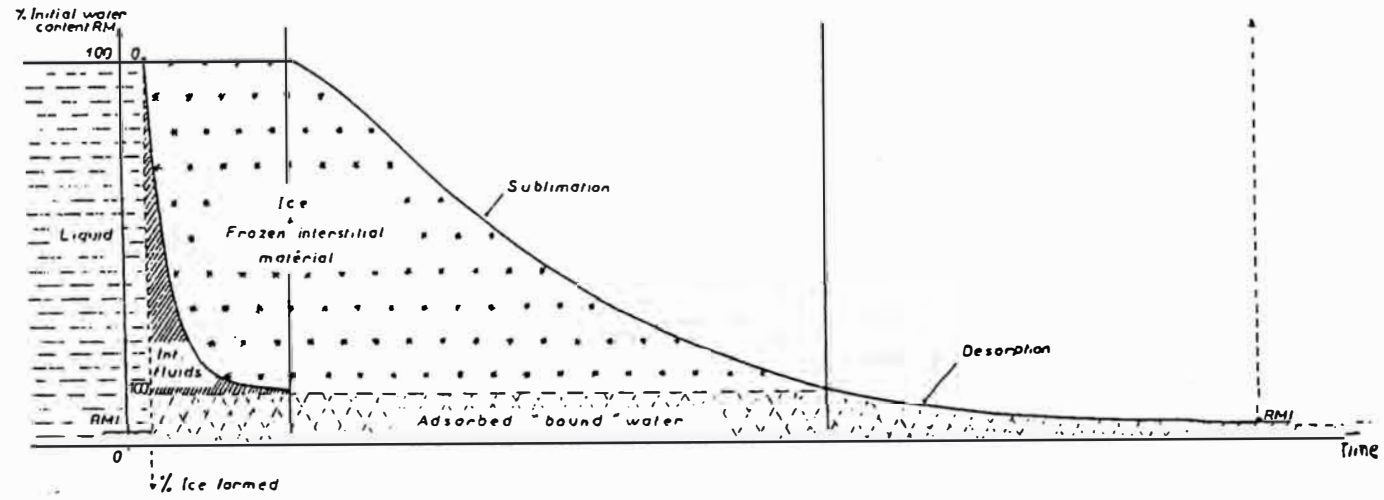
FIGURA 4.7: ETAPAS DEL PROCESO DE LIOFILIZACION (36)



CONGELAMIENTO

SECADO PRIMARIO

SECADO SECUNDARIO



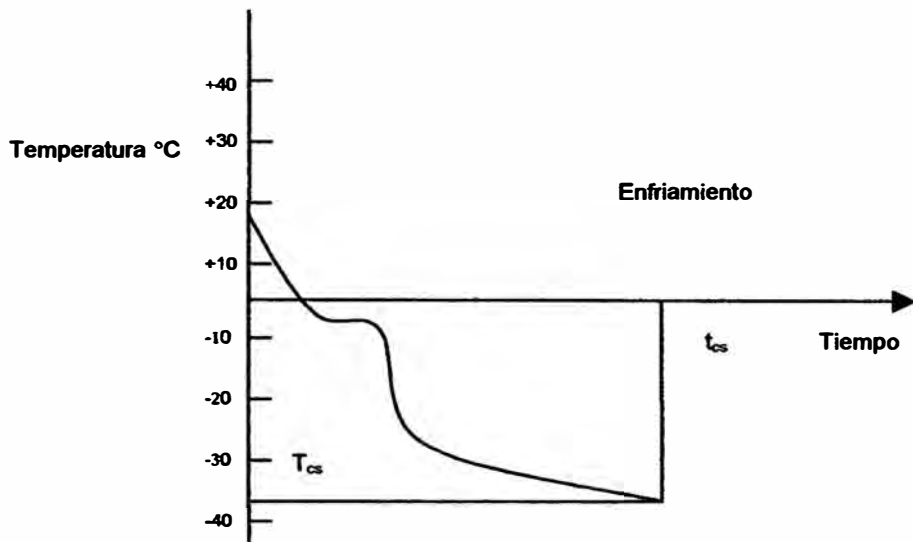


FIGURA 4.8: ETAPA DE CONGELAMIENTO EN LA LIOFILIZACION (35)

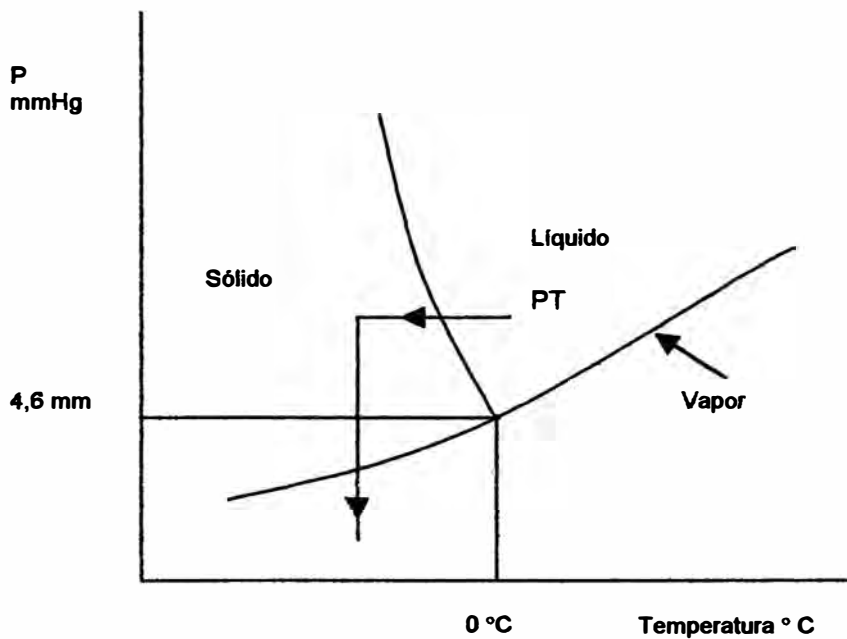


FIGURA 4.9: REPRESENTACION ESQUEMATICA DEL PROCESO DE SUBLIMACION (52)

Aspectos generales que influyen en la congelación:

- Composición.- Una propiedad básica de las soluciones acuosas es que, cuando aumentan su concentración de sólidos disueltos, bajan sus puntos de congelación (18).

El punto de congelación de un alimento dado se debe en gran parte, a la naturaleza de los constituyentes solubles y a la concentración relativa de aquellos cuyas propiedades hacen descender el punto de congelación (51).

El punto final de congelación de un producto se lleva a cabo a una temperatura tan baja para que cesen todos los fenómenos de subenfriamiento.

-Velocidad de enfriamiento.- La forma cristalina fina resulta de una congelación rápida que conduce a un liofilizado homogéneo, finamente poroso. Después de una congelación lenta, la forma es irregular y con frecuencia laminar. Estas diferencias porosas son correlativas en las propiedades mecánicas: el producto que ha sufrido un congelación lenta es, por lo general, más friable y tiende a presentar una coloración más oscura que el que se ha sometido a una congelación rápida (28).

La velocidad óptima de congelación con fines de liofilización depende en gran parte de la naturaleza del producto. La variación en la velocidad de congelación afecta al tamaño de los cristales de hielo y por tanto al tamaño de poro en el producto seco, en consecuencia influye en la velocidad de desecación y en las características del producto, sobre todo en su rehidratabilidad (8).

Para obtener tiempos de secado más cortos, es importante que la superficie del producto sea la mayor posible y el espesor de su capa el más delgado posible (31).

ETAPA DE SUBLIMACION

Esta operación tiene lugar cuando la presión y la temperatura de la superficie de hielo en el cual la sublimación toma lugar están por debajo del punto triple, es decir donde coexisten los tres estados físico o donde las tres fases se hallan en equilibrio (4,5 torr y una temperatura de aproximadamente 32 °F) (ver figura 4.9).

La sublimación se realiza a una temperatura por debajo del punto de congelación con un cierto aporte de calor pero sin sobrepasar una cierta temperatura límite diferente. La velocidad de sublimación depende del calor

absorbido y de la temperatura alcanzada. La sublimación se realiza creando un gradiente de presión de vapor entre el entorno inmediato al producto y el frente de hielo del interior del producto (8).

En la mayoría de los sistemas de liofilización convencionales el gradiente de presión de vapor necesario para la sublimación se alcanza manteniendo la presión total de la cámara de desecación a un nivel bajo del orden de 0,1-0,2 torr. Además el liofilizador dispone de un sistema de condensación para eliminar el vapor de agua formado y de un sistema de calentamiento para aportar al producto congelado el calor latente de sublimación necesario total de la cámara.

Cuando termina la sublimación, el alimento queda con un contenido de humedad de agua que prolonga el ciclo de secado por estar fuertemente ligada a los sólidos del alimento (agua adsorvida en las estructuras internas del producto). La eliminación de esta humedad residual es importante en el proceso, constituyendo la fase llamada desorción. Lo importante en esta etapa, es lograr condiciones de presión (caída de presión) que permitan el secado del producto a humedades residuales mínimas, de modo que pueda retirarse el agua intramolecular y ligada por adsorción.

En el cuadro 4.2 se observa valores de temperatura de sublimación de algunos productos según Louis (36).

CUADRO 4.2: VALORES DE TEMPERATURA DE SUBLIMACION (36)

PRODUCTOS	T_{im} (°C)	T'_{im} (°C)
FRESAS	-32	-20
EXTRACTO DE NARANJA	-43	-18
EXTRACTO DE LIMON	-22	-19
EXTRACTO DE MANZANAS	-43	-23
EXTRACTO DE MELOCOTON	-21	-18

FUENTE: LOUIS REY. LIOFILIZACIÓN (1964)

Donde T_{im} y T'_{im} son rangos de temperatura de sublimación mostrado en la figura 4.7.

ETAPA DE DESORCION

Todos los productos retienen, por adsorción, una cantidad de agua, la cual influye en la conservación del producto. El agua retenida al final de la sublimación, es agua fuertemente ligada a los sólidos que componen el producto, y al no haber cristalizado en el enfriamiento, se deben eliminar durante la fase de desecación secundaria (57).

La desorción podría prolongarse indefinidamente pero el contenido de agua final nunca llegará a ser nulo.

Esta etapa de secado secundario (eliminación del agua no congelada) representa una fracción del tiempo total de más del 40%.

Dados los bajos contenidos de humedad, puede admitirse que el agua se encuentra retenida por adsorción física (57).

B. PRINCIPALES PARAMETROS DE OPERACION

Los parámetros que influyen en la liofilización pueden ser clasificados:

Parámetros externos a la sustancia, tales como: temperatura, presión parcial de vapor, presión total, etc., los cuales dependen de las condiciones de operación e instalación.

Parámetros propios de la sustancia, y que definen sus características: granulación del producto, distribución de partículas sólidas, propiedades térmicas de la sustancia, etc., los cuales pueden ser influenciados en parte por el modo de congelación y/o preparación antes de la liofilización.

Parámetros externos a la sustancia.-

Los principales parámetros de operación, que es necesario conocerlos y realizar un seguimiento durante el transcurso de la liofilización son: presión y temperatura

Presión.- La presión del sistema indica si la liofilización ocurre en condiciones adecuadas o si está desperdiciándose energía y tiempo. Proporciona información sobre la temperatura de la interfase del producto. Es importante conocer la relación que existe entre la temperatura del hielo y la presión parcial del vapor de agua.

Temperatura.- Conocer exactamente la temperatura a la cual el producto que se va a secar se solidifica totalmente y la temperatura a la cual comienza a derretirse contribuye a lograr un producto final de buena

calidad. Se trata de lograr el control óptimo sobre estas dos temperaturas durante los procesos de congelación y sublimación sin que llegue a una descongelación del producto. También conocer la temperatura máxima que alcanza el sólido a medida que la sublimación avanza con el tiempo. El control de temperaturas en la liofilización es importante ya que no siempre hay homogeneidad en la transmisión de calor desde las placas hacia el producto, ni tampoco en las sucesivas capas de éste.

Factores que influyen sobre la velocidad del proceso:

Cuando mayor es la profundidad del producto en el recipiente, más prolongado será el proceso de secado, por tanto se debe de procesar un gran volumen de solución aumentando la superficie y reduciendo la profundidad.

La fuerza propulsora real del proceso es la diferencia de presión de vapor entre el vapor que está en la superficie donde se produce el secado del producto (límite de secado) y la presión de vapor en la superficie del hielo que está en el condensador. Esta última depende de la temperatura modificada por el efecto aislante del hielo acumulado.

La primera está dada por los siguientes factores:

- 1.- Grado de conducción térmica a través del recipiente y del material congelado, que suelen ser conductores relativamente malos del calor, hasta el límite del secado, manteniendo todo el producto por debajo de su temperatura eutéctica.
- 2.- Efecto de la creciente profundidad del producto poroso seco encima del límite del secado.
- 3.- Temperatura y capacidad calórica del estante.

La cantidad de sólidos del producto, el tamaño de sus partículas y su conductancia térmica influyen sobre la velocidad del secado. A mayor cantidad de sólidos, mayor es el impedimento al escape del vapor de agua. Cuanto menor es la conducción térmica de los sólidos del producto, más lenta será la transferencia de calor a través del material congelado hasta el límite de secado.

C. TEORIA DE TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA

CONSIDERACIONES BASICAS EN TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA EN LA LIOFILIZACION BAJO CONDICIONES IDEALIZADAS

Cada libra de agua a ser sublimada en la superficie de hielo deberá ser transportada lejos de la superficie, y requerirá la aplicación de energía correspondiente a su calor latente de sublimación (ΔH_s). De allí que la liofilización es una operación que involucra ambas transferencias de calor y de masa, la velocidad de secado depende de la magnitud de la resistencia a estas transferencias.

La liofilización, como la deshidratación, representa a la vez una transferencia de masa y calor. La figura 4.10 muestra una representación esquemática del proceso y de la resistencia a la transferencia de masa y calor. De esta manera, la velocidad de sublimación está dada por:

$$G = \frac{A (p_i - p_c)}{R_d + R_s + K_1^{-1}}$$

Donde:

G = Velocidad de sublimación (lb h^{-1})

A = Area de sublimación (pie^2)

p_i = Presión de vapor de hielo (torr)

p_c = Presión vapor en el condensador (torr)

R_d = Resistencia de la capa "seca" en el alimento

R_s = Resistencia del espacio entre alimento y condensador

K_1 = Constante depende del peso molecular de la sustancia sublimada

Al mismo tiempo, el calor de sublimación ΔH_s sería suministrado y por tanto

$$G = q / \Delta H_s \quad (1)$$

Los componentes principales de los equipos para la liofilización incluye cámara de vacío, condensadores y bombas de vacío. Se considera tres tipos básicos de posibilidades en secado por congelamiento al vacío (ver figura 4.11).

- 1.- Transferencia de calor y de masa a través de la misma trayectoria (capa seca) pero en dirección opuesta.
- 2.- Transferencia de calor a través de la capa seca.
- 3.- Generación de calor dentro del hielo (por microondas), transferencia de masa a través de la capa seca.

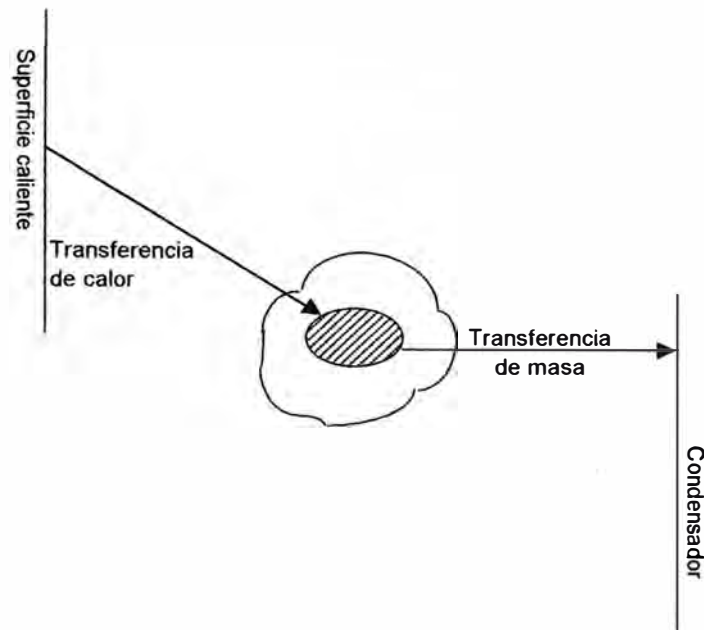


FIGURA 4.10 : REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LA RESISTENCIA A LA TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA EN LA LIOFILIZACION (29)

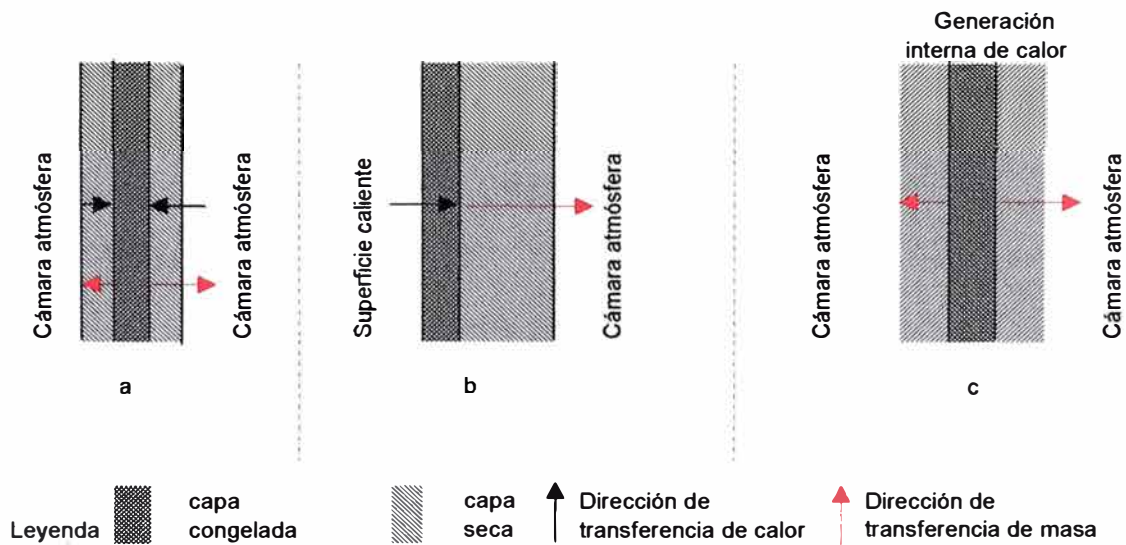


FIGURA 4.11: TIPOS BASICOS POR CONGELAMIENTO (29)

- a.- Transferencia de calor por conducción a través de la capa seca
- b.- Transferencia de calor a través de la capa congelada
- c.- Transferencia de calor interno por microondas

TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA A TRAVES DE LA CAPA SECA

Considerando el siguiente caso que es simplificado, pero sin embargo característico de la mayoría de operaciones de secado por congelamiento.

El material a secar se calienta por radiación en la superficie seca, y su capa congelada interna se determina por el balance entre las transferencias de calor y de masa. Para simplicidad de esto, se considera un bloque geométrico (ver figura 4.12). Se asume que la temperatura máxima permisible de superficie T_s es alcanzada instantáneamente y que el calor hacia fuera del suministro de calor externo es ajustado de tal manera de mantener T_s constante por todo el ciclo de secado.

Además se asume que la presión parcial de agua en la cámara de secado, p_s , es constante, y que todo el calor es usado para la sublimación de vapor de agua.

Bajo estas condiciones, la transferencia de calor en algún instante está dado por:

$$q = A K_d (T_s - T_i) X_d^{-1} \quad (2)$$

donde:

T_s = Temperatura de superficie (°R)

T_i = Temperatura absoluta del hielo (°R)

X_d = espesor de capa seca (pie)

K_d = Conductividad Térmica de capa congelada (BTU pie⁻¹ F⁻¹)

La velocidad de sublimación está dado por:

$$G = -dW /dT = A b (p_i - p_s) X_d^{-1} \quad (3)$$

donde:

W = Peso del bloque de agua (lb)

T = tiempo (h)

b = permeabilidad de capa seca (lb pie⁻¹ h⁻¹ torr⁻¹)

p_s = Presión parcial de agua en la superficie de capa seca (torr)

Dada la geometría del bloque, y asumiendo que en la interface hielo - capa seca el contenido de humedad inicial m_o se reduce al valor final m_f , obtenemos una relación entre pérdida de peso y la velocidad de recesión de la interfase.

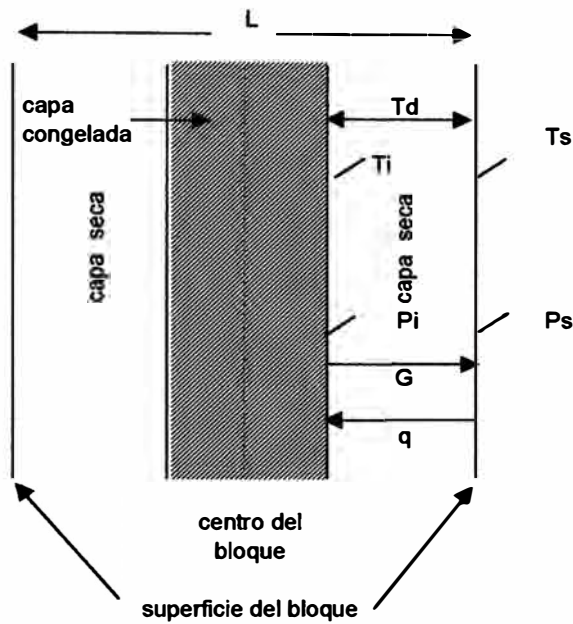


FIGURA 4.12 : REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LA LIOFILIZACION DE UN BLOQUE Y LA TRANSFERENCIA DE CALOR A TRAVES DE LA CAPA SECA (29)

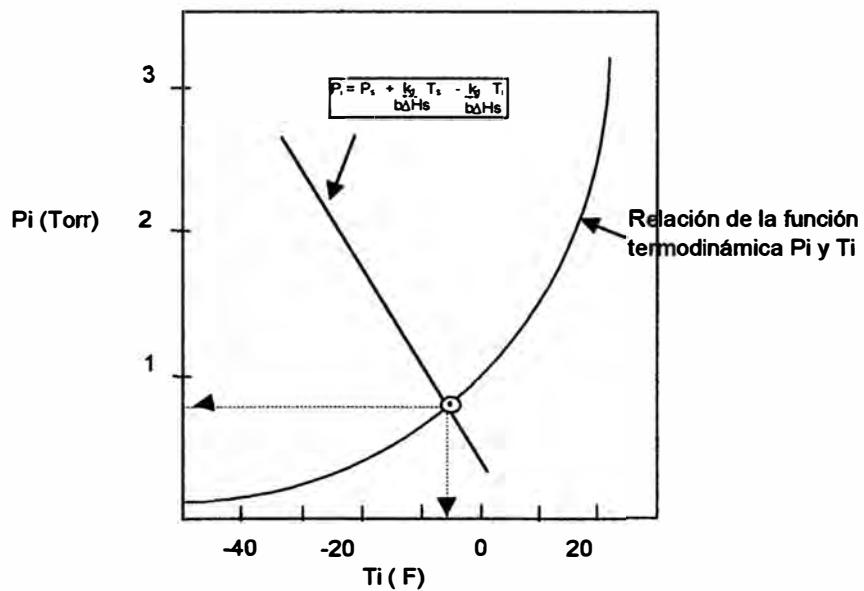


FIGURA 4.13 : DETERMINACION GRAFICA DE LA TEMPERATURA DE CONGELAMIENTO Y LA PRESION DE VAPOR (29)

$$\frac{-dw}{dt} = A \rho (m_o - m_f) dX_d / dt \quad (4)$$

donde:

ρ = densidad de la masa del bloque (lb pie⁻³)

m_o = Contenido de humedad inicial (lb agua por lb sólidos)

m_f = Contenido de la humedad final (lb de agua por lb de sólidos)

Por la combinación de las ecuaciones (3) y (4) obtenemos la ecuación (5):

$$X_d dX_d = (b / \rho (m_o - m_f)) (p_i - p_s) dt \quad (5)$$

Asumiendo que la velocidad de transferencia es igual a la velocidad de sublimación multiplicado por el calor latente de sublimación (tal como se asume en la ecuación (1):

$$A K_d (T_s - T_i) X_d^{-1} = A b (p_i - p_s) X_d^{-1} \Delta H_s \quad (6)$$

Y después de la simplificación, se tiene una relación entre la presión y la temperatura.

$$p_i = p_s + \frac{K_d}{b \Delta H_s} T_s - \frac{K_d}{\Delta H_s} T_i \quad (7)$$

Puesto que se asumió que p_s , b , ΔH_s , K_d y T_s son todos constantes, tenemos una ecuación lineal relacionando p_i con T_i como se muestra en la figura 4.13. En la misma figura, también muestra la relación termodinámica entre p_i y T_i . Se ve que hay solamente un punto en la cual las curvas representan las dos ecuaciones unidas.

Esto significa que si las asunciones inherentes en el análisis, son verdaderas, la temperatura de la capa congelada T_i permanecerá constante durante todo el ciclo de secado.

Como una consecuencia, la ecuación (5) puede ser fácilmente integrado para calcular el tiempo de liofilización, porque contiene solamente las dos variables X_d y T .

$$\int_0^{L/2} X_d dX_d = \frac{b (p_i - p_s)}{\rho (m_o - m_f)} \int_0^{T_d} dT \quad (8)$$

Y el tiempo de secado está dado por :

$$T_d = \frac{L^2 \rho (m_o - m_f)}{8 b (p_i - p_s)} \quad (9)$$

donde:

L = espesor del bloque (pie)

T_d = tiempo de secado (h)

De la analogía de la transferencia de calor y masa mostrada en la ecuación (6), podríamos igualmente integrar la ecuación (2) de transferencia de calor y tener una ecuación correspondiente para el tiempo de secado,

$$T_d = \frac{L^2 \rho (m_o - m_f) \Delta H_s}{8 K_d (T_s - T_i)} \quad (10)$$

Vemos que el tiempo de secado depende de las siguientes variables:

- Temperatura máxima permisible de la superficie (T_s)
- Contenido de humedad inicial y final (m_o, m_f)
- densidad de la masa de bloque (ρ)
- Calor latente de sublimación (ΔH_s)
- Espesor del bloque (L)
- Conductividad térmica de la capa seca (K_d)
- Permeabilidad de la capa seca (b)

En general, las condiciones de operación en la liofilización de alimentos incluye máxima temperatura de superficie de 100 °F a 180 °F, y presiones de cámara de 0,1 - 2 torr.

TRANSFERENCIA DE CALOR A TRAVES DE LA CAPA CONGELADA, CON TRANSFERENCIA DE MASA A TRAVES DE LA CAPA SECA

La deshidratación por congelamiento de líquidos y de sólidos por contacto con una superficie caliente, puede ser conducido con transferencia de calor a través de la capa congelada como se muestra en la figura 4.11. b.

El transporte de masa del vapor de agua está dado por la ecuación (3), como en el caso anterior:

$$\frac{-dW}{dT} = A b (p_i - p_s) X_d^{-1} \quad (3)$$

La velocidad de disminución de la capa congelada y el incremento de la capa seca está dado por la ecuación (5).

$$X_d dX_d = \frac{b}{\rho (m_o - m_i)} \cdot (p_i - p_s) dT \quad (5)$$

La velocidad de transferencia de calor, sin embargo, está dado por la ecuación (11) :

$$q = A K_i (T_w - T_i) X_i^{-1} \quad (11)$$

donde:

T_w = Temperatura de la pared en contacto con la capa congelada (°F)

K_i = Conductividad térmica de la capa congelada (BTU pie⁻¹ h⁻¹ °F⁻¹)

X_i = Espesor de la capa congelada (pie)

En el caso de la transferencia de calor a través de la capa seca, una ecuación lineal relaciona p_i y T_i que no contiene variables adicionales, ecuación (7).

En este caso se tienen dos variables adicionales: X_d y X_i .

$$p_i = p_s + \left(\frac{K_i}{b \Delta H_s} \right) \cdot \left(\frac{X_d}{X_i} \right) \cdot (T_w - T_i) \quad (12)$$

Estas dos variables son interrelacionadas por la ecuación (13), una es función de la otra como se muestra en la ecuación (14).

$$X_d = L - X_i \quad (13)$$

$$p_i = p_s + \left(\frac{K_i}{b \Delta H_s} \right) \cdot \left(\frac{X_d}{L - X_d} \right) \cdot (T_w - T_i) \quad (14)$$

La temperatura de interface y presión son independientes del tiempo de secado, aún si K_i , ΔH_s , X_d , b , p_s , T_w permanecen constante. En efecto, p_i sería evaluado como una función de X_d . Esto se puede conseguir fácilmente

asumiendo un X_d y luego determinar la correspondiente p_i como se muestra en la figura 4.13.

Luego se repite para otro valor asumido de X_d .

Se obtiene p_i como una función de X_d según la ecuación (15).

$$p_i = f(X_d) \quad (15)$$

Sustituyendo esta función dentro de la ecuación (9) deducimos su integración (ecuación (16) , o si $f(X_d)$ es complicado, por métodos numéricos.

$$\int_0^L X_d dX_d = \frac{b (p_i - P_s)}{\rho (m_o - m_f)} \int_0^{T_d} dt \quad (13)$$

$$\int_0^L \frac{X_d}{f(X_d) - P_s} dX_d = \int_0^{T_d} \frac{b}{\rho (m_o - m_f)} dt \quad (16)$$

En este caso, el balance entre la transferencia de calor y la transferencia de masa cambia continuamente, la transferencia de masa comienza con dificultad según el avance del secado (es mayor a través de la capa seca) y la transferencia de calor comienza progresivamente más fácil (a través de la capa congelada).

4.2 ENSAYOS PRELIMINARES

Para la obtención del extracto liofilizado se procedió a realizar las operaciones que se detallan a continuación (ver figura 4.14).

Se utilizó la corteza de uña de gato (*Uncaria tomentosa*), de procedencia Dantas, provincia Puerto Inca en el límite Huánuco - Ucayali (ver fotos 4.1 y 4.2).

Las pruebas de extracción y concentración a nivel piloto se realizaron en el Instituto de Desarrollo Agroindustrial (ver fotos 4.3 y 4.4), mientras que las pruebas de liofilización se llevaron a cabo en la Universidad del Santa, Chimbote (ver fotos 4.5 y 4.6).

4.2.1 DESCRIPCION DE OPERACIONES

RECEPCION

La corteza de uña de gato recibida se pesa y se clasifica, separando las cortezas que tienen coloraciones extrañas. La materia prima que cumple todas los controles de calidad es almacenada en un área limpia, ventilada, a temperatura ambiente y protegida de posibles focos de contaminación.

MOLIENDA

El tamaño inicial de la corteza es aproximadamente 1 m de largo por 10 cm de ancho y 1 a 2 cm de espesor. Para la molienda (ruptura de fibras de la corteza de uña de gato) se utilizó el molino de cuchillas del Instituto de Desarrollo Agroindustrial (INDDA).

La corteza ingresa por la tolva del molino y pasa por las cuchillas cortándola en trozos pequeños y de menor espesor. Para obtener el tamaño adecuado se realizan tres pasadas; en la primera pasada la corteza se reduce de 1 m a 0,5 m de largo, lo cual hace que las capas de la corteza se abran; en la segunda pasada se parten a trozos medianos de 20 cm de largo, con capas de la corteza aún gruesas; y en la tercera pasada se forman trozos pequeños de 5 a 15 cm de largo con capas delgadas, con abundante virutas (chipeado). Si se hace una cuarta pasada no se observa reducción notoria.

PESADA

En total se pesó 9 kg de corteza chipeada de uña de gato, 3 kg para cada mamita (1 y 2) y 3 kg más para el cambio del residuo de corteza de la

FIGURA 4.14: DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA OBTENCION DEL EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO

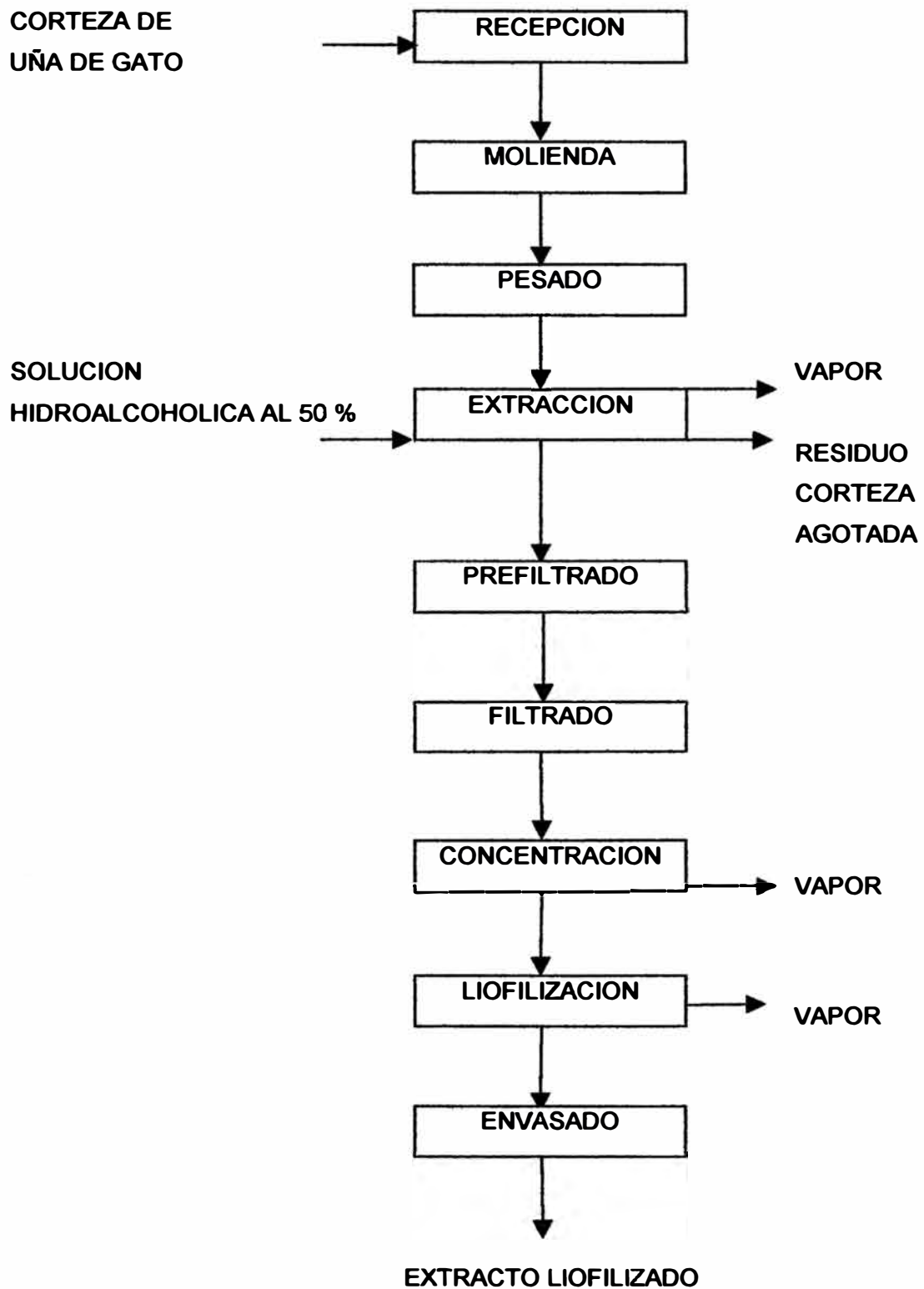




FOTO 4.1 : DANTAS - PUERTO INCA



FOTO 4.2 : LIANAS DE UNCARIA TOMENTOSA



FOTO 4.3 EQUIPOS DE EXTRACCION USADO EN LA PRUEBA PILOTO

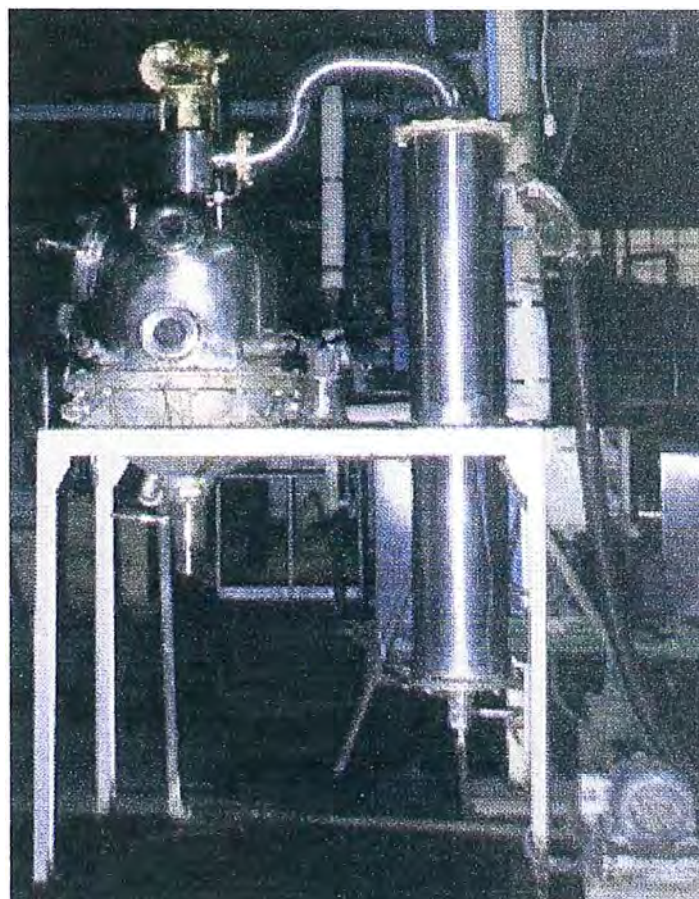


FOTO 4. 4 : CONCENTRADOR DE BOLAS (INDDA)



**FOTO 4.5 : LIOFILIZADOR LABCONCO 18 L
(UNIVERSIDAD DEL SANTA, CHIMBOTE)**

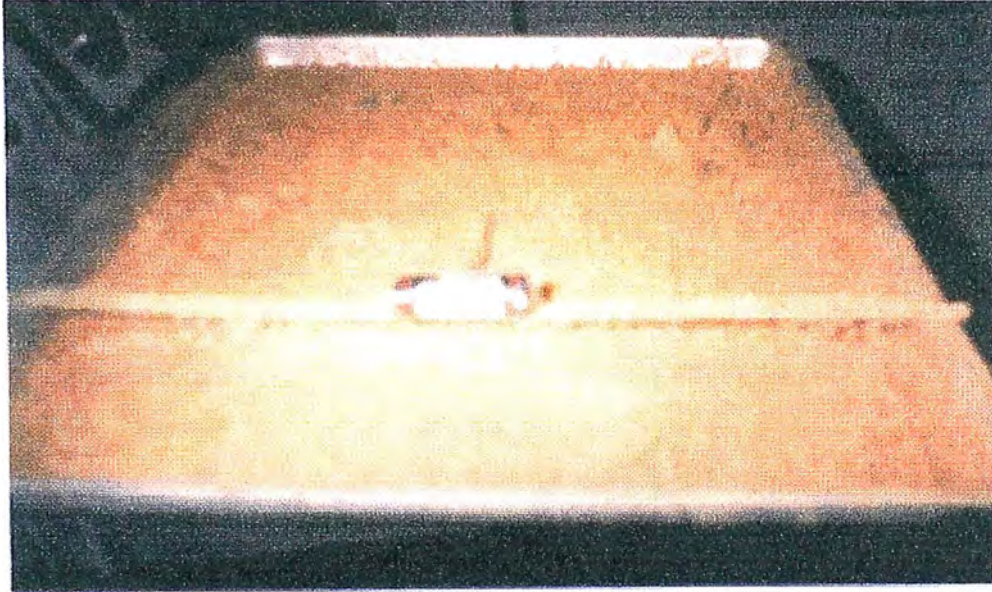


FOTO 4.6 : PRODUCTO LIOFILIZADO DE UNCARIA TOMENTOSA

marmita 1.

EXTRACCION

Los ensayos de extracción a nivel laboratorio se realizaron en el Laboratorio de Química Orgánica de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Las condiciones de operación se determinaron en el anexo 4.

Luego en la extracción a nivel piloto se utiliza las siguientes condiciones de operación:

Relación de Carga / Solvente	= 1 : 8
Carga	= corteza chipeada de uña de gato
Solvente	= solución hidroalcohólica al 50% v/v
Temperatura de Extracción	= 50 – 60 °C
Tiempo de Extracción	= 20 min por cada extracción
*Sistema de extracción	= sistema de Shanks de dos etapas
Carga	= 3 kg
Solvente	= 24 l de solución hidroalcohólica al 50% v/v (agua desionizada : alcohol etílico 96°, 1:1)

*Este sistema corresponde a una Extracción Múltiple Discontinua en Contracorriente.

Las especificaciones de los equipos utilizados se muestra en el anexo 5.

Procedimiento:

Se colocó 3 kg de corteza chipeada de uña de gato a cada una de las marmitas, añadiéndose a la primera marmita, 24 l de solución hidroalcohólica al 50 % v/v, manteniendo una relación carga/solvente 1:8. Este extracto se maceró por 24 h a temperatura ambiente. La extracción propiamente dicha se realizó por 20 minutos con agitación, controlando la temperatura entre 50 - 60 °C, con el ingreso del vapor de calefacción. El extracto obtenido (E1) se prefiltró en tela de algodón, se midió su volumen y se transfirió a la marmita 2, que contiene 3 kg de corteza fresca. Se mantuvo las mismas condiciones de extracción y el extracto obtenido de la marmita 2 se separó como extracto final 1 (EF1).

En la marmita 1 se adiciona 24 l de solución hidroalcohólica al 50 % v/v y se extrae a las mismas condiciones obteniendo un extracto (E2), este extracto se transfiere a la marmita 2 para su extracción (E3). La corteza agotada (residuo) de la marmita 1 se cambió por 3 kg de corteza fresca, adicionándole el extracto E3. En las mismas condiciones de extracción se obtuvo el extracto

final 2 (EF2).

Para lavar las cortezas se agregó 18 l de solución hidroalcohólica (agua:alcohol, 2:1) a la marmita 2, obteniéndose bajo las mismas condiciones el extracto E4. Este extracto se transfiere a la marmita 1 para obtener finalmente el extracto final 3 (EF3).

Se unieron los extractos finales (EF1, EF2 y EF3) para pesarlos, obteniendo el extracto total final (EFT), ver tabla A7.1.

FILTRADO

En esta prueba se utilizó siete medios filtrantes (lonas).

El extracto final caliente ingresa por la parte inferior del filtro prensa por medio de una bomba centrífuga, que la impulsa a la cámara de filtrado por dos agujeros inferiores inundando los medios filtrantes y el extracto filtrado sale por los dos agujeros superiores reuniéndose en una sola salida.

El extracto filtrado se pesa (F). Se tomó muestra para el análisis fisicoquímico (ver cuadro 4.4).

CONCENTRACION

Se utiliza el concentrador de bolas previamente sanitizado (ver foto 4.4). Se transfiere el extracto filtrado caliente al tanque concentrador. En la concentración se mantiene constante la temperatura (50 – 60 °C) por medio del flujo de vapor en la chaqueta de calentamiento, controlando la presión de vacío por regulación manual de la espita, observando la formación de espuma y manteniendo durante toda la operación una agitación constante.

Finalmente el extracto concentrado se pesó (C), y se tomó muestras para su análisis fisicoquímico (ver cuadro 4.4).

LIOFILIZACION

En la liofilización del extracto de uña de gato se utilizó el extracto concentrado obtenido a nivel piloto. El extracto se pesó en sus respectivas bandejas y se colocaron en la cámara de secado. Se encendió el sistema de refrigeración programándose la temperatura de la placa en -40 °C por un tiempo promedio de 2 h. Cuando la temperatura del producto alcanza -40 °C se enciende el condensador. Al llegar la temperatura del condensador a -55 °C, se

enciende el sistema de vacío hasta conseguir que la presión disminuya a 100 μmHg , apagándose la bomba de vacío. En este momento se programa la temperatura de la placa según la prueba a desarrollar. Para controlar la presión de vacío entre 100 y 200 μmHg , se enciende la bomba de vacío cuando esta excede su valor máximo y se apaga cuando llega a su valor mínimo.

Durante la liofilización se hizo un registro de las temperaturas del producto (centro y superficie), la temperatura de la placa, la temperatura del condensador, la presión de vacío y el tiempo de operación en cada etapa (congelación, sublimación y desorción). Al mismo tiempo se anotaron todas las observaciones de alteración de la estructura del producto.

La liofilización finaliza cuando la temperatura del producto alcanza la temperatura de la placa.

ENVASADO

El extracto liofilizado obtenido (ver foto 4.6), se envasa rápidamente en bolsas de aluminio previamente taradas en condiciones asépticas, eliminando en lo posible el aire del envase, se selló herméticamente utilizando una selladora eléctrica marca Thimonnier.

Para el cálculo del rendimiento de la liofilización, se pesan las bolsas con producto.

CONTROL DE CALIDAD

En la obtención del extracto liofilizado a nivel piloto se realizó el control de calidad de la corteza de uña de gato, del alcohol, de los extractos líquidos y del extracto liofilizado.

- a. Corteza: comprende la identificación de la especie por CCF (cromatografía en capa fina), el porcentaje de humedad, la cuantificación de alcaloides totales y el control microbiológico (ver cuadro 4.3 y el certificado del INDDA en el anexo 1).
- b. Extractos líquidos: se analiza en cada operación, ver el cuadro 4.4.
- c. Extracto liofilizado: Al producto final se le hicieron pruebas de % de humedad, rehidratación y cuantificación de alcaloides totales y se selecciona el de mejor calidad (ver cuadro 4.8, 4.9 y gráfico 4.5).

CUADRO 4.3: ANALISIS DE LA CORTEZA DE UÑA DE GATO

DESCRIPCION	RESULTADOS
Identificación Taxonómica	Uncaria tomentosa Willd D.C.
% Humedad	9,63
% Alcaloides totales, en base seca (g mitrafilina /100 g muestra)	0,421
Control Microbiológico	
Aerobios mesófilos	51 *10 UFC/g
Mohos levaduras	18 * 10 ² UFC/g

CUADRO 4.4: CARACTERISTICAS DE LOS EXTRACTOS EN LAS CORRIENTES E, F, C

CORRIENTE	EXTRACTO FINAL (E*)	FILTRADO (F)	CONCENTRADO (C)
Cantidad (kg),	36	35,2	13,387
Densidad (g/ml), ρ		0,965	1,038
% Sólidos Totales (g/100ml extracto)		3,688	10,2095
% Sólidos Totales (g/100 g extracto), % x	3,9186	3,9034	10,0120
% Alcohol (ml/100 ml extracto)		36,617	2,48
% Alcohol (g/100 g extracto), % A		30,73	1,9352
% Alcaloides totales, % Atm (g mitrafilina/100 g extracto)		0,05611	0,145
% Sólidos Totales (g/100 g corteza)		15,2666	14,8923

Las corrientes **E**, **F** y **C** se designan como subíndices para todas las variables. Así, % x_E , % x_F , % x_C corresponden a los porcentajes de sólidos totales de las corrientes extracto inicial, filtrado y concentrado, respectivamente.

4.2.2 PRUEBAS DE LIOFILIZACION

Las pruebas de liofilización fueron desarrolladas en la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad del Santa, Chimbote.

Características del Liofilizador:

Marca	:	Labconco Modelo 18
Refrigerante	:	R13B1
Condensador	:	- 55 °C
Temperatura de congelación	:	- 40 °C
Temperatura de calefacción	:	40 °C
Potencia de Bomba de vacío	:	0,5 HP
Presión de vacío	:	5 μ mHg
Dimensiones de la cámara	:	30 * 30 * 30 cm ³
Dimensiones de bandeja 1	:	27,8 * 27,8 cm ²
Dimensiones de bandeja 2	:	27,9 * 27,9 cm ²
Altura de la bandeja	:	2 cm
Area de bandeja para transferencia de calor por conducción	:	0,075 m ² = 0,8073 pie ²
Area total de secado	:	0,15 m ² distribuida en dos bandejas
Dimensiones de la placa	:	30,5 * 28,1 cm ²

PROCEDIMIENTO:

En la liofilización del extracto de uña de gato se utiliza el extracto concentrado obtenido a nivel piloto.

Las características del extracto concentrado son:

% sólidos totales (g/100 g concentrado)	:	10,012
Densidad (g/cm ³)	:	1,0382
Viscosidad (centipoise)	:	1,2709

Para la liofilización se evalúa el efecto de la densidad de carga (D) y de la temperatura de la placa (T) aplicando para ello el diseño factorial. De esta manera se determina las interacciones existentes entre las dos variables (n). El número de pruebas será igual a cuatro (2ⁿ), manteniendo constante los demás parámetros (ver cuadro 4.5 y el anexo 6).

La densidad de carga es la relación entre la masa del extracto

concentrado que se liofiliza y el área total de las bandejas.

Durante cada prueba se registra la temperatura de la placa de calefacción y del producto en función del tiempo.

CUADRO 4.5: CONDICIONES DE OPERACION DE LA LIOFILIZACION

PARÁMETROS	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PRUEBA 4
Carga (g)	601,375	601,6751	903,1855	902,0545
Densidad de Carga (D kg/m ²)	3,8767	3,8793	5,8223	5,8150
Temperatura de Placa, Congelación (°C)	-40	-40	-40	-40
Programación de Temp. de la Placa, sublimación (T °C)	39	0	39	0
Temperatura de placa Calefacción (°C)	38	39	39	39
Temperatura del Condensador de hielo (°C)	-55	-55	-55	-55
Presión en la Cámara (µmHg)	100 – 200	100 - 200	100 - 200	100 – 200

El cuadro 4.6 indica los tiempos promedios de las etapas de la liofilización que se obtiene para cada prueba, según los gráficos 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4 (ver tabla 4.1).

CUADRO 4.6: TIEMPOS DE LIOFILIZACION

PRUEBA	TIEMPO DE CONGELACION		TIEMPO DE SUBLIMACION		TIEMPO DE DESORCION		TIEMPO TOTAL	
	Hora	%	Hora	%	Hora	%	Hora	%
1	2,00	16,67	5,00	41,67	5,00	41,67	12,00	100
2	2,00	16,67	5,25	43,75	4,75	39,58	12,00	100
3	2,00	15,38	7,00	53,85	4,00	30,77	13,00	100
4	2,00	15,38	7,50	57,69	3,50	26,93	13,00	100

GRAFICO 4.1: TEMPERATURA vs TIEMPO EN LA LIOFILIZACION DEL EXTRACTO DE UÑA DE GATO

PRUEBA 1

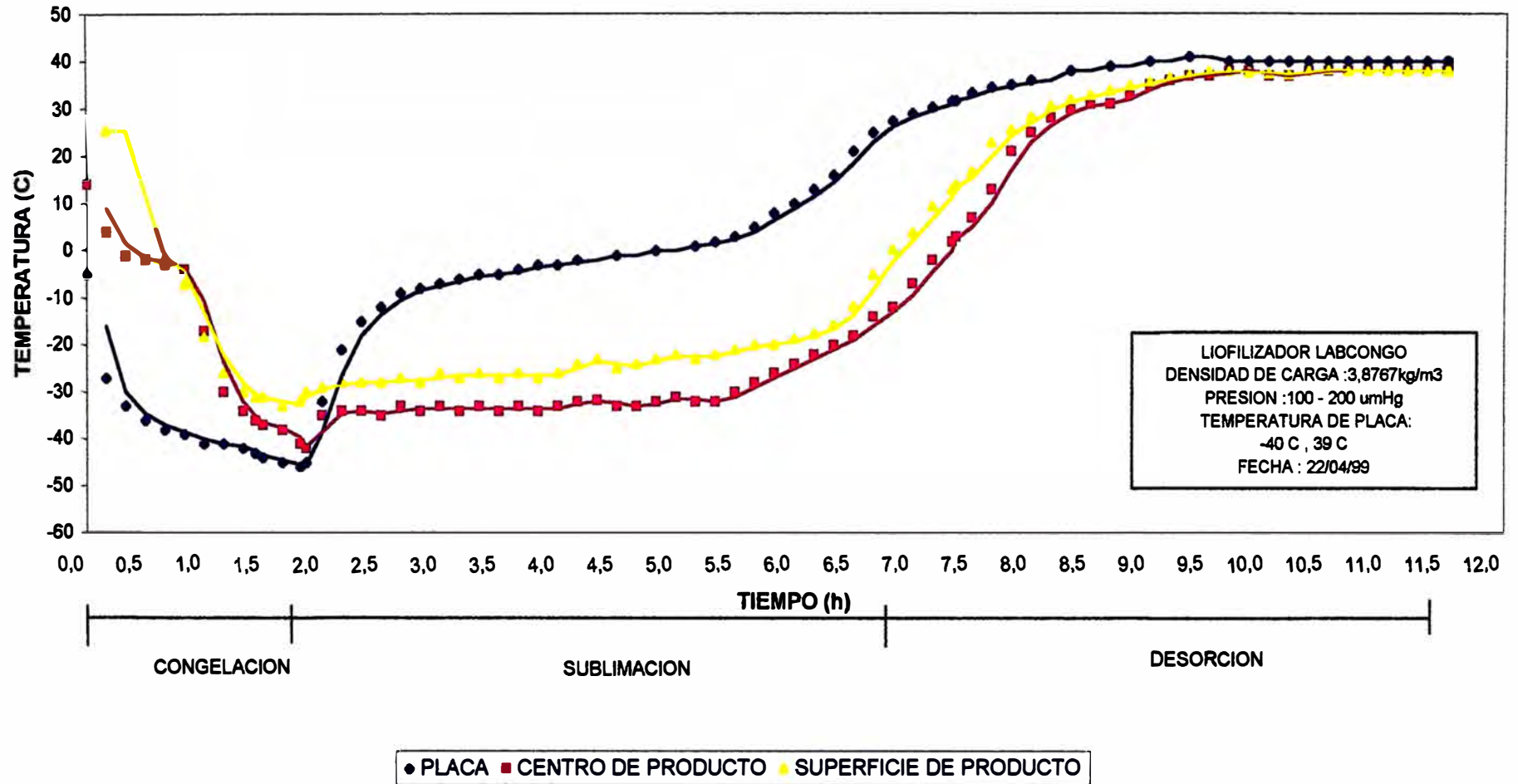
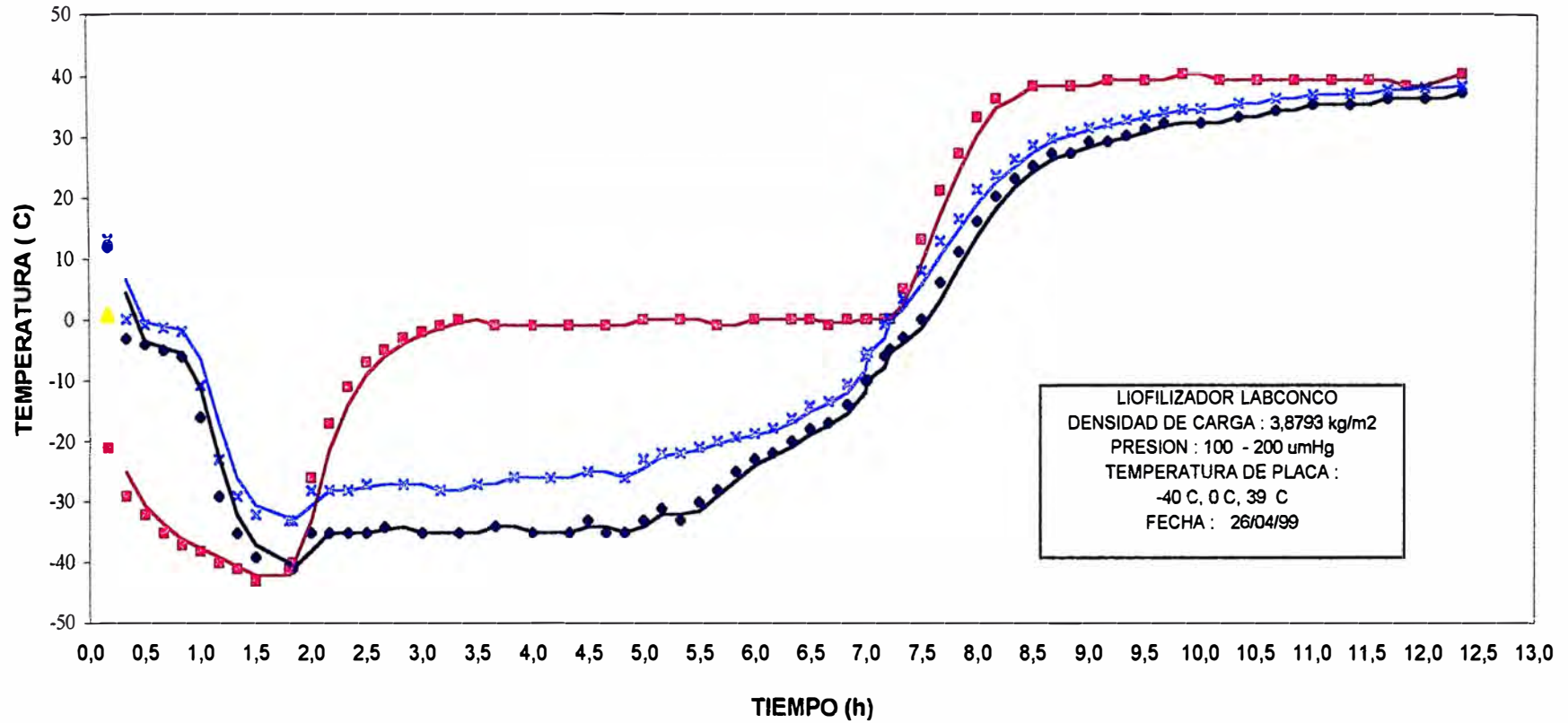


GRAFICO 4.2: TEMPERATURA vs TIEMPO EN LA LIOFILIZACION DEL EXTRACTO DE UÑA DE GATO

PRUEBA 2



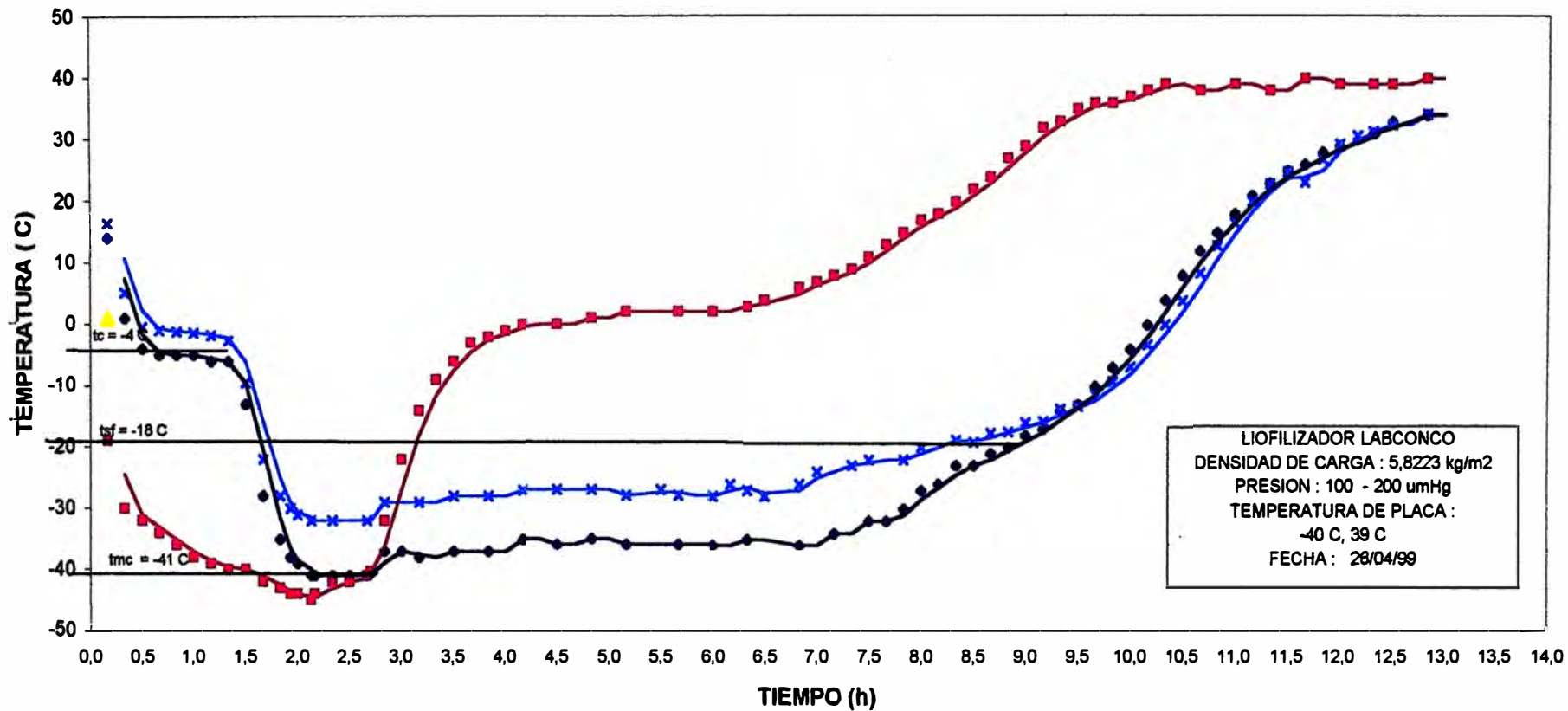
LIOFILIZADOR LABCONCO
 DENSIDAD DE CARGA : 3,8793 kg/m2
 PRESION : 100 - 200 umHg
 TEMPERATURA DE PLACA :
 -40 C, 0 C, 39 C
 FECHA : 26/04/99



● CENTRO DE PRODUCTO ■ PLACA DE CALEFACCION × SUPERFICIE DE PRODUCTO

GRAFICO 4.3: TEMPERATURA vs TIEMPO EN LA LIOFILIZACION DEL EXTRACTO DE UÑA DE GATO

PRUEBA 3



● CENTRO DE PRODUCTO ■ PLACA DE CALEFACCION × SUPERFICIE DE PRODUCTO

GRAFICO 4.4: TEMPERATURA vs TIEMPO EN LA LIOFILIZACION DEL EXTRACTO DE UÑA DE GATO

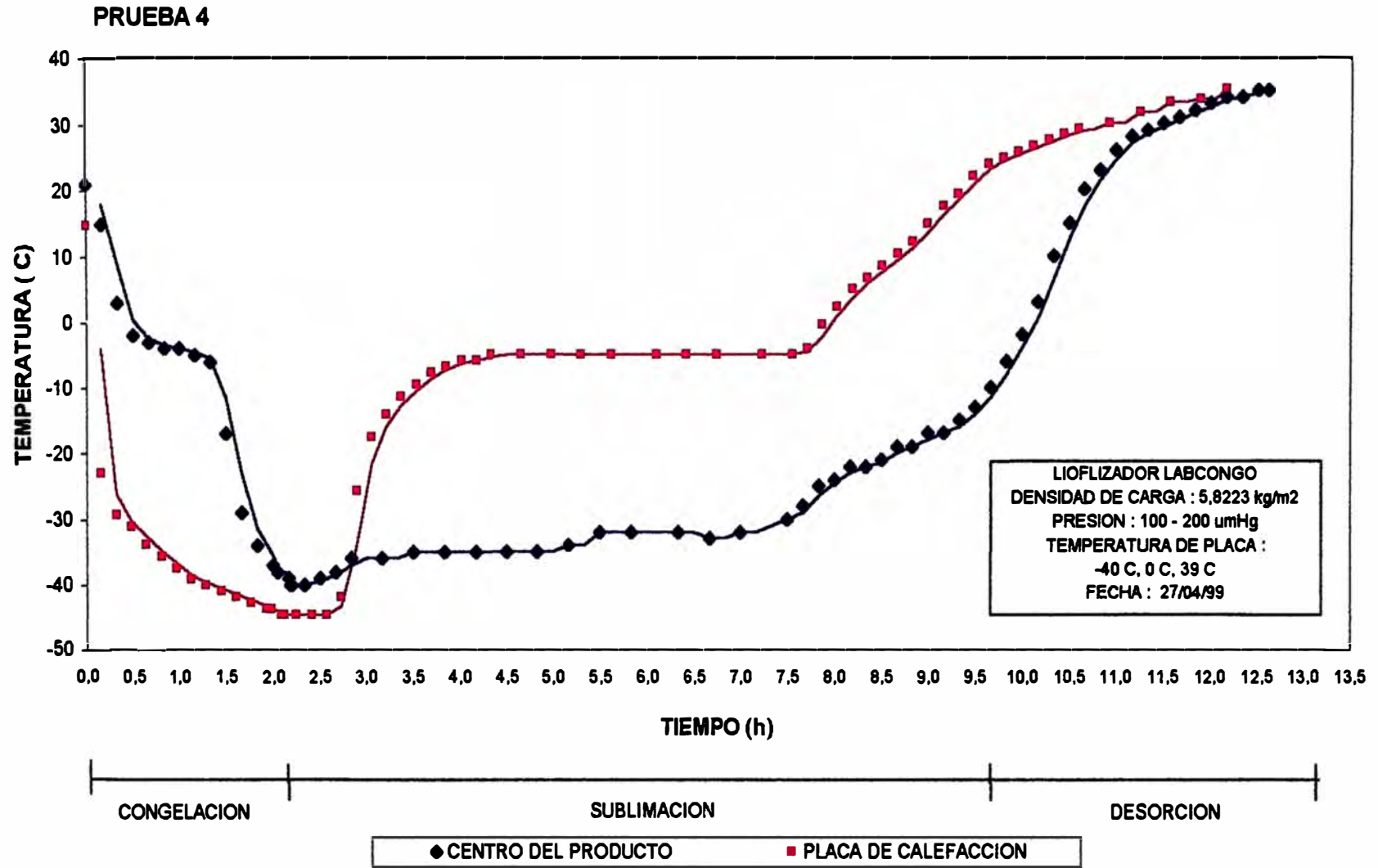


TABLA 4.1: DATOS DE PRUEBA DE LIOFILIZACION

PRUEBA 1

OBSERVAC.	t	T1	T2	T3	T4	P
Refrigeración	0,00	14	-5			
Prog. T2 = -40 °C	0,17	4	-27	25,4	25	
	0,33	-1	-33		25	
	0,50	-2	-36		25	
	0,67	-3	-38	-1,4	25	
	0,83	-4	-39	-7,1	25	
	1,00	-17	-41	-18,2	25	
	1,17	-30	-41	-26	25	
	1,33	-34	-42	-30	25	
Encendido cond.	1,43	-36	-43	-31	25	
	1,50	-37	-44	-31	21,5	
	1,67	-38	-45	-33	-62,5	
Encendido vacío	1,82	-41	-46		-62,5	5000
Prog. T2 = 39 °C	1,87	-42	-45		-64	110
	2,00	-35	-32		-64	160
	2,17	-34	-21	-28	-62,5	120
	2,33	-34	-15	-28	-62,5	125
	2,50	-35	-12	-28	-62,5	110
	2,67	-33	-9	-27	-62	135
	2,83	-34	-8	-28	-62	115
	3,00	-33	-7	-26	-62	135
	3,17	-34	-6	-27	-61	105
	3,33	-33	-5	-26	-61	130
	3,50	-34	-5	-27	-61	110
	3,67	-33	-4	-26	-61	130
	3,83	-34	-3	-27	-60	100
	4,00	-33	-3	-26	-61	110
	4,17	-32	-2	-24	-61	140
	4,33	-31	-1	-23	-61	175
	4,50	-33	-1	-25	-61	95
	4,67	-33	0	-24	-61	105
	4,83	-32	0	-23	-61	135
	5,00	-31	0	-22	-61	160
	5,17	-32	1	-23	-61	110
	5,33	-32	2	-22	-61	110
	5,50	-30	3	-21	-61	140
	5,67	-28	5	-20	-61	110
	5,83	-26	8	-19,9	-61	115
	6,00	-24	10	-18,6	-61	125
	6,17	-22	13	-17,6	-61	135
	6,33	-20	16	-15,7	-61	145
	6,50	-18	21	-11,7	-61	155
	6,67	-14	25	-5,1	-62	165
	6,83	-12	29	0,3	-62	105
	7,00	-7	29	3,9	-62	110
	7,17	-2	26	9,5	-62,5	110
	7,33	2	24	13	-62,5	115
	7,37	3	24	13,9	-62,5	120
	7,50	7	28	16,7	-62,5	125
	7,67	13	31	22,9	-62,5	130
	7,83	21	35	25,6	-63	140
	8,00	25	38	28,4	-62,5	150
	8,17	28	37	30,6	-63	165
	8,33	30	38	32	-62,5	170
	8,50	31	39	32,8	-62,5	120
	8,67	31	39	33,9	-62,5	120
	8,83	33	40	34,8	-62,5	125
	9,00	35	40	35,7	-62,5	130
	9,17	36	40	36,5	-62,5	135
	9,33	37	40	37,2	-62,5	140
	9,50	37	40	37,8	-62,5	140
	9,67	38	40	37,9	-62,5	145
	9,83	38	40	37,7	-62,5	150
	10,00	37	40	37,4	-62,5	150
	10,17	37	40	37,2	-62,5	160
	10,33	38	40	38	-62,5	165
	10,50	38	40	38,2	-62,5	170
	10,67	38	40	38	-62,5	175
	10,83	38	40	37,8	-62,5	175
	11,00	38	40	37,6	-62,5	105
	11,17	38	40	37,5	-62,5	110
	11,33	38	40	37,4	-62,5	110
	11,50	38	40	37,4	-62,5	110
	11,52	38	40	37,3	-62,5	110

PRUEBA 2

OBSERVAC.	t	T1	T2	T3	T4	P
Refrigeración	0,00	21	23	21,8		
Prog. T2 = -40 °C	0,17	12	-21	13,3		
	0,33	-3	-29	0,2		
	0,50	-4	-32	-0,7		
	0,67	-5	-35	-1,2		
	0,83	-6	-37	-1,9		
	1,00	-16	-38	-11		
	1,17	-29	-40	-23		
	1,33	-35	-41	-29		
	1,50	-39	-43	-32	14	
Prog. T2 = 0 °C	1,80	-41	-41	-33	-64	140
	1,83	-41	-40	-33	-64	170
	2,00	-35	-26	-28	-62,5	140
	2,17	-35	-17	-28	-62,5	125
	2,33	-35	-11	-28	-62,5	125
	2,50	-35	-7	-27	-62	135
	2,67	-34	-5	-27	-62	145
	2,83	-34	-3	-27	-61	140
	3,00	-35	-2	-28	-61	115
	3,17	-35	-1	-28	-59	105
	3,33	-35	0	-27	-60	135
	3,50	-35	0	-27	-61	110
	3,67	-34	-1	-27	-59	110
	3,83	-34	0	-26	-61	130
	4,00	-35	-1	-28	-60	105
	4,17	-33	0	-26	-61	130
	4,33	-35	-1	-27	-61	105
	4,50	-33	0	-25	-61	130
	4,67	-35	-1	-26	-59	95
	4,83	-35	-1	-26	-61	100
	5,00	-33	0	-23	-61	110
	5,17	-31	0	-22	-61	145
	5,33	-33	0	-22	-61	105
	5,50	-30	0	-21	-61	120
	5,67	-28	-1	-20	-61	130
	5,83	-25	-1	-19	-61	135
	6,00	-23	0	-19	-61	105
	6,17	-22	0	-18	-61	110
	6,33	-20	0	-16	-61	125
	6,50	-18	0	-14	-61	140
	6,67	-17	-1	-14	-61	100
	6,83	-14	0	-11	-62	105
	7,00	-10	0	-6,1	-62,5	105
	7,02	-10	0	-5,5	-62,5	110
	7,17	-6	0	-0,9	-62,5	110
Prog. T2 = 39 °C	7,22	-5	0	0,2	-62,5	115
	7,33	-3	5	3,4	-62,5	120
	7,50	0	13	7,9	-62,5	135
	7,67	6	21	12,8	-62,5	135
	7,83	11	27	16,4	-62,5	115
	8,00	16	33	21,2	-62,5	115
	8,17	20	36	23,5	-62,5	120
	8,33	23	37	26,1	-62,5	120
	8,50	25	38	28,4	-62,5	130
	8,67	27	38	29,5	-62,5	110
	8,83	27	38	30,5	-62,5	115
	9,00	29	39	31,2	-62,5	115
	9,17	29	39	31,9	-62,5	120
	9,33	30	39	32,5	-62,5	125
	9,50	31	39	33,2	-62,5	140
	9,67	32	39	33,8	-62,5	145
	9,83	32	40	34,2	-62,5	150
	10,00	32	38	34,3	-62,5	115
	10,17	33	39	35	-62,5	120
	10,33	33	40	35,2	-62,5	120
	10,50	34	39	35,6	-62,5	125
	10,67	34	38	36	-62,5	130
	10,83	35	39	36,2	-62,5	130
	11,00	35	40	36,6	-62,5	130
	11,17	35	39	36,8	-62,5	130
	11,33	35	40	36,8	-62,5	130
	11,50	36	39	37,4	-62,5	135
	11,67	36	39	37,4	-62,5	135
	11,83	36	38	37,5	-62,5	140
	12,00	36	38	37,8	-62,5	140
	12,17	36	39	37,8	-62,5	150
	12,33	37	40	38	-62,5	150

T1 TEMP. PRODUCTO (°C) T4 TEMP. CONDENSADOR (°C)
 T2 TEMP. PLACA (°C) P PRESION(µmHg)
 T3 TEMP.SUPERFICIE (°C) t tiempo (h)

PRUEBA 3

OBSERVACIONES	t	T1	T2	T3	T4	P
Refrigeración	0,00	20	23	21,1		
	0,17	14	-19	16,4		
	0,33	1	-30	5,2		
	0,50	-4	-32	-0,4		
	0,67	-5	-34	-0,9		
	0,83	-5	-36	-1,2		
	1,00	-5	-38	-1,4		
	1,17	-6	-39	-1,8		
	1,33	-6	-40	-2,6		
	1,50	-13	-40	-9,5		
	1,67	-28	-42	-22		
	1,83	-35	-43	-28		
Encendido Conden.	1,93	-38	-44	-30		
	2,00	-39	-44	-31	5	
Encendido vacio	2,13	-41	-45	-32	-65,5	>5000
	2,17	-41	-44	-32	-59	
	2,33	-41	-42	-32	-61	
	2,50	-41	-42	-32	-62	
	2,70	-42	-42	-32	-62,5	110
	2,83	-37	-32	-29	-61	110
	3,00	-37	-22	-29	-61	145
	3,17	-38	-14	-29	-61	120
	3,33	-37	-9	-28	-60	110
	3,50	-37	-6	-28	-61	130
	3,67	-37	-3	-28	-60	110
	3,83	-37	-2	-28	-61	115
	4,00	-36	-1	-28	-61	135
	4,17	-35	0	-27	-59	145
	4,33	-35	0	-26	-58	170
	4,50	-36	0	-27	-58	105
	4,67	-36	1	-28	-58	110
	4,83	-35	1	-27	-58	145
	5,00	-36	1	-27	-58	115
	5,17	-36	2	-28	-58	100
	5,50	-35	2	-27	-58	140
	5,67	-36	2	-28	-58	100
	5,83	-36	2	-28	-58	100
	6,00	-36	2	-28	-58	105
	6,17	-35	3	-26	-58	145
	6,33	-35	3	-27	-58	115
	6,50	-36	4	-28	-58	85
	6,83	-36	6	-26	-61	110
	7,00	-33	7	-24	-61	140
	7,17	-34	8	-24	-61	115
	7,33	-34	9	-23	-61	130
	7,50	-32	11	-22	-59	105
	7,67	-32	13	-22	-61	120
	7,83	-30	15	-22	-61	105
	8,00	-27	17	-20	-61	135
	8,17	-26	18	-20	-61	125
	8,33	-23	20	-18,8	-61	160
	8,50	-23	22	-19,1	-61	110
	8,67	-21	24	-17,6	-60	115
	8,83	-20	27	-17,4	-61	125
	9,00	-18	29	-15,9	-61	105
	9,17	-17	32	-15,7	-61	110
	9,33	-14	33	-13,7	-61	150
	9,50	-13	35	-13,3	-62	110
	9,67	-10	36	-11,3	-62	125
	9,83	-7	36	-9,3	-62	110
	10,00	-4	37	-6,9	-62	115
	10,17	0	38	-3,2	-62	125
	10,33	4	39	0,1	-62	115
	10,50	8	39	3,9	-62	120
	10,83	15	39	12,8	-62	130
	11,00	18	39	16,6	-62	140
	11,17	21	39	20,1	-62,5	100
	11,33	23	38	22,9	-62,5	100
	11,50	25	39	24,8	-62,5	105
	11,67	26	40	23,1	-62,5	110
	11,83	28	39	26,9	-62,5	115
	12,00	29	39	29,3	-62,5	125
	12,17	30	40	30,7	-62,5	130
	12,32	31	39	31,4	-62,5	130
	12,33	31	39	31,6	-62,5	130
	12,50	33	39	32,5	-62	150
	12,67	33	39	33,1	-62	155
	12,83	34	40	34,2	-62,5	170
	13,00	34	39	34,9	-62,5	170
	13,17	34	39	35,7	-62,5	175
	13,33	35	39	36,2	-62,5	180
	13,50	35	38	36,3	-62,5	185

PRUEBA 4

OBSERVAC.	t	T1	T2	T3'	T4	P
Refrigeración	0,00	21	22			
	0,17	15	-20	13,5		
	0,33	3	-27	1,3		
	0,50	-2	-29	-1,2		
	0,67	-3	-32	-1,5		
	0,83	-4	-34	-1,7		
	1,00	-4	-36	-2		
	1,17	-5	-38	-3,2		
	1,33	-6	-39	-11,1		
	1,50	-17	-40	-18,9		
	1,67	-29	-41	-25		
	1,83	-34	-42	-29		
Encendido conden.	2,00	-37	-43	-31		
	2,05	-38	-43	-32		
	2,17	-39	-44	-33	-60	
Encendido vacio	2,18	-40	-44	-33	-61	
Prog. T2 = 0 °C	2,20	-40	-44	-33	-61	
	2,33	-40	-44	-31	-58	
	2,50	-39	-44	-31	-61	
	2,67	-38	-44	-31	-62,5	240
	2,83	-36	-41	-29	-61	145
	3,00	-35	-23	-29	-61	150
	3,17	-36	-14	-29	-61	105
	3,33	-35	-10	-28	-60	105
	3,50	-35	-7	-29	-61	115
	3,67	-35	-5	-29	-59	125
	3,83	-35	-3	-28	-61	120
	4,00	-35	-2	-28	-61	110
	4,17	-35	-1	-28	-58	115
	4,33	-35	-1	-28	-59	110
	4,50	-35	0	-28	-58	100
	4,67	-34	0	-27	-59	145
	4,83	-35	0	-29	-58	90
	5,00	-33	0	-27	-58	130
	5,17	-34	0	-27	-59	130
	5,33	-34	-1	-28	-59	115
	5,50	-32	0	-26	-59	165
	5,67	-33	0	-27	-58	140
	5,83	-32	0	-27	-58	110
	6,00	-33	0	-27	-58	125
	6,33	-32	0	-28	-58	130
	6,50	-31	0	-26	-58	155
	6,67	-33	0	-28	-61	105
	6,83	-31	0	-27	-61	105
	7,00	-32	0	-28	-61	110
	7,17	-31	0	-27	-61	110
	7,50	-30	0	-28	-61	110
	7,67	-28	0	-27	-61	110
Prog. T2 = 39 °C	7,83	-25	0	-25	-61	110
	8,00	-24	1	-27	-61	110
	8,17	-22	5	-24	-61	110
	8,33	-22	8	-26	-61	110
	8,50	-21	11	-23	-61	110
	8,67	-19	13	-21	-61	120
	8,83	-19	15	-20	-61	120
	9,00	-17	17	-17,4	-61	165
	9,17	-17	19	-16,5	-61	105
	9,33	-15	22	-12,4	-61	110
	9,50	-13	25	-7,9	-61	110
	9,67	-10	27	-3,4	-61	110
	9,83	-6	30	-0,3	-62	105
	10,00	-2	32	1,1	-62	110
	10,17	3	33	5,9	-62	115
	10,33	10	34	10,9	-62	135
	10,67	20	36	21,1	-62	170
	10,83	23	37	23,6	-62	130
	11,00	26	38	19,7	-62	140
	11,17	28	38	20,3	-62	145
	11,33	29	39	24,4	-62	150
	11,50	30	38	27,4	-62	150
	11,67	31	39	30,5	-62	150
	11,83	32	38	33,3	-62	150
	12,00	33	39	34,2	-62	160
	12,17	34	39	35,3	-62	160
	12,33	34	39	36	-62	160
	12,50	35	38	36,3	-62	160
	12,62	35	38	36,3	-62	160

T1 TEMP. PRODUCTO (°C) T4 TEMP. CONDENSADOR (°C)
 T2 TEMP. PLACA (°C) P PRESION(µmHg)
 T3 TEMP.SUPERFICIE (°C) t tiempo (h)
 T3' TEMP.BANDEJA (°C)

CUADRO 4.7: % HUMEDAD DEL PRODUCTO LIOFILIZADO

PRUEBAS	% HUMEDAD (g/100g extracto liofilizado), % w
1	3,5442
2	5,1025
3	3,1050
4	3,3759

El producto obtenido en la prueba 3 resulta con menor % de humedad dándole mayor estabilidad al producto (ver cuadro 4.7).

El cuadro 4.8 muestra el grado de recuperación de los alcaloides totales obtenidos de las muestras de cada operación del proceso. Como se observa el contenido de alcaloides totales se mantiene antes y después de la liofilización, demostrándose la ventaja de este tipo de secado, así como de las condiciones de operación de la extracción y de la concentración.

CUADRO 4.8: % ALCALOIDES TOTALES DURANTE LA LIOFILIZACIÓN DE LA PRUEBA 3

CORRIENTE N	RENDIMIENTO en g Alcaloides totales/ 100 g extracto N	RECUPERACIÓN en g Alcaloides totales/ 100 g corteza chipeada
FILTRADO	0,05611	0,2194
CONCENTRADO	0,145	0,21568
LIOFILIZADO	1,28	0,2108

SELECCION DEL LIOFILIZADO

De los pruebas realizadas se seleccionó las condiciones de operación de la prueba 3 ya que se logró obtener un mayor rendimiento, un tiempo de secado adecuado, en cuanto a calidad se obtuvo un menor porcentaje de humedad dándole más estabilidad al producto, el cual se rehidrata con mayor rapidez que las otras pruebas, así como también cumple las especificaciones mostradas en el protocolo de análisis (ver cuadro 4.9).

**CUADRO 4.9: PROTOCOLO DE ANALISIS DEL EXTRACTO LIOFILIZADO DE
UNCARIA TOMENTOSA**

Producto	:	Extracto en polvo de uña de gato
Muestra recibida	:	Bolsa x 20 g
Presentación	:	Bolsa de plástico sellada
Identificación	:	Muestra de la prueba 3
Fecha de recepción	:	05/06/99

ANÁLISIS	RESULTADO	ESPECIFICACIONES
Aspecto	Conforme	Polvo fino homogéneo libre de sustancias extrañas
Color	Conforme	Marrón
Olor	Conforme	Característico
% Humedad	3,1050	Max. 5 %
Cuantificación de Alcaloides totales (expresados en mitrafilina)	1,28	Min. 0,85 %
IDENTIFICACIÓN CCF: Cromatografía de capa fina comparativa Reveladores: Luz UV 254 y 366 nm Reactivo de Dragendorff Acido sulfúrico	Conforme	Perfil cromatográfico similar a estándar de Uncaria tomentosa
ESTANDARES MICROBIOLÓGICOS		
Aerobios Totales	< 10	Max. 1000 UFC/g
Hongos y levaduras	< 10	Max. 100 UFC/g
Coliformes totales	Conforme	Ausente
Staphylococcus aureus	Conforme	Ausente
Pseudomona aeruginosa	Conforme	Ausente

A. VARIABLES PRINCIPALES

Las principales variables de estudio en la liofilización corresponden a:

- Temperatura de la placa
- Densidad de carga
- Concentración

Estas variables pueden regularse experimentalmente. Se estudia el efecto que tienen cada etapa de la liofilización (congelación, sublimación, desorción); el tiempo de secado y su relación con la calidad del extracto liofilizado de uña de gato obtenido.

a.- EFECTO DE LA TEMPERATURA

El programa de temperaturas de la placa influye en el perfil de temperaturas del producto. Las pruebas 1 y 3 cuyas temperaturas de placas fueron programadas a 39 °C tienen la temperatura de sublimación promedio de -34 °C y -35 °C, para cada densidad de carga de 3,8 y 5,8 kg/m², respectivamente.

El tiempo de sublimación de las pruebas 1 y 2 es de 5 h y 5,25 h, respectivamente. Las pruebas 3 y 4 tienen un tiempo de sublimación de 7 h y 7,5 h, respectivamente. Se observa que la programación de temperaturas a 0 °C y luego a 39 °C resulta en un tiempo mayor de sublimación que cuando se programa directamente a 39 °C. Esto significa que se obtiene un gradiente adecuado de la presión parcial de vapor de agua entre la superficie del producto y las superficies del condensador.

b.- EFECTO DE LA DENSIDAD DE CARGA

La densidad de carga (relación de masa de extracto /área de bandeja) influye en el tiempo de sublimación. Los tiempos de sublimación de las pruebas 1 y 3 (3,8 kg/m²) difieren de las pruebas 4 y 5 (5,8 kg/m²) en 1 h. Esto se justifica por el mayor requerimiento de energía para sublimar el hielo. En la práctica industrial las densidades utilizadas pueden oscilar entre 9,8 y 19,6 kg/m² (29).

El tiempo de congelamiento promedio es de 2 h cuando la densidad de carga es igual a 3,8 kg/m², y de 2,5 h para 5,8 kg/m².

c.- EFECTO DE LA CONCENTRACION

El efecto de la concentración del extracto sobre el proceso de liofilización se observa en el descenso de la temperatura de congelación, cuanto mas porcentaje de sólidos contenga el extracto mas bajo será el punto de congelamiento, esto es comparable con el agua.

De los gráficos se observa es efecto donde el punto de congelamiento del extracto de uña de gato con 10,012% de sólidos totales es -4 °C. La composición del extracto de uña de gato es una mezcla compleja de taninos, glicósidos, alcaloides, flavonoides y otros (44). El contenido de alcohol (1,93 %) fue mínimo ya que se eliminó durante la concentración.

El punto de congelamiento obtenido se es válido ya la temperatura de congelación de un alimento oscila entre -1 y -5 °C (33).

Para verduras y frutas con un contenido de humedad promedio de 90 %, el punto de congelamiento es de $-1,8$ °C (21).

Otro efecto de la concentración es el rendimiento cuanto mayor porcentaje de sólidos contiene un extracto a procesar mayor será la cantidad de producto liofilizado resultante y por lo tanto mas ahorro de energía y tiempo.

B. TRANSFERENCIA DE MASA Y CALOR EN LA LIOFILIZACION

En el proceso de la liofilización el material original se compone de un centro congelado. Como el hielo sublima, el plano de sublimación se inicia en la superficie dejando una capa porosa de material seco. El calor latente de sublimación se conduce a través de la capa seca y en algunos casos se conduce a través de la capa congelada. El calor por conducción, convección y/o radiación alcanza la capa seca y luego se transfiere por conducción a la capa congelada. En algunos casos se transfiere el calor por la capa congelada. El vapor de agua se transfiere por la capa seca (24).

El mecanismo de transferencia de calor a través de la capa congelada con transferencia de masa a través de la capa seca se dá en las pruebas realizadas en el Liofilizador Labconco ya que la transferencia de calor se realiza por conducción es decir el calor se trasmite por contacto de la placa a la bandeja y de ésta al producto desde la capa congelada hacia la superficie.

El transporte de masa del vapor de agua está dado por:

$$\frac{-dW}{dT} = A * b * (p_i - p_s) * X_d^{-1}$$

donde:

- A = Area de sublimación (pie²) = 0,8073
 b = Permeabilidad de capa seca (lb pie⁻¹h⁻¹ torr⁻¹) = 2 * 10⁻²
 p_s = Presión parcial de agua en la superficie de capa seca (torr) = 0,10 torr
 p_i = Presión de la interface de hielo (torr) (ver cuadro 4.10)
 X_d = Espesor de la capa seca (pie)
 X_i = Espesor de la capa congelada (pie)

La densidad de carga de 5,8 kg/m² tiene un espesor de 5,8 mm (L).

Espesor inicial = (903,185/1,038) * (10⁻⁶/0,15) = 5,8 * 10⁻³ m = 5,8 mm (0,019 pie)

Considerando en la sublimación p_i = 0,20 torr, L = 0,019, X_i = 0,010 y pie, se tiene:

$$X_d = L - X_i = 0,019 - 0,010 = 0,009 \text{ pie}$$

Reemplazando,

$$\frac{-dW}{dT} = 0,8073 * 2 * 10^{-2} * (0,20 - 0,10) * 0,009^{-1} = 0,1794 \text{ lb/h}$$

Considerando una capa de hielo se mantiene a la temperatura T_i, con una presión de vapor correspondiente p_i, que se conecta a un sumidero condensador a una temperatura (T_c) tal que la correspondiente presión de vapor (P_c) más baja es despreciable. Se asume que la resistencia entre el hielo y el condensador también es despreciable. Bajo estas condiciones ideales, la sublimación alcanza su máximo valor G_{máx} dado por la ecuación:

$$G_{\text{máx}} = \frac{K_1 * A * p_i}{\sqrt{T_i}}$$

Donde: G_{máx} = velocidad máxima de evaporación (lb h⁻¹)

$$A = \text{Area de sublimación (pie}^2\text{)} = 0,8073$$

$$T_i = \text{temperatura absoluta de hielo (}^\circ\text{R)} = 429$$

$$p_i = \text{presión de vapor del hielo (Torr)} = 0,2$$

K₁ = constante que depende del peso molecular de la sustancia a sublimar.

Para el uso específico del agua, G_{máx} está dado por:

CUADRO 4.10: PRESION DE VAPOR DEL AGUA (35)

TEMPERATURA °C	PRESION DE VAPOR DEL AGUA		
	Pascal	mmHg	mbar
- 0	611	4,58	6,11
- 1	563	4,22	5,63
- 2	517	3,88	5,17
- 3	476	3,57	4,76
- 4	437	3,28	4,37
- 5	401	3,01	4,01
- 6	368	2,76	3,68
- 7	339	2,54	3,39
- 8	311	2,33	3,11
- 9	284	2,13	2,84
- 10	260	1,95	2,6
- 12	217	1,63	2,17
- 14	181	1,36	1,81
- 16	151	1,13	1,51
- 18	125	0,94	1,25
- 20	104	0,78	1,04
- 22	85,3	0,64	0,85
- 24	70,7	0,5	0,71
- 26	57,3	0,43	0,57
- 28	46,7	0,35	0,47
- 30	38	0,285	0,38
- 40	12,9	0,097	0,13
- 50	3,93	0,0295	0,039
- 60	1,08	0,0081	0,011

$$G_{\text{máx}} = \frac{2447 * A * \rho_i}{\sqrt{T_i}}$$

Considerando el bloque congelado se tiene:

$$G_{\text{máx}} = \frac{2447 * 0,8073 * 0,2}{\sqrt{429}} = 19,075 \text{ lb h}^{-1}$$

La velocidad de transferencia de calor esta dado por:

$$q = A_{\tau} * k_i * (T_w - T_i) * X_i^{-1}$$

Considerando el bloque de hielo cuyo espesor es de 0,019 pies, se tiene que una capa congelada de 0,010 pies.

donde:

T_w = Temperatura de la pared en contacto con la capa congelada (°F) = 102,2

T_i = Temperatura del hielo (°F) = -31

A_{τ} = Area de transferencia de calor (pie²) = 0,8073

K_i = Conductividad térmica de la capa congelada (BTU pie⁻¹ h⁻¹ °F⁻¹) = 1,0

X_i = Espesor de la capa congelada (pie) = 0,010

Reemplazando:

$$q = 0,8073 * 1,0 * (102,2 - (-31)) * 0,010^{-1} = 10753,236 \text{ BTU h}^{-1}$$

4.2.3 PRUEBAS DEL SECADO POR ATOMIZACION

Las pruebas de atomización se llevaron a cabo en el equipo atomizador marca Niro Atomizer Denmark del Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Facultad de Ingeniería Química - UNI (ver foto 4.7). Se utilizó el extracto concentrado obtenido a nivel piloto (ver características de la alimentación en el cuadro 4.11) y las condiciones de operación señaladas en el cuadro 4.12.

CUADRO 4.11: CARACTERISTICAS DE LA ALIMENTACION PARA LAS PRUEBAS DEL SECADO POR ATOMIZACION

PARAMETROS	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PRUEBA 4
Alimentación (g)	400	400	400	400
% Goma arábica (g/100g extracto concentrado)	0	0	1	1,5
Densidad de extracto concentrado (g/ml)	1,038	1,038	1,043	1,0423
Viscosidad (centipoises)	1,271	1,271	1,529	1,541

CUADRO 4.12 : CONDICIONES DE OPERACION DEL SECADO POR ATOMIZACION

PARAMETROS	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PRUEBA 4
Alimentación (g)	400	400	400	400
% Goma arábica (g/100g extracto concentrado)	0	0	1	1,5
Temperatura ambiente (° C)	27	25,5	25,5	25,5
Temperatura de Bulbo Húmedo (° C)	26	25	25	25
Temperatura del aire de ingreso (° C)	160	180	180	180
Temperatura del aire de salida (° C)	95	100	100	100
Presión del aire comprimido (kg/cm ²)	4	4	4	4
Tiempo (min.)	25	25	25	25
FLUJO DE LA ALIMENTACIÓN (ml extracto concentrado /h)	390	600	600	600

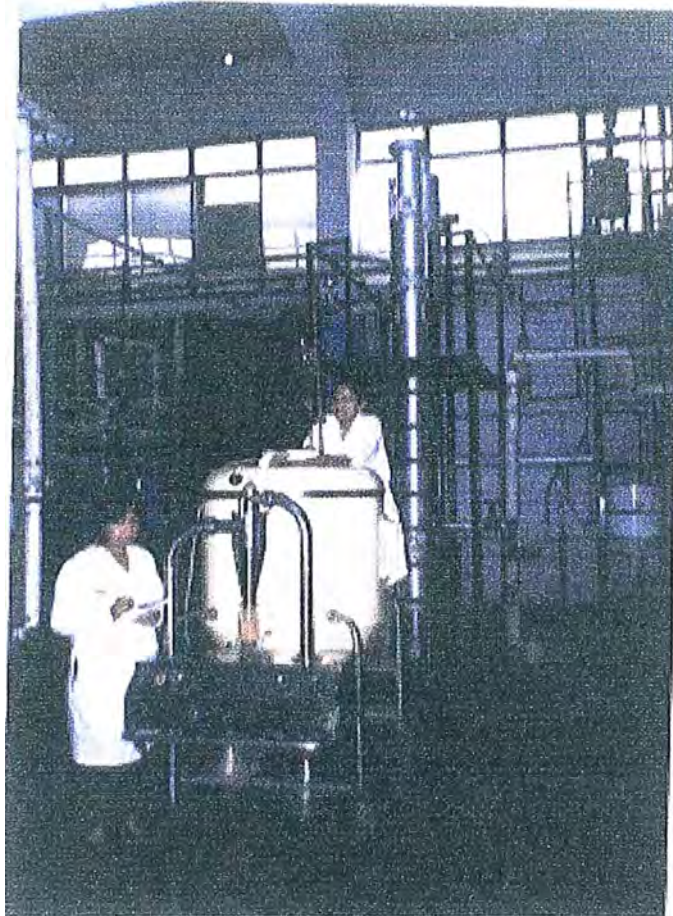


FOTO 4.7 : EQUIPO DE SECADO POR ATOMIZACION (UNI)

CUADRO 4.13 : %HUMEDAD Y %RENDIMIENTO DEL PRODUCTO ATOMIZADO

PRUEBAS	PESO DE EXTRACTO ATOMIZADO (g)	% HUMEDAD (g / 100 g extracto atomizado)	% RENDIMIENTO	
			g atomizado / 100 g extracto concentrado	g atomizado / 100 g corteza chipeada
1	29,7	5,02	7,425	11,044
2	33,8	4,57	8,450	12,569
3	35,7	3,80	8,925	13,276
4	37,2	4,13	9,300	13,833

El cuadro 4.13 indica los resultados de humedad y rendimiento de las pruebas de atomización. Las pruebas 1 y 2 que no contienen coadyuvantes, son las que tienen mayor % de humedad que las que si contienen coadyuvante (pruebas 3 y 4). La adición del coadyuvante evita el contacto directo del extracto líquido con el aire caliente del atomizador. El coadyuvante se comporta como recubrimiento o soporte de las gotitas rociadas que se forman en la boquilla del atomizador.

Los rendimientos también mejoran cuando se adiciona goma arábica.

4.2.4 COMPARACION DE METODOS DE SECADO

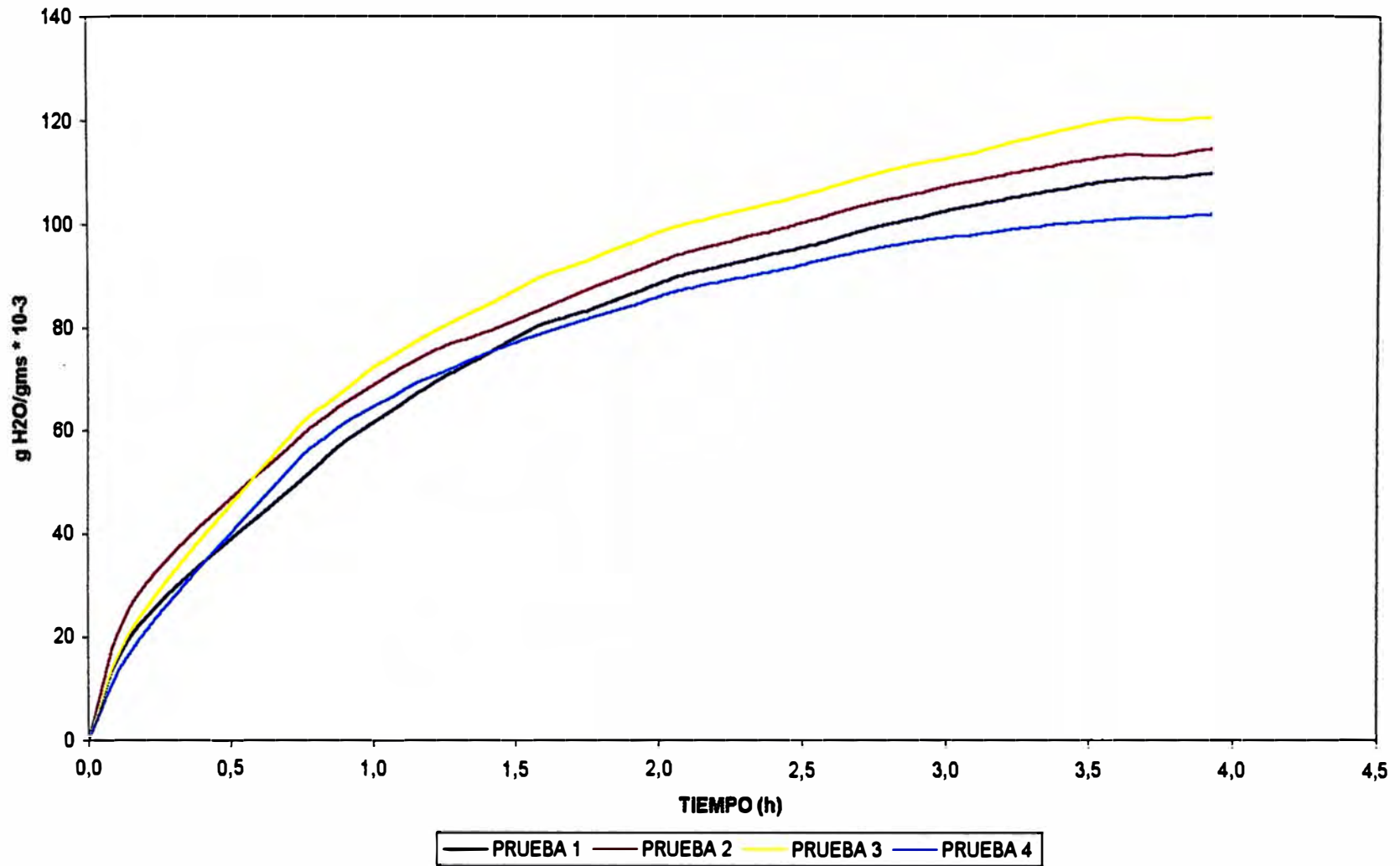
Se hicieron las pruebas de rehidratación para los extractos liofilizado y atomizado. La velocidad y la intensidad de la rehidratación sirven como medida de la calidad del producto deshidratado. Los alimentos deshidratados en condiciones óptimas se deterioran menos y se rehidratan más rápidamente.

De los gráficos 4.5 y 4.6, la velocidad de rehidratación del producto liofilizado es mayor que el producto atomizado. El método de rehidratación se describe en el anexo 1.

En general, el contenido de humedad en los extractos liofilizados es menor que en los extractos atomizados.

De las pruebas de liofilización, el extracto liofilizado de la prueba 3 se rehidrata con mayor rapidez (ver gráfico 4.5).

GRAFICO 4.5: CURVA DE REHIDRATACION DEL EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO



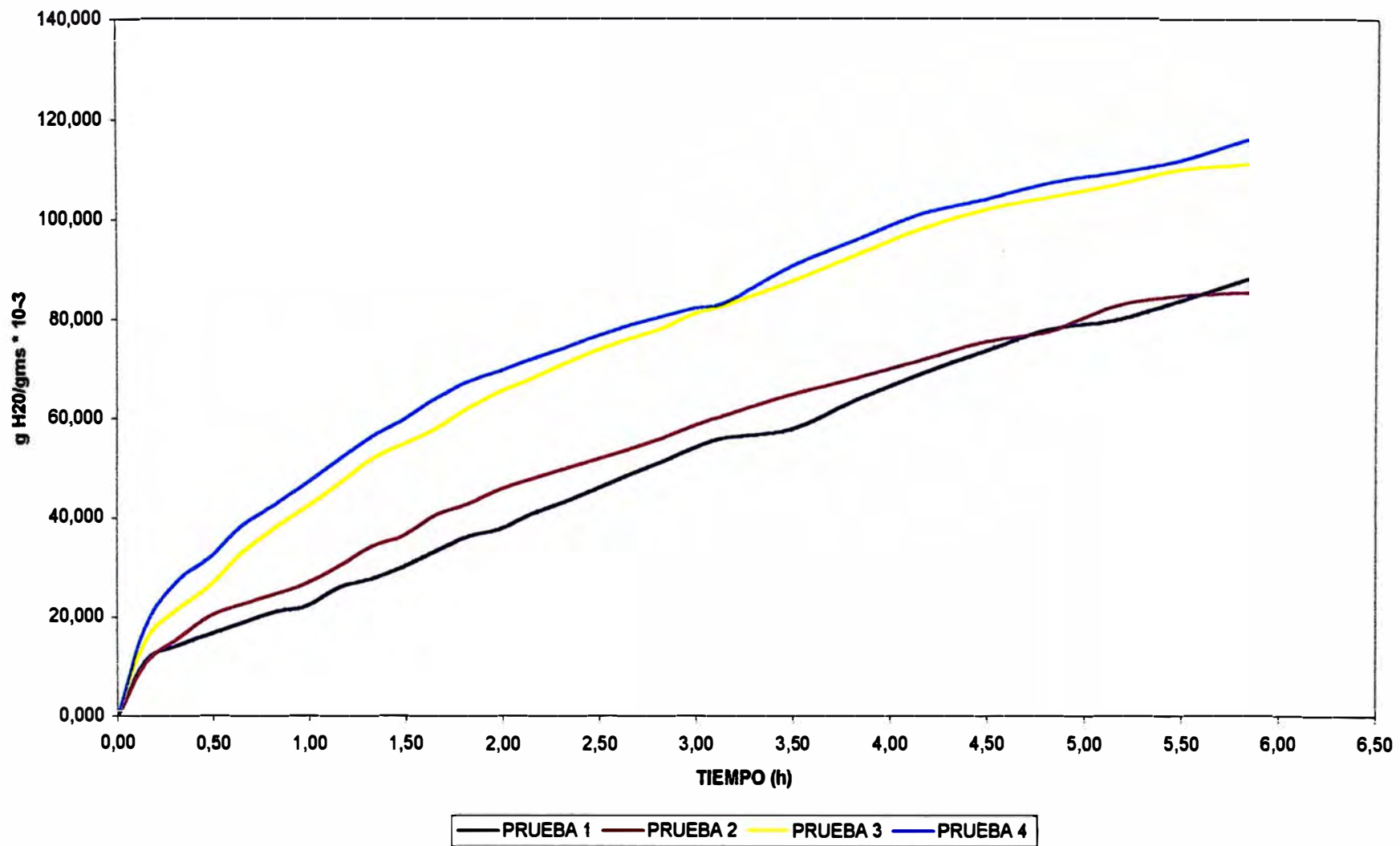
**TABLA 4.2: DATOS DE PRUEBAS DE REHIDRATACION DE
EXTRACTOS LIOFILIZADOS (PRUEBAS 1, 2, 3 Y 4)**

PRUEBAS	1	2	3	4
Peso placa	32,4005	30,1313	30,2167	33,2429
Peso placa + ms	34,3986	32,425	32,2288	35,2284
Muestra seca (ms)	1,9981	2,2937	2,0121	1,9855
TIEMPO (h)				
0,00	34,3986	32,425	32,2288	35,2284
0,18	34,4437	32,4914	32,277	35,2678
0,33	34,463	32,5074	32,3044	35,2984
0,42	34,4689	32,5267	32,3204	35,3089
0,50	34,4845	32,5411	32,3346	35,3193
0,67	34,4899	32,5519	32,3419	35,3303
0,75	34,4999	32,5604	32,3526	35,338
0,83	34,5082	32,5686	32,3597	35,3449
0,92	34,5154	32,5763	32,3665	35,3516
1,00	34,5219	32,5831	32,374	35,3571
1,08	34,5277	32,5893	32,3797	35,3618
1,17	34,5341	32,5953	32,3854	35,3667
1,25	34,5394	32,6001	32,3904	35,3705
1,42	34,5491	32,6072	32,3996	35,3783
1,58	34,5593	32,6166	32,4093	35,3849
1,75	34,5649	32,6252	32,4158	35,3907
1,92	34,5719	32,6337	32,4232	35,3961
2,08	34,5786	32,6414	32,4294	35,4019
2,25	34,5832	32,6413	32,4391	35,4058
2,42	34,5875	32,6521	32,4387	35,4093
2,58	34,5917	32,6577	32,4439	35,4136
2,75	34,5971	32,6636	32,4494	35,4176
2,92	34,6009	32,6682	32,4535	35,4207
3,08	34,6054	32,6732	32,4573	35,4224
3,25	34,6087	32,6774	32,4623	35,4254
3,58	34,6153	32,6845	32,4706	35,4288
3,75	34,6158	32,6844	32,4703	35,4291
3,92	34,6178	32,6874	32,4715	35,4307

**TABLA 4.2: DATOS DE PRUEBAS DE REHIDRATACION DE
EXTRACTOS LIOFILIZADOS (PRUEBAS 1, 2, 3 Y 4) (CONTINUACION)**

TIEMPO (h)	PRUEBA 1		PRUEBA 2		PRUEBA 3		PRUEBA 4	
	GANANCIA DE AGUA (g)	g H ₂ O/gmsx10 ⁻³	GANANCIA DE AGUA (g)	g H ₂ O/gmsx10 ⁻⁴	GANANCIA DE AGUA (g)	g H ₂ O/gmsx10 ⁻³	GANANCIA DE AGUA (g)	g H ₂ O/gmsx10 ⁻³
0,00	0	0	0	0	0	0	0	0
0,18	0,045	22,571	0,066	28,949	0,048	23,955	0,039	19,844
0,33	0,064	32,231	0,082	35,924	0,076	37,573	0,070	35,256
0,42	0,070	35,183	0,102	44,339	0,092	45,525	0,081	40,544
0,50	0,086	42,991	0,116	50,617	0,106	52,582	0,091	45,782
0,67	0,091	45,693	0,127	55,325	0,113	56,210	0,102	51,322
0,75	0,101	50,698	0,135	59,031	0,124	61,528	0,110	55,200
0,83	0,110	54,852	0,144	62,606	0,131	65,056	0,117	58,675
0,92	0,117	58,456	0,151	65,983	0,138	68,436	0,123	62,050
1,00	0,123	61,709	0,158	68,928	0,145	72,163	0,129	64,820
1,08	0,129	64,611	0,164	71,831	0,151	74,996	0,133	67,187
1,17	0,136	67,814	0,170	74,247	0,157	77,829	0,138	69,655
1,25	0,141	70,467	0,175	76,340	0,162	80,314	0,142	71,569
1,42	0,151	75,322	0,182	79,435	0,171	84,886	0,150	75,497
1,58	0,181	80,426	0,192	83,533	0,181	89,707	0,157	78,821
1,75	0,166	83,229	0,200	87,283	0,187	92,938	0,162	81,743
1,92	0,173	86,732	0,209	90,988	0,194	96,615	0,168	84,462
2,08	0,180	90,086	0,216	94,345	0,201	99,697	0,173	87,384
2,25	0,185	92,388	0,216	94,302	0,210	104,518	0,177	89,348
2,42	0,189	94,540	0,227	99,010	0,210	104,319	0,181	91,111
2,58	0,193	96,642	0,233	101,452	0,215	106,903	0,185	93,276
2,75	0,198	99,344	0,239	104,024	0,221	109,637	0,189	95,291
2,92	0,202	101,246	0,243	106,030	0,225	111,674	0,192	96,852
3,08	0,207	103,498	0,248	108,209	0,228	113,563	0,194	97,708
3,25	0,210	105,150	0,252	110,041	0,233	116,048	0,197	99,219
3,58	0,217	108,453	0,260	113,136	0,242	120,173	0,200	100,932
3,75	0,217	108,703	0,259	113,092	0,242	120,024	0,201	101,083
3,92	0,219	109,704	0,262	114,400	0,243	120,620	0,202	101,889

GRAFICO 4.6: CURVA DE REHIDRATACION DEL EXTRACTO ATOMIZADO DE UÑA DE GATO



**TABLA 4.3: DATOS DE PRUEBAS DE REHIDRATACION DE
EXTRACTOS ATOMIZADOS (PRUEBAS 1, 2, 3 Y 4)**

PRUEBAS	1	2	3	4
Peso placa	14,418	38,2089	32,6187	27,4905
Peso placa+ms	16,4189	40,1953	34,6381	29,4948
Muestra seca(ms)	2,0009	1,9864	2,0194	2,0043
TIEMPO (h)				
0,00	16,4189	40,1953	34,6381	29,4948
0,15	16,4415	40,2171	34,6692	29,5318
0,32	16,4479	40,2267	34,6820	29,5499
0,48	16,4523	40,2358	34,6918	29,5593
0,65	16,4568	40,2404	34,7049	29,5720
0,82	16,4610	40,2444	34,7148	29,5804
0,98	16,4639	40,2490	34,7236	29,5894
1,15	16,4713	40,2558	34,7330	29,5988
1,32	16,4745	40,2636	34,7427	29,6077
1,48	16,4795	40,2679	34,7489	29,6148
1,65	16,4858	40,2761	34,7553	29,6233
1,82	16,4916	40,2806	34,7635	29,6301
1,98	16,4947	40,2864	34,7703	29,6343
2,15	16,5009	40,2908	34,7758	29,6393
2,32	16,5057	40,2945	34,7817	29,6435
2,48	16,5111	40,2984	34,7872	29,6485
2,65	16,5166	40,3024	34,7916	29,6527
2,82	16,5217	40,3066	34,7959	29,6563
2,98	16,5274	40,3118	34,8019	29,6597
3,15	16,5315	40,3162	34,8055	29,6621
3,48	16,5347	40,3242	34,8149	29,6764
3,82	16,5466	40,3309	34,8255	29,6869
4,15	16,5570	40,3379	34,8360	29,6974
4,48	16,5661	40,3453	34,8439	29,7031
4,82	16,5750	40,3494	34,8491	29,7099
5,15	16,5786	40,3596	34,8539	29,7138
5,48	16,5863	40,3636	34,8599	29,7185
5,83	16,5951	40,3649	34,8622	29,7271

**TABLA 4.3: DATOS DE PRUEBAS DE REHIDRATACION DE
EXTRACTOS ATOMIZADOS (PRUEBAS 1, 2, 3 Y 4) (CONTINUACION)**

TIEMPO (h)	PRUEBA 1		PRUEBA 2		PRUEBA 3		PRUEBA 4	
	GANANCIA DE AGUA (g)	g H ₂ O/gmsx10 ⁻³	GANANCIA DE AGUA (g)	g H ₂ O/gmsx10 ⁻³	GANANCIA DE AGUA (g)	g H ₂ O/gmsx10 ⁻³	GANANCIA DE AGUA (g)	g H ₂ O/gmsx10 ⁻³
0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,15	0,023	11,295	0,022	10,975	0,031	15,401	0,037	18,460
0,32	0,029	14,493	0,031	15,807	0,044	21,739	0,055	27,491
0,48	0,033	16,692	0,040	20,389	0,054	26,592	0,064	32,181
0,65	0,038	18,941	0,045	22,704	0,067	33,079	0,077	38,517
0,82	0,042	21,041	0,049	24,718	0,077	37,982	0,066	42,708
0,98	0,045	22,490	0,054	27,034	0,085	42,339	0,095	47,199
1,15	0,052	26,188	0,060	30,457	0,095	46,994	0,104	51,888
1,32	0,056	27,787	0,068	34,384	0,105	51,798	0,113	56,329
1,48	0,061	30,286	0,073	36,549	0,111	54,868	0,120	59,871
1,65	0,067	33,435	0,081	40,677	0,117	58,037	0,128	64,112
1,82	0,073	36,334	0,085	42,942	0,125	62,098	0,135	67,505
1,98	0,076	37,883	0,091	45,862	0,132	65,465	0,139	69,600
2,15	0,082	40,982	0,095	48,077	0,138	68,189	0,144	72,095
2,32	0,087	43,380	0,099	49,940	0,144	71,110	0,149	74,190
2,48	0,092	46,079	0,103	51,903	0,149	73,834	0,154	76,686
2,65	0,098	48,828	0,107	53,917	0,154	76,013	0,158	78,781
2,82	0,103	51,377	0,111	56,031	0,158	78,142	0,162	80,577
2,98	0,108	54,226	0,116	58,649	0,164	81,113	0,165	82,273
3,15	0,113	56,275	0,121	60,864	0,167	82,896	0,167	83,471
3,48	0,116	57,874	0,129	64,891	0,177	87,551	0,182	90,605
3,82	0,128	63,821	0,136	68,264	0,187	92,800	0,192	95,844
4,15	0,138	69,019	0,143	71,788	0,198	97,999	0,203	101,083
4,48	0,147	73,567	0,150	75,513	0,206	101,911	0,208	103,927
4,82	0,156	78,015	0,154	77,578	0,211	104,486	0,215	107,319
5,15	0,160	79,814	0,164	82,712	0,216	106,863	0,219	109,265
5,48	0,167	83,662	0,168	84,726	0,222	109,835	0,224	111,610
5,83	0,176	88,060	0,170	85,381	0,224	110,974	0,232	115,901

4.2.5 TRATAMIENTOS DE DATOS

El balance de masa se ha calculado según el procedimiento del anexo 7.

El cuadro 4.14 resume el balance de masa global y de componentes, en donde se han utilizado las siguientes variables:

Peso de corteza total, (kg)	: M
Peso de corteza seca, (kg)	: Ms
Solución hidroalcohólica, (kg)	: S
Alcohol etílico 96°, (kg)	: ALC
Extracto inicial, (kg)	: E
Extracto filtrado, (kg)	: F
Extracto concentrado, (kg)	: C
Residuo de corteza agotada, (kg)	: R
*merma de la corriente N, (kg)	: m_N
*Alcohol puro en la corriente N, (kg)	: A_N
*Agua desionizada en la corriente N, (kg)	: W_N
*Sólidos totales en la corriente N, (kg)	: X_N
*Vapor de la corriente N, (kg)	: V_N
*% Sólidos totales en la corriente N, (g/100 g)	: % x_N
*% humedad de la corriente N, (g/100 g)	: % w_N
*% Alcohol etílico de la corriente N, (g/100 g)	: % a_N

En las pruebas piloto de liofilización los pesos están en gramos.

Carga de extracto concentrado al liofilizador, (g)	: C_L
Extracto liofilizado, (g)	: L

* N es referido a las corrientes: E (extracto inicial), F (filtrado), C (concentrado) y L (liofilizado)

CUADRO 4.14 : BALANCE DE MASA A NIVEL PILOTO

a.- MOLIENDA

CORRIENTE		CANTIDAD (kg)
INGRESO	SALIDA	
M entera		9,585
	M chipeada	9,000

b.- EXTRACCION GLOBAL

CORRIENTE		CANTIDAD (kg)	COMPOSICION					
INGRESO	SALIDA		% x	X (kg)	% a	A (kg)	% w	W (kg)
W		36,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100,00	36,000
ALC		24,300	0,000	0,000	92,900	22,575	7,100	1,7253
M		9,000	90,370	8,133	0,000	0,000	9,630	0,867
	E	36,000	3,919	1,411	30,730	11,063	65,351	23,527
	R	14,000	48,019	6,723	16,625	2,328	35,356	4,950
	V	19,300	0,000	0,000	47,587	9,184	52,413	10,116

c.- FILTRACION

CORRIENTE		CANTIDAD (kg)	COMPOSICION					
INGRESO	SALIDA		% x	X (kg)	% a	A (kg)	% w	W (kg)
E		36,000	3,919	1,411	30,730	11,063	65,351	23,527
	F	35,200	3,903	1,374	30,730	10,817	65,367	23,009
	m _F	0,800	4,587	0,037	30,730	0,246	64,683	0,517

d.- CONCENTRACION

CORRIENTE		CANTIDAD (kg)	COMPOSICION					
INGRESO	SALIDA		% x	X (kg)	% a	A (kg)	% w	W (kg)
F		35,200	3,903	1,374	30,730	10,817	65,367	23,009
	C	13,387	10,012	1,340	1,935	0,259	88,053	11,788
	V	21,477	0,000	0,000	49,130	10,551	50,870	10,925
	m _C	0,337	10,012	0,034	1,935	0,007	88,053	0,296

**CUADRO 4.14 : BALANCE DE MASA A NIVEL PILOTO
(CONTINUACION)**

e.- LIOFILIZACION - PRUEBA 3

CORRIENTE		CANTIDAD	COMPOSICION					
INGRESO	SALIDA	(g)	% x	X (g)	% a	A (g)	% w	W (g)
C _L		903,185	10,012	90,427	1,935	17,478	88,053	795,280
	L	91,837	96,895	88,985	0,000	0,000	3,105	2,852
	V	809,860	0,000	0,000	2,158	17,478	97,842	792,382
	M _L	1,488	96,895	1,442	0,000	0,000	3,105	0,046

CALCULO DE RENDIMIENTOS :

$$\begin{aligned} \text{\% RENDIMIENTO DEL FILTRADO} &= F / E * 100 \\ \text{(g filtrado /g extracto que ingresan)} &= 97,778 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{\% RECUPERACION DE SOLIDOS TOTALES} &= \% x_F * F / M * 100 \\ \text{(g. sólidos totales filtrado/100 g corteza)} &= 15,267 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{\% RENDIMIENTO DE LA CONCENTRACION} &= \% x_C * C / (\% x_F * F) * 100 \\ \text{(g sól. tot. Concent./ g sól. tot. Filtrado)} &= 97,548 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{\% RECUPERACION DE SOLIDOS TOTALES} &= \% x_C * C / M * 100 \\ \text{(g sólidos totales del concent./100 g corteza)} &= 14,892 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{\% RENDIMIENTO DE LA LIOFILIZACION} &= (1 - \% w_L) * L / (\% x_C * C_L) * 100 \\ \text{(g sól. tot. Liofilizado/ 100 g sól. Tot.concent.)} &= 98,406 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{\% RECUPERACION DE SOLIDOS TOTALES} &= (1 - \% w_L) * L * (C / C_L) / M * 100 \\ \text{(g sólidos totales del liofilizado/100 g corteza)} &= 14,655 \end{aligned}$$

El % de rendimiento y el % de recuperación de las pruebas de liofilización se resumen en el cuadro 4.15.

**CUADRO 4.15 : RESUMEN DE % RENDIMIENTO Y % DE RECUPERACION
DE LAS PRUEBAS DE LIOFILIZACION**

PRUEBA	% RENDIMIENTO	% RECUPERACION
1	96,256	14,335
2	94,271	14,039
3	98,406	14,655
4	97,950	14,587

El cuadro 4.16 muestra el balance de energía de la prueba piloto (ver anexo 7).

CUADRO 4.16 : BALANCE DE ENERGIA A NIVEL PILOTO

a.- EXTRACCION

CORRIENTE	CANTIDAD (kg)	Q sensible (kcal)	Q latente (kcal)	Qganado (kcal)	Qganado (kJ)	Vapor 20 psi (kg)
W _E	37,725	943,13		9063,95	37948,95	17,00
A _E	22,575	383,77				
M	9,000	78,75				
V _w	10,116		5757,14			
V _A	9,184		1901,16			
t _i (°C)	25					
t _f (°C)	50					

b.- CONCENTRACION

CORRIENTE	CANTIDAD (kg)	Q sensible (kcal)	Q latente (kcal)	Qganado (kcal)	Qganado (kJ)	Vapor 40 psi (kg)
W _F	23,009					17,558
X _F	1,374					
W _F + X _F	24,383	543,986		9115,131	38163,231	
A _F	10,817	169,177				
V _{wc}	10,925		6217,832			
V _{Ac}	10,551		2184,136			
t _i (°C)	27					
t _f (°C)	50					

c.- LIOFILIZACION

CONGELACION					
CORRIENTE	CANTIDAD (g)	Q sensible (cal)	Q latente (cal)	Qganado (cal)	Qganado (kJ)
W _c	795,280		55007,911	90177,939	377,557
X _c	90,427				
A _c	17,478				
W _c + X _c	885,707	21134,531			
CL	903,185	14035,496			
t _i (°C)	22				
t _f (°C)	-4				
t _{mc} (°C)	-41				

CUADRO 4.16 : BALANCE DE ENERGIA A NIVEL PILOTO**c.- LIOFILIZACION (CONTINUACION)**

SUBLIMACION					
CORRIENTE	CANTIDAD (g)	Q sensible (cal)	Q latente (cal)	Qganado (cal)	Qganado (kJ)
W_{LS}	795,280		458360,020	462030,492	1934,429
A_{LS}	17,478		3670,472		
DESORCION					
CORRIENTE	CANTIDAD (g)	Q sensible (cal)	Q latente (cal)	Qganado (cal)	Qganado (kJ)
W_{LD}	795,280	8367,782		8367,782	35,034
X_{LD}	90,427				
T_{sf} (°C)	-18				
T_f (°C)	39				

La capacidad de procesamiento de los equipos piloto y el requerimiento de servicios se muestran en los cuadros 4.17 y 4.18, respectivamente.

CUADRO 4.17 : CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO DE LOS EQUIPOS PILOTO

EQUIPO	CANTIDAD A PROCESAR (kg)	TIEMPO DE OPERACION (h)	FLUJO (kg/h)
MOLINO	50	0,3	166,67
EXTRACCION	9	3	3,00
FILTRO PRENSA	36	0,18	200,00
EVAPORADOR	35,2	4	8,80
LIOFILIZADOR	0,9	13,3	0,07

CUADRO 4.18 : CONSUMO DE SERVICIOS A NIVEL PILOTO**a.- CONSUMO DE COMBUSTIBLE**

EQUIPO	TIEMPO DE OPERACION (h)	COMBUSTIBLE (gph)	CONSUMO (gal)
CALDERO	7	3,5	24,5

b.- CONSUMO DE VAPOR

EQUIPO	TIEMPO DE OPERACIÓN (h)	Q (kJ/h)	VAPOR (Kg/h)
MARMITA	3	12649,651	5,665
CONCENTRADOR	4	9540,808	4,389
TOTAL			10,055

c.- CONSUMO DE AGUA COMO REFRIGERANTE

EQUIPO	TIEMPO DE OPERACION(h)	FLUJO DE AGUA (l/h)	CONSUMO (m3)
CONDENSADOR	4	314	0,314

d.- CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA

EQUIPOS	TIEMPO DE OPERACION (h)	POTENCIA (kW)	CONSUMO (kW-h)
MOLINO DE CUCHILLA	0,3	22	6,6
FILTRO PRENSA	0,18	1,5	0,27
CONCENTRADOR	4	1	4
LIOFLIZADOR			
SISTEMA DE REFRIGERACION	13,3	0,5	6,65
CALEFACCION	11	0,2	2,20
VACIO	11	0,5	5,50
CONDENSACION	13,3	0,35	4,66
TOTAL LIOFILIZACION			19,01
TOTAL			29,88

4.3 SELECCION Y DESCRIPCION DEL PROCESO

En general, la producción del extracto liofilizado de uña de gato a nivel industrial comprende las operaciones de: molienda, extracción, concentración y liofilización (ver figura 4.15). La figura 4.16 muestra el diagrama de flujo de la planta industrial.

El proceso se inicia con la recepción de la materia prima e ingreso al almacén, si cumple los controles de calidad. En la molienda de la corteza ingresa por la tolva del molino y pasa por las cuchillas cortándola en trozos pequeños de 5 a 15 cm de largo (chipeado). La corteza chipeada se pesa.

En la extracción, las condiciones de operación son:

Relación de carga / solvente (p/v)	= 1 : 8
Carga	= Corteza chipeada de uña de gato
Solvente	= Solución hidroalcohólica al 50% v/v
Temperatura de extracción	= 50 – 60 °C
Tiempo de extracción	= 20 min por cada extracción
Sistema de extracción	= Sistema Shanks de dos etapas
Carga	= 25 kg
Solvente	= 200 L de solución hidroalcohólica al 50% v/v (alcohol etílico 96° : agua desionizada, 1:1) (41,574% p/p)

El extractor se diseña para cargar 25 kg de corteza de uña de gato (ver anexo 9).

En un tanque se mezcla agua desionizada y el alcohol etílico 96°, para obtener una solución hidroalcohólica al 50% v/v. La solución se bombea al Extractor 1, manteniendo una relación carga/solvente 1:8 (p/v). La extracción se realizó por 20 minutos con agitación, controlando la temperatura entre 50 - 60 °C, con el ingreso del vapor de calefacción. El extracto obtenido (E1) se prefiltró a través del falso fondo y se transfirió al extractor 2, que contiene 25 kg de corteza fresca. Se mantiene las mismas condiciones de extracción y el extracto obtenido del extractor 2 se separó como extracto final 1 (EF1). En el extractor 1 se adiciona 200 l de solución hidroalcohólica al 50% v/v, se extrae y se obtiene el extracto (E2), este extracto se transfiere al extractor 2, obteniendo el extracto

FIGURA 4.15 : DIAGRAMA DE OPERACIONES PARA LA OBTENCION DEL EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO

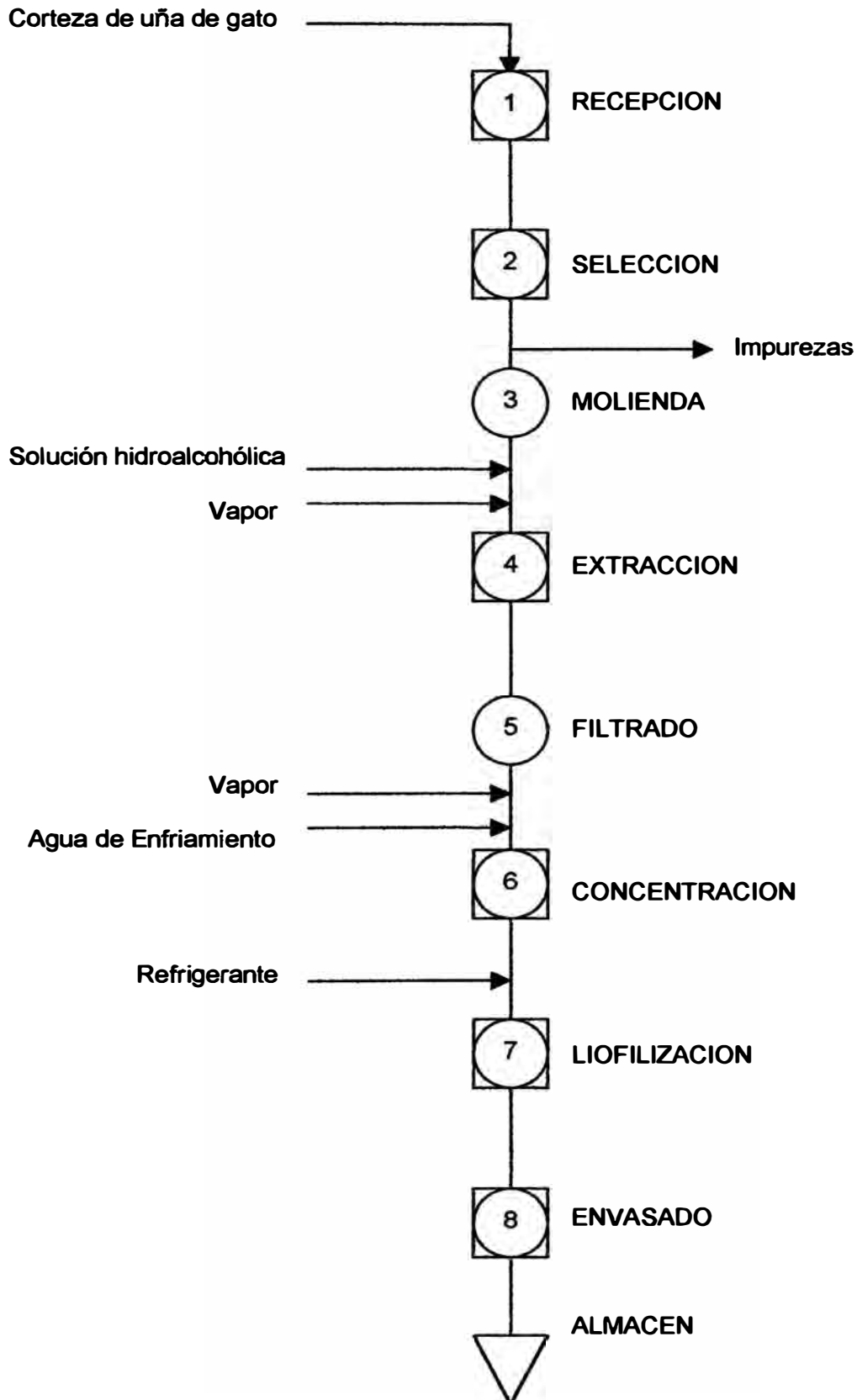
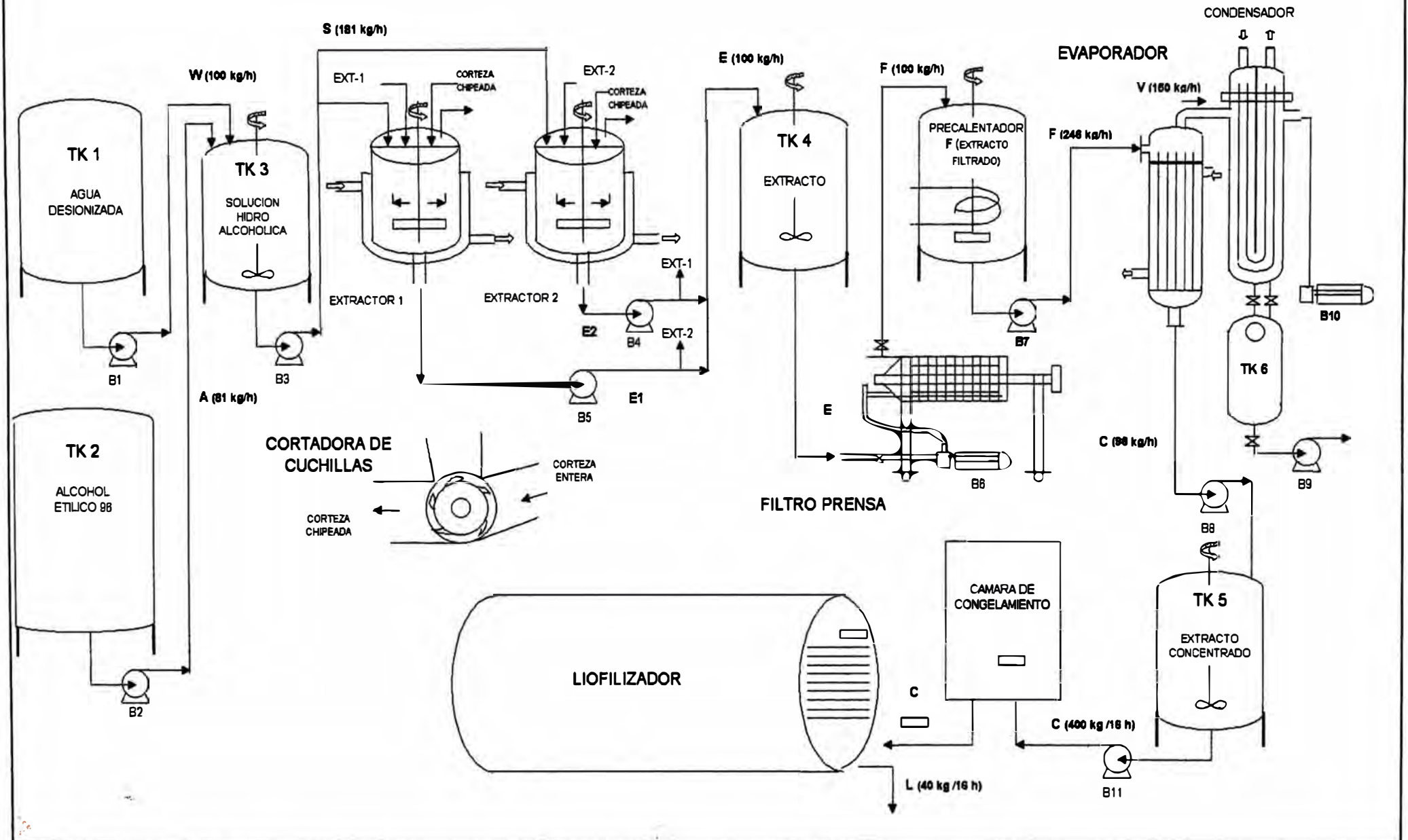


FIGURA 4.16: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA LIOFILIZADORA DE UÑA DE GATO



E3. La corteza agotada (residuo) del extractor 1 se cambia por 25 kg de corteza fresca, adicionándole el extracto E3.

Bajo las mismas condiciones de extracción se obtuvo el extracto final 2 (EF2).

Se unen los extractos finales (EF1, EF2 y EF3). Para el filtrado se utiliza el filtro prensa. El extracto final caliente ingresa por la parte inferior del filtro prensa por medio de una bomba centrífuga, que la impulsa a la cámara de filtrado por dos agujeros inferiores inundando los medios filtrantes y el extracto filtrado sale por los dos agujeros superiores reuniéndose en una sola salida.

Para la concentración, se utiliza el evaporador previamente sanitizado. Se transfiere el extracto filtrado caliente al cuerpo del evaporador. En la concentración se mantiene constante la temperatura (50 – 60 °C) por medio del flujo de vapor en la chaqueta de calentamiento y controlando la presión de vacío.

El extracto concentrado de uña de gato, se carga y pesa en las bandejas, colocándolas en el carrito y trasladándolas a la cámara de congelamiento.

El producto congelado se lleva al liofilizador. Se enciende el sistema de refrigeración, programándose la temperatura de la placa a -35 °C por un tiempo promedio de 2 h. Cuando la temperatura del producto alcanza -35 °C se enciende el condensador. Al llegar la temperatura del condensador a -45 °C, se enciende el sistema de vacío hasta conseguir que la presión disminuya a 100 μmHg . En este momento se programa la temperatura de la placa para cada prueba. La liofilización finaliza cuando la temperatura del producto alcanza la temperatura de la placa.

El extracto liofilizado se envasa rápidamente en bolsas de aluminio con película plástica y se sella herméticamente.

Las condiciones de operación de la liofilización corresponden a la prueba 3, que se seleccionó según los criterios de calidad.

4.4 PLAN DE PRODUCCION Y REQUERIMIENTO DE INSUMOS Y SERVICIOS

La producción industrial del extracto liofilizado de uña de gato satisface el 83 % de la demanda del proyecto (24 TM/año), estimado a partir de los datos obtenidos en el estudio de mercado, que es equivalente a una producción anual de 20 TM/año.

Según los resultados obtenidos, se toma el rendimiento calculado a partir de la corteza entera de uña de gato (antes del cortado), que es igual a 14,2 % (kg extracto liofilizado / 100 kg corteza entera).

Para la elaboración del plan de producción se considera los siguientes criterios:

TIEMPO DE PRODUCCION ANUAL (día)	330 días
	11 meses (1 mes =30 días)
PRODUCCIÓN ANUAL (TM/año)	20,00
REQUERIMIENTO ANUAL DE CORTEZA (TM/año)	140,8
PRODUCCIÓN DIARIA (kg/día)	60,6
REQUERIMIENTO DIARIO DE CORTEZA (kg/día)	426,8

PROGRAMA DE LIOFILIZACION

TIEMPO DE LIOFILIZACIÓN (h/batch)	16,00
TORNOS	3
	1 turno = 8 h
No DE BATCH DIARIO DE LIOFILIZACION	1,5
PRODUCCION DIARIA (kg/batch)	40,4
REQUERIMIENTO DE CORTEZA (kg/batch)	284,5

Es importante señalar que el programa de producción depende del tiempo de operación del liofilizador, ya que es la operación de mayor duración (16 h).

4.5 BALANCE DE MASA Y ENERGIA DE LA PLANTA INDUSTRIAL

El cuadro 4.19 muestra el balance de masa global indicando el requerimiento de materia prima, la composición de los extractos, cuando la planta trabaja a su máxima capacidad (60 kg extracto liofilizado / día).

CUADRO 4.19 : BALANCE DE MASA GLOBAL DE LA PLANTA INDUSTRIAL

a.- MOLIENDA

CORRIENTE		CANTIDAD (kg)
INGRESO	SALIDA	
M entera		426,003
	M chipeada	400,000

b.- EXTRACCION GLOBAL

CORRIENTE		CANTIDAD (kg)	COMPOSICION					
INGRESO	SALIDA		% x	X (kg)	% a	A (kg)	% w	W (kg)
W		1600,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100,00	1600,000
ALC		1296,000	0,000	0,000	92,900	1203,984	7,100	92,0160
M		400,000	90,370	361,480	0,000	0,000	9,630	38,520
	E	1600,000	3,919	62,698	30,730	491,680	65,351	1045,623
	R	622,222	48,019	298,782	16,625	103,447	35,356	219,993
	V	1073,778	0,000	0,000	56,702	608,857	43,298	464,921

c.- FILTRACION

CORRIENTE		CANTIDAD (kg)	COMPOSICION					
INGRESO	SALIDA		% x	X (kg)	% a	A (kg)	% w	W (kg)
E		1600,000	3,919	62,698	30,730	491,680	65,351	1045,623
	F	1564,445	3,903	61,067	30,730	480,754	65,367	1022,624
	m	35,556	4,587	1,631	30,730	10,926	64,683	22,998

d.- CONCENTRACION

CORRIENTE		CANTIDAD (kg)	COMPOSICION					
INGRESO	SALIDA		% x	X (kg)	% a	A (kg)	% w	W (kg)
F		1564,445	3,903	61,067	30,730	480,754	65,367	1022,624
	C	594,978	10,012	59,569	1,935	11,514	88,053	523,895
	V	954,511	0,000	0,000	49,130	468,950	50,870	485,561
	m	14,956	10,012	1,497	1,935	0,289	88,053	13,169

CUADRO 4.19 : BALANCE DE MASA GLOBAL DE LA PLANTA INDUSTRIAL (CONTINUACION)

e.- LIOFILIZACION

CORRIENTE		CANTIDAD (kg)	COMPOSICION					
INGRESO	SALIDA		% x	X (kg)	% a	A (kg)	% w	W (kg)
C _L		594,978	10,012	59,569	1,935	11,514	88,053	523,895
	L	60,498	96,895	58,619	0,000	0,000	3,105	1,878
	V	533,500	0,000	0,000	2,158	11,514	97,842	521,986
	m	0,980	96,895	0,950	0,000	0,000	3,105	0,030

f.- LIOFILIZACION BATCH

CORRIENTE		CANTIDAD (kg)	COMPOSICION					
INGRESO	SALIDA		% x	X (kg)	% a	A (kg)	% w	W (kg)
C _L		400,000	10,012	40,048	1,935	7,741	88,053	352,212
	L	40,672	96,895	39,410	0,000	0,000	3,105	1,263
	V	358,669	0,000	0,000	2,158	7,741	97,842	350,928
	m	0,659	96,895	0,639	0,000	0,000	3,105	0,020

El cuadro 4.20 muestra el balance de energía de la producción industrial.

CUADRO 4.20: BALANCE DE ENERGIA DE LA PLANTA INDUSTRIAL

a.- EXTRACCION

CORRIENTE	CANTIDAD (kg)	Q sensible (kcal)	Q latente (kcal)	Qganado (kcal)	Qganado (kJ)	Vapor 20 psi (kg)
W _E	1692,02	42300,41		456902,69	1912960,19	856,72
A _E	1203,98	20467,73				
M	400,00	3500,00				
V _w	464,92		264601,08			
V _A	608,86		126033,48			
t _i (°C)	25					
T _f (°C)	50					

b.- CONCENTRACION

CORRIENTE	CANTIDAD (kg)	Q sensible (kcal)	Q latente (kcal)	Qganado (kcal)	Qganado (kJ)	Vapor 50 psi (kg)
W _F	1022,624					780,339
X _F	61,067					
W _F + X _F	1083,691	24177,143		405116,995	1696143,833	
A _F	480,754	7518,990				
V _{wc}	485,561		276348,123			
V _{Ac}	468,950		97072,738			
t _i (°C)	27					
t _f (°C)	50					

c.- LIOFILIZACION

CONGELACION						
CORRIENTE	CANTIDAD (kg)	Q sensible (kcal)	Q latente (kcal)	Qganado (kcal)	Qganado (kJ)	
W _c	523,895		36236,746	60583,241	253649,912	
X _c	59,569					
A _c	11,514					
W _c + X _c	583,464	16599,882				
CL	594,978	7746,612				
t _i (°C)	27					
t _f (°C)	-4					
t _{mc} (°C)	-35					

CUADRO 4.20: BALANCE DE ENERGIA DE LA PLANTA INDUSTRIAL

c.- LIOFILIZACION (CONTINUACION)

SUBLIMACION					
CORRIENTE	CANTIDAD (kg)	Q sensible (kcal)	Q latente (kcal)	Qganado (kcal)	Qganado (kJ)
W_{LS}	523,895		301947,038	304364,981	1274315,302
A_{LS}	11,514		2417,942		
DESORCION					
CORRIENTE	CANTIDAD (kg)	Q sensible (kcal)	Q latente (kcal)	Qganado (kcal)	Qganado (kJ)
W_{LD}	523,895	5609,027		5609,027	23483,876
X_{LD}	59,569				
tsf (°C)	-18				
tf (°C)	40				

d.- LIOFILIZACION BATCH

CONGELACION					
CORRIENTE	CANTIDAD (kg)	Q sensible (kcal)	Q latente (kcal)	Qganado (kcal)	Qganado (kJ)
W_c	352,212		24361,769	40729,785	170527,464
X_c	40,048				
A_c	7,741				
$W_c + X_c$	392,260	11160,011			
CL	400,000	5208,005			
ti (°C)	27				
tf (°C)	-4				
tmc (°C)	-35				
SUBLIMACION					
CORRIENTE	CANTIDAD (kg)	Q sensible (kcal)	Q latente (kcal)	Qganado (kcal)	Qganado (kJ)
W_{LS}	352,212		202997,361	204622,930	856715,284
A_{LS}	7,741		1625,570		
DESORCION					
CORRIENTE	CANTIDAD (kg)	Q sensible (kcal)	Q latente (kcal)	Qganado (kcal)	Qganado (kJ)
W_{LD}	352,212	3770,919		3770,919	15788,083
X_{LD}	40,048				
tsf (°C)	-18				
tf (°C)	40				

El cuadro 4.21 muestra el número de batch necesarios para que la planta trabaje a su máxima capacidad indicando también, el tiempo de operación de los equipos, que se utilizan para el cálculo del requerimiento de servicios (energía eléctrica, agua y vapor) (ver cuadro 4.21).

CUADRO 4.21: PROGRAMACION DIARIA DE LA PRODUCCION DE LA PLANTA INDUSTRIAL

EQUIPO	Nro. BATCH / día	CAPACIDAD	TIEMPO DE OPERACION (h)
CORTADORA DE CUCHILLAS	11	40 kg/h corteza entera uña de gato	11
EXTRACTOR ENCHAQUETADO	16	25 kg/h corteza chipeada uña gato	12
FILTRO PRENSA	8	200 kg/h filtrado	8
EVAPORADOR	6,4	150 kg/h agua evaporada	6,4
LIOFILIZADOR	1,5	400 kg/16 h concentrado	24

El cuadro 4.22 muestra el requerimiento de servicios por día operativo (producción diaria igual a 60 kg de liofilizado de uña de gato). El requerimiento de servicios está relacionado al nivel de producción y al diseño de equipos (ver anexo 8).

CUADRO 4.22: REQUERIMIENTO DE SERVICIOS DE LA PLANTA INDUSTRIAL**a.- REQUERIMIENTO DE COMBUSTIBLE**

REQUERIMIENTO DE COMBUSTIBLE	ARRANQUE (gal)	CONSUMO (GPH)	TIEMPO DE OPERACIÓN (h)	CONSUMO TOTAL (gal/día)
CALDERO	15	4	16	79

b.- REQUERIMIENTO DE VAPOR

CHAQUETA DE EQUIPOS	CANTIDAD (UNIDAD)	TIEMPO (h)	FLUJO (kg/h)	VAPOR (kg/día)
EXTRACTOR	2	12	32	768
PRECALENTADOR	1	2	9,71	19,42
EVAPORADOR	1	6,4	124,1	794,24
TOTAL				1581,7

c.- REQUERIMIENTO DE AGUA

EQUIPO	CANTIDAD (UNIDAD)	TIEMPO (h)	FLUJO (kg/h)	AGUA (m³/día)
CONDENSADOR DE EVAPORADOR	1	6,4	7335,387	46,946
BOMBA DE VACIO ANILLO LIQUIDO DEL EVAPORADOR	1	6,4	295,2	1,889
CALDERO	1	16	308,4	4,934
LIMPIEZA				5,000
AGUA DE PROCESO				1,600
TOTAL				60,370

**CUADRO 4.22: REQUERIMIENTO DE SERVICIOS DE LA PLANTA INDUSTRIAL
(CONTINUACION)**

d.- REQUERIMIENTO DE ENERGIA ELECTRICA

EQUIPOS	CANTIDAD (UNIDAD)	TIEMPO DE OPERACION (h)	POTENCIA (HP)	POTENCIA (kW)	CONSUMO DE ENERGIA (kW-h/día)
MOLINO	1	11	10	7,457	82,030
AGITADOR DE EXTRACTOR	2	12	0,5	0,373	8,949
FILTRO PRENSA	1	8	1,5	1,119	8,949
BOMBA INYECCION DE AGUA DE CALDERO	1	16	0,75	0,559	8,949
BOMBA DE ALIMENTACION Y DESCARGA DE EVAPORADOR	2	2	0,75	0,559	2,237
BOMBA DE VACIO DE ANILLO LIQUIDO	1	6,4	3	2,237	14,318
AGITADOR DE PRECALENTADOR	1	5	0,5	0,373	1,864
DEMÁS BOMBAS 1, 2, 3, 4, 5, 9 Y 11	7	2		0,550	7,700
DEMÁS AGITADORES 3, 4 Y 5	3	5	0,25	0,186	2,796
PLACAS DE CALENTAMIENTO DEL LIOFILIZADOR	1	21,75		30	652,500
BOMBA DE VACIO ROTATORIA	1	21,75	10	7,457	162,196
BOMBA DE DIFUSION	1	21,75		3,000	65,250
SISTEMA DE REFRIGERACION DEL LIOFILIZADOR	1	24	44	32,812	787,491
CAMARA DE CONGELAMIENTO	1	24	7,5	5,593	134,231
ANTECAMARA	1	24	1	0,746	17,898
TOTAL				86,683	1957,4

Luego el requerimiento por día operativo de agua es de 60,370 m³, de vapor es 1581,7 kg, de combustible es 79 gal y de energía eléctrica 1957,4 kW.

Para determinar el requerimiento de mano de obra, se ordena al personal de la planta por departamentos. En el cuadro 4.23 se indican los sueldos y salarios correspondientes.

La distribución de personal por turnos en los departamentos de producción, mantenimiento y almacén se muestra en el cuadro 4.24.

CUADRO 4.23 : REQUERIMIENTO DE MANO DE OBRA

DEPARTAMENTO	PERSONAL	SUELDO Y SALARIO (\$ / persona - mes)
GERENCIA GENERAL		
Gerente General	1	1000
Secretaria	1	200
CONTABILIDAD Y ADMINISTRACION		
Jefe de Contabilidad	1	550
LOGISTICA Y ALMACEN		
Jefe de Logística	1	400
Operarios por Almacén de Materia Prima	2	115
Operarios por Almacén de Producto Terminado	1	115
CONTROL DE CALIDAD		
Jefe de Control de Calidad	1	600
Asistente	2	250
PRODUCCION		
Jefe de Planta	1	600
Supervisor de Planta	2	200
Operarios	12	115
MANTENIMIENTO		
Técnicos de mantenimiento	3	250
Calderista	2	125
Operarios de limpieza	2	110
Seguridad	3	120

CUADRO 4.24 : DISTRIBUCION DEL PERSONAL POR TURNO

DEPARTAMENTO	PERSONAL		
	1ER. TURNO	2DO. TURNO	3ER. TURNO
PRODUCCION			
Cortadora de cuchillas	1	1	
Extractores	1	1	
Filtro prensa	1		
Evaporador		1	
Liofilizador	2	2	2
Total producción	5	5	2
MANTENIMIENTO			
Mantenimiento	1	1	1
Calderista	1	1	
Limpieza	1	1	
Total mantenimiento	3	3	1
ALMACEN			
Materia prima	1	1	
Producto terminado	1		
Total almacén	2	1	
TOTAL PERSONAL	10	9	3

Para la supervisión de la producción se programa un supervisor para cada turno y para el tercer turno se designa un encargado.

Para el proyecto, la producción del extracto liofilizado de uña de gato en los 10 años, equivale a utilizar un porcentaje (factor de servicio) de la capacidad máxima de la planta, para lo cual se consideran 330 días operativos, 11 meses (mes = 30 días) y los días restantes son para mantenimiento e inspecciones trimestrales.

4.6 SELECCION Y ESPECIFICACION DE EQUIPOS

En el anexo 8 se describe el diseño de los equipos a utilizarse en la producción industrial del extracto liofilizado de uña de gato. La selección de los equipos se basa en el tamaño adecuado, que satisface los requerimientos de la producción diaria (60 kg/día); y en las condiciones de operación adecuadas que aseguran la calidad del producto. Las especificaciones de los equipos seleccionados se muestran en el cuadro 4.25 (el diseño de los equipos se muestran en el anexo 8).

En la reducción del tamaño de la corteza se selecciona la cortadora de cuchilla rotatoria, que se utiliza para materiales fibrosos.

En la selección del extractor se tiene en consideración el sistema de extracción Shank de dos tanques. La carga de la corteza de uña de gato y la descarga del residuo sólido agotado se realiza manualmente. El extracto procedente de la unidad penetra a través del sólido, sale vía un drenaje situado debajo del falso fondo y pasa a la próxima unidad de la serie.

Se selecciona un filtro prensa para separar las partículas suspendidas en el extracto.

Los criterios de la selección del evaporador de película fina son: el producto es sensible al calor, el producto tiende a formar espuma, se requiere una velocidad de evaporación elevada y también darle un uso múltiple. Los tiempos de residencia medio están entre 6 s y 40 s.

El liofilizador seleccionado es del tipo túnel, cuyo mecanismo de transferencia de calor es por conducción. El liofilizador tiene un sistema de congelamiento, sistema de vacío y un sistema de calefacción.

CUADRO 4.25 : ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS DE LA PLANTA INDUSTRIAL

EQUIPO	CARACTERITICAS	UNIDADES
CORTADORA DE CUCHILLAS ROTATORIAS	<p>Capacidad : 40 kg corteza uña de gato / h Potencia : 10 HP Material : acero inoxidable Diámetro de rotor : 0,3 m Velocidad de rotor : 2400 rpm Número de cuchillas : 5</p>	1
EXTRACTOR	<p>Capacidad : 25 kg corteza uña de gato / h Calefacción : chaqueta Coeficiente de transferencia de calor de diseño: $U_D = 90,022 \text{ BTU/(h)(pie}^2\text{)(}^\circ\text{F)}$ Area de transferencia: 7,331 pie² Material : acero inoxidable Dimensiones Diámetro : 0,7 m Altura total : 1,2 m Volumen : 300 l</p> <p>Agitador Potencia : 0,5 HP Velocidad de giro : 90 rpm</p>	2
CALDERO	<p>Capacidad : 680 lb/hr Presión de trabajo : 100 psig Presión de diseño : 125 psig Temperatura de vapor : Saturado Potencia nominal : 20 BHP Calor transferido : 669500 BTU/hr Eficiencia anticipada : 80% Bomba de inyección de agua : 3/4 HP</p> <p>Tanque de Condensado Capacidad : 50 galones</p>	1 1
ABLANDADOR	<p>Capacidad : 80 m³/día Resina : 5 pie³ Tanque de salmuera Prefiltro</p> <p>Lámpara de luz ultravioleta Capacidad : 1000 l/h</p>	1 1
FILTRO PRENSA	<p>Capacidad : 200 l/h Potencia de bomba 6 : 1,5 HP Número de placas : 20 Dimensiones de la placa : 25 * 25 cm Marco : 25 * 25 cm</p>	1
PRECALENTADOR DE SERPENTIN	<p>Calefacción : serpentín Coeficiente de transferencia de calor de diseño: $U_D = 132,22 \text{ BTU/(h)(pie}^2\text{)(}^\circ\text{F)}$ Area de transferencia: 0,7794 pie² Número de vueltas : 2 Diámetro de serpentín : 0,42 m Material : acero inoxidable Dimensiones Diámetro : 0,7 m Altura total : 1,3 m Volumen : 500 l</p> <p>Agitador Potencia : 0,5 HP Velocidad de giro : 90 rpm</p>	1

EQUIPO	CARACTERISTICAS	UNIDADES
EVAPORADOR DE PELICULA DESCENDENTE	<p>Evaporador tubos verticales Capacidad de evaporación :150 kg/h Calefacción : chaqueta Material : acero inoxidable Aislamiento : 2 pulg de lana de vidrio amarillo Coeficiente de transferencia de calor de diseño : $U_D = 199,47 \text{ BTU}/(\text{h})(\text{pie}^2)(^\circ\text{F})$ Area de transferencia : 7,7244 pie² Tubería para intercambiadores de 1 1/2 pulg y 17 BWG Longitud de tubo : 3,28 pie Número de tubos : 6 Dimensiones del evaporador: Diámetro interno : 0,3 m Diámetro externo : 0,45 m Altura total : 2,0 m</p> <p>Condensador vertical de coraza y tubos Material : acero inoxidable Coeficiente de transferencia de calor de diseño : $U_D = 102,17 \text{ BTU}/(\text{h})(\text{pie}^2)(^\circ\text{F})$ Area de transferencia : 64,3864 pie² Tubería para intercambiadores de 3/4 pulg y 16 BWG, con arreglo triangular de 1 pulg espaciado; DI coraza = 12 pulg; de dos pasos (n=2) Longitud de tubo : 4,0 pie Número de tubos : 82</p> <p>Bomba de vacío de anillo líquido 10 Capacidad de evacuación : 34 pie³/min Potencia : 3 HP Velocidad de giro : 3550 rpm Flujo de agua de servicio : 4,92 l/min</p> <p>Bombas centrífugas de velocidad variable Nro. 7 (alimentación) y Nro. 8 (descarga) Material : acero inoxidable Potencia : 1,5 kW Velocidad de giro : 3500 rpm</p> <p>Tanque Nro. 6 Capacidad : 100 l Material : acero inoxidable Dimensiones Diámetro : 0,42 m Altura : 1,0 m</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>1</p>
BOMBAS	<p>Bombas centrífugas Nros. : 1, 2, 3, 4, 5, 9 y 11 Potencia : 0,55 kW Material : acero inoxidable</p>	7
TANQUES	<p>Tanque Nro. 1 Capacidad : 5000 l Material : acero inoxidable Dimensiones Diámetro : 1,5 m Altura : 3 m</p> <p>Tanque Nro. 2 Capacidad : 1500 l Material : acero inoxidable Dimensiones Diámetro : 1,0 m Altura : 2 m</p>	<p>1</p> <p>1</p>

EQUIPO	CARACTERISTICAS	UNIDADES
TANQUES	<p>Tanques Nros. : 3, 4 y 5 Capacidad : 500 l Material : acero inoxidable Dimensiones Diámetro : 0,7 m Altura : 1,3 m Potencia del agitador : 0,5 HP</p>	3
ANTECAMARA	<p>Aislamiento : poliestireno Espesor : 2 pulg Temperatura de diseño: 15 °C Carga térmica : 14960 BTU/h Refrigerante : R134a Potencia de compresor : 1,0 HP</p>	1
CAMARA DE CONGELAMIENTO	<p>Aislamiento : poliestireno Espesor : 6 pulg Temperatura de diseño : -15 °C Carga térmica : 44053,48 BTU/h Refrigerante : R404a Potencia de compresor : 7,5 HP</p>	1
LIOFILIZADOR	<p>Cámara tipo túnel Dimensiones (mm): Longitud : 4200 Ancho : 1840 Altura : 2,275 Espesor : 1/4 pulg Area de calentamiento : 58 m2 Material : acero Inoxidable</p> <p>Estantes Dimensiones (mm) : 4000 * 800 Espesor : 3/32 pulg Material : aluminio</p> <p>Bandejas Dimensiones (mm) : 500 * 400 * 40 Material : aluminio Forma rectangular con bordes redondeados</p> <p>Calefacción: Potencia calorífica: 30 kW</p> <p>Intercambiador de calor: Medio refrigerante : etilenglicol, 50 % v/v Temperatura de diseño : -35 °C Temperatura del evaporador : -40 °C Carga térmica : 52928,16 BTU/h</p> <p>Condensador de hielo: Refrigerante: R404a Temperatura de diseño : -40 °C Temperatura del evaporador : -45 °C Carga térmica: 72606,65 BTU/h Potencia de compresor : 44 HP</p> <p>Bomba de vacío rotatoria con sello de aceite Velocidad de evacuación : 4,268 m³/min Potencia de la bomba : 10,0 HP</p> <p>Bomba de difusión Caudal : 2845,33 l/s Resistencia de calefacción : 3 kW</p>	<p>1</p> <p>19</p> <p>2 juegos de 288 bandejas cada uno</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

4.7 DISTRIBUCION DE PLANTA

En la construcción de la planta se tiene en consideración los siguientes aspectos (ver figura 4.17).

El tamaño de los almacenes asegura la capacidad de almacenamiento de la corteza de uña de gato.

En producción se distingue claramente dos áreas que trabajan a diferentes temperaturas. Por un lado se tiene un área fría, donde se ubican la cámara de congelamiento y el liofilizador, y por otro un área caliente donde se encuentran los equipos restantes.

El caldero, el desionizador, la sala de máquinas (compresores, bomba de vacío) se ubican cerca al equipo que requiere el servicio correspondiente.

Las unidades complementarias son el Departamento de Control de Calidad, Almacenes y oficinas administrativas.

Leyenda :

ALMACENES

- 1 Almacén de Materias primas - corteza entera de uña de gato
- 2 Almacén del alcohol etílico
- 3 Sala de molienda
- 4 Almacén de corteza chipeada de uña de gato

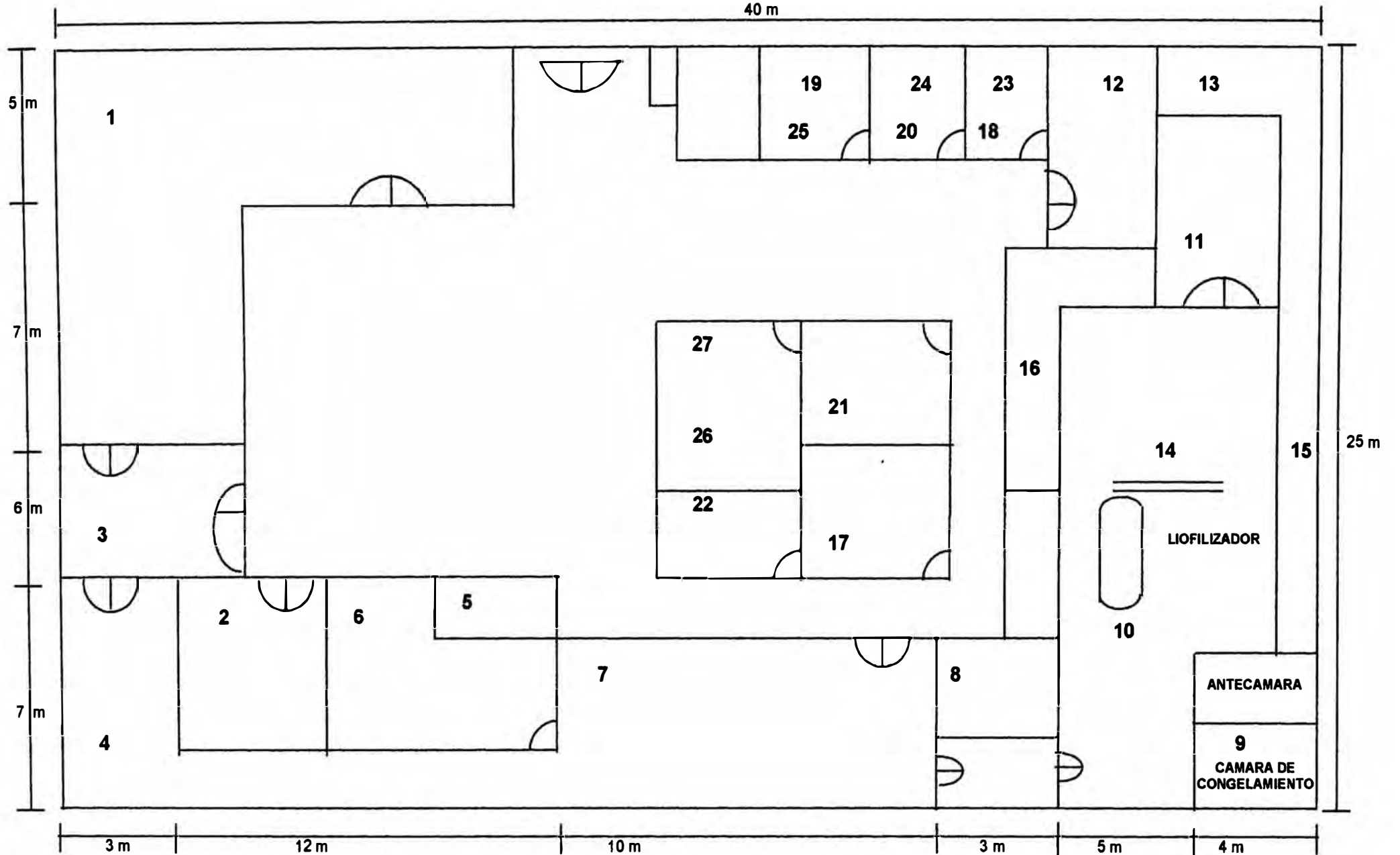
PRODUCCION

- 5 Sala de caldero
- 6 Desionizador de agua
- 7 Planta de obtención de extracto concentrado
- 8 Pesado de bandejas
- 9 Antecámara - Cámara de congelamiento
- 10 Liofilizador
- 11 Envasado
- 12 Almacén de producto terminado
- 13 Sala de máquinas
- 14 Sistema de refrigeración
- 15 Compresoras
- 16 Lavado de bandejas
- 17 Laboratorios de Control de Calidad

OFICINAS

- 18 Logística
- 19 Gerencia General
- 20 Ventas
- 21 Jefe de Planta
- 22 Jefe de Mantenimiento
- 24 Departamento de personal
- 25 Contabilidad
- 26 Recepción
- 27 Comedor
- 28 Vestidor

FIGURA 4.17: DISTRIBUCION DE PLANTA



CAPITULO V

INVERSION

5.1 COMPOSICION DE LA INVERSION

Comprende la inversión en capital fijo y en capital de trabajo.

5.1.1 INVERSION EN CAPITAL FIJO

La inversión en capital fijo asciende a 1250000 US\$ del año 1999, de los cuales el 73% corresponde al activo fijo y el 27% a intangibles, Los rubros que componen el capital fijo se detallan en el cuadro de inversión en capital fijo (ver cuadro 5.1).

Se hicieron las siguientes consideraciones:

- Se considera la adquisición de un terreno de 1000 m² en la ciudad de Pucallpa.
- Los gastos por concepto de construcción civil corresponde a la infraestructura necesaria para poner operativa la planta.
- Los costos de construcción se refiere a la construcción tanto de áreas construidas (800 m²) y no construida (pistas, veredas y loza). También incluyen los ambientes, del caldero, la cámara de congelamiento y las salas de máquina del liofilizador.
- Los costos de instrumentación incluyen los medidores y controladores de los equipos.

Los costos de maquinarias y equipos se detallan en el cuadro 5.2.

CUADRO 5.1: INVERSION EN CAPITAL FIJO

ACTIVO FIJO	Costo (US\$)	% CF
COSTO DE EQUIPO	546614	
INSTALACION	109323	
INSTRUMENTACION Y CONTROL (INSTALADOS)	32797	
TUBERIA Y ACCESORIOS (INSTALADOS)	81992	
INSTALACIONES ELECTRICAS (COLOCADA)	43729	
CONSTRUCCION	76526	
TERRENO	20000	
TOTAL ACTIVO FIJO	910981	73 %
INTANGIBLES		
INGENIERIA Y SUPERVISION	91098	
GASTOS DE CONSTRUCCION	100208	
UTILIDAD DEL CONTRATISTA	36439	
IMPREVISTOS	111274	
TOTAL INTANGIBLES	339020	27 %
TOTAL INVERSION EN CAPITAL FIJO	1250000	100 %

CUADRO 5.2: COSTOS DE MAQUINARIA Y EQUIPOS (US\$)

A. DEPARTAMENTO DE PRODUCCION

MAQUINARIAS EQUIPOS	Unid,	Costo Unit, (US\$)	Costo Total (US\$)
CALDERO 20 BHP	1	18738	18738
TANQUE DE CONDENSADO	1	295	295
PREFILTRO	1	571	571
ABLANDADOR DE AGUA 5p3	1	8177	8177
LAMPARA DE LUZ ULTRAVIOLETA	1	831	831
CORTADORA DE CUCHILLAS ROTATORIAS 10 HP	1	7000	7000
EXTRACTOR ENCHAQUETADO 250 kg	2	6500	13000
FILTRO PRENSA	1	8000	8000
PRECALENTADOR DE SERPENTIN	1	3000	3000
EVAPORADOR DE PELICULA DESCENDENTE	1	22000	22000
BOMBAS CENTRIFUGAS ACERO INOXIDABLE	7	1416	9912
TANQUES 500 L CON AGITADOR	3	2600	7800
TANQUES 1500 L	1	2600	2600
TANQUE 5000 L	1	4200	4200
ANTECAMARA	1	4370	4370
CAMARA DE CONGELAMIENTO	1	14962	14962
LIOFILIZADOR	1	406000	406000
SELLADORA DE BOLSA	1	142	142
TOTAL			531598

El porcentaje del costo de los equipos del laboratorio es significativo respecto al costo total de maquinaria se considera este para el cálculo del costo total.

B. LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

EQUIPOS	Unid.	Costo Unitario (US\$)
BALANZA ANALITICA (220 g)	1	2832
BALANZA (2200 g)	1	1416
ESTUFA 39 L	1	1298
REFRACTOMETRO	1	472
ROTAVAPOR	1	5000
COCINA	1	100
ALCOHOLIMETRO	1	14
AUTOCLAVE 16 L	1	2242
MATERIAL DE VIDRIO		600
	TOTAL	13974

TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS 545431

FLETE PUCALLPA - LIMA (\$) 1183

COSTO TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS (PUCALLPA) 546614

5.1.2 CAPITAL DE TRABAJO

A) Se consideran los siguientes rubros:

- Inventario de materia prima
- Inventario de productos terminados
- Cuentas por cobrar
- Cuentas por pagar

B) En cuanto a la materia prima (corteza de uña de gato) se ha considerado un inventario de 5 días operativos por encontrarse cercana a las áreas de extracción.

-Para el producto terminado (lío filizado de uña de gato), se ha considerado un inventario de 15 días operativos.

- Respecto a las cuentas por cobrar se considera un monto correspondiente a 15 días de venta. En las cuentas por pagar se considera un monto correspondiente a 12 días de materia prima, para asegurar el abastecimiento de la corteza.

Los rubros y montos del capital de trabajo se detallan en el cuadro 7.6.

5.2 CRONOGRAMA DE INVERSIONES

El cronograma de inversiones propuesto par el proyecto considera un año par la etapa preoperativa (año 2000) y comprende: los últimos estudios, la recepción de maquinarias y equipos, y otro (ver cuadro 5.3) de modo que la planta inicie sus operaciones el año 2001.

CUADRO 5.3: CRONOGRAMA DE INVERSIONES
(Año 2000)

	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUNIO	JULIO	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Ultimos estudios y aprobación	XXXX											
Construcción de obras civiles		XXXX	XXXX	XXXXX	X							
Recepción de maquinaria					XXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	X			
Recepción de equipo					XXXX	XXXXX	X					
Instalación eléctrica									XXXXX	XXXXX		
Contratación y entrenamiento de personal											XXXXX	XX

CAPITULO VI FINANCIAMIENTO

El proyecto contempla los fondos del programa multisectorial de créditos proporcionado por el Banco Interamericano de Desarrollo - BID, EXIMBANK del Japón a través de COFIDE. El financiamiento se realiza por intermedio de las instituciones financieras (bancos).

Para el financiamiento se hizo las siguientes consideraciones:

Monto de préstamo : 50 % de la inversión

Período de amortización : 5 años

Taza de interés : 12 % anual

Forma de pago : Amortizaciones

Los montos de préstamo, amortizaciones, interés y pagos se especifican en el cuadro 6.1, se considera una tasa de inflación del 3 % anual.

**CUADRO 6.1: SERVICIOS DE LA DEUDA
(MUS\$)**

MONEDA CORRIENTE						
AÑO	0	1	2	3	4	5
DEUDA	625,000	500,000	375,000	250,000	125,000	0
AMORTIZACION		125,000	125,000	125,000	125,000	125,000
INTERES		75,000	60,000	45,000	30,000	15,000
PAGO		200,000	185,000	170,000	155,000	140,000
MONEDA CONSTANTE						
AÑO	0	1	2	3	4	5
AMORTIZACION		121,359	117,824	114,393	111,061	107,826
INTERES		72,816	56,556	41,181	26,655	12,939
PAGO		194,175	174,380	155,574	137,715	120,765
AMORT.CORRIENTE - AMORT.CONSTANTE		3,641	7,176	10,607	13,939	17,174

CAPITULO VII

PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS

7.1 INGRESOS

Los ingresos se deben especialmente a lo obtenido por las ventas del liofilizado de uña de gato.

El precio de comercialización del liofilizado de uña de gato para el proyecto es de 60 \$/kg (ver cuadro 7.4).

Los ingresos anuales por ventas se especifican en el estado de ganancias y pérdidas (ver cuadro 8.1).

7.2 COSTOS

7.2.1 COSTOS DE PRODUCCION O MANUFACTURA

Los costos son del año 1999. Se considera los siguientes rubros

- Materia prima (ver cuadro 7.2)
- Costos variables (ver cuadro 7.5)
 - Combustible
 - Electricidad
 - Agua
- Costos fijos
 - Mano de obra. Los sueldos y salarios del personal se indican en el cuadro 4.24.
 - a) Directa
 - 19 Obreros
 - b) Indirecta
 - Supervisión
 - 1 Ingeniero
 - 2 Supervisores de producción
 - 3 Técnicos de mantenimiento
 - Laboratorio
 - 1 Ingeniero

- 2 Asistentes de laboratorio
- c) Costos de superintendencia
 - Gerente general
 - Seguridad
- Mantenimiento (10 % inversión)
- Seguros (1 % inversión)
- d) Plantaciones (ver cuadro 7.5 y anexo 9).

7.2.2 GASTOS GENERALES

Para los gastos generales se consideran los siguientes rubros:

- Gastos de administración (1,3 % de las ventas), incluyen los sueldos del personal administrativo (ver cuadro 7.1).
- Gastos de ventas (0,5 % de las ventas)

CUADRO 7.1: DATOS GENERALES DEL PROYECTO

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FACTOR DE SERVICIO (%)	66,5 %	77,4%	88,0%	90,5%	90,5%	90,5%	90,5%	90,5%	90,5%	90,5%
INVERSION INICIAL (US\$ DEL AÑO 0)	1250000									
COSTOS DE PRODUCCION :										
COSTOS VARIABLES (US\$/AÑO)										
AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COMBUSTIBLE	14022	16327	18556	19083	19083	19083	19083	19083	19083	19083
ELECTRICIDAD	70430	82006	93200	95848	95848	95848	95848	95848	95848	95848
AGUA	31896	37138	42208	43407	43407	43407	43407	43407	43407	43407
COSTOS FIJOS										
MANO DE OBRA										
MANO DE OBRA DIRECTA	26340									
LABORATORIO	13200									
SUPERVISION	21000									
COSTOS DE SUPERINTENDENCIA	16320									
MANO DE OBRA TOTAL (US\$/AÑO)	76860									
MANTENIMIENTO (% INVERSION)	10%									
SEGUROS (% INVERSION)	1%									
GASTOS ADMINISTRATIVOS (% VENTAS)	1,3%									
GASTOS DE VENTAS (%)	0,5%									
IMPUESTO A LA RENTA (%)	0%									
RESERVA LEGAL (% UTILIDAD NETA)	10%									
UTILIDAD RETENIDA (% UTILIDAD NETA)	1%									
CAPITAL DE TRABAJO:										
INVENTARIO DE MATERIA PRIMA (DIAS)	5									
INVENTARIO PRODUCTO TERMINADO (DIAS)	15									
CUENTAS POR COBRAR (DIAS DE VENTAS)	15									
CUENTAS POR PAGAR (DIAS DE MATERIA PRIMA)	12									
TASA DE INFLACION	3%									
PRESTAMO (% INVERSION)	50%									
TASA DE INTERES ANUAL	12%									
TASA DE DESCUENTO	15%									
INVERSION DEPRECIABLE (US\$ DEL AÑO 00)	1230000									
VALOR DE RESCATE (US\$ DEL AÑO 0/AÑO)	20000									
DEPRECIACION LINEAL Y AMORTIZACIONES CONSTANTES										

CUADRO 7.5: COSTO DE PRODUCCION DEL LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO (US\$ DEL AÑO 0)

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MATERIA PRIMA										
CORTEZA DE UÑA DE GATO										
TM/AÑO	94	109	124	127	127	127	127	127	127	127
US\$/TM	412	412	412	0	0	0	0	0	0	0
US\$/AÑO	36567	44906	51036	0	0	0	0	0	0	0
INSUMO ALCOHOL										
TM/AÑO	285	332	377	388	388	388	388	388	388	388
US\$/TM	472	472	472	472	472	472	472	472	472	472
US\$/AÑO	134555	156670	178057	183116	183116	183116	183116	183116	183116	183116
PRUEBAS DE LABORATORIO	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200
EMPAQUE	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
TOTAL (US\$/AÑO)	178521	206976	234493	188516	188516	188516	188516	188516	188516	188516
COSTOS VARIABLES (US\$/AÑO)										
COMBUSTIBLE	14022	16327	18556	19083	19083	19083	19083	19083	19083	19083
ELECTRICIDAD	70430	82006	93200	95848	95848	95848	95848	95848	95848	95848
AGUA	31896	37138	42208	43407	43407	43407	43407	43407	43407	43407
TOTAL VARIABLES	116348	135471	153964	158338	158338	158338	158338	158338	158338	158338
COSTOS FIJOS (MUS\$/AÑO)										
MANO DE OBRA	76860	76860	76860	76860	76860	76860	76860	76860	76860	76860
MANTENIMIENTO	125000	125000	125000	125000	125000	125000	125000	125000	125000	125000
SEGUROS	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500
TOTAL COSTOS FIJOS	214360	214360	214360	214360	214360	214360	214360	214360	214360	214360
COSTOS DE PRODUCCION LIOFILIZADORA										
US\$/AÑO	509229	556806	602817	561213	561213	561213	561213	561213	561213	561213
COSTO DE PROD. CULTIVO I ,10 Ha	11630	5610	5610	8550	5610	5610	9180	5610	5610	10000
COSTO DE PROD. CULTIVO II ,10 Ha		11630	5610	5610	8550	5610	5610	9180		
COSTO DE PROD. CULTIVO III ,10 Ha			11630	5610	5610	8550	5610	5610	9180	
COSTO TOTAL DE PLANTACIONES	11630	17240	22850	19770	19770	19770	20400	20400	14790	10000
COSTO TOTAL DE PRODUCCION										
US\$/AÑO	520859	574046	625667	580983	580983	580983	581613	581613	576003	571213
US\$/TM	39162	37069	35549	32099	32099	32099	32133	32133	31823	31559

CAPITULO VIII

EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA

Los estados financieros proyectados son una herramienta imprescindible en la evaluación de proyectos de inversión puede ser económica y financiera.

8.1 ESTADOS ECONOMICOS PROYECTADOS:

Determina la rentabilidad del total de la inversión estos estados son :

- a.- Estados de ganancias y pérdidas (ver cuadro 8.1)
- b.- Flujo de caja proyectado (ver cuadro 8.2)
- c.- Balance general proyectado (ver cuadro 8.3)

**CUADRO 8.1: ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS - EVALUACION ECONOMICA
(MUS\$ DEL AÑO 0/ AÑO)**

ANO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS	798,000	929,160	1056,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000
EGRESOS										
MATERIA PRIMA	38,567	44,906	51,036	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
INSUMO	134,555	156,670	178,057	183,116	183,116	183,116	183,116	183,116	183,116	183,116
PRUEBAS DE LABORATORIO	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200
EMPAQUE	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
C. VARIABLES	116,348	135,471	153,964	158,338	158,338	158,338	158,338	158,338	158,338	158,338
C. FIJOS	214,360	214,360	214,360	214,360	214,360	214,360	214,360	214,360	214,360	214,360
C. PLANTACION	11,630	17,240	22,850	19,770	19,770	19,770	20,400	20,400	14,790	10,000
G. DE PROD.	520,859	574,046	625,667	580,983	580,983	580,983	581,613	581,613	576,003	571,213
UTILIDAD BRUTA	277,141	355,114	430,333	505,017	505,017	505,017	504,387	504,387	509,997	514,787
G. ADMINIST.	10,374	12,079	13,728	14,118	14,118	14,118	14,118	14,118	14,118	14,118
G. DE VENTAS	3,990	4,646	5,280	5,430	5,430	5,430	5,430	5,430	5,430	5,430
U. DE OPERACION	262,777	338,389	411,325	485,469	485,469	485,469	484,839	484,839	490,449	495,239
G. FINANCIEROS	0	0	0	0	0					
DEPRECIACION	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000
RENTA NETA	139,777	215,389	288,325	362,469	362,469	362,469	361,839	361,839	367,449	372,239
IMP. RENTA (0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UTILIDAD NETA	139,777	215,389	288,325	362,469	362,469	362,469	361,839	361,839	387,449	372,239
RESERVA LEGAL	13,978	21,539	28,833	36,247	36,247	36,247	36,184	36,184	36,745	37,224
UTIL. RETENIDA	1,398	2,154	2,883	3,625	3,625	3,625	3,618	3,618	3,674	3,722
DIVIDENDOS	124,402	191,696	256,610	322,597	322,597	322,597	322,036	322,036	327,029	331,292

**CUADRO 8.2: FLUJO DE CAJA PROYECTADO-EVALUACION ECONOMICA
(MUS\$ DEL AÑO 0/AÑO)**

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSIONES	1250,000										-20,000
AMORT. DEUDA		0	0	0	0						
CAP. TRABAJO		68,384	11,240	10,869	3,501	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-93,994
TOTAL INV.	1250,000	68,384	11,240	10,869	3,501	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-113,994
UTILIDAD NETA		139,777	215,389	288,325	362,489	362,469	362,469	361,839	361,839	367,449	372,239
DEPRECIACION		123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000
FLUJO NETO DE FONDOS	-1250,00	194,393	327,149	400,456	481,967	485,469	485,469	484,839	484,839	490,449	609,232
APORTES	1250,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DIVIDENDOS	0	0	124,402	191,696	256,610	322,597	322,597	322,597	322,036	322,036	327,029
SALDO DE CAJA	0	194,393	202,748	208,760	225,358	162,872	162,872	162,242	162,802	168,412	282,203
CAJA RESIDUAL	0	194,393	397,141	605,901	831,259	994,130	1157,002	1319,243	1482,046	1650,458	1932,661

**CUADRO 8.3: BALANCE GENERAL PROYECTADO -EVALUACION ECONOMICA
(MUS\$ DEL AÑO 0 / AÑO)**

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ACTIVA											
CAJA BANCO	0	194,393	397,141	605,901	831,259	994,130	1157,002	1319,243	1482,046	1650,458	1932,661
INVENT. M. PRIMA	0	0,584	0,680	0,773	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0
INVENT. P. TERM.	0	36,273	42,235	48,000	49,364	49,364	49,364	49,364	49,364	49,364	0
CTAS*COBRAR	0	32,795	38,185	43,397	44,630	44,630	44,630	44,630	44,630	44,630	0
P.ADELANTADOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACTIVO NETO	1250,000	1127,000	1004,000	881,000	758,000	635,000	512,000	389,000	266,000	143,000	0
TOTAL ACTIVO	1250,000	1391,045	1482,241	1579,071	1683,253	1723,124	1762,996	1802,237	1842,039	1887,452	1932,661
PASIVO											
CORTO PLAZO											
CTAS.*PAGAR	0	1,268	1,476	1,678	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0
AMORT.DEUDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DIVIDENDOS	0	124,402	191,696	256,610	322,597	322,597	322,597	322,036	322,036	327,029	331,292
LARGO PLAZO											
DEUDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PATRIMONIO											
CAP. SOCIAL	1250,000	1250,000	1250,000	1250,000	1250,000	1250,000	1250,000	1250,000	1250,000	1250,000	1250,000
R. LEGAL AC.	0	13,978	35,517	64,349	100,596	136,843	173,090	209,274	245,457	282,202	319,426
UTIL/RET. AC.	0	1,398	3,552	6,435	10,060	13,684	17,309	20,927	24,546	28,220	31,943
PERDIDAS AC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EFFECTO DE INF.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL PASIVO	1250,000	1391,045	1482,241	1579,071	1683,253	1723,124	1762,996	1802,237	1842,039	1887,452	1932,661

8.2 ESTADOS FINANCIEROS PROYECTADOS:

Supone un financiamiento parcial externo de la inversión y determina la rentabilidad de la inversión hecha con recursos propios. Se considera los efectos del financiamiento: período de gracia, amortización e intereses mencionados en el capítulo VI.

Son los siguientes:

- Estado de ganancias y pérdidas (ver cuadro 8.4)
- Flujo de caja proyectado (ver cuadro 8.5)
- Balance general proyectado (ver cuadro 8.6)

**CUADRO 8.4: ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS - EVALUACION FINANCIERA
(MUS\$ DEL AÑO 0/ AÑO)**

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS	798,000	929,160	1056,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000
EGRESOS											
MATERIA PRIMA	38,567	44,906	51,036	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ALCOHOL	134,555	156,670	178,057	183,116	183,116	183,116	183,116	183,116	183,116	183,116	183,116
PRUEBAS DE LABORATORIO	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200
EMPAQUE	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
C. VARIABLES	116,348	135,471	153,964	158,338	158,338	158,338	158,338	158,338	158,338	158,338	158,338
C. FIJOS	214,360	214,360	214,360	214,360	214,360	214,360	214,360	214,360	214,360	214,360	214,360
G. DE PROD.	520,859	574,046	625,667	580,983	580,983	580,983	581,613	581,613	581,613	576,003	571,213
UTILIDAD BRUTA	277,141	355,114	430,333	505,017	505,017	505,017	504,367	504,367	504,367	509,997	514,787
G. ADMINISTRATIVO	10,374	12,079	13,728	14,118	14,118	14,118	14,118	14,118	14,118	14,118	14,118
G. VENTAS	3,990	4,646	5,280	5,430	5,430	5,430	5,430	5,430	5,430	5,430	5,430
U. DE OPERACION	262,777	338,369	411,325	485,469	485,469	485,469	484,839	484,839	484,839	490,449	495,239
G. FINANCIEROS	72,816	56,556	41,181	26,655	12,939						
DEPRECIACION	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000
RENTA NETA	66,962	158,833	247,144	335,814	349,529	362,469	361,839	361,839	361,839	367,449	372,239
IMP. RENTA (0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UTILIDAD NETA	66,962	158,833	247,144	335,814	349,529	362,469	361,839	361,839	361,839	367,449	372,239
RESERVA LEGAL	6,696	15,883	24,714	33,581	34,953	36,247	36,184	36,184	36,184	36,745	37,224
UTIL. RETENIDA	0,670	1,588	2,471	3,358	3,495	3,625	3,618	3,618	3,618	3,674	3,722
DIVIDENDOS	59,596	141,361	219,958	298,874	311,081	322,597	322,036	322,036	322,036	327,029	331,292

**CUADRO 8.5: FLUJO DE CAJA PROYECTADO - EVALUACION FINANCIERA
(MUS\$ DEL AÑO 0/AÑO)**

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INVERSIONES												
PROPIA	625,000											-20,000
AMORT. DEUDA		121,359	117,824	114,393	111,061	107,826						
CAP. TRABAJO		68,384	11,240	10,869	3,501	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-93,994
TOTAL INV.	625,000	189,743	129,064	125,262	114,562	107,826	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-113,994
UTILIDAD NETA		66,962	158,833	247,144	335,814	349,529	362,469	361,839	361,839	367,449	372,239	
DEPRECIACION		123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000
FLUJO NETO												
DE FONDOS	-625,000	0,219	152,769	244,882	344,252	364,703	485,469	484,839	484,839	490,449	609,232	
APORTES	625,000	0,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DIVIDENDOS	0	0	59,596	141,361	219,958	298,874	311,081	322,597	322,036	322,036	327,029	327,029
SALDO DE CAJA	0	0,219	93,173	103,520	124,294	65,829	174,387	162,242	162,802	168,412	282,203	
CAJA RESIDUAL	0	0,219	93,392	196,912	321,206	387,035	561,422	723,664	886,466	1054,878	1337,081	

**CUADRO 8.6: BALANCE GENERAL PROYECTADO - EVALUACION FINANCIERA
(MUS\$ DEL AÑO 0/ AÑO)**

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ACTIVO											
CAJA BANCO	0	0,219	93,392	196,912	321,206	387,035	561,422	723,664	886,466	1054,878	1337,081
INVENT. M. PRIMA	0	0,584	0,680	0,773	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0
INVENT. P. TERM.	0	36,273	42,235	48,000	49,364	49,364	49,364	49,364	49,364	49,364	0
CTAS* COBRAR	0	32,795	38,185	43,397	44,630	44,630	44,630	44,630	44,630	44,630	0
P. ADELANTADOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACTIVO NETO	1250,000	1127,000	1004,000	881,000	758,000	635,000	512,000	389,000	266,000	143,000	0
TOTAL ACTIVO	1250,000	1196,870	1178,491	1170,083	1173,200	1116,029	1167,416	1206,658	1246,460	1291,872	1337,081
PASIVO											
CORTO PLAZO											
CTAS.*PAGAR	0	1,268	1,476	1,678	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
AMORT. DEUDA	125,000	125,000	125,000	125,000							
DIVIDENDOS	0	59,596	141,361	219,958	298,874	311,081	322,597	322,036	322,036	327,029	331,292
LARGO PLAZO											
DEUDA	500,000	375,000	250,000	125,000	0						
PATRIMONIO											
CAP.SOCIAL	625,000	625,000	625,000	625,000	625,000	625,000	625,000	625,000	625,000	625,000	625,000
R. LEGAL AC.	0	6,696	22,579	47,294	80,875	115,828	152,075	188,259	224,443	261,188	298,411
UTIL. RET. AC.	0	0,670	2,258	4,729	8,088	11,583	15,208	18,826	22,444	26,119	29,841
PERDIDAS AC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EFECTO DE INF.AC.	0	3,641	10,816	21,424	35,363	52,537	52,537	52,537	52,537	52,537	52,537
TOTAL PASIVO	1250,000	1196,870	1178,491	1170,083	1048,200	1116,029	1167,416	1206,658	1246,460	1291,872	1337,081

8.3 RAZONES FINANCIERAS

Los estados financieros de un proyecto se miden mediante el uso de índices conocidos como razones o ratios financieros:

- a.- Índice de rentabilidad
- b.- Índice de operación o actividad
- c.- Índices de apalancamiento
- d.- Índices de liquidez

CUADRO 8.7: RAZONES FINANCIERAS

A. INDICES DE RENTABILIDAD

$$\begin{aligned} \text{MARGEN SOBRE LAS VENTAS} &= \frac{\text{UTILIDAD NETA}}{\text{VENTAS}} * 100 \\ \text{RENTABILIDAD SOBRE ACTIVOS} &= \frac{\text{RENTA NETA ECONOMICA}}{\text{ACTIVOS TOTALES}} * 100 \\ \text{RENTABILIDAD SOBRE EL PATRIMONIO} &= \frac{\text{UTILIDAD NETA}}{\text{PATRIMONIO}} * 100 \end{aligned}$$

MUSI/AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS		798,000	929,160	1056,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000
UTILIDAD NETA ECONOMICA		139,777	215,389	288,325	362,469	362,469	362,469	361,839	361,839	367,449	372,239
UTILIDAD NETA FINANCIERA		66,962	158,833	247,144	335,814	349,530	362,469	361,839	361,839	367,449	372,239
RENTA NETA ECONOMICA		139,777	215,389	288,325	362,469	362,469	362,469	361,839	361,839	367,449	372,239
RENTA NETA FINANCIERA		66,962	158,833	247,144	335,814	349,530	362,469	361,839	361,839	367,449	372,239
ACTIVOS - EV. ECONOMICA	1250,000	1391,046	1482,241	1579,072	1683,253	1723,125	1762,996	1802,238	1842,040	1887,452	1932,662
ACTIVOS - EV. FINANCIERA	1250,000	1196,871	1178,492	1170,083	1173,200	1116,029	1167,417	1206,658	1246,460	1291,873	1337,082
PATRIMONIO - EV. ECONOMICA	1250,000	1265,376	1289,069	1320,785	1380,656	1400,528	1440,399	1480,201	1520,004	1560,423	1601,369
PATRIMONIO - EV. FINANCIERA	625,000	632,366	649,838	677,023	713,963	752,411	792,283	832,085	871,887	912,307	953,253
MARGEN SOBRE LAS VENTAS (%)											
EV. ECONOMICA		17,52	23,18	27,30	33,36	33,36	33,38	33,32	33,32	33,84	34,28
EV. FINANCIERA		8,39	17,09	23,40	30,92	32,19	33,38	33,32	33,32	33,84	34,28
RENTABILIDAD SOBRE ACTIVOS (%)											
EV. ECONOMICA		10,05	14,53	18,26	21,53	21,04	20,56	20,08	19,64	19,47	19,26
EV. FINANCIERA		5,59	13,48	21,12	28,62	31,32	31,05	29,99	29,03	28,44	27,84
RENTABILIDAD CAPITAL CONTABLE (%)											
EV. ECONOMICA		11,05	16,71	21,83	26,64	25,88	25,16	24,45	23,81	23,55	23,25
EV. FINANCIERA		10,59	24,44	36,50	47,04	46,45	45,75	43,49	41,50	40,28	39,05

B. INDICES DE ACTIVIDAD

ROTACION DE ACTIVOS TOTALES	=	$\frac{\text{VENTAS}}{\text{TOTAL ACTIVO}}$
ROTACION DE ACTIVOS FIJOS	=	$\frac{\text{VENTAS}}{\text{CAPITAL FIJO NETO}}$
ROTACION DE INVENTARIOS	=	$\frac{\text{COSTO DE LO VENDIDO}}{\text{INVENTARIO}}$
PLAZO PROMEDIO DE COBRO	=	$\frac{\text{CUENTAS POR COBRAR}}{\text{VENTAS DIARIAS}}$

MUS\$/AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VENTAS		798,000	929,160	1056,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000
VENTA DIARIA		2,186	2,546	2,893	2,975	2,975	2,975	2,975	2,975	2,975	29,75
CAPITAL FIJO NETO	1250,000	1127,000	1004,000	881,000	758,000	635,000	512,000	389,000	266,000	143,000	0
ACTIVOS - EV. ECONOMICA	1250,000	1391,046	1482,241	1579,072	1683,253	1723,125	1762,996	1802,238	1842,040	1887,452	1932,662
ACTIVOS - EV. FINANCIERA	1250,000	1196,871	1178,492	1170,083	1173,200	1116,029	1167,417	1206,658	1246,460	1291,873	1337,082
INVENTARIOS		36,857	42,915	48,773	49,364	49,364	49,364	49,364	49,364	49,364	49,364
COSTO DE LO VENDIDO		520,859	574,046	625,668	580,983	580,983	580,983	581,613	581,613	576,003	571,213
CUENTAS POR COBRAR		32,795	38,185	43,397	44,630	44,630	44,630	44,630	44,630	44,630	44,630
ROTACION DE CAPITAL FIJO NETO		0,71	0,93	1,20	1,43	1,71	2,12	2,79	4,08	7,59	
ROTACION DE ACTIVO TOTAL											
EV. ECONOMICA		0,57	0,63	0,67	0,65	0,63	0,62	0,60	0,59	0,58	0,56
EV. FINANCIERA		0,67	0,79	0,90	0,93	0,97	0,93	0,90	0,87	0,84	0,81
ROTACION DE INVENTARIOS		14,13	13,38	12,83	11,77	11,77	11,77	11,78	11,78	11,67	11,57
PLAZO PROMEDIO DE COBRO		15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00

C. INDICES DE APALANCAMIENTO

INDICE DE ENDEUDAMIENTO	=	$\frac{\text{PASIVO TOTAL MENOS PATRIMONIO}}{\text{ACTIVO TOTAL}} * 100$
VECES GANADOS LOS INTERESES	=	$\frac{\text{UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS E INTERESES}}{\text{INTERESES PAGADOS}}$
PLAZO DE PAGO A PROVEEDORES	=	$\frac{\text{CUENTAS POR PAGAR}}{\text{COMPRAS DIARIAS}}$

MUS\$/AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ACTIVOS - EV. ECONOMICA	1250,000	1391,046	1482,241	1579,072	1683,253	1723,125	1762,996	1802,238	1842,040	1887,452	1932,662
ACTIVOS - EV. FINANCIERA	1250,000	1196,871	1178,492	1170,083	1173,200	1116,029	1167,417	1206,658	1246,460	1291,873	1337,082
PASIVO (SIN PATRIMONIO) EV. ECON.	0	125,670	193,172	258,288	322,597	322,597	322,597	322,036	322,036	327,029	331,292
PASIVO (SIN PATRIMONIO) EV. FINAN.	625,000	560,864	517,838	471,636	423,875	311,081	322,597	322,036	322,036	327,029	331,292
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		139,777	215,389	288,325	362,469	362,469	362,469	381,839	361,839	367,449	372,239
GASTOS FINANCIEROS		72,816	56,556	41,181	26,655	12,939	0	0	0	0	0
CUENTAS POR PAGAR		1,268	1,476	1,878	0	0	0	0	0	0	0
COMPRA DIARIA PROMEDIO		106	123	140	0	0	0	0	0	0	0
INDICE DE ENDEUDAMIENTO (%)											
EV. ECONOMICA		0,0	9,0	13,0	18,4	19,2	18,7	18,3	17,9	17,5	17,3
EV. FINANCIERA		50,0	46,9	43,9	40,3	36,1	27,9	27,6	26,7	25,8	25,3
VECES GANADOS LOS INTERESES			1,92	3,81	7,00	13,60	28,01				
PLAZO DE PAGO A PROVEEDORES			12	12	12						

D. INDICES DE LIQUIDEZ

$$\begin{aligned} \text{RAZON DE CORTO PLAZO (INDICE DE LIQUIDEZ)} &= \frac{\text{ACTIVO CIRCULANTE}}{\text{PASIVO CIRCULANTE}} \\ \text{RAZON DE ALTA DISPONIBILIDAD (PRUEBA ACIDA)} &= \frac{\text{ACTIVO CIRCULANTE MENOS INVENTARIOS}}{\text{PASIVO CIRCULANTE}} \end{aligned}$$

MUS/AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ACTIVOS CIRCULANTE	69,652	81,100	92,171	93,994	93,994	93,994	93,994	93,994	93,994	93,994	93,994
PASIVO CIRCULANTE	1,268	1,476	1,678	0	0	0	0	0	0	0	0
ACTIVOS CIRCULANTE - INVENTARIOS	32,795	38,185	43,397	44,630	44,630	44,630	44,630	44,630	44,630	44,630	44,630
INDICE DE LIQUIDEZ		54,9	54,9	54,9							
PRUEBA ACIDA		25,9	25,9	25,9							

Los índices de actividad como la rotación de activos fijos muestra que se ha vendido 0,71 veces del valor del capital fijo en el año 0 y 7,59 veces en el año 9. La rotación de activos totales (R.A.T.) indica que se ha vendido 0,56 veces los activos totales en la evaluación económica y 0,65 veces en la evaluación financiera en el año 0, siendo los valores de R.A.T. de la evaluación financiera más altos durante los diez años. También se observa que mientras la rotación de inventarios (veces que se ha vendido los inventarios) en el año 0 es 13,28, en el año 10 es igual a 11,68.

Los índices de rentabilidad como el margen sobre las ventas indica que el 22 % de las ventas se ha convertido en utilidades para la evaluación financiera y el 12 % para la evaluación económica en el año 0. A partir del año 6, estos valores se igualan a 33,47 %. La rentabilidad sobre el patrimonio muestra que en la evaluación financiera se utilizan mejor los fondos de los accionistas.

El índice de endeudamiento (I.E.) para la evaluación financiera en el año 0 es igual al 50 %, disminuyendo en el año 10 a 24,1 %. Para la evaluación económica el I.E. se incrementa de 0 % (año 0) a 16,7 % (año 10).

Los índices de liquidez muestran que la planta es solvente y puede cumplir sus obligaciones financieras al corto plazo. Los valores obtenidos son: índice de liquidez (I.L.): 153,0 y la prueba ácida (P.A.): 72,4. Veces ganados los intereses muestra que la empresa es eficiente frente a los pagos de intereses. El plazo de pago a proveedores de 12 días, permite asegurar el abastecimiento la corteza de uña de gato por parte de los acopiadores.

CAPITULO IX

RENTABILIDAD DEL PROYECTO

La rentabilidad del proyecto se analiza según los criterios de evaluación: VPN, TIR, B/C, IVP y PR.

9.1 RENTABILIDAD ECONOMICA

1.- VALOR PRESENTE NETO (VPN):

$$VPN_{0,TD} = \sum_{i=0}^n \frac{FNF_i}{(1+TD)^i}$$

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FNF ECONOMICO	-1250,00	194,393	327,149	400,456	481,967	485,469	485,469	484,839	484,839	490,449	609,232
VPN =	787,300 MUS\$ DEL AÑO 0										

2.- TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

$$VPN_{0,TIR} = 0 = \sum_{i=0}^n \frac{FNF_i}{(1+TIR)^i}$$

TIR = 28%

3.- RELACION BENEFICIO COSTO (B/C):

$$B/C = \frac{VPB}{VPC} = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{B_i}{(1+TD)^i}}{\sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+TD)^i}}$$

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FNF ECONOMICO	-1250,00	194,393	327,149	400,456	481,967	485,469	485,469	484,839	484,839	490,449	609,232
B = INGRESOS	798,000	929,160	1056,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000	0
C = EGRESOS	2048,000	734,767	728,851	685,544	604,033	600,531	600,531	601,161	601,161	595,551	-609,232

B/C = $\frac{5820,873 \text{ MUS\$ DEL AÑO 0}}{5033,574 \text{ MUS\$ DEL AÑO 0}}$

B/C = 1,2

4.- INDICE DE VALOR PRESENTE (IVP):

$$IVP = \frac{VPN}{VPInv} = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{FNF_i}{(1+TD)^i}}{\sum_{i=0}^n \frac{INV_i}{(1+TD)^i}}$$

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FNF ECONOMICO	-1250,00	194,393	327,149	400,456	481,967	485,469	485,469	484,839	484,839	490,449	609,232
INVERSION ECONOM.	1250,000	68,384	11,240	10,869	3,501	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-113,994

$$IVP = \frac{787,300 \text{ MUS\$ DEL AÑO 0}}{1298,934 \text{ MUS\$ DEL AÑO 0}}$$

$$IVP = 0,6$$

5.- PERIODO DE RECUPERO (PR) Y VALOR PRESENTE NETO ACUMULADO (VPNA) :

$$VPN_{0,TD,k} = \sum_{i=0}^k \frac{FNF_i}{(1+TD)^i}$$

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FNF ECONOMICO	-1250,00	194,393	327,149	400,456	481,967	485,469	485,469	484,839	484,839	490,449	609,232
VPNA	-1250,00	-1080,962	-833,590	-570,284	-294,718	-53,354	156,527	338,796	497,291	636,707	787,300

$$PR = 5,3 \text{ AÑOS}$$



9.2 RENTABILIDAD FINANCIERA

1.- VALOR PRESENTE NETO (VPN):

$$VPN_{0,TD} = \sum_{i=0}^n \frac{FNFi}{(1+TD)^i}$$

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FNF FINANCIERO	-625,000	0,219	152,769	244,882	344,252	364,703	485,469	484,839	484,839	490,449	609,232
VPN =	870,522 MUS\$ DEL AÑO 0										

2.- TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

$$VPN_{0,TIR} = 0 = \sum_{i=0}^n \frac{FNFi}{(1+TIR)^i}$$

TIR = 35%

3.- RELACION BENEFICIO COSTO (B/C):

$$B/C = \frac{VPB}{VPC} = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{Bi}{(1+TD)^i}}{\sum_{i=0}^n \frac{Ci}{(1+TD)^i}}$$

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FNF FINANCIERO	-625,000	0,219	152,769	244,882	344,252	364,703	485,469	484,839	484,839	490,449	609,232
B = INGRESOS	0,000	929,160	1056,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000	1086,000	0,000
C = EGRESOS	625,000	928,941	728,851	841,118	741,748	721,297	600,531	601,161	601,161	595,551	-609,232

$$B/C = \frac{5022,873 \text{ MUS\$ DEL AÑO 0}}{4020,495 \text{ MUS\$ DEL AÑO 0}}$$

$$B/C = 1,2$$

4.- INDICE DE VALOR PRESENTE (IVP):

$$IVP = \frac{VPN}{VPI_{inv}} = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{FNF_i}{(1+TD)^i}}{\sum_{i=0}^n \frac{INV_i}{(1+TD)^i}}$$

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FNF FINANCIERO	-625,000	0,219	152,769	244,882	344,252	364,703	485,469	484,839	484,839	490,449	609,232
INVERSION FINANCIERA	625,000	189,743	129,064	125,262	114,562	107,826	0,000	0,000	0,000	0,000	-113,994

IVP = $\frac{870,522}{1060,879}$ MUS\$ DEL AÑO 0
MUS\$ DEL AÑO 0

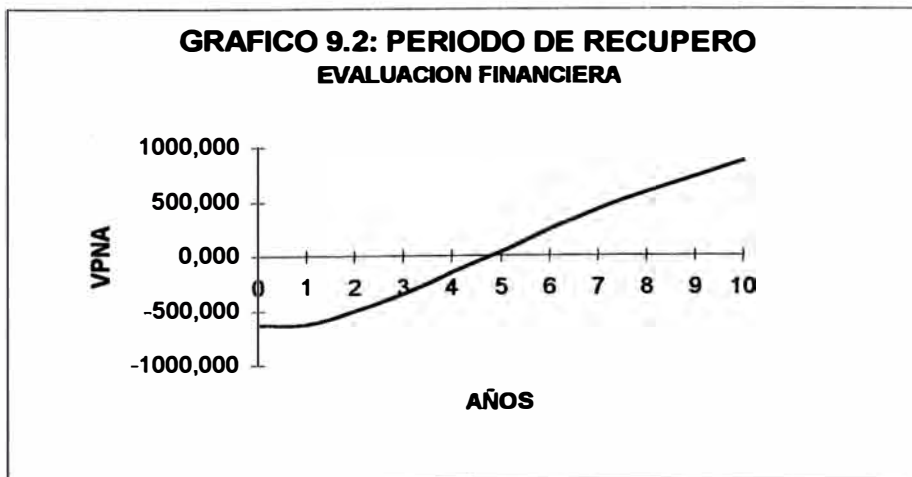
IVP = 0,8

5.- PERIODO DE RECUPERO (PR) Y VALOR PRESENTE NETO ACUMULADO (VPNA) :

$$VPN_{0,TD,k} = \sum_{i=0}^k \frac{FNF_i}{(1+TD)^i}$$

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FNF FINANCIERO	-625,000	0,219	152,769	244,882	344,252	364,703	485,469	484,839	484,839	490,449	609,232
VPNA	-625,000	-624,810	-509,295	-348,281	-151,454	29,868	239,750	422,019	580,513	719,929	870,522

PR = 4,8 AÑOS



CUADRO 9.1: RESUMEN DE LA EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA

CRITERIOS	EVALUACION	
	ECONOMICA	FINANCIERA
VPN (MUS\$ DEL AÑO 0)	787,30	870,52
TIR	28%	35%
B/C	1,16	1,25
IVP	0,61	0,82
PR	5,25	4,84

Según estas evaluaciones se concluye que el proyecto es rentable económica y financieramente.

CAPITULO X

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

En el análisis de sensibilidad se consideran las variables que afectan la rentabilidad del proyecto, como son: los costos variables, el volumen de ventas, la inversión, el costo de producción de las plantaciones y el precio del producto.

Se evalúa la rentabilidad del proyecto modificando las variables mencionadas entre los límites indicados tanto para la evaluación económica como para la evaluación financiera. Los resultados de VPN, obtenidos en la evaluación se grafican (ver cuadros 10.1 y 10.2) y se determina con que variables el proyecto es más sensible (ver cuadros 10.3 y 10.4).

Variación de los costos variables

VM = 120 %

Vm = 90 %

Variación del volumen de ventas

VM = 110 %

Vm = 80 %

Variación de la inversión

VM = 120 %

Vm = 90 %

Variación del costo de producción de las plantaciones de uña de gato

VM = 110 %

Vm = 90 %

Variación del precio del producto

VM = 130 %

Vm = 70 %

CUADRO 10.1: ANALISIS DE SENSIBILIDAD - EVALUACION ECONOMICA

A. SENSIBILIDAD A LOS COSTOS VARIABLES

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VPN
90%	-1250,00	206,028	340,696	415,852	497,801	501,302	501,302	500,672	500,672	506,282	625,066	861,098
95%	-1250,00	200,211	333,923	408,154	489,884	493,385	493,385	492,755	492,755	498,365	617,149	824,199
100%	-1250,00	194,393	327,149	400,456	481,967	485,469	485,469	484,839	484,839	490,449	609,232	787,300
105%	-1250,00	188,576	320,376	392,758	474,051	477,552	477,552	476,922	476,922	482,532	601,315	750,401
110%	-1250,00	182,759	313,602	385,060	466,134	469,635	469,635	469,005	469,005	474,615	593,399	713,502
115%	-1250,00	176,941	306,829	377,361	458,217	461,718	461,718	461,088	461,088	466,698	585,482	676,602
120%	-1250,00	171,124	300,055	369,663	450,300	453,801	453,801	453,171	453,171	458,781	577,565	639,703

B. SENSIBILIDAD AL VOLUMEN DE VENTAS

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VPN
80%	-1250,00	44,225	145,740	194,100	268,924	272,178	272,178	271,548	271,548	277,158	387,016	-201,666
85%	-1250,00	81,767	191,092	245,689	322,185	325,501	325,501	324,871	324,871	330,481	442,570	45,576
90%	-1250,00	119,309	236,445	297,278	375,445	378,823	378,823	378,193	378,193	383,803	498,124	292,817
95%	-1250,00	156,851	281,797	348,867	428,706	432,146	432,146	431,516	431,516	437,126	553,678	540,058
100%	-1250,00	194,393	327,149	400,456	481,967	485,469	485,469	484,839	484,839	490,449	609,232	787,300
105%	-1250,00	231,935	372,501	452,045	535,228	538,791	538,791	538,161	538,161	543,771	664,786	1034,541
110%	-1250,00	269,478	417,854	503,634	588,489	592,114	592,114	591,484	591,484	597,094	720,341	1281,782

C. SENSIBILIDAD A LA INVERSION

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VPN
90%	-1125,00	165,565	284,484	349,899	423,568	426,719	426,719	426,089	426,089	431,699	541,083	658,893
95%	-1187,50	179,979	305,817	375,178	452,768	456,094	456,094	455,464	455,464	461,074	575,158	723,096
100%	-1250,00	194,393	327,149	400,456	481,967	485,469	485,469	484,839	484,839	490,449	609,232	787,300
105%	-1312,50	208,808	348,482	425,734	511,167	514,843	514,843	514,213	514,213	519,823	643,307	851,503
110%	-1375,00	223,222	369,814	451,013	540,367	544,218	544,218	543,588	543,588	549,198	677,382	915,706
115%	-1437,50	237,636	391,147	476,291	569,567	573,593	573,593	572,963	572,963	578,573	711,456	979,910
120%	-1500,00	252,050	412,479	501,569	598,767	602,968	602,968	602,338	602,338	607,948	745,531	1044,113

D. SENSIBILIDAD AL COSTO DE PRODUCCION DE LAS PLANTACIONES DE UÑA DE GATO

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VPN
90%	-1250,00	195,556	328,873	402,741	483,944	487,446	487,446	486,879	486,879	491,928	610,232	796,186
95%	-1250,00	194,975	328,011	401,598	482,956	486,457	486,457	485,859	485,859	491,188	609,732	791,743
100%	-1250,00	194,393	327,149	400,456	481,967	485,469	485,469	484,839	484,839	490,449	609,232	787,300
105%	-1250,00	193,812	326,287	399,313	480,979	484,480	484,480	483,819	483,819	489,709	608,732	782,856
110%	-1250,00	193,230	325,425	398,171	479,990	483,492	483,492	482,799	482,799	488,970	608,232	778,413

E. SENSIBILIDAD AL PRECIO DEL PRODUCTO

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VPN
70%	-1250,00	-19,977	56,824	92,652	162,811	165,533	165,533	164,903	164,903	170,513	261,099	-687,623
75%	-1250,00	15,751	101,878	143,952	216,004	218,856	218,856	218,226	218,226	223,836	319,121	-441,802
80%	-1250,00	51,480	146,933	195,253	269,196	272,178	272,178	271,548	271,548	277,158	377,143	-195,982
85%	-1250,00	87,208	191,987	246,554	322,389	325,501	325,501	324,871	324,871	330,481	435,165	49,838
90%	-1250,00	122,937	237,041	297,855	375,582	378,823	378,823	378,193	378,193	383,803	493,188	295,659
95%	-1250,00	158,665	282,095	349,155	428,775	432,146	432,146	431,516	431,516	437,126	551,210	541,479
100%	-1250,00	194,393	327,149	400,456	481,967	485,469	485,469	484,839	484,839	490,449	609,232	787,300
105%	-1250,00	230,122	372,203	451,757	535,160	538,791	538,791	538,161	538,161	543,771	667,255	1033,120
110%	-1250,00	265,850	417,257	503,057	588,353	592,114	592,114	591,484	591,484	597,094	725,277	1278,940
115%	-1250,00	301,579	462,312	554,358	641,548	645,436	645,436	644,806	644,806	650,416	783,299	1524,761
120%	-1250,00	337,307	507,366	605,659	694,739	698,759	698,759	698,129	698,129	703,739	841,321	1770,581
125%	-1250,00	373,036	552,420	656,959	747,931	752,082	752,082	751,452	751,452	757,062	899,344	2016,402
130%	-1250,00	408,764	597,474	708,260	801,124	805,404	805,404	804,774	804,774	810,384	957,366	2262,222

CUADRO 10.2: ANALISIS DE SENSIBILIDAD - EVALUACION FINANCIERA

A. SENSIBILIDAD A LOS COSTOS VARIABLES

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VPN
90%	-625,000	11,853	166,316	260,278	360,086	380,537	501,302	500,672	500,672	506,282	625,066	944,320
95%	-625,000	6,036	159,542	252,580	352,169	372,620	493,385	492,755	492,755	498,365	617,149	907,421
100%	-625,000	0,219	152,769	244,882	344,252	364,703	485,469	484,839	484,839	490,449	609,232	870,522
105%	-625,000	-5,599	145,995	237,184	336,335	356,786	477,552	476,922	476,922	482,532	601,315	833,623
110%	-625,000	-11,416	139,222	229,485	328,418	348,870	469,635	469,005	469,005	474,615	593,399	796,721
115%	-625,000	-17,234	132,448	221,787	320,501	340,953	461,718	461,088	461,088	466,698	585,482	759,825
120%	-625,000	-23,051	125,675	214,089	312,584	333,036	453,801	453,171	453,171	458,781	577,565	722,926

B. SENSIBILIDAD AL VOLUMEN DE VENTAS

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VPN
80%	-625,000	-149,950	-28,640	38,526	131,208	151,413	272,178	271,548	271,548	277,158	387,016	-118,443
85%	-625,000	-112,408	16,712	90,115	184,469	204,736	325,501	324,871	324,871	330,481	442,570	128,798
90%	-625,000	-74,866	62,064	141,704	237,730	258,058	378,823	378,193	378,193	383,803	498,124	376,039
95%	-625,000	-37,323	107,417	193,293	290,991	311,381	432,146	431,516	431,516	437,126	553,678	623,281
100%	-625,000	0,219	152,769	244,882	344,252	364,703	485,469	484,839	484,839	490,449	609,232	870,522
105%	-625,000	37,761	198,121	296,471	397,513	418,026	538,791	538,161	538,161	543,771	664,786	1117,763
110%	-625,000	75,303	243,473	348,060	450,774	471,349	592,114	591,484	591,484	597,094	720,341	1365,005

C. SENSIBILIDAD A LA INVERSION

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VPN
90%	-562,500	-9,192	127,542	209,883	299,624	318,030	426,719	426,089	426,089	431,699	541,083	733,793
95%	-593,750	-4,487	140,155	227,382	321,938	341,367	456,094	455,464	455,464	461,074	575,158	802,158
100%	-625,000	0,219	152,769	244,882	344,252	364,703	485,469	484,839	484,839	490,449	609,232	870,522
105%	-656,250	4,924	165,382	262,381	366,566	388,040	514,843	514,213	514,213	519,823	643,307	938,887
110%	-687,500	9,629	177,996	279,881	388,880	411,377	544,218	543,588	543,588	549,198	677,382	1007,251
115%	-718,750	14,335	190,609	297,381	411,194	434,713	573,593	572,963	572,963	578,573	711,456	1075,615
120%	-750,000	19,040	203,223	314,880	433,508	458,050	602,968	602,338	602,338	607,948	745,531	1143,980

D. SENSIBILIDAD AL COSTO DE PRODUCCION DE LAS PLANTACIONES DE UÑA DE GATO

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VPN
90%	-625,000	1,382	154,493	247,167	346,229	366,680	487,446	486,879	486,879	491,928	610,232	879,409
95%	-625,000	0,800	153,631	246,024	345,240	365,692	486,457	485,859	485,859	491,188	609,732	874,965
100%	-625,000	0,219	152,769	244,882	344,252	364,703	485,469	484,839	484,839	490,449	609,232	870,522
105%	-625,000	-0,363	151,907	243,739	343,263	363,715	484,480	483,819	483,819	489,709	608,732	866,079
110%	-625,000	-0,944	151,045	242,597	342,275	382,726	483,492	482,799	482,799	488,970	608,232	861,635

E. SENSIBILIDAD AL PRECIO DEL PRODUCTO

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VPN
70%	-625,000	-214,152	-117,556	-62,922	25,095	44,768	165,533	164,903	164,903	170,513	261,099	-604,400
75%	-625,000	-178,424	-72,502	-11,622	78,288	98,090	218,856	218,226	218,226	223,836	319,121	-358,580
80%	-625,000	-142,695	-27,448	39,679	131,481	151,413	272,178	271,548	271,548	277,158	377,143	-112,760
85%	-625,000	-106,967	17,606	90,980	184,674	204,736	325,501	324,871	324,871	330,481	435,165	133,061
90%	-625,000	-71,238	62,661	142,280	237,886	258,058	378,823	378,193	378,193	383,803	493,188	378,881
95%	-625,000	-35,510	107,715	193,581	291,059	311,381	432,146	431,516	431,516	437,126	551,210	624,702
100%	-625,000	0,219	152,769	244,882	344,252	364,703	485,469	484,839	484,839	490,449	609,232	870,522
105%	-625,000	35,947	197,823	296,183	397,445	418,026	538,791	538,161	538,161	543,771	667,255	1116,343
110%	-625,000	71,676	242,877	347,483	450,637	471,349	592,114	591,484	591,484	597,094	725,277	1362,163
115%	-625,000	107,404	287,931	398,784	503,830	524,671	645,436	644,806	644,806	650,416	783,299	1607,983
120%	-625,000	143,132	332,986	450,085	557,023	577,994	698,759	698,129	698,129	703,739	841,321	1853,804
125%	-625,000	178,861	378,040	501,385	610,216	631,316	752,082	751,452	751,452	757,062	899,344	2099,624
130%	-625,000	214,589	423,094	552,686	663,409	684,639	805,404	804,774	804,774	810,384	957,366	2345,445

CUADRO 10.3 : RESUMEN DEL ANALISIS DE SENSIBILIDAD**EVALUACION ECONOMICA**

VPN (15%,0)

β	COSTOS VARIABLES	VOLUMEN DE VENTAS	INVERSION	COSTO PROD. PLANTACIONES	PRECIO DEL PRODUCTO
0,70					-585,116
0,75					-339,296
0,80		-201,666			-93,475
0,85		45,576			49,838
0,90	861,098	292,817	658,893	796,186	295,659
0,95	824,199	540,058	723,096	791,743	541,479
1,00	787,300	787,300	787,300	787,300	787,300
1,05	750,401	1034,541	851,503	782,856	1033,120
1,10	713,502	1281,782	915,706	778,413	1278,940
1,15	676,602		979,910		1524,761
1,20	639,703		1044,113		1770,581
1,25					2016,402
1,30					2262,222

$$\text{DENSIDAD} = \frac{\# \text{VPNs } (-)}{\# \text{VPNs}} = \frac{4}{39} = 10,26\%$$

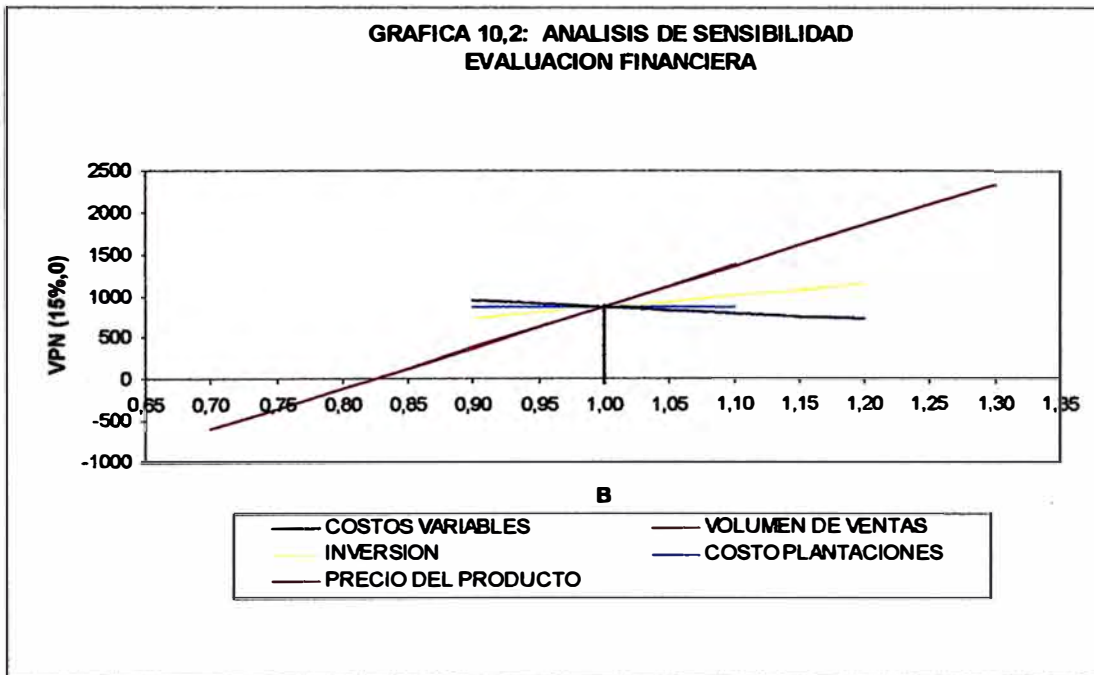
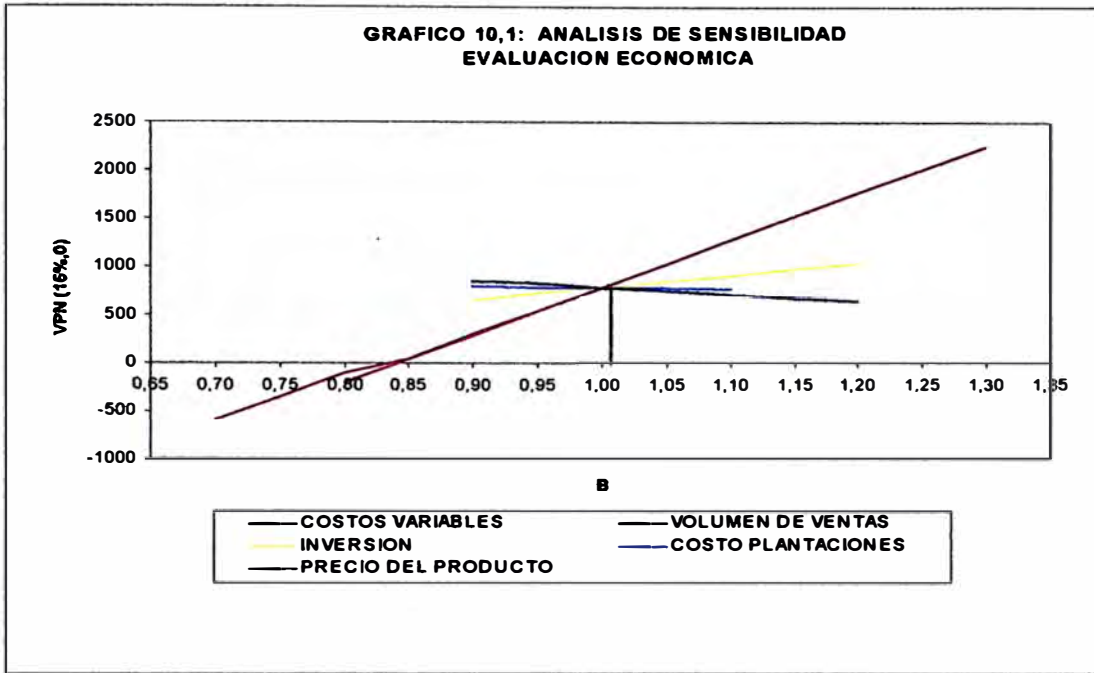
EVALUACION FINANCIERA

VPN (15%,0)

β	COSTOS VARIABLES	VOLUMEN DE VENTAS	INVERSION	COSTO PROD. PLANTACIONES	PRECIO DEL PRODUCTO
0,70					-604,400
0,75					-358,580
0,80		-118,443			-112,760
0,85		128,798			133,061
0,90	944,320	376,039	733,793	879,409	378,881
0,95	907,421	623,281	802,158	874,965	624,702
1,00	870,522	870,522	870,522	870,522	870,522
1,05	833,623	1117,763	938,887	866,079	1116,343
1,10	796,724	1365,005	1007,251	861,635	1362,163
1,15	759,825		1075,615		1607,983
1,20	722,926		1143,980		1853,804
1,25					2099,624
1,30					2345,445

$$\text{DENSIDAD} = \frac{\# \text{VPNs } (-)}{\# \text{VPNs}} = \frac{4}{39} = 10,26\%$$

El proyecto tiene una probabilidad de un 10,26 % que no sea rentable, es decir el proyecto es poco riesgoso.



De las gráficas 10.1 y 10.2 se concluye que el proyecto es sensible al precio del producto y al volumen de ventas.

CONCLUSIONES

- 1.- El proyecto tiene como mercado objetivo Estados Unidos, por ser el principal importador de la uña de gato en sus diferentes presentaciones, siendo la demanda proyectada igual a 24 TM/año. La producción anual del extracto liofilizado satisface el 83 % de la demanda, equivalente a 20 TM /año, para lo cual se requiere procesar 140 TM/año de corteza de uña de gato, según el rendimiento de la prueba piloto (14,2 %).
- 2.- El precio \$FOB del extracto liofilizado de la uña de gato depende de la calidad, actualmente el precio varía entre 60 -100 \$/kg. El precio \$FOB para el proyecto es \$ 60/kg. El liofilizado obtenido satisface las especificaciones solicitadas por el importador americano (ver cuadro 4.9).
- 3.- La extracción de la uña de gato es la etapa determinante en la recuperación de los principios activos (alcaloides), la cual se optimizó por el uso de: corteza chipeada, solvente hidroalcohólico, sistema Shanks de dos etapas, temperatura de 50 – 60 °C, y tiempo de extracción de 20 minutos.
- 4.- Para concentrar el extracto se utiliza el evaporador de película descendente, donde se consigue operar con un tiempo de residencia corto, evitando la desnaturalización de los principios activos (5 s).
- 5.- La liofilización es el proceso adecuado para deshidratar el extracto de uña de gato, para conservar mejor los principios activos sensibles al calor (ver cuadro 4.8).
- 6.- A nivel laboratorio se selecciona el programa de liofilización de la prueba 3, que consiste en congelar el extracto a – 40 °C por 2 h, luego hacer vacío a una presión de 100 – 200 μ mHg y continuar con las etapas de sublimación y desorción a una temperatura de calefacción de 40 °C por 11 h.

- 7.- El liofilizador es un equipo altamente sofisticado, el cual se ha especificado según las condiciones de operación de la liofilización del extracto de la uña de gato (presión de vacío = 100 - 200 μ mHg, temperatura de congelamiento = -35 °C, temperatura de calefacción = 40 °C, tiempo de liofilización = 16 h).
- 8.- Los criterios de evaluación: VPN, TIR, relación beneficio - costo (B/C), IVP, período de recupero (PR) y VPNA indican que el proyecto es rentable. Los valores obtenidos para la evaluación económica dan como resultado un VPN de 787,300 MUS\$ del año cero y una TIR de 28%; mientras que para la evaluación financiera se obtuvo un VPN de 870,522 MUS\$ del año cero y una TIR de 35%. Como la TIRE es menor que la TIRF existe un efecto palanca positivo, es decir el financiamiento obtenido mejora la performance del proyecto.
- 9.- La evaluación del período de recupero y el valor presente neto acumulado indica que para la evaluación económica, el proyecto generaría ganancias a partir del sexto año, el periodo de recupero es igual 5 años y 4 meses (gráfico 9.1). Para la evaluación financiera, el proyecto generaría ganancias a partir del quinto año, el periodo de recupero es igual 4 años y 10 meses (gráfico 9.2).
- 10.- En la evaluación financiera los índices de rentabilidad, tales como la rentabilidad sobre activos (EF: 28,62, EE: 21,53 del año 4 y EF: 27,84, EE: 19,26 del año 10) y la rentabilidad sobre el patrimonio (EF: 24,44, EE: 16,71 del año 2 y EF: 39,05, EE: 23,25 del año 10) son mayores que la evaluación económica. La evaluación financiera muestra que el índice de actividad (rotación de activo total), es mayor respecto al de la evaluación económica, lo cual indica que se utilizan mejor los activos con el financiamiento. (RAT_{EF} : 0,67, RAT_{ER} : 0,57 del año 1 y RAT_{EF} : 0.81, RAT_{ER} : 0.56 del año 10). Los índices de liquidez, razón de corto plazo y la prueba ácida muestran que la planta del proyecto es solvente (IL: 54,9, PA : 25,9) tanto para la evaluación económica como para la evaluación financiera.

- 11.- Del análisis de sensibilidad para la evaluación económica y financiera, se concluye que existe un 10,26 % de probabilidad de que el proyecto no sea rentable, por lo tanto el proyecto es poco riesgoso.
- 12.- El proyecto es más sensible a las variables: precio del extracto liofilizado y al volumen de ventas tanto para la evaluación económica (gráfico 10.1) como para la evaluación financiera (gráfico 10.2).

RECOMENDACIONES

- 1.- El Perú es el único exportador de *Uncaria tomentosa*, con ingresos de 15 millones de dólares desde 1992, su forma de presentación en cápsula tiene la mayor participación en las exportaciones a nivel mundial (56 %) por lo que es importante darle mayor valor agregado al extracto de uña de gato, lo cual promoverá el desarrollo de la selva peruana. Otros países latinoamericanos exportan especies diferentes con el nombre de uña de gato.
- 2.- El proyecto está asociado a la actividad extractiva de la uña de gato, por lo que se recomienda fomentar el cultivo de la corteza, de manera que la producción sea sostenida. Las plantaciones de uña de gato propias aseguran el abastecimiento de materia prima para el proyecto, por lo que es importante realizar un estudio de la especie seleccionada para el cultivo.
- 3.- El liofilizador y demás equipos pueden utilizarse alternativamente para procesar otras materias primas: frutos tropicales como el camu camu, otros extractos vegetales o plantas medicinales compatibles.
- 4.- Para la recuperación del alcohol durante la concentración se recomienda utilizar el tanque auxiliar del condensador.
- 5.- Es indispensable realizar las pruebas de estabilidad del producto liofilizado para asegurar la conservación y su tiempo de vida, así como evaluar la calidad del material de empaque y el sistema de envasado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Agroeconómico. Legislación y Tendencias en EE.UU. y Europa. Dic.96 -Ene 97.
2. Alarcón J. Tratado Práctico de Refrigeración Automática. Marcombo Boixareu Editores. 1987. Barcelona.
3. AOAC Official Method 1997.
4. Aquino R., Cerri R., De Simone F.,y Pizza C. New Quinovic Acid Glycosides from *Uncaria tomentosa*. J. Natural Products. 1988. Vol. 51 No.2.
5. ASHRAE Handbook. Fundamentals. Tomo I. Publicado por la American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc. Atlanta. 1995.
6. ATLAS DANMARK Freeze Dryer catalogue.
7. Boletín El Forestal IV trimestre 1998. Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). Lima.
8. Brennan, J. Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos. 2da. Ed. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. 1980.
9. Burghardt, D. Ingeniería Termodinámica. 2da. Ed. Harla S.A. México. 1982.
10. Cabezas, T. Estudio Técnico de un Sistema de Congelación Seca (Liofilización) de Productos Medicinales. Tesis Fac. Ingeniería Mecánica - Universidad Nacional de Ingeniería. 1986.
11. Colaiácovo, J. L. Proyectos de Exportación y Estrategias de Marketing Internacional Macchi Grupo Editor S.A. Argentina. 1993.
12. Compendio Estadístico Departamental 1995 - 1996. Instituto Nacional de Estadística e Informática.
13. CUDDON Freeze Dryers catalogue.
14. Domínguez G. Uña de Gato y Producción Sostenible. Universidad Nacional Agraria La Molina. Fac. Ciencias Forestales Publifor. Lima 1997.
15. Dossat, B. Principios de Refrigeración. Editorial Continental S.A. México. 1973.
16. Earle, R. L. Ingeniería de los Alimentos. Editorial Acribia. España. 1979.
17. EL PERUANO. 22 de Noviembre de 1998

18. **EL PERUANO. 29 de marzo de 1999**
19. **EL PERUANO. 30 de diciembre de 1998**
20. **EL PERUANO. 7 de mayo de 1999**
21. **Fellows, P. Tecnología del Procesado de Alimentos: Principios y Prácticas. Editorial Acribia S.A. España. 1994.**
22. **Flink, J. Application of freeze drying for preparation of dehydrated powders from liquid food extracts.**
23. **García, G y Zamudio A. Estudio Teórico - Experimental del Secado por Liofilización. Tesis Fac. Ingeniería Química y Manufacturera - Universidad Nacional de Ingeniería. 1985.**
24. **Geankopolis, C. Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias. 2da. Ed. Editorial Continental S. A. México. 1995.**
25. **Guadalupe, G. Ciencia y Tecnología de los Alimentos. C.I.P.I. Universidad de Lima Facultad de Ingeniería Industrial. Lima 1987.**
26. **Harrison, J. Farmacognosia I. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Farmacia y Bioquímica. 1970.**
27. **INDECOPI. Determinación de la Humedad**
28. **Jeannin, C., Mangeot, A. y Verain, A. Ingeniería Farmacéutica. Editorial El Manual Moderno. México. 1986.**
29. **Karel, M. Heat and Mass Transfer in Freeze drying.**
30. **Kem, D. Procesos de Transferencia de Calor. 19a. Ed. Cia. Editorial El Continental. México. 1986.**
31. **Knule, F. El secado. Enciclopedia de la Tecnología Química. 1ra. Ed. Tomo I. España. 1966.**
32. **Lewin, D. Plant Handbook Data. Food Engineering. Marzo 1962.**
33. **Lewis, M. J. Físicas de los Alimentos y de Sistemas Procesados. Editorial Acribia. España. 1993.**
34. **Lock de Ugaz, O. Investigación Fitoquímica. Pontificia Universidad Católica del Perú. 1988.**
35. **Loncin, M. Técnicas de Ingeniería Alimentaria.**
36. **Louis, R. Aspects Théoriques et Industriels de la Lyophilisation. Editorial Hermann. Francia. 1964.**
37. **Maguire, J. Freeze Drying. Food Engineering. Set. 1962.**

38. Maguire, J. Freeze Drying. Food Engineering. Setiembre 1962.
39. Manual Labconco. Liofilizador Model 18 I.
40. Marketing Guidebook for Major Imported Products. Natural Medicines. 1997. JETRO.
41. Mataix, C. Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas. 2da. Ed. Harper & Row Latinoamericana. 1970.
42. Montenegro, S. Uncaria sp. de Perú. Q Farm. 1997. Año 1, Num 1.
43. Nair, J. Freeze-Dry Systems Changig. Food Engineering. Junio 1962.
44. Obregón L. Uña de Gato. 3ra. ed. Instituto de Fitoterapia Americano. 1995.
45. Ocon, J. Problemas en Ingeniería Química. 2da. ed. Editorial Aguilar. México. 1967.
46. Peralta M y Zambrano H. Efecto Antiinflamatorio del Extracto Glicosídico de Uncaria tomentosa (Willd) D.C. Uña de Gato. Tesis Fac. Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 1992.
47. Perry, R y Chilton C. Biblioteca del Ingeniero Químico. Vol. 4. 5ta. Ed. McGraw-Hill. México. 1986.
48. Perú Forestal en Números Años 1980 -1997. Lima
49. Peter, M. Plant Design and Economic for Chemical. 1991.
50. Pita, E. Principios y Sistemas de Refrigeración. Editorial Limusa, México. 1991.
51. Potter, N. La Ciencia de los Alimentos. Harla México. 1ra. Ed. 1973.
52. Ramírez, J. A. Refrigeración. Grupo Editorial Ceac S.A. España. 1994.
53. Rapin, P. Instalaciones Frigoríficas. Marcombo Boixareu Editores. 1987. Barcelona.
54. Raventos, M. Instrumentación y Control de Procesos. Alimentación, Equipos y Tecnología. Julio/agosto 1995.
55. Remington. Farmacia. 17 va. ed. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. 1987.
56. Rey, L. Aspects Theoriques et Industriels de la Lyophilisation. Hermann. París. 1964.
57. Rojas, A. Influencia del Método de Secado en la Calidad de la Fresa. (Fragaria chiloensis) deshidratante. Tesis Fac. Industrias Alimentarias - Universidad Nacional Agraria La Molina. 1996.

58. Salten, D. Evaporadores de Película Fina Agitada. Ingeniería Química. Set.1993.
59. Sanguineti, E. Sistemas y Equipos de Refrigeración, Refrigerantes presente y futuro. 1996.
60. Sapag, N. y Sapag R. Preparación y Evaluación de Proyectos. 3er. Ed. McGraw-Hill Interamericana. Colombia. 1996.
61. SIHI PUMPS liquid ring vacuun pums catalogue.
62. Stuppner H., Stum S. y Konwalinka G. HPLC Analysis of the Main Oxindole Alkaloids from *Uncaria tomentosa*. Chromatographia. Vol. 34, No.11/12. 1992.
63. Treybal, R. Operaciones de Transferencia de Masa. 2da. Ed. Mc Graw-Hill. México. 1980.
64. Ulrich G. Diseño y Economía de los procesos de Ingeniería Química. Mc Graw Hill Interamericana de México S.A.1992.
65. Uña de Gato deslumbra al Mundo. Síntesis (Lima), 24-VII-96, p.6-7.
66. Valeriani R. Uña de Gato: Planta Promisoria de la Selva. Conexión Agraria. Nov. 1994. p. 4-5.
67. Van Ness. Introducción a la Termodinamica en Ingeniería Química. 4ta. Ed. México. 1989.
68. Vernal. Boletín Peruano de Exportaciones Aérea 1992-1998
69. Vernal. Boletín Peruano de Exportaciones Marítima 1992-1998
70. Villachica H., Lazarte J., Clavo M. y otros. Productos Amazónicos del Perú: Palmito, Camu camu y Uña de gato. Consorcio para el Desarrollo Sostenible de Ucayali (CODESU). Pucallpa 1998.
71. Zavala C., Zevallos P. Taxonomía, Distribución Geográfica y Status de Género *Uncaria* en el Perú – Uña de Gato. Universidad Nacional Agraria La Molina. 1996.
72. Villachica H. Y Lazarte J. Promoción de Exportaciones de Productos Agrícolas de la Selva. IIAP. Junio 1998.

A N E X O S

ANEXO 1: TECNICAS ANALITICAS

DETERMINACION DE LA HUMEDAD (27)

Objeto:

La presente norma establece el método para determinar el contenido de la humedad en los productos alimenticios liofilizados.

Definición:

Es la pérdida de masa que sufre el producto en las condiciones del método descrito.

Principios del método:

El producto previamente molido o acondicionado si fuera necesario se seca a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ bajo presión atmosférica normal, durante un tiempo fijado empíricamente, en función del tamaño de la partícula.

Aparatos:

Balanza analítica, con precisión de 0,1 mg

Molino de Laboratorio, que permite obtener un producto que pase por el tamiz ITINTEC 0,841 mm (No. 20), que evite al máximo con la atmósfera exterior y que permita una trituración máxima y uniforme, sin provocar un calentamiento sensible.

Estufa, de calentamiento electrónico, que permite mantener en su interior, con temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, provistos de una ventilación.

Reactivos y materiales:

Reactivos:

Deshidratantes adecuados tales como.

Anhidrido fosfórico para análisis, sulfato de calcio anhidro granulado e impregnado en cloruro de cobalto, óxido de calcio activado, alúmina activada, ácido sulfúrico concentrado, cloruro de calcio o silicagel impregnado de sales de cobalto.

Materiales:

Pesafiltro, de material resistente a la corrosión o de vidrio térmico provistos de tapa.

Las dimensiones deberán ser aproximadamente 55 mm, de diámetro por 15 mm de alto.

Desecador, con placa de metal o porcelana gruesa perforada, conteniendo cualesquiera de los deshidratantes indicados en la cápsula o crisol de porcelana.

Preparación de muestra para ensayo:

Se muele la muestra de manera que el 99 % de las partículas pasen por el tamiz ITINTEC 0,841 mm (No. 20).

Procedimiento:

Se pesa aproximadamente una masa de 5 g de muestra a ensayar, con precisión de 0,1 mg en un pesafiltro, cápsula o crisol de porcelana previamente secado o tarado, operando rápidamente de manera de evitar toda alteración en el contenido de humedad.

Se pone el pesafiltro con la cápsula o crisol de porcelana, destapado con la muestra en la estufa a 110 °C durante 120 minutos, desde que la estufa alcanza los 110 °C.

Se tapa el pesafiltro con cápsula o crisol de porcelana, se retira de la estufa, se coloca en un desecador y se deja enfriar hasta que alcance la temperatura ambiente (45 a 60 minutos).

Se determina la masa del pesafiltro, cápsula o crisol de porcelana con la muestra desecada, con la precisión de 0,1 mg.

Se repite el calentamiento en la estufa, enfriamiento y determinación de masa, hasta que los resultados de dos determinaciones sucesivas, separadas por 1 hr. De secado, no difieran en más de 0,1 %.

Expresión de Resultado:

El contenido de humedad se expresa como la pérdida de masa referida a 100 g de muestra original, y se calcula mediante la siguiente fórmula.

$$H = (M1 - M2) * 100/M$$

En donde:

H = Contenido de humedad en %, en masa de muestra original.

M = Masa de muestra a ensayar en gramos

M1 = Masa de pesafiltro, con la cápsula o crisol conteniendo la muestra antes del secado en gramos.

M2 = Masa del pesafiltro, cápsula o crisol conteniendo la muestra después del secado, en gramos.

Concordancia de los Resultados:

Si la diferencia en el contenido de humedad entre dos determinaciones sobre la misma muestra, es menor de 0,1 %, se promedian los resultados, redondeando a la primera cifra decimal.

Si la diferencia es mayor de 0,1 %, se repite el ensayo sobre una nueva porción de muestra.

INFORME:

En el informe debe indicar el # de la muestra, cualquier otra indicación que lo caracteriza, el contenido de humedad en % en masa.

El procedimiento utilizado o cualquier condición distinta o prevista en esta norma.

DETERMINACION DE SOLIDOS TOTALES (3)

Método Oficial AOAC 940.09

Determinación de Sólidos Totales por Evaporación:

Llenar una fiola con 25 ml con la muestra a 20 °C, y ajustar al menisco, usando un tubo capilar o una tira delgada de papel filtro, mientras la fiola está inmerso en un baño a la misma temperatura por 30 minutos. Transferir cuantitativamente el contenido a una fiola de 100 ml con agua y diluir a volumen con agua a la temperatura conveniente. A la misma temperatura pipetear 10 ml de la muestra diluida en la cápsula y secar.

Pesar el residuo * 40 = Sólidos totales (g/100ml).

Para materiales que no contienen fructuosa u otras sustancias que se descomponen fácilmente, secar por 8 – 10 h a presión atmosférica en un horno a 100 °C, enfriar en el desecador, y pesar, repetir el calentamiento y pesar hasta que la pérdida en una hora de calentamiento sea menor o igual a 2 mg. Reportar la pérdida en peso como H₂O.

DETERMINACION DEL ALCOHOL EN VOLUMEN DE LIQUIDOS DESTILADOS

Método Oficial AOAC 950.04 (3)

Método del refractómetro:

Medir 25 ml de muestra, tomando nota de la temperatura y colocarlo en un balón de destilación, con 100 ml de agua, destilar hasta cerca de 100 ml, diluir en volumen a la misma temperatura, y determinar la lectura del refractómetro de inmersión. Obtener el % de alcohol correspondiente.

Cuando las medidas del volumen se hacen a temperaturas diferentes a 15,56 °C, multiplicar el % de alcohol por el factor de la tabla A1.1.

TABLA A1.1: FACTOR PARA EL CALCULO DEL CONTENIDO ORIGINAL DEL ALCOHOL

Table A1.1 Factors for Calculating Original Alcohol Content for 25 and 50 mL Samples Distilled to 100 mL When Refractometer Measurements are Made at 20, 25, 30, or 35°

Alcoholic % by Volume in Distillate at 15.56°	25 ml. Sample				50 ml. Sample			
	Temperature of Measurement				Temperature of Measurement			
	20°	25°	30°	35°	20°	25°	30°	35°
	Multiply Alcohol in Distillate by:				Multiply Alcohol in Distillate by:			
0-3.99	1.001	1.002	1.003	1.004	2.000	2.000	2.000	2.000
4-5.99	1.003	1.005	1.009	1.013	2.000	2.001	2.001	2.001
6-7.99	1.005	1.011	1.016	1.021	2.001	2.001	2.002	2.002
8-9.99	1.007	1.015	1.023	1.030	2.001	2.002	2.003	2.004
10-11.99	1.009	1.019	1.028	1.037	2.001	2.003	2.004	2.006
12-13.99	1.010	1.021	1.031	1.041	2.002	2.004	2.006	2.007
14-15.99	1.011	1.022	1.032	1.043	2.002	2.005	2.007	2.009
16-19.99	1.011	1.023	1.034	1.045	2.003	2.006	2.008	2.011
20 or more	1.011	1.024	1.036	1.047	2.003	2.006	2.009	2.012

DETERMINACION DE ALCALOIDES TOTALES

Pesar 2 g de extracto liofilizado, disolver en 50 ml de agua destilada acidificada con HCl 1N, agitar y calentar a una temperatura no mayor de 40 °C. Luego realizar cuatro extracciones con 25 ml de diclorometano y descartar la fase orgánica. En seguida alcalinizar con NaOH 1 N hasta pH 11, y hacer extracciones con 25 ml de diclorometano, eliminando la fase acuosa. La solución de diclorometano se concentra a sequedad en el rotavapor a vacío.

Disolver el residuo concentrado con 10 ml de ácido acético glacial. Adicionar 3 gotas de indicador cristal violeta al 0,1 %. Titular con HClO₄ 0,03 N, hasta observar el cambio de color de violeta a verde, comparando simultáneamente el color con un blanco.

Cálculos:

$$[ATm] = \frac{N * G * M * 100}{W}$$

Donde:

[Atm] : Alcaloides totales expresados en mitrafilina

N : Normalidad del HClO₄

G : Gasto del HClO₄ (ml)

M : Peso molecular del alcaloide oxindólico, (M_{MITRAFILINA} = 368)

W : Peso de muestra (g)

PORCENTAJE DE ABSORCION

Se pesan 2,0 g de muestra en placas de vidrio previamente pesadas, luego se colocan dentro de una campana hermética de vidrio con una humedad del 100 %. La ganancia de peso se registra con respecto al tiempo, pesando la muestra cada 5 min. (57).

Luego se calcula:

$$\% \text{ Absorción} = \frac{\text{Peso acumulado de agua}}{\text{Peso inicial de polvo}} \times 100$$

CURVAS DE REHIDRATACION

Se grafican humedad en base seca (Absorción) con respecto al tiempo, ver gráficos 4.5 y 4.6; y tabla 4.2.

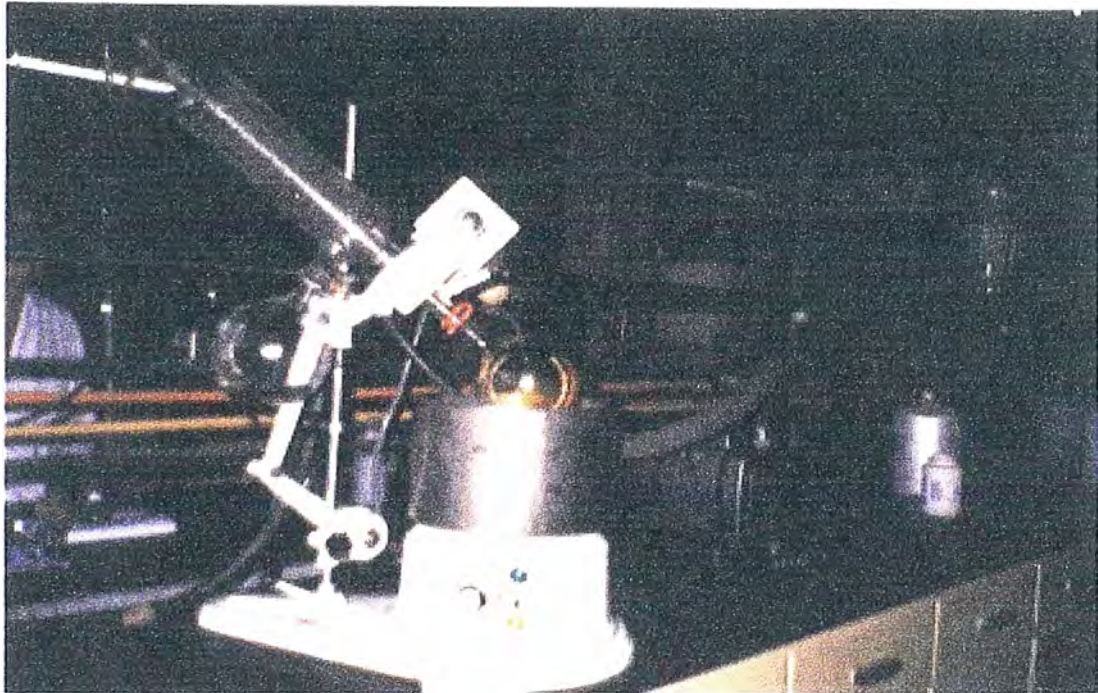


FOTO A1.1 : ROTAVAPOR (UNI)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
DEPARTAMENTO DE MANEJO FORESTAL

CONSTANCIA

El que suscribe, Ing. Percy Zevallos Pollito deja constancia que el espécimen de "uña de gato" colectado en la Provincia Puerto Inca (Dantas), departamento de Huánuco, el 22 de noviembre de 1998, corresponde a la especie *Uncaria tomentosa* (Willd) DC.

CLASIFICACION BOTANICA

DIVISION: Magnoliophyta

CLASE: Magnoliopsida

SUBCLASE: Asteridae

ORDEN: Rubiales

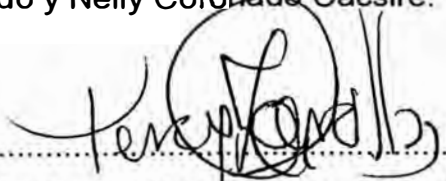
FAMILIA: Rubiaceae

GENERO: *Uncaria*

ESPECIE: *Uncaria tomentosa* (Willd.) DC

NOMBRE VULGAR: Uña de gato

Se expide la presente constancia a solicitud de las tesis de la UNI,
Gladys Buitrón Delgado y Nelly Coronado Cacsire.


.....
Ing. M. Sc. Forestal Percy Zevallos Pollito
C.I.P. Nro. 32399

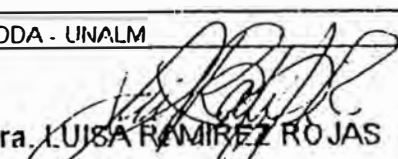
CERTIFICADO DE ANALISIS

Fecha: 13/04/99 Lote : 045 Certificado N 037 - 99
Producto: Corteza de Una de Gato.
Cantidad: 13563 Kg

CARACTERISTICAS	ESPECIFICACION	RESULTADO
Humedad (g/100g)	9 - 12	9,85
Identificación de Especie -Cromatografía de capa delgada comparativa -Rev: Luz Uv 254 y 366 nm -Reactivo de Dragendorff	Uncaria tomentosa	Uncaria tomentosa
Cuantificación de Alcaloides Oxindólicos totales (%) (En base seca) (Mét. de Gerhard -Laus Dietman- Keplinger) J. Chromatograf. 1994	0,300 - 0,500	0,421
.....		

Observaciones

Se prohíbe la reproducción parcial e total del presente documento sin la autorización de INDDA - UNALM


Dra. LUISA RAMÍREZ ROJAS
Químico Farmacéutico Responsable**INSTITUTO DE DESARROLLO AGROINDUSTRIAL** N 4959
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Calle 595 La Molina - Telfs.: 349-5795 349-5639 349-3917 349-5642 Telefax: 349-5643

ANEXO 2: EXPORTACIONES TOTALES DE UÑA DE GATO

TABLA A2.1: VOLUMENES DE EXPORTACION Y PRECIOS \$ FOB DE CORTEZA DE UÑA DE GATO DE 1992 A 1999*

AÑO	MANDBIA	ADUANAS	PAIS DESTINO	\$ FOB	PESO BRUTO	PESO NETO (Kil)	\$FOB/Kg	DESCRIPCION	MES
92	1211909000	AEREA DEL CALLAO	ALEMANIA	3135,00	110,000	100,000	31,350	CORTEZA MOLIDA UNCARIA TOMENTOSA	DICIEMBRE
92	1211909000	AEREA DEL CALLAO	ESTADOS UNIDOS	400,00	180,000	140,000	2,857	UNCARIA TOMENTOSA	NOVIEMBRE
			TOTAL 1992	3535,00	270,000	240,000	14,728		
93	1211909000		ESTADOS UNIDOS total	8105,00	1442,000	1337,000	4,588		
93	2106909090	AEREA DEL CALLAO	RUBIA	9000,00	56,000	30,400	298,053	UÑA DE GATO	BETIEMBRE
			TOTAL 1993	15105,00	1498,000	1367,400	11,047		
94	1211909000	PUNO	BOLIVIA	1000,00	200,000	200,000	5,000	UÑA DE GATO (UNCARIA BP)	BETIEMBRE
94	1211909000	AEREA DEL CALLAO	BULGARIA total	3997,20	109,150	100,000	39,972	UÑA DE GATO PULVERIZADO	
			ESTADOS UNIDOS total	55083,30	11077,100	10380,100	5,317	UÑA DE GATO	
94	1211909000	AEREA DEL CALLAO	ITALIA	800,00	10,000	10,000	80,000	UÑA DE GATO	JULIO
			TOTAL 1994	60880,50	11386,250	10870,100			
95	1211909000	MARITIMA DEL CALLAO	ALEMANIA	27200,00	16207,500	16000,000	1,700	CORTEZA DE UÑA DE GATO	NOVIEMBRE
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	ANTILLAS HOLANDESES total	27800,00	18464,500	18250,000	1,711	UÑA DE GATO	
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	AUSTRALIA	13000,00	2012,000	2012,000	8,461	UÑA DE GATO	ABRIL
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	AUSTRIA total	31000,00	8042,000	8000,000	3,875	UÑA DE GATO	
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	BRASIL	1350,00	1005,000	1000,000	1,350	UÑA DE GATO	BETIEMBRE
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	BULGARIA total	18000,00	437,433	414,533	43,422	UÑA DE GATO	
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	CANADA total	13212,75	4642,000	4595,000	2,875	UÑA DE GATO	
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	COLOMBIA total	11950,80	5427,000	5218,500	2,280	UÑA DE GATO	
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	COBTA RICA	580,00	105,000	100,000	5,800	UÑA DE GATO	JULIO
			ESPAÑA total	8151,32	1580,000	1532,000	5,321	UÑA DE GATO	
			ESTADOS UNIDOS total	2078098,42	548036,839	542323,299	3,832	UÑA DE GATO	
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	GUATEMALA total	27474,50	12048,780	10382,280	2,848	UÑA DE GATO	
95	2106909090	AEREA DEL CALLAO	HONDURAS	8808,98	28,000	24,000	358,707	UÑA DE GATO	BETIEMBRE
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	ITALIA total	8075,00	1187,500	1173,700	8,880	UÑA DE GATO	
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	MEXICO total	30907,80	8837,388	8288,338	3,328	UÑA DE GATO	
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	NUEVA ZELANDA	1350,00	48,500	45,000	30,000	UÑA DE GATO POLVO	MAYO
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	PARAGUAY total	3400,00	592,000	550,000	8,182	UÑA DE GATO	
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	REPUBLICA DOMINICANA	5100,00	270,000	285,000	19,245	UÑA DE GATO	OCTUBRE
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	SUIZA	1000,00	205,000	200,000	5,000	UÑA DE GATO	OCTUBRE
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	VENEZUELA total	14820,00	1744,000	1850,000	9,042	UÑA DE GATO	
			TOTAL 1995	2303949,35	814520,748	605023,648	3,808		
96	1211909000	MARITIMA DEL CALLAO	ALEMANIA total	8000,00	815,000	813,000	13,051	UÑA DE GATO	
96	1211909000	AEREA DEL CALLAO	ANTILLAS HOLANDESES total	10727,90	916,130	702,870	15,283	UÑA DE GATO	
			ARGENTINA total	2181,00	505,800	490,000	4,451	UÑA DE GATO	
96	1211909000	AEREA DEL CALLAO	AUSTRALIA total	2855,00	816,000	590,000	4,500	UÑA DE GATO	
96	1211909000	AEREA DEL CALLAO	AUSTRIA	1000,00	107,500	100,000	10,000	UÑA DE GATO	JULIO
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	BOLIVIA	2007,50	38,000	38,000	55,784	UÑA DE GATO	FEBRERO
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	BULGARIA	2983,86	9,500	8,575	347,849	UÑA DE GATO	ABRIL
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	BULGARIA	2085,18	21,000	19,897	109,285	UÑA DE GATO	ABRIL
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	BULGARIA total	5048,92	30,500	27,472	183,781	UÑA DE GATO	
96	1211909000	AEREA DEL CALLAO	CANADA total	5586,00	886,800	833,000	8,708	UÑA DE GATO	
			CHILE total	37488,75	50112,890	49487,000	0,758	UÑA DE GATO	

TABLA A2.1: VOLUMENES DE EXPORTACION Y PRECIOS \$ FOB DE CORTEZA DE UÑA DE GATO DE 1992 A 1999* (CONTINUACION)

AÑO	NANDA	ADUANAS	PAIS DESTINO	\$ FOB	PESO BRUTO	PESO NETO (kg)	\$FOB/kg	DESCRIPCION	MES
96	1211909000	AEREA DEL CALLAO	COLOMBIA total	8915,90	988,000	920,000	7,517	UÑA DE GATO	
96	1211909000	AEREA DEL CALLAO	COSTA RICA total	780,00	208,000	200,000	3,900	UÑA DE GATO	
96	1211909000	AEREA DEL CALLAO	EL SALVADOR	1850,00	150,800	150,000	11,000	UNA DE GATO EN POLVO	AGOSTO
			ESPAÑA total	10378,40	4482,348	4385,820	2,388	UÑA DE GATO EN CORTEZA	
			ESTADOS UNIDOS total	879705,18	94048,890	85754,530	7,928	UÑA DE GATO	
			FRANCIA total	5550,00	2881,000	2818,750	2,119	UÑA DE GATO	
96	1211909000	AEREA DEL CALLAO	GUATEMALA total	17754,00	1205,000	1120,000	15,852	UÑA DE GATO	
			ITALIA total	24850,40	4892,780	4847,700	5,347	UÑA DE GATO	
			JAPON total	132837,00	2410,010	2278,790	58,179	UÑA DE GATO	
			MEXICO total	47341,20	21005,000	20587,000	2,302	UÑA DE GATO	
96	1211909000	AEREA DEL CALLAO	PANAMA total	2786,80	827,000	580,500	4,719	UÑA DE GATO	
96	1211909000	AEREA DEL CALLAO	PARAGUAY total	2800,00	404,000	400,000	7,000	UÑA DE GATO	
96	1211909000	AEREA DEL CALLAO	REPUBLICA DOMINICANA	3150,00	253,000	208,000	15,072	UÑA DE GATO	JUNIO
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	RUSIA total	7352,44	72,000	88,000	108,124	UÑA DE GATO	
96	1211909000	AEREA DEL CALLAO	VENEZUELA total	10877,00	2448,500	2245,450	4,844	UÑA DE GATO	
			TOTAL 1996	1023989,89	188821,808	178881,032	5,731	UÑA DE GATO	
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	ALEMANIA	5,00	4,000	2,500	2,000	UÑA DE GATO	FEBRERO
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	ANTILLAS HOLANDESES total	4280,00	375,000	337,500	12,822	UÑA DE GATO EN CORTEZA	
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	ARGENTINA total	9438,00	2804,500	2750,000	3,431	UÑA DE GATO	
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	AUSTRALIA total	2782,99	881,000	840,000	4,317	UÑA DE GATO	
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	AUSTRIA total	23825,00	17541,000	17500,000	1,350	UÑA DE GATO	
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	BULGARIA	2800,00	77,372	70,000	40,000	UÑA DE GATO	MAYO
			CANADA total	15280,00	8253,500	8184,000	1,887	UÑA DE GATO	
			CHILE total	18224,48	30383,250	29890,000	0,808	UÑA DE GATO	
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	COLOMBIA	24959,99	2024,000	1825,000	15,380	UÑA DE GATO PULVERIZADA	MARZO
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	COBTA RICA	780,00	218,000	200,000	3,800	UÑA DE GATO	JUNIO
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	ESPAÑA total	7878,00	2484,000	2488,000	3,181	UÑA DE GATO	
			ESTADOS UNIDOS total	175085,44	48746,700	48044,000	3,844	UÑA DE GATO	
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	FRANCIA total	8200,00	4880,000	4800,000	1,708	UÑA DE GATO	
			GUATEMALA total	9985,00	1837,500	1750,000	5,708	UÑA DE GATO	
			ITALIA total	12382,80	3842,923	3525,000	3,507	UÑA DE GATO	
			JAPON total	351085,14	2728,700	2550,730	137,841	UÑA DE GATO	
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	MEXICO	187,50	137,000	125,000	1,500	UÑA DE GATO EN CORTEZA	FEBRERO
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	PANAMA	600,00	108,000	100,000	8,000	UÑA DE GATO	AGOSTO
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	REINO UNIDO	703,00	22,000	19,500	38,051	TROZOS DE CORTEZA DE UÑA DE GATO	SEPTIEMBRE
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	SUECIA	300,00	31,000	30,000	10,000	UÑA DE GATO EN CORTEZA	AGOSTO
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	TRINIDAD Y TOBAGO	303,50	13,000	11,000	27,591	UÑA DE GATO EN CORTEZA	ABRIL
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	VENEZUELA total	8980,00	3639,000	3330,000	3,000	UÑA DE GATO TROZADA	
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	VIRGENES, ISLAS (NORTEAMERICANAS)	108,00	59,000	54,000	2,000	UÑA DE GATO CORTEZA	JULIO
			TOTAL 1997	682802,85	130877,945	128132,230	5,327		
			ALEMANIA total	1028,50	148,420	144,020	7,141	UÑA DE GATO	
			ARGENTINA total	9210,00	3020,700	2925,000	3,148	UÑA DE GATO	
			AUSTRALIA total	1340,00	189,500	180,000	7,444	UÑA DE GATO	
98	1211909020	AEREA DEL CALLAO	AUSTRIA	700,00	112,000	100,000	7,000	UÑA DE GATO MICROPULVERIZADA	ENERO
			BRASIL total	37110,00	18810,750	18522,000	2,004	UÑA DE GATO TROZADA	
98	1211909020	AEREA DEL CALLAO	BULGARIA	2010,00	52,000	50,000	40,200	UÑA DE GATO	ENERO
98	1211909020	AEREA DEL CALLAO	CANADA total	45000	126,082	124,480	3,815	UÑA DE GATO	

TABLA A2.1: VOLUMENES DE EXPORTACION Y PRECIOS \$ FOB DE CORTEZA DE UÑA DE GATO DE 1992 A 1999* (CONTINUACION)

AÑO	MANDINA	ADUANAS	PAIS DESTINO	\$ FOB	PESO BRUTO	PESO NETO (kg)	\$FOB/kg	DESCRIPCION	MES
98	1211909020	AEREA DEL CALLAO	CHILE total	10021,85	15598,00C	15329,500	0,854	UÑA DE GATO EN CORTEZA Y EN POLVO	MAYO
			COLOMBIA	2891,51	328,000	308,000	9,388	UÑA DE GATO MICROPULVERIZADA	
			ESPAÑA total	12890,00	2418,903	2387,890	5,358	UÑA DE GATO	
			ESTADOS UNIDOS total	388484,85	212038,120	201189,500	1,888	UÑA DE GATO	
			FRANCIA total	78500,00	38228,400	38085,000	2,175	UÑA DE GATO	
			ITALIA total	4353,25	188,880	154,545	28,188	UÑA DE GATO	
98	1211908020	AEREA DEL CALLAO	JAPON total	78485,83	2823,251	2831,949	30,204	UÑA DE GATO	AGOSTO
			NUEVA ZELANDA	2000,00	104,400	100,000	20,000	UÑA DE GATO MICROPULVERIZADA, UNCARIA TORMENTOSA	
98	2106100090	AEREA DEL CALLAO	PANAMA total	7800,00	40,000	31,000	251,813	UÑA DE GATO	OCTUBRE
98	2106808090	AEREA DEL CALLAO	SUECIA	4050,00	25,000	24,000	188,750	UÑA DE GATO	
			VENEZUELA total	3834,28	846,000	905,100	4,347	UÑA DE GATO	
TOTAL 1998				657080,17	282987,186	281181,884	2,337		
99	1211909080	MARITIMA DEL CALLAO	ALEMANIA	2580,00	813,000	800,000	3,200	UÑA DE GATO TRITURADA Y PULVERIZADA	FEBRERO
99	1211909020	AEREA DEL CALLAO	ARGENTINA	4500,00	1511,812	1500,000	3,000	UÑA DE GATO EN CORTEZA TROZADA (2-3CM)	ABRIL
99	1211909020	AEREA DEL CALLAO	BRASIL total	39100,00	17123,000	17000,000	4,800	UÑA DE GATO	ENERO
99	1211909020	AEREA DEL CALLAO	CANADA	729,00	293,800	270,000	2,700	UÑA DE GATO TROZADA (UNCARIA TORMENTOSA)	
99	1211908020	TACNA	CHILE	1839,95	5348,000	5257,000	0,350	UÑA DE GATO (CORTEZA)	ABRIL
99	1211809020	AEREA DEL CALLAO	ESTADOS UNIDOS total	38145,82	28182,21	23381,93	30,08	UÑA DE GATO CHOPPED 2-5CM	ENERO
99			FRANCIA	1372,00	8,000	7,000	198,000	UÑA DE GATO.	
99	1211909020	AEREA DEL CALLAO	INDIA	4384,80	1884,000	1884,000	2,200	UÑA DE GATO.	ABRIL
99	1211909020	AEREA DEL CALLAO	JAPON total	95884,30	1248,75	1081,00	615,28	UÑA DE GATO.	FEBRERO
99	1211909020	AEREA DEL CALLAO	MEXICO	2720,00	2008,000	2000,000	1,360	UÑA DE GATO (UNCARIA SPP.)	
99	1211909020	MARITIMA DEL CALLAO	TAIWAN (FORMOSA)	507,00	580,000	507,000	1,000	UNCARIA TORMENTOSA (CORTEZA DE UÑA DE GATO)	FEBRERO
TOTAL 1999				191522,87	57088,573	53787,830	3,562		

* Referido hasta el mes de abril 1999

FUENTE: OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA - ADUANAS DEL PERU

TABLA A2.2: VOLUMENES DE EXPORTACION Y PRECIOS \$ FOB DE CAPSULAS DE UÑA DE GATO DE 1993 A 1999*

AÑO	NANDA	ADUANAS	PAIS DESTINO	\$ FOB	PESO BRUTO	PESO NETO (kg)	\$FOB/kg	DESCRIPCION	MES
93	2106909090	AEREA DEL CALLAO	RUSIA	9000,00	85,250	54,000	166,887	CAPSULAS DE UÑA DE GATO	OCTUBRE
			TOTAL 1993	9000,00	85,250	54,000	166,887		
94	1211909000	AEREA DEL CALLAO	ESTADOS UNIDOS total	1023253,66	3137,710	3025,510	339,209	CAPSULAS UÑA DE GATO	
94	2106909090	AEREA DEL CALLAO	RUSIA total	135000,00	995,000	860,000	158,977	CAPSULAS DE UÑA DE GATO	
			TOTAL 1994	1158253,66	4032,710	3885,510	289,096		
95	3004391000	AEREA DEL CALLAO	ALEMANIA	3774,00	19,500	18,000	209,867	FRASCOS DE INMUNOFLAN CAPSULAS DE UÑA DE GATO	AGOSTO
95	2106909090	AEREA DEL CALLAO	ANTILLAS HOLANDESAS	1789,92	21,000	17,000	105,289	CAPSULAS UÑA DE GATO	AGOSTO
95	2106909090	AEREA DEL CALLAO	ARUBA	3061,20	40,000	38,000	80,558	CAPSULAS DE UÑA DE GATO	SETIEMBRE
95	2106100090	AEREA DEL CALLAO	BOLIVA total	3668,00	65,000	58,000	65,484	UÑA DE GATO	
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	BRASIL	7800,00	120,000	120,000	65,000	CAPSULAS UYA DE GATO	FEBRERO
95	2106909090	AEREA DEL CALLAO	COLOMBIA	7957,50	102,000	102,000	78,015	CAPSULAS UYA DE GATO	MARZO
95	2106909090	AEREA DEL CALLAO	ESPAÑA total	5190,37	101,500	99,500	52,694	UÑA DE GATO	
95	2106100090	AEREA DEL CALLAO	ESTADOS UNIDOS total	4318679,07	23017,970	20955,080	207,091	UNCARIA TORMENTOSA EN CAPSULAS	
95	3004391000	AEREA DEL CALLAO	FINLANDIA	100,00	17,180	18,780	5,958	UÑA DE GATO	DICIEMBRE
95	2106100090	AEREA DEL CALLAO	GUATEMALA	3266,28	14,850	11,860	290,125	UÑA DE GATO	OCTUBRE
95	2106909090	AEREA DEL CALLAO	HONDURAS total	23399,45	129,320	115,150	203,200	UÑA DE GATO	
95	2106909090	AEREA DEL CALLAO	HONG KONG	500,00	11,000	9,000	82,500	UÑA DE GATO	JULIO
95	2106100090	AEREA DEL CALLAO	MEXICO total	40488,40	407,880	371,760	108,951	UÑA DE GATO	
95	3004391000	AEREA DEL CALLAO	PANAMA	5000,00	30,000	28,000	178,571	UÑA DE GATO CAPSULAS	AGOSTO
95	2106909090	AEREA DEL CALLAO	PARAGUAY	8615,00	55,000	52,000	127,212	UÑA DE GATO	OCTUBRE
95	2106909090	AEREA DEL CALLAO	RUSIA total	540600,00	3504,800	3340,000	161,956		
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	SUIZA	50,84	0,920	0,500	101,280	UÑA DE GATO CAPSULAS	DICIEMBRE
95	3004391000	AEREA DEL CALLAO	VENEZUELA total	68525,50	1229,310	1101,850	80,367	UÑA DE GATO	
			TOTAL 1995	5047535,81	28959,310	26415,080	191,086		
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	ALEMANIA total	3610,00	39,350	30,300	118,142	UÑA DE GATO	
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	ANTILLAS HOLANDESAS total	18315,40	277,740	221,680	73,608	UÑA DE GATO	
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	ARGENTINA	17,83	7,820	7,231	2,468	UÑA DE GATO GRAJEAS	SETIEMBRE
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	BOLIVA total	14031,20	239,200	209,400	67,007	CAPSULA UÑA DE GATO	
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	BULGARIA	13908,00	55,480	50,000	276,120	CAPSULA UÑA DE GATO	JUNIO
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	CANADA total	11955,50	97,500	98,000	139,017	CAPSULAS DE UÑA DE GATO	
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	CHILE	486,00	13,000	12,000	41,333	UÑA DE GATO	MARZO
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	COLOMBIA total	1783,60	153,440	149,010	11,835	UÑA DE GATO	
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	COBTARICA	5592,72	37,000	30,000	186,424	UÑA DE GATO	MAYO
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	ECUADOR	150,00	22,000	20,000	7,500	UÑA DE GATO MICROPULVERIZADA SANITICADA EN CAPSULAS	OCTUBRE
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	EL SALVADOR total	15236,11	288,400	289,400	58,768	UÑA DE GATO EN CAPSULAS	
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	ESTADOS UNIDOS total	448394,11	22892,460	20394,450	22,035	UÑA DE GATO CAPSULAS	
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	HONDURAS total	27392,80	126,480	104,270	262,708	UÑA DE GATO CAPSULAS	
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	ISRAEL total	13005,00	134,000	116,900	111,249	UÑA DE GATO CAPSULAS	
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	ITALIA total	11704,38	104,920	86,880	121,098	UÑA DE GATO CAPSULAS	
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	MEXICO total	101935,46	812,800	528,950	192,749	CAPSULAS UÑA DE GATO	
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	PANAMA total	65143,50	478,000	414,900	157,010	CAPSULAS UÑA DE GATO	
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	PARAGUAY	2498,00	50,000	48,400	50,585	INMUNOFLAM 35 FCOS.	OCTUBRE
96	2106100090	AEREA DEL CALLAO	PORTUGAL	480,00	3,500	3,000	180,000	UÑA DE GATO	FEBRERO
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	REPUBLICA DOMINICANA total	24201,90	187,510	153,060	158,120	CAPSULAS UÑA DE GATO	
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	RUSIA total	368544,00	3217,700	2926,700	132,758	UÑA DE GATO CAPSULAS	
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	SUIZA total	1632,89	14,080	13,080	125,029	UÑA DE GATO CAPSULAS	
96	3004391000	AEREA DEL CALLAO	UCRANIA	10500,00	100,000	84,000	125,000	CAPSULAS DE INMUNOFLAM	MARZO
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	URUGUAY total	14010,00	127,330	109,310	128,188	UNA DE GATO CAPSULAS	
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	VENEZUELA total	60177,34	1455,500	1299,500	48,309	UNA DE GATO CAPSULAS	
			TOTAL 1996	1240115,53	30586,290	27241,661	45,523		

TABLA A2.2: VOLUMENES DE EXPORTACION Y PRECIOS \$ FOB DE CAPSULAS DE UÑA DE GATO DE 1993 A 1999* (CONTINUACION)

AÑO	MANDINA	ADUANAS	PAIS DESTINO	\$ FOB	PESO BRUTO	PESO NETO (grs)	\$FOB/kg	DESCRIPCION	MES
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	ALEMANIA	2,00	0,910	0,840	2,381	UNA DE GATO CAP.	OCTUBRE
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	ANTILLAS HOLANDESES total	1856,00	70,530	61,040		UNA DE GATO CAPSULAS	
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	BOLIVIA total	15573,00	125,000	117,000		UNA DE GATO CAPSULAS	
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	COSTA RICA	9,00	1,700	1,380	5,797	FRASCOS DE UNA DE GATO CAPSULAS	OCTUBRE
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	EL SALVADOR	1089,00	28,000	26,000	41,885	UÑA DE GATO EN CAPSULAS	ABRIL
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	ESTADOS UNIDOS total	40019,20	1028,490	875,550	45,707	UÑA DE GATO CAPSULAS	
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	FRANCIA	72,00	4,800	4,000	18,000	UÑA DE GATO EN CAPSULAS	MAYO
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	HONDURAS	8506,00	39,881	36,820	231,016	UÑA DE GATO CAPSULAS	ABRIL
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	HUNORIA	2875,00	33,000	27,793	86,247	UÑA DE GATO EN CAPSULAS	NOVIEMBRE
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	ITALIA	840,00	15,800	14,200	59,155	UÑA DE GATO MICROPULVERIZADA	MARZO
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	LITUANIA	5800,00	36,800	30,000	198,867	UÑA DE GATO CAPSULAS	ENERO
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	MEXICO total	35561,75	482,831	446,814	78,580		
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	PAISES BAJOS	1720,75	25,500	23,250	74,011	UÑA DE GATO EN CAPSULAS	ABRIL
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	PANAMA total	13451,44	81,813	57,475	234,040	UÑA DE GATO EN CAPSULAS	
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	PARAGUAY total	36484,85	798,233	734,786	49,853	UÑA DE GATO EN CAPSULAS	
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	PORTUGAL	4850,00	128,000	110,000	45,000	UÑA DE GATO CAP.	JUNIO
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	PUERTO RICO	31,00	25,000	24,500	1,285	UÑA DE GATO EN CAPSULAS	AGOSTO
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	REPUBLICA DOMINICANA total	8440,00	1248,000	1162,000	7,283	UÑA DE GATO EN CAPSULAS	
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	RUSSIA total	395155,84	4027,830	3728,968	105,889	UÑA DE GATO EN CAPSULAS	
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	SUECIA	889,00	30,000	28,000	23,759	CAPSULAS DE UÑA DE GATO	DICIEMBRE
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	SUIZA	80,00	12,800	12,000	5,000	UÑA DE GATO CAPSULAS	MAYO
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	TUVALU	1287,00	75,000	70,800	18,178	UÑA DE GATO PROSTAVIT	JUNIO
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	UCRANIA	8072,00	60,000	58,000	139,172	UÑA DE GATO EN CAPSULAS	MAYO
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	VENEZUELA total	44238,87	3081,588	2764,332	16,003	UÑA DE GATO EN CAPSULAS	
97	2108909090	AEREA DEL CALLAO	GENES, ISLAS (NORTEAMERICANAS) ti	1000,00	21,500	15,500	64,516	UÑA DE GATO EN CAPSULAS	
			TOTAL 1997	627860,30	11470,088	10432,040	60,189		
98	2108909090	AEREA DEL CALLAO	BULGARIA total	13005,00	117,800	91,280	142,474	UÑA DE GATO EN CAPSULAS	
98	2108909090	AEREA DEL CALLAO	EGIPTO	26,18	8,850	7,880	3,409	UÑA DE GATO EN CAPSULAS	ABRIL
98	2108909090	AEREA DEL CALLAO	ESTADOS UNIDOS total	13585,20	178,740	150,120	80,486	UÑA DE GATO EN CAPSULAS	
98	1211908020	AEREA DEL CALLAO	FRANCIA	9,00	3,000	2,000	4,500	UÑA DE GATO EN CAPSULAS	NOVIEMBRE
98	2108909090	AEREA DEL CALLAO	HONDURAS	7740,00	48,000	42,330	182,949	CAPSULAS DE UNCARIA TOMENTOSA * UÑA DE GATO *	FEBRERO
98	2108909090	AEREA DEL CALLAO	HUNGRÍA total	11365,00	98,000	84,985	133,761	UNA DE GATO EN CAPSULAS	
98	2108909090	AEREA DEL CALLAO	ITALIA total	4986,80	198,940	186,910	29,854	UNA DE GATO EN CAPSULAS	
98	2108909090	AEREA DEL CALLAO	JAPON	159,60	8,220	5,710	27,951	CAPSULAS DE UÑA DE GATO	FEBRERO
98	2108909090	AEREA DEL CALLAO	PAISES BAJOS	2422,50	38,000	33,750	71,778	CAPSULAS DE UÑA DE GATO	FEBRERO
98	2108909090	AEREA DEL CALLAO	REINO UNIDO	19,50	15,220	11,900	1,839	FRASCOS DE UÑA DE GATO	OCTUBRE
98	2108909090	AEREA DEL CALLAO	REPUBLICA DOMINICANA	2795,00	286,000	250,000	11,180	Cápsulas una de gato	OCTUBRE
98	2108909090	AEREA DEL CALLAO	RUSSIA	2900,00	77,700	68,000	42,847	Uña de Gato en Cápsulas	MARZO
98	2108909090	AEREA DEL CALLAO	URUGUAY	1510,00	40,000	35,000	43,143	UÑA DE GATO CAPSULAS	ENERO
98	2108909090	AEREA DEL CALLAO	VENEZUELA total	34888,88	2747,470	2541,358	13,842	UÑA DE GATO EN CAPSULAS	
			TOTAL 1998	87462,22	3623,940	3448,573	25,382		
99	2108909090	AEREA DEL CALLAO	ESPAÑA	12881,00	158,000	118,000	111,905	UÑA DE GATO EN CAPSULAS DE 150 MG.	MARZO
99	2108909090	AEREA DEL CALLAO	FRANCIA	2875,40	118,800	110,000	24,322	UÑA DE GATO EN CAPSULAS	MARZO
99	2108909090	AEREA DEL CALLAO	HONDURAS	8600,00	38,000	37,400	181,818	CAJAS DE UÑA DE GATO SHULER x 100 CAPSULAS Y 50 CAPSULAS.	MARZO
99	2108909090	AEREA DEL CALLAO	HUNORIA	3000,00	41,800	37,800	79,787	700 CAJAS DE UÑA DE GATO POR 80 CAPS., 300 CAJAS 100 CAP. (MIBE).	MARZO
99	2108909090	AEREA DEL CALLAO	JAPON	35,52	5,530	4,880	7,279	UÑA DE GATO Y MACA EN CAPSULAS.	FEBRERO
99	1211909020	AEREA DEL CALLAO	VENEZUELA	11720,58	1070,813	957,350	12,243	UÑA DE GATO (512 FRASCOS x 100 M.R.INPRA)	FEBRERO
			TOTAL 1999*	37212,48	1432,543	1263,230	12,243		

* Referido hasta el mes de abril 1999

FUENTE: OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA - ADUANAS DEL PERU

TABLA A2.3: VOLUMENES DE EXPORTACION Y PRECIOS \$ FOB DE FILTRANTES DE UÑA DE GATO DE 1994 A 1999*

FUENTE: OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA - ADUANAS DEL PERU

AÑO	NANDINA	ADUANA	PAIS DESTINO	\$ FOB	PESO BRUTO	PESO NETO (kg)	\$FOB/kg	DESCRIPCION	MES
94	1211909000	AEREA DEL CALLAO	BULOARIA total	7558,96	185,770	180,348	41,913	BOLSITAS FILTRANTES DE UÑA DE GATO	NOVIEMBRE
94	1211909000	CUZCO	FINLANDIA	4114,00	95,000	77,000	53,429	SOBRES UÑA DE GATO	OCTUBRE
			TOTAL 1994	11672,96	280,77	257,348	45,359		
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	ESTADOS UNIDOS	3,60	0,500	0,500	7,200	UÑA DE GATO FILTRANTE	ABRIL
95	2106909090	AEREA DEL CALLAO	MEXICO	30,00	6,214	6,214	4,828	BOLSITAS DE MIXTURAS FILTRANTES UÑA DE GATO	ABRIL
95	2106909090	AEREA DEL CALLAO	JAPON	8570,00	670,000	650,000	13,185	UÑA DE GATO HORNIMAN S	AGOSTO
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	BULGARIA	8000,00	129,000	120,000	66,667	FILTRANTE DE UÑA DE GATO	SETIEMBRE
95	1211909000	AEREA DEL CALLAO	MALAYSIA	70,00	1,700	0,500	140,000	TE FILTRANTE DE UÑA DE GATO	OCTUBRE
			TOTAL 1995	16673,6	807,414	777,214	21,453		
96	1211909000	AEREA DEL CALLAO	ANTILLAS HOLANDEBAS total	35167,68	2393,220	2203,840	15,957	UÑA DE GATO EN TE FILTRANTE	
96	1211909000	AEREA DEL CALLAO	BRASIL	55,80	12,285	11,056	5,047	SOBRE FILTRANTE DE UÑA DE GATO	AGOSTO
96	1211909000	AEREA DEL CALLAO	ESTADOS UNIDOS total	10335,41	1007,810	922,930	11,198	UÑA DE GATO FILTRANTE	
96	2106909090	AEREA DEL CALLAO	MEXICO	648,00	63,250	28,800	22,500	FILTRANTE UÑA DE GATO	ABRIL
96	1211909000	AEREA DEL CALLAO	SUIZA	46,20	2,000	1,500	30,800	UÑA DE GATO FILTR,	MARZO
96	1211909000	AEREA DEL CALLAO	VENEZUELA	1920,00	133,000	75,000	25,600	BOLSITAS FILTRANTES UÑA DE GATO	SETIEMBRE
			TOTAL 1996	48250,71	3626,565	3257,126	14,814		
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	ANTILLAS HOLANDEBAS total	16463,12	1429,210	1361,860	12,178	UÑA DE GATO FILTRANTE	
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	AUSTRALIA	1414,00	158,000	145,000	9,752	UÑA DE GATO FILTRANTE	JULIO
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	ESTADOS UNIDOS	2886,00	195,000	190,000	15,189	UÑA DE GATO FILTRANTE	JUNIO
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	FRANCIA	78,00	55,500	54,500	1,431	FILTRANTES DE UÑA DE GATO	OCTUBRE
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	ITALIA	1129,20	91,700	76,100	15,036	UÑA DE GATO FILTRANTE	MARZO
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	JAPON total	1350,12	269,060	260,340	6,186	UÑA DE GATO FILTRANTE	
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	RUSIA	1744,00	120,000	65,400	25,667	UÑA DE GATO FILTRANTE	AGOSTO
97	1211909000	AEREA DEL CALLAO	SUIZA	360,00	31,000	30,000	11,667	UÑA DE GATO FILTRANTE	MAYO
			TOTAL 1997	25414,44	2349,46	2172,2	11,700		
98	1211909020	AEREA DEL CALLAO	ESTADOS UNIDOS	21,42	1,100	1,020	21,000	UÑA DE GATO FILTRANTE.	MARZO
98	1211909020	AEREA DEL CALLAO	JAPON total	18900,00	1180,450	1112,000	16,996	UÑA DE GATO.TIPO FILTRANTE.	
98	1211909020	AEREA DEL CALLAO	PAISES BAJOS	7200,00	432,000	302,400	23,810	INFUSION DE UÑA DE GATO.	ABRIL
			TOTAL 1998	26121,42	1613,55	1415,42	18,455		

TABLA A2.4: EXPORTACIONES DEL EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO

A. EXPORTACION AEREA DE UÑA DE GATO 1994: EXTRACTO LIOFILIZADO

FECHA	IMPORTADOR	DESTINO	EXPORTADOR	DESCRIPCION DE PRODUCTO	BULTOS	CANT. (kg)
01-Jul	RODOLFO PEREYRA	NEW YORK	OMNIAGRO S.A	UÑA DE GATO	1 BULTO	1
05-Oct	MERCURIANA INC	NEW YORK	LIOFILIZADORA DEL PACIFICO S.R.L	UÑA DE GATO	12 CAJAS	261
17-Oct	MERCURIANA INC	NEW YORK	OMNIAGRO	EXTRACTO LIOFILIZADO	15 CAJAS	386
24-Oct	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIO FITOFARMA E.I.R.L.	UÑA DE GATO(UNCARIA TOMENTOSA)	21 CAJAS	21
01-Nov	MERCURIANA INC	BOSTON	LIOFILIZADORA DEL PACIFICO S.R.L	LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	15 CAJAS	386
07-Nov	ITALIA	MILAN	LABORATORIO FITOFARMA E.I.R.L.	UÑA DE GATO	1 CAJA	1
TOTAL						1056

B. EXPORTACION AEREA DE UÑA DE GATO 1995: EXTRACTO LIOFILIZADO

FECHA	IMPORTADOR	PAIS	EXPORTADOR	DESCRIPCION	BULTOS	CANT. (kg)
05-May	BOXERWOOD CORPORATION	NEW YORK	LIOFILIZADORA DEL PACIFICO S.R.L	UÑA DE GATO LIOFILIZADA	15 CAJAS	297
05-May	BOXERWOOD CORPORATION	NEW YORK	LIOFILIZADORA DEL PACIFICO S.R.L	UÑA DE GATO	15 CAJAS	297
11-May	BOXERWOOD CORPORATION	NEW YORK	OMNIAGRO S.A.	UÑA DE GATO LIOFILIZADA	7 CAJAS	222
11-May	BOXERWOOD CORPORATION	NEW YORK	OMNIAGRO S.A.	UÑA DE GATO LIOFILIZADA	7 CAJAS	222
13-May	BOXERWOOD CORPORATION	NEW YORK	NO IDENTIFICADO	UÑA DE GATO	1 CAJA	32
08-Jun	BOXERWOOD CORPORATION	NEW YORK	LIOFILIZADORA DEL PACIFICO S.R.L	UÑA DE GATO	9 CAJAS	285
08-Jun	BOXERWOOD CORPORATION	NEW YORK	LIOFILIZADORA DEL PACIFICO S.R.L	UÑA DE GATO	1 CAJA	32
08-Jun	BOXERWOOD CORPORATION	NEW YORK	OMNIAGRO S.A.	UÑA DE GATO	5 CAJAS	158
16-Jun	BOXERWOOD CORPORATION	NEW YORK	LIOFILIZADORA DEL PACIFICO S.R.L	UÑA DE GATO	10 CAJAS	317
21-Jun	BOXERWOOD CORPORATION	NEW YORK	OMNIAGRO S.A.	UÑA DE GATO	10 CAJAS	317
30-Jun	BOXERWOOD CORPORATION	NEW YORK	OMNIAGRO S.A.	UÑA DE GATO LIOFILIZADA	10 CAJAS	317
09-Oct	BOXERWOOD CORPORATION	NEW YORK	OMNIAGRO S.A.	UÑA DE GATO LIOFILIZADA	10 CAJAS	317
09-Oct	BOXERWOOD CORPORATION	NEW YORK	OMNIAGRO S.A.	UÑA DE GATO LIOFILIZADA	10 CAJAS	317
16-Nov	EVA ROSSI ZERTUCHE	MEXICO D.F.	TN REPRESENTACIONES S.A.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	2 CAJAS	26
24-Ago	FAUSTO CASTILLO	NEW YORK	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	UÑA DE GATO EXTRACTO LIOFILIZADO	6 CAJAS	154
07-Jul	INTITUT HAITIENDE SANTE COMMUNAUTAIRE	PUERTO PRINCIPE	LIOFILIZADORA DEL PACIFICO S.R.L	EXTRACTO DE UÑA DE GATO LIOFILIZADO (DONACION)	1 CAJA	11
17-Ene	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	UÑA DE GATO	2 CAJAS	98
13-Mar	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO DE UÑA DE GATO	1 CAJA	55
08-May	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	UÑA DE GATO(UNCARIA TOMENTOSA EXT SECO EN POLVO)	3 CAJAS	217
12-Jun	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	3 CAJAS	145
02-Nov	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	UÑA DE GATO(EXTRACTO LIOFILIZADO)	2 CAJAS	79

B. EXPORTACION AEREA DE UÑA DE GATO 1995: EXTRACTO LIOFILIZADO (CONTINUACION)

FECHA	IMPORTADOR	DESTINO	EXPORTADOR	DESCRIPCION DE PRODUCTO	BULTOS	CANT. (kg)
15-Nov	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	1 CAJA	49
20-Nov	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	1 CAJA	41
11-Dic	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	1 CAJA	65
21-Dic	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	UÑA DE GATO	1 CAJA	85
22-Sep	KELNIX TRADING CO.	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	1 CAJA	22
28-Nov	KELNIX TRADING CO.	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO DE UÑA DE GATO	2 CAJAS	24
16-May	LABORATOIRES HOLIS	MONTREAL	QUIMICA INTERAMERICANA PERU S.A.	EXTRACTO UÑA DE GATO	1 CAJA	10
29-Nov	LABORATORIOS COFAR S.A.	LA PAZ	NO IDENTIFICADO	EXTRACTO DE UÑA DE GATO	1 CAJA	4
05-Abr	MERCURIANA INC.	NEW YORK	LIOFILIZADORA DEL PACIFICO S.R.L	UÑA DE GATO LIOFILIZADA	8 CAJAS	254
05-Abr	MERCURIANA INC.	NEW YORK	LIOFILIZADORA DEL PACIFICO S.R.L	UÑA DE GATO LIOFILIZADA	7 CAJAS	222
12-Abr	MERCURIANA INC.	NEW YORK	NO IDENTIFICADO	UÑA DE GATO	7 CAJAS	222
12-Abr	MERCURIANA INC.	NEW YORK	NO IDENTIFICADO	UÑA DE GATO	8 CAJAS	254
TOTAL						5147

C. EXPORTACION AEREA DE UÑA DE GATO 1996: EXTRACTO LIOFILIZADO

FECHA	IMPORTADOR	DESTINO	EXPORTADOR	DESCRIPCION	BULTOS	CANT. (kg)
16-Ene	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	3 CAJAS	144
26-Ene	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	2 CAJAS	69
02-Feb	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	1 CAJA	145
02-Feb	COSH DISTRIBUTORS	CHICAGO	TN REPRESENTACIONES S.A.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	2 CAJAS	16
16-Feb	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	UÑA DE GATO	2 CAJAS	67
17-Mar	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	2 CAJAS	61
29-Mar	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	2 CAJAS	74
22-Abr	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	1 CAJA	53
22-May	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	1 CAJA	58
05-Jun	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	2 CAJAS	107
18-Jul	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	2 CAJAS	123
31-Jul	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	1 CAJA	53
07-Ago	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	2 CAJAS	88
24-Sep	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	1 CAJA	33
23-Oct	INKA PLANTAS	MILAN	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	7 CAJAS	200
23-Oct	PEGASO	FIUMICINO	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	4 CAJAS	114
24-Sep	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	1 CAJA	33
TOTAL						1438

D. EXPORTACION AEREA DE UÑA DE GATO 1997: EXTRACTO LIOFILIZADO

FECHA	IMPORTADOR	PAIS	EXPORTADOR	DESCRIPCION	BULTOS	CANT. (kg)
20-Ene	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFIL. DE UÑA DE GATO Y PHILLANTUS NIRURI	8 CAJAS	121
27-Ene	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	2 CAJAS	36
05-Feb	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UNCARIA TOMENTOSA	2 CAJAS	32
20-Feb	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	UÑA DE GATO	2 CAJAS	62
05-Mar	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO CHUCHUHUASI, UÑA DE GATO	2 CAJAS	52
18-Mar	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	UÑA DE GATO	2 CAJAS	44
28-Abr	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO, SANGRE DE GRADO	2 CAJAS	95
09-May	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO DE UÑA DE GATO LIOFILIZADO 5%	2 CAJAS	72
26-May	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTOS LIOFILIZADOS DE UÑA DE GATO	2 CAJAS	99
05-Jun	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO SECO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	1 CAJA	43
18-Jun	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	2 CAJAS	58
02-Jul	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOQUIMICA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	2 CAJAS	52
16-Jul	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	2 CAJAS	60
05-Ago	ORDEN: UCRANIA	KIEV	OMNIAGRO S.A.	EXTRACTO DE UÑA DE GATO	1 CAJA	11
12-Sep	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOQUIMICA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	1 CAJA	49
24-Sep	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	EXTRACTO LIOFILIZADO DE UÑA DE GATO	1 CAJA	44
24-Oct	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	UÑA DE GATO	30 CAJAS	498
04-Nov	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	UÑA DE GATO	2 CAJAS	64
13-Nov	JUAN JOSE FERREIRA	MIAMI	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	UÑA DE GATO	1 CAJA	13
11-Feb	PEGASO S.R.L.	ROMA	LABORATORIOS FITOFARMA E.I.R.L.	UNCARIA TOMENTOSA	1 CAJA	29
TOTAL						1534

E. EXPORTACION MARITIMA DE UÑA DE GATO 1998: EXTRACTO LIOFILIZADO

FECHA	IMPORTADOR	DESTINO	EXPORTADOR	DESCRIPCION DE PRODUCTO	CANT. (kg)
04-Abr	TACOIN LTDA	IQUIQUE	OMNIAGRO S.A.	UÑA DE GATO/UNCARIA TOMENTOSA	2700
TOTAL					2700

FUENTE: BOLETIN PERUANO DE EXPORTACIONES , VERNAL CONSULTORES, ADEX (68,89)

A3.1 AGRICULTURA

Prohíben la exportación en forma natural o con procesos de transformación mecánica de especímenes de las especies de uña de gato

DECRETO SUPREMO
N° 009-98-AG

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

ANEXO 3: NORMAS LEGALES

Lima, lunes 29 de marzo de 1999

NORMAS LEGALES *El Peruano* Pág. 171477

CONSIDERANDO:

Que, el Artículo 28° de la Ley N° 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento de los Recursos Naturales, establece que los recursos naturales deben aprovecharse en forma sostenible, lo cual implica un manejo racional, teniendo en cuenta su capacidad de renovación, evitando su sobreexplotación y reponiéndolos cualitativa y cuantitativamente;

Que, mediante Decreto Legislativo N° 682, se declara que las medidas de libre comercio no excluyen el cumplimiento de las disposiciones destinadas a preservar el Patrimonio Genético nativo y mejorado de los cultivos y de la flora y fauna silvestres explotadas, así como las medidas de salud públicas, fito y zoonosanitarias que se rigen por sus propias leyes y reglamentos específicos;

Que, especímenes de las especies conocidas como uña de gato (*Uncaria tomentosa* y *Uncaria guianensis*), vienen siendo extraídos en grandes cantidades de los bosques naturales de nuestra amazonía, con fines de exportación con escaso valor agregado, reportando reducidos beneficios de índole económico a los pobladores locales y grandes perjuicios en términos de conservación de dichas especies;

Que, en consecuencia es necesario promover el cultivo de la uña de gato y su manejo en bosques naturales, así como la adecuada transformación de sus productos;

De conformidad con lo establecido en la Ley N° 27037, Ley de Promoción de la Inversión en la Amazonía; Decreto Ley N° 21147, Ley Forestal y de Fauna Silvestre; el Artículo XIV de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre - CITES y el numeral 8) del Artículo 118° de la Constitución Política del Perú;

DECRETA:

Artículo 1°.- Prohíbese la exportación en forma natural o con procesos de transformación mecánica de especímenes de las especies de uña de gato (*Uncaria tomentosa* y *Uncaria guianensis*), salvo de aquellos que provengan de áreas bajo manejo o de cultivos.

Artículo 2°.- Encárgase al Instituto Nacional de Recursos Naturales - INRENA, difundir los términos de referencia para la elaboración de planes de manejo de las especies a que se refiere el artículo anterior y promover el cultivo de las mismas.

Pág. 171478 *El Peruano* **NORMAS LEGALES**

Lima, lunes 29 de marzo de 1999

Artículo 3°.- Todo proceso de exportación de uña de gato (*Uncaria tomentosa* y *Uncaria guianensis*), deberá sujetarse a lo dispuesto en el presente Decreto Supremo, excepto aquellos que se encuentren en trámite en el INRENA a la fecha de publicación del presente dispositivo.

Artículo 4°.- El incumplimiento de lo dispuesto en el presente Decreto Supremo, constituye infracción a la legislación forestal y el infractor será sancionado con una multa no menor de 0,1 ni mayor de 5 Unidades Impositivas Tributarias.

Además de la imposición de la multa, la infracción conllevará al decomiso del producto, no eximiendo al infractor de las sanciones judiciales a que hubiere lugar.

Artículo 5°.- El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro de Agricultura y entrará en vigencia el día siguiente de su publicación en el Diario Oficial *El Peruano*.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veintiocho días del mes de marzo de mil novecientos noventa y nueve.

ALBERTO FUJIMORI FUJIMORI
Presidente Constitucional de la República

BELISARIO DE LAS CASAS PIEDRA
Ministro de Agricultura

4156

RICARDO MARCENARO FRERS
Primer Vicepresidente del Congreso de la República

AL SEÑOR PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LA
REPUBLICA

PORTANTO:

Mando se publique y cumpla.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veintinueve días del mes de diciembre de mil novecientos noventa y ocho.

ALBERTO FUJIMORI FUJIMORI
Presidente Constitucional de la República

ALBERTO PANDOLFI ARBULU
Presidente del Consejo de Ministros

JORGE BACA CAMPODONICO
Ministro de Economía y Finanzas

15324

LEY Nº 27037

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

POR CUANTO:

El Congreso de la República ha dado la Ley siguiente:

EL CONGRESO DE LA REPUBLICA;

Ha dado la Ley siguiente:

A3.2 LEY DE PROMOCION DE LA INVERSION EN LA AMAZONIA

CAPITULO I

DE LA FINALIDAD Y ALCANCES

Artículo 1°.- Objeto de la Ley

La presente Ley tiene por objeto promover el desarrollo sostenible e integral de la Amazonía, estableciendo las condiciones para la inversión pública y la promoción de la inversión privada.

Artículo 2°.- Base Constitucional

De conformidad con los Artículos 68° y 69° de la Constitución Política del Perú, el Estado fomenta el desarrollo sostenible de la Amazonía con una legislación orientada a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.

Artículo 3°.- Definiciones

3.1 Para efecto de la presente Ley, la Amazonía comprende:

- a) Los departamentos de Loreto, Madre de Dios, Ucayali, Amazonas y San Martín.
- b) Distritos de Sivia y Ayahuac de la provincia de Huanta y Ayna, San Miguel y Santa Rosa de la provincia de La Mar del departamento de Ayacucho.
- c) Provincias de Jaén y San Ignacio del departamento de Cajamarca.
- d) Distritos de Yanatile de la provincia de Calca, la provincia de La Convención, Kosñipata de la provincia de Paucartambo, Camanti y Marcapata de la provincia de Quispicanchis, del departamento del Cusco.
- e) Provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca, Marañón y Pachitea, así como los distritos de Monzón de la provincia de Huamálles, Churubamba, Santa María del Valle, Chinchao, Huánuco y Amarilis de la provincia de Huánuco, Conchamarca, Tomayquichua y Ambo de la provincia de Ambo del departamento de Huánuco.
- f) Provincias de Chanchamayoy Satipo del departamento de Junín.
- g) Provincia de Oxapampa del departamento de Pasco.
- h) Distritos de Coaza, Ayapata, Ituata, Ollachea y de San Gabán de la provincia de Carabaya y San Juan del Oro, Limbani, Yanahuaya, Phara y Alto Inambari, Sandia y Patambuco de la provincia de Sandia, del departamento de Puno.
- i) Distritos de Huachocolpa y Tintay Puncu de la provincia de Tayacaja del departamento de Huancavelica.
- j) Distrito de Ongón de la provincia de Pataz del departamento de La Libertad.

k) Distrito de Carmen de la Frontera de la provincia de Huancabamba del departamento de Piura.

3.2 Cuando se aluda a un artículo, sin remitirlo a norma alguna, se entenderá que se trata de la presente Ley.

Artículo 4°.- Principios para la Promoción de la Inversión en la Amazonía

Es responsabilidad del Estado y de todos los ciudadanos, promover la inversión en la Amazonía, respetando los siguientes principios:

- a) La conservación de la diversidad biológica de la Amazonía y de las áreas naturales protegidas por el Estado.
- b) El desarrollo y uso sostenible, basado en el aprovechamiento racional de los recursos naturales, materiales, tecnológicos y culturales.
- c) El respeto de la identidad, cultura y formas de organización de las comunidades campesinas y nativas.

CAPITULO II

DE LA ACTUACION DEL ESTADO

Subcapítulo I

Rol del Estado

Artículo 5°.- Rol del Estado

5.1 El Estado cumple un rol de promoción de la inversión privada, mediante la ejecución de obras de inversión pública y el otorgamiento al sector privado de concesiones de obras de infraestructura vial, portuaria, aeroportuaria, turística y de energía; así como el desarrollo de las actividades forestal y acuícola en la Amazonía de acuerdo a la legislación vigente, respetando los derechos reales de las comunidades campesinas y nativas.

5.2 Asimismo, el Estado cumple un rol de promoción social, asegurando el acceso a salud, educación, nutrición y justicia básicas en la zona, con el fin de mejorar la calidad de vida de la población amazónica. Para tal fin se promoverán los programas y proyectos de desarrollo socio-económico que revaloricen la identidad étnica y cultural de las comunidades campesinas y nativas.

Subcapítulo II

De la Promoción de la Inversión Privada

Artículo 6°.- Comité Promotor de la Inversión Privada

6.1 Créase el Comité Ejecutivo de Promoción de la Inversión Privada en la Amazonía, conformado por tres miembros, designados mediante Resolución Suprema, uno de cuyos miembros representa al Poder Ejecutivo, quien lo presidirá.

6.2 Mediante acuerdo del Comité Ejecutivo de Promoción de la Inversión Privada en la Amazonía se aprobará el Plan Referencial de Concesiones de la Amazonía, en el cual se determinará, los programas y proyectos, que por su gran envergadura serán concesionados bajo los mecanismos y procedimientos que establezca dicho Comité.

6.3 Para tal fin, el Comité Ejecutivo cuenta con las facultades establecidas para la COPRI y PROMCEPRI en los Decretos Legislativos N°s. 674 y 839, sus modificatorias y complementarias, respectivamente.

6.4 Asimismo, el Comité Ejecutivo coordinará con los sectores correspondientes la evaluación y aprobación de los Proyectos de Inversión a que se refiere la quinta disposición complementaria de la presente Ley.

6.5 La Presidencia del Consejo de Ministros proporcionará al Comité Ejecutivo el apoyo y financiamiento requerido para el desenvolvimiento de sus labores.

Subcapítulo III

De la Inversión Pública

Artículo 7°.- Acciones del Sector Público

7.1 Los sectores de Agricultura, Energía, Educación, Pesquería, Salud, Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción y el de Promoción de la Mujer y del Desarrollo Humano, destinarán a gastos de capital en la Amazonía no menos del 10% (diez por ciento) de su asignación presupuestal para gastos de capital, en cada ejercicio.

7.2 Asimismo, los sectores señalados en los artículos siguientes destinarán prioritariamente dicha asignación al financiamiento de los programas y proyectos que se establecen en el presente subcapítulo.

Artículo 8°.- Agricultura

En el sector Agricultura se continuará con la ejecución de los proyectos especiales de la Amazonía: Jaén-San Ignacio-Bagua.

Alto Mayo, Huallaga Central-Bajo Mayo, Alto Huallaga, Río Putumayo, Pichis Palcazu y Madre de Dios, conforme a sus respectivos presupuestos. Se apoyará la planificación y la estrategia nacional para la conservación de áreas naturales protegidas. Asimismo, se llevará a cabo programas de desarrollo y cultivos alternativos, programas de saneamiento y titulación de predios y programas de sanidad animal y vegetal con especial énfasis en el café y el cacao.

Artículo 9°.- Transporte y Comunicaciones

El sector Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción ejecutará estudios y obras de infraestructura que se indican:

- a) Obras de mejoramiento y ampliación de la infraestructura portuaria y aeroportuaria de la región.
- b) Culminación de los corredores viales de penetración a la Selva.
- c) Asignación de recursos para proveer de servicio de telecomunicaciones preferentemente a las zonas rurales de la Amazonía.
- d) Estudios de navegabilidad en los ríos amazónicos.

Artículo 10°.- Energía

10.1 El sector Energía realizará las acciones necesarias para asegurar la interconexión eléctrica de los departamentos de San Martín, Ucayali, Madre de Dios y Amazonas al sistema eléctrico nacional y para reforzar el sistema térmico de generación eléctrica del departamento de Loreto hasta las localidades de Nauta y Requena.

10.2 También se desarrollará inversiones en sistemas eléctricos en poblados aislados y se impulsará la implementación de paneles solares para pequeñas poblaciones rurales.

CAPITULO III

MECANISMOS PARA LA ATRACCION DE LA INVERSION

Artículo 11°.- Alcance de Actividades y Requisitos

11.1 Para efectos de lo dispuesto en el Artículo 12° y el numeral 13.2 del Artículo 13° de la presente Ley se encuentran comprendidas las siguientes actividades económicas: agropecuaria, acuicultura, pesca, turismo, así como las actividades manufactureras vinculadas al procesamiento, transformación y comercialización de productos primarios provenientes de las actividades antes indicadas y la transformación forestal, siempre que sean producidos en la zona.

11.2 Para el goce de los beneficios tributarios señalados en los Artículos 12°, 13°, 14° y 15° de la presente Ley, los contribuyentes deberán cumplir con los requisitos que establezca el Reglamento, el cual deberá tomar en cuenta el domicilio de su sede central, su inscripción en los Registros Públicos y que sus activos y/o producción se encuentren y se realicen en la Amazonía, en un porcentaje no menor al 70% (setenta por ciento) del total de sus activos y/o producción.

Artículo 12°.- Impuesto a la Renta

12.1 Los contribuyentes ubicados en la Amazonía, dedicados principalmente a las actividades comprendidas en el numeral 11.1 del Artículo 11°, así como a las actividades de extracción forestal, aplicarán para efectos del Impuesto a la Renta correspondiente a rentas de tercera categoría, una tasa de 10% (diez por ciento).

12.2 Por excepción, los contribuyentes ubicados en los departamentos de Loreto, Madre de Dios y los distritos de Iparia y Masisea de la provincia de Coronel Portillo y las provincias de Atalaya y Purús del departamento de Ucayali, dedicados principalmente a las actividades comprendidas en el numeral 11.1 del Artículo 11°, así como a las actividades de extracción forestal, aplicarán para efectos del Impuesto a la Renta correspondiente a rentas de tercera categoría, una tasa del 5% (cinco por ciento).

12.3 Los contribuyentes de la Amazonía que desarrollen principalmente actividades agrarias y/o de transformación o procesamiento de los productos calificados como cultivo nativo y/o alternativo en dicho ámbito, estarán exoneradas del Impuesto a la Renta.

Para efecto de lo dispuesto en el párrafo anterior, los productos calificados como cultivo nativo y/o alternativo son Yuca, Soya, Arracacha, Uncucha, Urena, Palmito, Pijuayo Palmito, Pijuayo, Aguaje, Anona, Caimito, Carambola, Cocona, Guanábano, Guayabo, Marañón, Pomarosa, Taperibá, Tangerina, Toronja, Zapote, Camu Camu, Uña de Gato, Achiote, Caucho, Piña, Ajonjolí, Castaña, Yute y Barbascó.

En el caso de la Palma Aceitera, el Café y el Cacao, el beneficio a que se refiere el párrafo 12.3 del presente artículo, sólo será de aplicación a la producción agrícola. Las empresas de transformación o de procesamiento de estos productos aplicarán por concepto del Impuesto a la Renta una tasa de 10% (diez por ciento) si se encuentran ubicadas en el ámbito indicado en el numeral 12.1 o una tasa de 5% (cinco por ciento) si se encuentran ubicadas en el ámbito señalado en el numeral 12.2.

Por Decreto Supremo se podrá ampliar la relación de dichos bienes.

12.4 Las empresas dedicadas a la actividad de comercio en la Amazonía que reinviertan no menos del 30% (treinta por ciento) de su renta neta, en los Proyectos de Inversión a que se refiere la Quinta Disposición Complementaria de la presente Ley, podrán aplicar para efecto del Impuesto a la Renta correspondiente a rentas de tercera categoría, una tasa del 10% (diez por ciento). Por excepción, los sujetos ubicados en los departamentos de Loreto, Madre de Dios y los distritos de Iparia y Masisea de la provincia de Coronel Portillo y las provincias de Atalaya y Purús del departamento de Ucayali, aplicarán una tasa del 5% (cinco por ciento).

Artículo 13°.- Impuesto General a las Ventas

13.1 Los contribuyentes ubicados en la Amazonía gozarán de la exoneración del Impuesto General a las Ventas, por las siguientes operaciones:

- a) La venta de bienes que se efectúe en la zona para su consumo en la misma;
- b) Los servicios que se presten en la zona; y,
- c) Los contratos de construcción o la primera venta de inmuebles que realicen los constructores de los mismos en dicha zona.

Los contribuyentes aplicarán el Impuesto General a las Ventas en todas sus operaciones fuera del ámbito indicado en el párrafo anterior, de acuerdo a las normas generales del señala do impuesto.

13.2 Los contribuyentes ubicados en la Amazonía, que se dediquen principalmente a las actividades comprendidas en el numeral 11.1 del Artículo 11°, gozarán de un crédito fiscal especial para determinar el Impuesto General a las Ventas que corresponda a la venta de bienes gravados que efectúen fuera de dicho ámbito.

El crédito fiscal especial será equivalente al 25% (veinticinco por ciento) del Impuesto Bruto Mensual para los contribuyentes ubicados en la Amazonía. Por excepción, para los contribuyentes ubicados en los departamentos de Loreto, Madre de Dios y los distritos de Iparia y Masisea de la provincia de Coronel Portillo y las provincias de Atalaya y Purús del departamento de Ucayali, el crédito fiscal especial será de 50% (cincuenta por ciento) del Impuesto Bruto Mensual.

Para efecto de lo dispuesto en los párrafos anteriores se aplicará el siguiente procedimiento:

- a) Determinarán el impuesto bruto correspondiente a las operaciones gravadas del mes.
- b) Deducirán, del impuesto bruto, el crédito fiscal determinado conforme a la legislación del Impuesto General a las Ventas.
- c) Deducirán el crédito fiscal especial.

La aplicación de este crédito fiscal especial no generará saldos a favor del contribuyente, no podrá ser arrastrado a los meses siguientes, ni dará derecho a solicitar su devolución.

d) El monto resultante constituirá el impuesto a pagar. El importe deducido o aplicado como crédito fiscal especial, deberá abonarse a la cuenta de ganancias y pérdidas de las empresas.

Artículo 14°.- Impuestos al gas natural, petróleo y sus derivados

14.1 Las empresas ubicadas en los departamentos de Loreto, Ucayali y Madre de Dios se encontrarán exoneradas del Impuesto General a las Ventas y del Impuesto Selectivo al Consumo aplicable al petróleo, gas natural y sus derivados, según corresponda, por las ventas que realicen en dichos departamentos para el consumo en éstos.

14.2 Las empresas ubicadas en el departamento de Madre de Dios tendrán derecho a solicitar un reintegro tributario equivalente al monto del Impuesto Selectivo al Consumo que éstas hubieran pagado por sus adquisiciones de combustibles derivados del petróleo, de acuerdo a los requisitos y demás normas que establezca el Reglamento. Dicho reintegro será efectivo mediante Notas de Crédito Negociables.

14.3 Para efectos de este artículo, son aplicables los requisitos dispuestos en el numeral 11.2 del Artículo 11° de la presente Ley, excepto para las empresas petroleras y de gas natural que extraigan y/o refinen.

Artículo 15°.- Impuesto Extraordinario de Solidaridad y el Impuesto Extraordinario a los Activos Netos

Las empresas ubicadas en la Amazonía, se encontrarán exoneradas del Impuesto Extraordinario de Solidaridad y del Impuesto Extraordinario a los Activos Netos.

Artículo 16°.- Declaración e Información Tributaria

Las declaraciones e información de carácter tributario que deberán presentar los contribuyentes de la Amazonía, se efectuarán en la forma, condiciones y oportunidad que esta-

A3.3 REGULACIONES DE LA FDA (ADMINISTRACION DE DROGAS Y ALIMENTOS DE LOS ESTADOS UNIDOS) SOBRE LAS RESPONSABILIDADES RELATIVAS A LOS ALIMENTOS

La FDA establece regulaciones para todos los productos alimenticios y sus derivados, con excepción de los productos procesados a partir del huevo y de las carnes y las aves, los cuales regula el Servicio de Seguridad e Inspección Alimenticia del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (United States Department of Agriculture's Food Safety and Inspection Service, FSIS).

Dentro de los Estados Unidos, el cumplimiento de la ley establecida por el FD&C Act se asegura por medio de inspecciones regulares a las instalaciones y de inspecciones de los productos, análisis de muestras, actividades educativas y procedimientos legales. La FDA dispone de un número de procedimientos y medidas para hacer cumplir la ley del FD&C Act y de esa manera proteger la salud pública, la seguridad y el bienestar general.

Las regulaciones del FDA sobre suplementos dietéticos se encuentra bajo la autoridad del Dietary Supplements Health and Education Act de 1994. Esta reglamentación garantiza que los alimentos sean etiquetados de forma segura y apropiada y que cualquier enfermedad o reclamo asociado con la salud esté apoyado científicamente. Las provisiones legales que gobiernan sobre la seguridad de los suplementos dietéticos dependen de que el producto constituya legalmente un alimento o una medicina. En cualquiera de las dos instancias el fabricante está obligado a elaborar un producto seguro. Para medicinas nuevas se requiere el examen de la FDA sobre la seguridad del producto previo a su lanzamiento en el mercado.

El propósito de la etiqueta en los suplementos dietéticos es establecer el contenido del producto, las cantidades del contenido, la forma en la que deberá ser utilizado y las precauciones necesarias para garantizar su uso correcto y toda otra información asumiendo que sea verdadera y no engañosa. Si el suplemento dietético es un alimento, la NLEA conducirá un examen de las posibles enfermedades o reclamos asociados a la salud, de acuerdo a las provisiones establecidas al respecto.

A3.4 CONTROL SANITARIO DE ALIMENTOS Y BEBIDAS

Según el D.S. N° 007-98-SA del Reglamento sobre el control de alimentos (17):

CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad se sustentará en el Sistema de Análisis de Riesgos y de Puntos de Control Críticos (HACCP), el cual será patrón de referencia para la vigilancia sanitaria.

La aplicación del sistema HACCP en la industria de alimentos y bebidas, se hará con arreglo al siguiente procedimiento:

El fabricante debe preparar el Plan HACCP correspondiente al proceso de fabricación del producto.

El fabricante entregará al organismo encargado de la vigilancia sanitaria de la fabricación de alimentos una copia del Plan HACCP, para los fines de validación técnica oficial e inspección periódica.

El Plan HACCP debe ser validado por el organismo responsable de la vigilancia sanitaria de la fabricación de alimentos y bebidas.

ENVASES

El envase debe ser de material inocuo y estar fabricado de manera que mantenga la calidad sanitaria y composición del producto durante toda su vida útil.

Los envases, que estén fabricados con metales o aleaciones de los mismos o con material plástico, en su caso, no podrán:

Contener impurezas constituidas por plomo, antimonio, zinc, cobre, cromo, hierro, estaño, mercurio, cadmio, arsénico u otros metales o metaloides.

Contener monómeros residuales de estireno, de cloruro de vinilo, de acrilonitrilo o de cualquier otro monómero residual o sustancia que puedan ser considerados nocivos para la salud.

ANEXO 4: PRUEBAS DE EXTRACCION A NIVEL LABORATORIO

En los ensayos de extracción sólido líquido los parámetros de control a considerar son:

1. Tamaño de partícula
2. Relación solvente/carga
3. Tiempo de extracción
4. Solvente
5. Sistemas de extracción

EQUIPOS UTILIZADOS

Molino de cuchillas Laboratory Pulverizing Mill (Laboratorio de Química Orgánica, UNI)

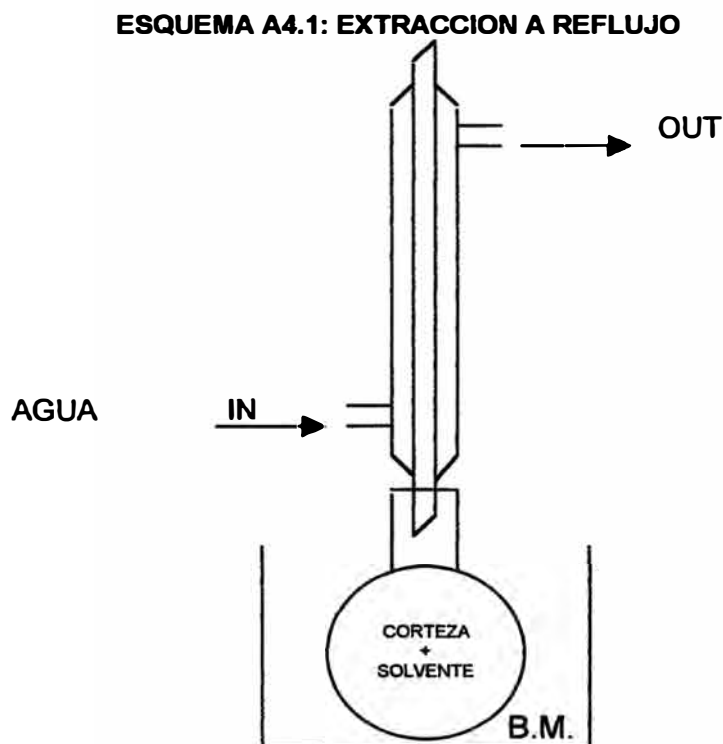
Estufa, de calentamiento electrónico (Laboratorio de Química Orgánica, UNI)

Bañomaría

Balanza analítica Mettler 160, con precisión de 0,1 mg

Tamiz N° 200: $74\mu = 0,0029$ inchs

Para las pruebas de extracción en el laboratorio se utilizó la extracción a reflujo, según el esquema A4.1.



1. TAMAÑO DE PARTICULA

Para las pruebas a nivel laboratorio se utilizó la corteza de uña de gato (*Uncaria tomentosa*) variedad amarillo marrón de procedencia Cuzco. El tamaño inicial de la corteza fue de 10 a 15 cm de largo, de 3 a 5 cm de ancho y 0,5 a 1 cm de espesor. Se observa la presencia de numerosas capas en la corteza, las cuales al momento de abrirlas emanaban un polvo fino marrón claro. Se reduce el tamaño de la corteza a 1-2 cm de largo; 0,2 - 0,8 cm de ancho y espesor 0,1 cm ("partido").

Para comparar el tamaño de partícula se hizo una extracción en agua y otra extracción en alcohol.

Condiciones de Operación:

Carga	= 25 g corteza de uña de gato
Solvente	= 250 ml agua destilada
Tiempo de cocimiento	= 30 min
Temperatura de Extracción	= 90 – 95 °C
Tamaño de Materia Prima:	M : Molido en Molino de cuchillas (UNI) P1: Partido de 0,5 cm de largo

**TABLA A4.1: % SOLIDOS TOTALES VS TAMAÑO DE PARTICULA
(EXTRACCION ACUOSA)**

MUESTRA (*)	% SOLIDOS TOTALES EN EXTRACTO (g/100 ml extracto Uña de gato)	% SOLIDOS TOTALES EN CORTEZA (g/100g corteza Uña de gato) RENDIMIENTO
M	0,975	5,9749
P1	1,161	7,9179

* Ver tamaño de materia prima

También se analizó el efecto del tamaño de partícula en una extracción a reflujo con alcohol etílico.

Condiciones de Operación:

Carga	= 30 g Corteza de uña de gato
Solvente	= 240 ml Alcohol etílico
Tiempo de cocimiento	= 30 min

Temperatura de Extracción = 75 - 80 °C (temperatura de bañomaría)

Tamaño de Materia Prima:

M : Molido

P1 : "Partido" de 0,5 a 1 cm de largo

Para cada muestra se realiza dos extracciones de 240 ml de alcohol.

**TABLA A4.2: %SOLIDOS TOTALES VS TAMAÑO DE PARTICULA
(EXTRACCION ALCOHOLICA)**

MUESTRA (*)	% SOLIDOS TOTALES EN EXTRACTO (g/100ml extracto Uña de gato)		% SOLIDOS TOTALES EN CORTEZA (g/100 g corteza Uña de gato) RENDIMIENTO	
	1RA EXTRACCION	2DA EXTRACCION	1RA EXTRACCION	2DA EXTRACCION
	M	1,775	0,622	11,596
P1	1,218	0,261	8,526	2,114

* Ver: Tamaño de materia prima

En la extracción acuosa se obtiene un mayor porcentaje de sólidos y mejor rendimiento con la corteza partida; mientras que en la extracción alcohólica se obtiene mejores resultados con la corteza molida. Sin embargo comparando ambos rendimientos, el alcohol extrae más sólidos totales que el agua. La elección del tamaño de partícula dependerá del tipo de solvente a utilizar. Así con el alcohol es recomendable la corteza molida, mientras que con el agua se prefiere la corteza en trozos.

2. RELACION SOLVENTE / CARGA

Se efectuó simultáneamente la extracción a reflujo fijando las demás variables.

Condiciones de operación

Carga = 30 g corteza de uña de gato

Tamaño = corteza "partida"

Solvente = agua destilada

Tiempo de Maceración = 24 h

Temperatura de Cocimiento	= 90 – 95 °C
Tiempo de Cocimiento	= 1 h

Se recomienda la maceración-decocción para la extracción de partes vegetales moderadamente duras (corteza) que tiene como solvente extractivo al agua.

Relación solvente/carga (RS) :

RS1	= 6 : 1
RS2	= 8 : 1
RS3	= 10 : 1
RS4	= 12 : 1

TABLA A4.3: % SÓLIDOS TOTALES VS RELACION SOLVENTE/CARGA

Relación Solvente/ Carga (RS) (Voumen /peso)		% SÓLIDOS TOTALES EN EXTRACTO (g/100ml de extracto)			
		Maceración a 25 °C		Extracción a 90 – 95 °C	
		24 h	1 h	1 h	1 h
RS1	6 : 1	1,866	1,994	2,049	2,018
RS2	8 : 1	1,476	1,566	1,596	1,62
RS3	10 : 1	1,206	1,237	1,279	1,297
RS4	12 : 1	1,033	1,076	1,092	0,74

El solvente debe cubrir completamente la corteza “partida”. El % de sólidos totales del extracto aumenta cuando la relación solvente/carga (RS) disminuye.

Posteriormente, el extracto obtenido se concentra y liofiliza, por lo que el % de sólidos totales debe ser el más alto.

Según los resultados observados se selecciona la RS : 8/1, para 30 g de materia prima se utiliza 240 ml de agua destilada.

3. TIEMPO DE EXTRACCION

Se realizará dos tipos de extracción por maceración y por cocimiento.

Condiciones de Operación:

Carga	= 300 g corteza de uña de gato
Solvente	= 2400 ml alcohol etílico

TABLA A4.4: % SÓLIDOS TOTALES VS TIEMPO DE EXTRACCIÓN (MACERACIÓN)

CONDICIONES DE OPERACION	% SÓLIDOS TOTALES EN EXTRACTO (g/100ml extracto Uña de gato)					
	25 °C	60 °C		25 °C	60 °C	
TIEMPO	24 h	1 h	1 h	24 h	1 h	1 h
MUESTRA	1,15	1,15	1,165	1,216	1,229	1,264

TABLA A4.5: % SÓLIDOS TOTALES VS TIEMPO DE EXTRACCIÓN (COCIMIENTO)
A TEMPERATURA 75 - 80 °C

MUESTRA	% SÓLIDOS TOTALES EN EXTRACTO (g/100ml extracto Uña de gato)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
TIEMPO (min)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
%SÓLIDOS TOTALES	1,041	1,127	1,189	1,234	1,261	1,272	1,311	1,317	1,331	1,378

El % de sólidos totales se incrementa con el tiempo. A los 40 minutos el porcentaje de sólidos totales ya es mayor al 1,2 %.

4. SOLVENTE

Para la extracción de los principios activos de la corteza de uña de gato se han empleado diferentes solventes.

Los alcaloides oxindólicos fueron extraídos bajo dos sistemas de extracción: con soxhlet, usando metanol como solvente, y por lixiviación con metanol-agua-ácido clorhídrico 1,2 M (50:50:1) (62).

Los compuestos polifenólicos flavónicos fueron percolados con agua, obteniéndose una mezcla de procianidinas y epicatequina (42). La epicatequina es un tanino condensado, que es insoluble en agua fría, soluble en agua caliente y líquidos alcalinos, llamados flobafenos o rojo de taninos (26).

Los glicósidos del ácido quinóico se obtienen a partir de la extracción con cloroformo: metanol (9:1) (4).

Las saponinas constituidos por los glicósidos del ácido quinóico producen espuma en los extractos acuosos (34).

El principal esteroide corresponde al β -sitosterol (44).

SOLVENTES A ENSAYAR EN LAS EXTRACCIONES

Dada la naturaleza moderadamente polar de los principios activos (a pesar de la cantidad y variedad), el solvente adecuado es el metanol (Peb.= 64,7 °C) que tiene la ventaja de su bajo punto de ebullición y presión de vapor.

Se considera en la elección del solvente tres factores: la toxicidad, la seguridad y el costo aceptable para su producción a nivel industrial. Por lo que para este trabajo se utiliza dos solventes alternativos: etanol (Peb.=78,4 °C), de similar polaridad que el metanol, y el agua.

TIPOS DE EXTRACCION

La extracción con agua y alcohol se realiza en diferentes proporciones.

Extracción acuosa

Extracción alcohólica

Extracción hidroalcohólica 50% v/v

Condiciones de Operación

Carga = 30 g Corteza de uña de gato

Tamaño = corteza "partida"

Solvente = 240 ml (alcohol etílico : agua)

Tiempo de Maceración = 24 h

Temperatura de Extracción = 60 - 70 °C

Tiempo de Extracción = 30 min

Se evalúa cada extracción en función del tipo de solvente y el % de sólidos totales.

TABLA A4.6: % SOLIDOS TOTALES VS SOLVENTE

SOLVENTE	% SOLIDOS TOTALES EN EL EXTRACTO (g/100 ml de extracto de uña de gato)				% SOLIDOS TOTALES EN CORTEZA (g/100 g de corteza de uña de gato) RENDIMIENTO
	25 °C	60 – 70 °C			
TEMPERATURA	25 °C	60 – 70 °C			60 – 70 °C
TIEMPO	24 hr	30 min	30 min	30 min	
Agua	1,147	1,373	1,418	1,421	8,078
Alcohol	1,235	1,310	1,315	1,404	8,460
Agua : Alcohol (50:50)	1,227	1,465	1,744	1,947	10,378

Comparando las tablas A4.1 y A4.6 se observa el efecto de la temperatura en la extracción acuosa con la corteza “partida”, de donde para obtener un mayor % de sólidos totales se requieren temperaturas más elevadas (90 - 95 °C).

A temperaturas menores (60 – 70 °C), con la extracción hidroalcohólica se obtiene el % de sólidos totales más alto.

En la extracción con la solución hidroalcohólica también se determina el % de alcaloides totales.

**TABLA A4.7: % SOLIDOS TOTALES VS MEZCLA HIDROALCOHOLICA
(MACERACION X 24 hr A TEMP.AMB. Y
EXTRACCION X 30 min A TEMP. 60-70 °C)**

MEZCLA HIDROALCOHOLICA (ALCOHOL:AGUA)	% SOLIDOS TOTALES EN EXTRACTO (g/100 ml de extracto de uña de gato)	% SOLIDOS TOTALES EN CORTEZA (g/100 g de corteza) RENDIMIENTO
25:75	1,901	12,229
50:50	1,799	11,573
75:25	1,763	11,371

TABLA A4.8: % ALCALOIDES TOTALES VS SOLUCION HIDROALCOHOLICA

SOLUCION HIDROALCOHOLICA (ALCOHOL: AGUA)	% ALCALOIDES TOTALES, Atm* (g/100 ml extracto de uña de gato)	% ALCALOIDES TOTALES, Atm* (g/100 g corteza uña de gato)
25:75	0,01735	0,09948
50:50	0,03653	0,22284
75:25	0,03122	0,19101

* % Atm: % de alcaloides totales expresados en mitrafilina.

Según los resultados, la extracción con la solución hidroalcohólica 50:50, se obtiene un % de sólidos totales intermedio, igual a 1,799; y un % de alcaloides totales más alto, igual a 0,22284 (expresado en mitrafilina, Atm).

5. SISTEMAS DE EXTRACCION

Es común en los procesos industriales se utilicen contactos continuos a contracorriente, de etapas múltiples. En la práctica de laboratorio, son comunes

las operaciones a corriente cruzada, mediante contactos simples o de etapas múltiples. La lixiviación es el retiro de una fracción soluble, en la forma de solución de una fase sólida permeable e insoluble con que se asocia.

Los equipos de lixiviación se dividen principalmente en:

los que realizan la lixiviación por percolación. En los percoladores por lotes, los sólidos se dejan caer al tanque, se rocían con disolvente hasta que su contenido de soluto se reduce a un mínimo económico y, a continuación se retiran.

aquellos en que los sólidos de partículas se dispersan en un líquido, y posteriormente se separan de él.

CONTACTO SIMPLE

Es el método más simple y el más común a escala de laboratorio (ver tabla A4.5 y A4.6).

CONTACTO SIMPLE EN ETAPAS MULTIPLES

La extracción tiene lugar en dos etapas: (1) contacto disolvente con el sólido a tratar y (2) lavado o separación de la disolución. Se llevó a cabo extracciones simples con 3 etapas (a reflujo) y con dos etapas (decocción).

La extracción múltiple a reflujo se muestra en la tabla A4.9.

Condiciones de Operación

Carga	= 150 g corteza partida de uña de gato
Solvente	= 1200 ml agua
Temperatura de Extracción	= 90 – 95 °C
Tiempo de Extracción	= 30 min por cada extracción

TABLA A4.9: % SÓLIDOS TOTALES VS CONTACTO MÚLTIPLE (REFLUJO)

INGRESO (ml)	SALIDA (ml)	BALON	% SOL.TOT. en extracto	% SOL.TOT. en corteza
1RA. EXTRACCION				
M		150		
S		1200		
	E1	995	1,1050	7,329
2DA. EXTRACCION				
R1				
S		1200		
	E2	980	0,37	2,417
3DA. EXTRACCION				
R2				
S		1200		
	E3	1145	0,183	1,3669

Donde:

Materia prima, corteza de uña de gato, **M** (g)

Extracto obtenido, **E** (ml)

Solvente, agua, **S** (ml)

Residuo, corteza agotada de uña de gato, **R**

% Sólidos totales (g/100 ml extracto), **% SOL.TOT. extracto**

Rendimiento es igual a **% SOL.TOT. corteza**

% Sólidos totales (g/100 g corteza),

En el caso del extracto de la uña de gato se usará el % de sólidos totales como medida de concentración.

En la Tabla A4.2 se muestra la extracción múltiple a reflujo con alcohol.

También se utilizó el extractor Soxhlet, obteniéndose los siguientes resultados (ver foto A4.1).

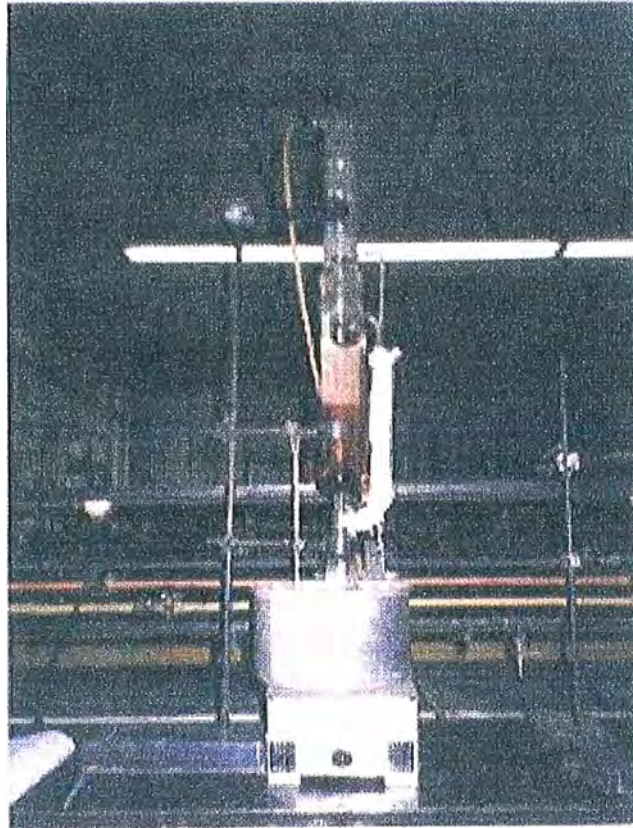


FOTO A4.1 : EXTRACCION SOXHLET (UNI)

TABLA A4.10: % SOLIDOS TOTALES VS CONTACTO MULTIPLE (SOXHLET)

INGRESO (ml)	SALIDA (ml)	BALON	SOXHLET	% SOL.TOT. en extracto	% SOL.TOT. en corteza
M		150			
S		1200			
1ER. SIFONEADO					
	E1		E1	2,343	
	E2	E2		1,174	
2DO. SIFONEADO					
	E3		50	0,756	0,252
	E4	820		1,620	8,856

Para la extracción por decocción se utilizó un recipiente abierto, según esquema A4.2. Ver resultados en la tabla A4.11.

ESQUEMA A4.2: EXTRACCION POR DECOCCION



↑ CALOR

Condiciones de Operación

- Carga = 150 g corteza partida de uña de gato
 Solvente = 1500 ml agua
 Temperatura de Extracción = 95 - 98 °C
 Tiempo de Extracción = 30 min por cada extracción

TABLA A4.11: % SOLIDOS TOTALES VS CONTACTO MULTIPLE (DECOCCION)

INGRESO (ml)	SALIDA (ml)	BALON	% SOL.TOT. EXTRACTO	% SOL.TOT. CORTEZA
1RA. EXTRACCION				
M		150		
S		1500		
	E1	1075	0,946	6,780
2DA. EXTRACCION				
R1				
S		1500		
	E2	1290	0,548	4,712

CONTACTO MULTIPLE A CONTRACORRIENTE SISTEMA SHANKS

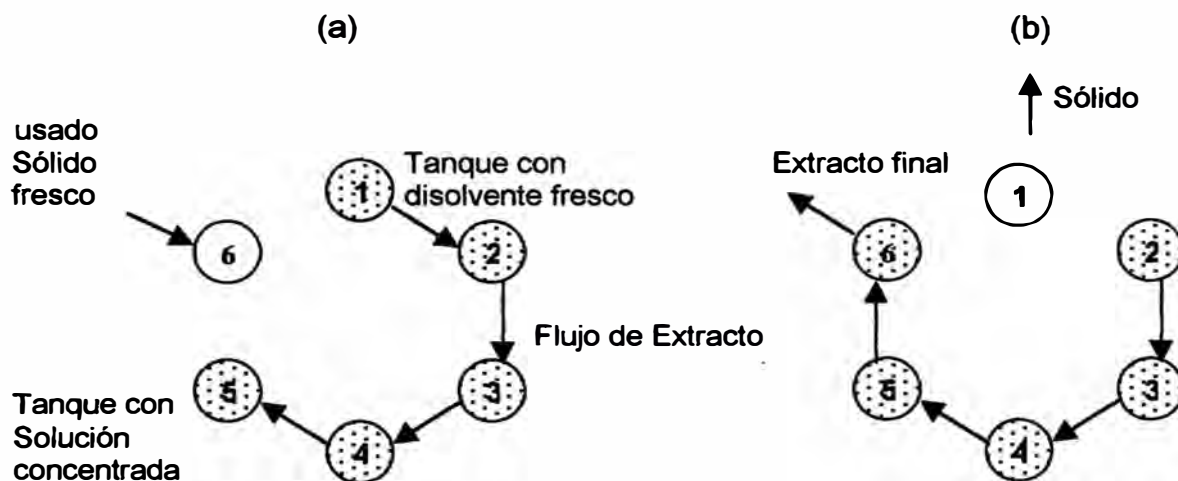
Para la obtención de una solución más concentrada se emplea un esquema a contracorriente, en donde la solución final obtenida se logra por contacto con el sólido más fresco y en donde el disolvente más fresco se agrega al sólido del cual ya se ha lixiviado o lavado la mayoría del soluto.

El sistema Shanks como se le conoce opera de la siguiente manera:

- Supóngase que el sistema del Esquema A4.3a, tiene cierto tiempo de operación. El tanque 6 está vacío; los tanques del 1 al 5 están llenos de sólidos; el que se ha llenado más recientemente es el tanque 5 y el que lleva más tiempo, el tanque 1. Los tanques del 1 al 5 también están llenos con el líquido de lixiviación; el más concentrado está en el tanque 5, porque está en contacto con el sólido más fresco. Se acaba de agregar disolvente fresco al tanque 1.
- Sáquese la solución concentrada del tanque 5, transfírase el líquido del tanque 4 al 5, del 3 al 4, del 2 al 3 y del 1 al 2. Agréguese sólido fresco al tanque 6.
- Del esquema A4.3.b. descártese el sólido agotado del tanque 1. Transfírase el líquido del tanque 5 al 6, del 4 al 5, del 3 al 4 y del 2 al 3. Agréguese disolvente fresco en el tanque 2. Las condiciones son ahora idénticas a las iniciales en el Esquema A4.3.a.
- Continúe la operación de la misma manera que antes.

Estos tanques y arreglos se utilizan bastante en la industria para la recuperación de taninos a partir de cortezas y maderas arbóreas (63).

ESQUEMA A4.3.: CONTACTO MULTIPLE A CONTRACORRIENTE, SISTEMA SHANKS



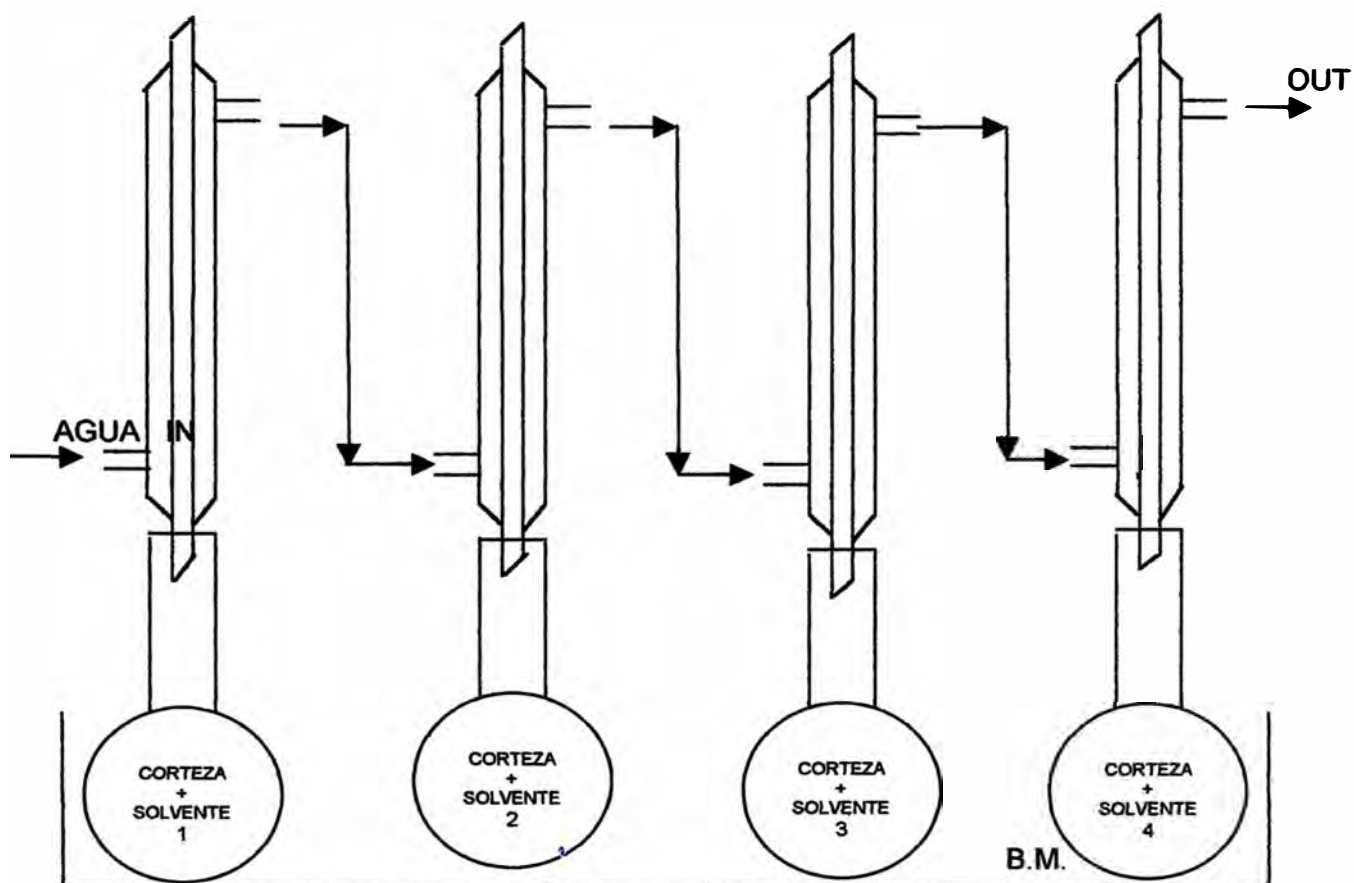
En las pruebas a nivel laboratorio se utilizó la extracción a reflujo según el esquema A4.4.

Condiciones de Operación

Carga	= 30 g corteza de uña de gato
Tamaño	= corteza "partida"
Solvente	= 240 ml (agua, alcohol etílico)
Temperatura de Extracción	= 60 - 70 °C
Tiempo de Extracción	= 10 min por cada extracción
Etapas	= 4

En las tablas A4.12 y A4.13 se describe la extracción de Shanks de 4 etapas con agua y alcohol, respectivamente (ver foto A4.2).

ESQUEMA A4.4: SISTEMA SHANKS DE CUATRO ETAPAS



De las tablas A4.12 y A4.13 los rendimientos con la extracción acuosa y alcohólica en promedio son 14% y 11% de sólidos totales (corteza), respectivamente. A continuación se ensaya el sistema Shanks con una extracción hidroalcohólica al 50% v/v, para lo cual se utilizó el esquema A4.5. Ver resultados en tabla A4.14.

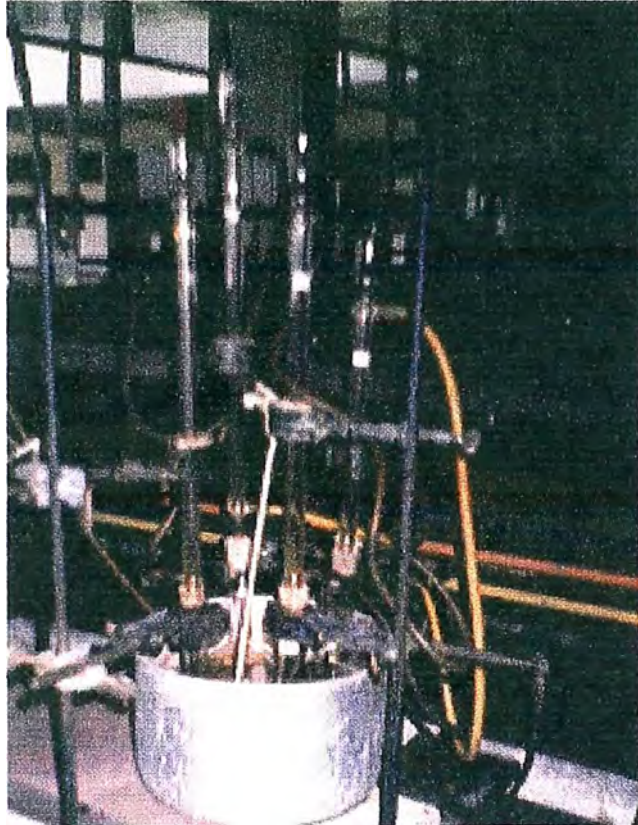


FOTO A4.2 : EXTRACCION MULTIPLE DE CUATRO ETAPAS (UNI)

TABLA A4.12: % SOLIDOS TOTALES VS SISTEMA SHANKS DE 4 ETAPAS (AGUA)

CORRIENTE		ETAPAS			
INGRESO (ml)	SALIDA (ml)	BALON 1	BALON 2	BALON 3	BALON 4
CAMBIO MAT.PRIMA					
M		30			
S		240			
	E1	195			
CAMBIO MAT.PRIMA					
M			30		
E1			195		
S		240			
	E2		150		
	E3	240			
CAMBIO MAT.PRIMA					
M				30	
E2				150	
E3			240		
S		240			
	E4			105	
	E5		240		
	E6	235			
CAMBIO MAT.PRIMA					
M					30
E4					105
E5				240	
E6			235		
S		240			
	EF1				65*
	E7			220	
	E8		235		
	E9	230			
CAMBIO SOL.NUEV					
E7					220
E8				235	
E9			230		
S		240			
	E10				195
	E11			230	
	E12		220		
	E13	235			
CAMBIO MAT.PRIMA					
M		30			
E11					230
E12				220	
E13			235		
E10		195			
	E14				230
	E15			215	
	E16		230		
	EF2	145*			
CAMBIO SOL.NUEV					
E15					215
E16				230	
S			240		
E14		230			
	E17				212
	E18			230	
	E19		240		
	E20	230			
CAMBIO MAT.PRIMA					
M			30		
E18					230
E19				240	
E20			230		
E17		212			
	E21				230
	E22			240	
	EF3		200*		
	E23	210			
CAMBIO SOL.NUEV					
E22					240
S				240	

E23			210		
E21		230			
	E24				237
	E25			233	
	E26		210		
	E27	200			
M				30	
E25					233
E26				210	
E27			200		
E24		237			
	E28				230
	EF4			170*	
	E29		200		
	E30	235			
CAMBIO SOL.NUEV					
S					240
E29				200	
E30			235		
E28		230			
	E31				240
	E32			200	
	E33		235		
	E34	230			
CAMBIO MAT.PRIMA					
M					30
E32					200
E33				235	
E34			230		
E31		240			
	EF5				142*
	E35			215	
	E36		217		
	E37	225			

RESUMEN:

EF	EF1	EF2	EF3	EF4	EF5
%SOLTOT extracto	7,165	3,146	2,214	2,583	3,015
%SOLTOT corteza	15,52	15,206	14,760	14,637	14,271

Donde:

Materia prima, corteza de uña de gato,

Extracto obtenido,

Extracto final,

Solvente, agua,

% Sólidos totales ,

%SOL.TOT.(g/100 ml extracto)

%SOL.TOT.(g/100 g corteza)

M (g)

E (ml)

EF(ml)

S (ml)

TABLA A4.13: % SOLIDOS TOTALES VS SISTEMA SHANKS DE 4 ETAPAS (ALCOHOL)

CORRIENTE		ETAPAS			
INGRESO (ml)	SALIDA (ml)	BALON 1	BALON 2	BALON 3	BALON 4
CAMBIO MAT.PRIMA					
M		30			
S		240			
	E1	217			
CAMBIO MAT.PRIMA					
M			30		
E1			217		
S		240			
	E2		184		
	E3	238			
CAMBIO MAT.PRIMA					
M				30	
E2				184	
E3			238		
S		240			
	E4			153	
	E5		227		
	E6	240			
CAMBIO MAT.PRIMA					
M					30
E4					153
E5				227	
E6					
S		240			
	EF1				117*
	E7			220	
	E8		230		
	E9	235			
CAMBIO SOL.NUEV					
E7					220
E8				230	
E9			235		
S		240			
	E10				220
	E11			230	
	E12		235		
	E13	240			
CAMBIO MAT.PRIMA					
M		30			
E11					230
E12				235	
E13			240		
E10		220			
	E14				215
	E15			225	
	E16		240		
	EF2	154*			
CAMBIO SOL.NUEV					
E15					225
E16				240	
S			240		
E14		215			
	E17				217
	E18			237	
	E19		240		
	E20	215			
CAMBIO MAT.PRIMA					
M			30		
E18					237
E19				240	
E20			215		
E17		217			
	E21				228
	E22			238	
	EF3		171*		
	E23	210			
CAMBIO SOL.NUEV					
E22					238

S				240	
E23			210		
E21		228			
	E24				228
	E25			240	
	E26		204		
	E27	216			
M				30	
E25					240
E26				204	
E27			216		
E24		228			
	E28				233
	EF4			169*	
	E29		206		
	E30	215			
CAMBIO SOL.NUEV					
S					240
E29				206	
E30			215		
E28		233			
	E31				235
	E32			200	
	E33		214		
	E34	216			
CAMBIO MAT.PRIMA					
M					30
E32					200
E33				214	
E34			216		
E31		235			
	EF5				164*
	E35			204	
	E36		216		
	E37	235			

RESUMEN

EF	EF1	EF2	EF3	EF4	EF5
%SOLTOT extracto	4,016	2,814	2,115	2,014	1,853
%SOLTOT corteza	15,662	14,445	12,055	11,345	10,129

Donde:

Materia prima, corteza de uña de gato,

Extracto obtenido,

Extracto final,

Solvente, agua,

% Sólidos totales,

%SOL.TOT.(g/100 ml extracto)

%SOL.TOT.(g/100 g corteza)

M (g)

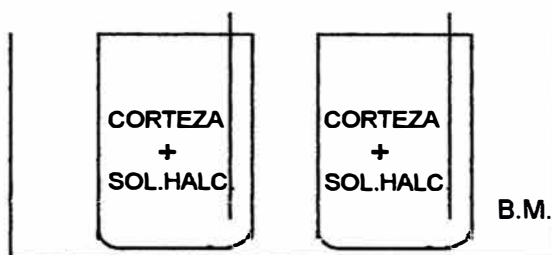
E (ml)

EF(ml)

S (ml)

ESQUEMA A4.5: SISTEMA SHANKS DE DOS ETAPAS

TEMP. = 50 - 60 °C



**TABLA A4.14: % SOLIDOS TOTALES VS SISTEMA SHANKS DE DOS ETAPAS
SOLUCION HIDROALCOHOLICA**

INGRESO (ml)	SALIDA (ml)	BALON 1	BALON 2
M		30	
S		240	
	E1	170	
CAMBIO MAT. PRIMA			
M			30
E1			170
S		240	
	EF1		100*
	E2	232	
CAMBIO SOL. NUEVO			
E2			232
S		240	
	E3		200
	E4	240	
CAMBIO MAT. PRIMA			
M		30	
S		200	240
EF2		138*	240

RESUMEN

EF	EF1	EF2
%SOL.TOT. extracto	5,334	3,777
%SOL.TOT. corteza	17,780	17,374

Donde:

Materia prima, corteza de uña de gato,	M (g)
Extracto obtenido,	E (ml)
Extracto final,	EF (ml)
Solvente, agua,	S (ml)
% Sólidos totales, (g/100 ml extracto)	% SOL.TOT. extracto
% Sólidos totales, (g/100 g corteza)	% SOL.TOT. corteza

En la última extracción Shanks se obtiene un rendimiento de 17 % mayor a las extracciones múltiples de 7,32% (reflujo acuoso), 8,85% (soxhlet alcohol), y 6,78% (reflujo alcohólico); y a las extracciones Shanks de 4 etapas a reflujo 14% (acuoso) y 11 % (alcohólico).

Por lo tanto a nivel piloto se utilizará las siguiente condiciones de operación:

Relación de Carga/Solvente (p/v)	= 1 : 8
Carga	= Corteza chipeada de uña de gato
Solvente	= Solución hidroalcohólica al 50% v/v
Temperatura de Extracción	= 50 – 60 °C
Tiempo de Extracción	= 20 min por cada extracción
Número de etapas	= 2

ANEXO 5: EQUIPOS USADOS A NIVEL PILOTO

TABLA A5.1: EQUIPOS USADOS A NIVEL PILOTO

EQUIPOS	ESPECIFICACIONES	UNIDADES
MOLINO DE CUCHILLAS	<p style="text-align: center;">El molino de cuchillas es un equipo Adaptado con un motor tipo trifásico Capacidad : 50 kg/h Potencia : 30 HP Velocidad giro : 3500 rpm Número de cuchillas : 5</p>	1
MARMITA	<p style="text-align: center;">Material : acero inoxidable Calefacción : chaqueta Capacidad de trabajo : 120 l Presión de trabajo máxima : 90 psi Temperatura de trabajo máxima : 350 °F Dimensiones: Diámetro Interno : 61 cm Diámetro Externo : 64,4 cm Altura : 51,5 cm</p>	2
FILTRO PRENSA	<p style="text-align: center;">Motor tipo trifásico Potencia : 1,5 HP Dimensiones de la placa : 25 * 25 cm Marco : 25 * 25 cm</p>	1
CONCENTRADOR	<p style="text-align: center;">Capacidad : 50 l Material : acero inoxidable Dimensiones: Diámetro interno : 41,5 cm Diámetro externo : 49,5 cm Bomba de vacío Potencia : 0,75 KW (1 HP) Agitador de dos paletas Condensador Material : acero inoxidable Dimensiones Diámetro externo : 20 cm Altura : 128 cm</p>	1

EQUIPOS	ESPECIFICACIONES	UNIDADES
LIOFILIZADOR	<p> Marca: Labconco Modelo 18 Dimensiones de la cámara : 30 * 30 * 30 cm³ Dimensiones de bandeja 1 : 27,8 * 27,8 cm² Dimensiones de bandeja 2 : 27,9 * 27,9 cm² Altura de la bandeja : 2 cm Dimensiones de la placa : 30,5 * 28,1 cm² Temp. de condensación : - 55 °C Refrigerante : R13B1 Potencia de Bomba de vacío : 0,5 HP Presión de vacío : 5 μmHg Area total de secado : 0,15 m² </p>	1
CALDERO	<p> Tipo : Piro tubular horizontal automático Capacidad de producción de vapor : 3450 lb/h Presión de diseño : 150 psi Potencia : 100 HP Superficie de Calefacción : 500 pie² Dimensiones Largo total : 142 pulg Diámetro exterior : 59 pulg Diámetro de la cámara de fuego : 26 pulg Diámetro de tubos : 3 pulg Número de tubos : 48 </p>	1
ABLANDADOR	<p> Capacidad : 500 L Tanque reactor : 24 * 80 pulg² Tanque de salmuera : 24 * 48 pulg² Diámetro de tubería : 1 pulg </p>	1

ANEXO 6: APLICACION DEL DISEÑO FACTORIAL EN LA LIOFILIZACION DEL EXTRACTO DE UÑA DE GATO

VARIABLES	Mínimo	Máximo
Densidad de carga, (D g/cm ³)	3,87	5,82
Temperatura de Placa en la Sublimación, (T °C)	0	39

PRUEBA	COMBINACIONES	D	T
2	D1T1	3,87	0
1	D1T2	3,87	39
4	D2T1	5,82	0
3	D2T2	5,82	39

DETERMINACION DE LOS EFECTOS PRODUCIDOS SOBRE LA HUMEDAD DEL EXTRACTO LIOFILIZADO

FACTOR	NIVEL 1	NIVEL 2	ΔR
D	4,4519	3,6261	0,8258
T	4,6425	3,4356	1,2069

Nivel mínimo:

$$H_{Di} = \frac{H(D1T1) + H(D1T2)}{2} = 4,4519$$

Nivel máximo:

$$H_{Di} = \frac{H(D2T1) + H(D2T2)}{2} = 3,6261$$

Nivel mínimo:

$$H_{Ti} = \frac{H(D1T1) + H(D2T1)}{2} = 4,6425$$

Nivel máximo:

$$HTi = \frac{H(D1T2) + H(D2T2)}{2} = 3,4356$$

DETERMINACION DE LOS EFECTOS PRODUCIDOS SOBRE EL RENDIMIENTO DEL EXTRACTO LIOFILIZADO

FACTOR	NIVEL 1	NIVEL 2	ΔR
D	9,9687	10,1033	- 0,1346
T	9,9923	10,0797	- 0,0874

Nivel mínimo:

$$RDi = \frac{H(D1T1) + H(D1T2)}{2} = 9,9687$$

Nivel máximo:

$$RDi = \frac{H(D2T1) + H(D2T2)}{2} = 10,1033$$

Nivel mínimo:

$$RTi = \frac{H(D1T1) + H(D2T1)}{2} = 9,9923$$

Nivel máximo:

$$RTi = \frac{H(D1T2) + H(D2T2)}{2} = 10,0797$$

ANEXO 7: TRATAMIENTO DE DATOS EXPERIMENTALES

Los cálculos del balance de masa y energía se realizan para cada operación.

MOLIENDA

Para obtener 100 kg de corteza chipeada de uña de gato se utiliza 106,5 kg de corteza en trozos de 1 m de largo.

El rendimiento promedio es igual a 93,897 %.

EXTRACCION

El sistema de extracción utilizado corresponde al sistema Shanks (ver esquema A7.1). Las condiciones de operación se determinaron en el anexo 4.

Condiciones de operación:

Carga	:	3 kg de corteza chipeada de uña de gato
Solvente	:	24 l de solución hidroalcohólica al 50% v/v
Temperatura de extracción	:	50 – 60 °C
Tiempo de extracción	:	20 min.

La extracción realizada a nivel piloto se resume en la tabla A7.1.

Donde:

M : Materia Prima, corteza de uña de gato chipeada (kg)

S : Solución hidroalcohólica, alcohol : agua (1:1), (l)

S* : Solución hidroalcohólica, alcohol : agua (1:2), (l)

E : Extracto obtenido, (l)

R : Residuo, corteza agotada (kg)

E_F : Extracto final (kg)

ESQUEMA A7.1: SISTEMA SHANKS DE DOS ETAPAS A NIVEL PILOTO

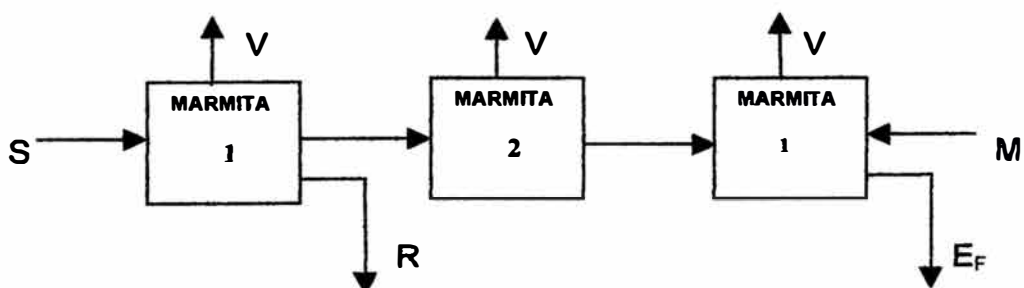


TABLA 7.1: SISTEMA DE SHANKS DE DOS ETAPAS A NIVEL PILOTO

INGRESO	SALIDA	MARMITA 1	MARMITA 2
M		3	
S		24	
	E1	15	
M			3
E1			15
S		24	
	EF1		11*
	E2	22,5	
CAMBIO SOL. NUEVO			
E2			22,5
	E3		21
CAMBIO MAT. PRIMA			
M		3	
S*			18
E3		21	
	E4		15
	EF2	17*	
M*			
E4		15	
	EF3*	14,2*	

M*: lavado de corteza agotada con E4.

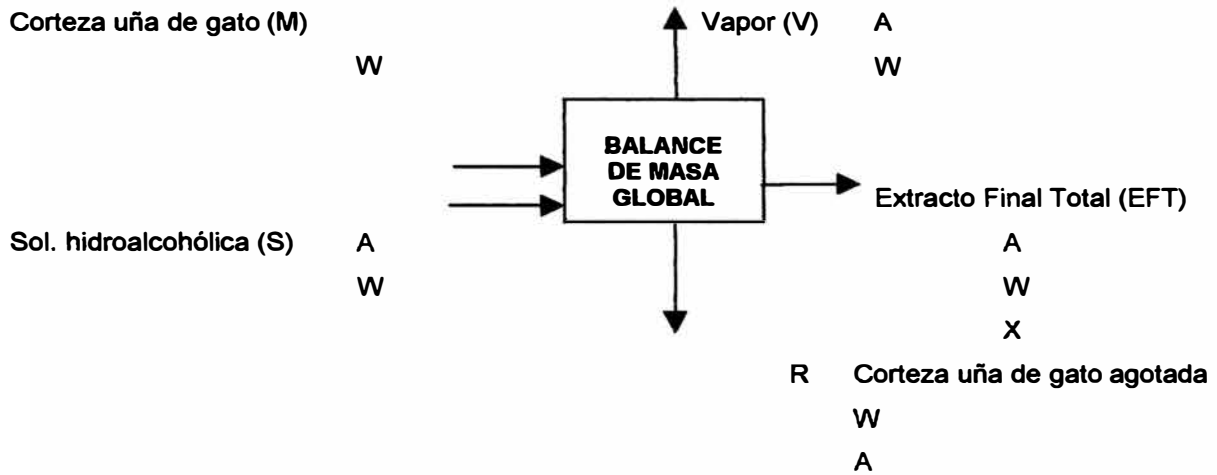
Uniendo los extractos finales se obtiene, EFT en peso:

$$EFT = EF1 + EF2 + EF3 = 36 \text{ kg}$$

BALANCE DE MASA GLOBAL

El rendimiento de la extracción se determina a partir del balance de masa global. Se analiza las corrientes que intervienen en el balance señalándose la composición de cada uno de ellos (ver esquema A7.2).

ESQUEMA A7.2: BALANCE DE MASA GLOBAL – EXTRACCION PILOTO



W : agua desionizada
 A : alcohol etílico
 X : sólidos totales

Donde:

M	: Peso de corteza total ingresada (kg)	= 9
S	: Peso del solvente total (kg)	= 60,3
A	: Alcohol etílico 96° (kg)	= 24,3
% a_N	: % Alcohol etílico de la corriente n (g/100 g)	
W	: Agua en la alimentación	= 36
E	: Peso del extracto final (kg)	= 36
R	: Residuo de corteza agotada (kg)	= 14
% x_N	: % Sólidos totales en la corriente N (g/100 g)	
% x_E	: % Sólidos totales en el extracto E (g/100 g de extracto)	= 3,9186
% w_M	: % humedad en la materia prima (g/100 g materia prima)	= 9,63
% w_R	: % humedad en el residuo (g/100 g materia prima)	
V	: Solvente evaporado (kg)	
Ms	: Peso de corteza seca (kg)	
Rs	: Residuo seco (kg)	

BALANCE GLOBAL

$$\text{ENTRADA} = \text{SALIDA}$$

$$M + S = E + V + R$$

$$9 + 60,3 = 36 + V + 14$$

$$\Rightarrow V = 19,3 \text{ kg}$$

BALANCE POR COMPONENTES

SOLIDOS

$$\text{ENTRADA} = \text{SALIDA}$$

$$(1 - \%w_M) * M = \%X * E + (1 - \%w_R) * R$$

$$(1 - 9,63\%) * 9 = 3,9186 \% * 36 + (1 - \%w_R) * 14$$

$$\% w_R = 51,9814$$

$$\begin{aligned} \text{Corteza seca, } M_s &= (1 - \%w_M) * M &&= (1 - 9,63\%) * 9 \\ &&&= 8,1333 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Residuo seco, } R_s &= (1 - \%w_R) * R &&= (1 - \%w_R) * 14 \\ &&&= (1 - 51,9814\%) * 14 \\ &&&= 6,7226 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sólidos totales en el extracto,} &&&= \%X * E \\ &&&= 3,9186\% * 36 = 1,4107 \text{ kg} \end{aligned}$$

ALCOHOL

$$\text{ENTRADA} = \text{SALIDA}$$

$$\%a_A * A = A_R + \%a_E * E + A_V$$

$$92,9\% * 24,3 = 2,32756 + 30,73\% * 36 + A_V$$

$$\Rightarrow A_V = 9,1843$$

Se utiliza en la alimentación 30 l de alcohol etílico 96°.

La densidad del alcohol (ρ) es 0,810 g/cm³ y el % de alcohol puro (% a_A) en el alcohol etílico de 96° (A) es 92,9% (en peso).

$$\begin{aligned} \text{Alcohol etílico de 96° , } A &&&= 30 * \rho_A \\ &&&= 30 * 0,810 \\ &&&= 24,3 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Alcohol en el extracto, } A_E &&&= \%a_E * E \\ &&&= 30,73\% * 36 \\ &&&= 11,0628 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sol. hidroalcohólica en el Residuo, } S_R &&&= R - R_s \\ &&&= 14 - 6,7226 \\ &&&= 7,2774 \text{ kg} \end{aligned}$$

La relación alcohol /sol. hidroalcohólica del extracto se mantiene en el residuo.

$$\begin{aligned}
 \text{Alcohol en el residuo, } A_R &= (\text{alcohol / sol. hidroalc.})_E * S_R \\
 &= 30,73 / (100 - 3,9186) * S_R \\
 &= 31,9834\% * 7,2774 \\
 &= 2,32756 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

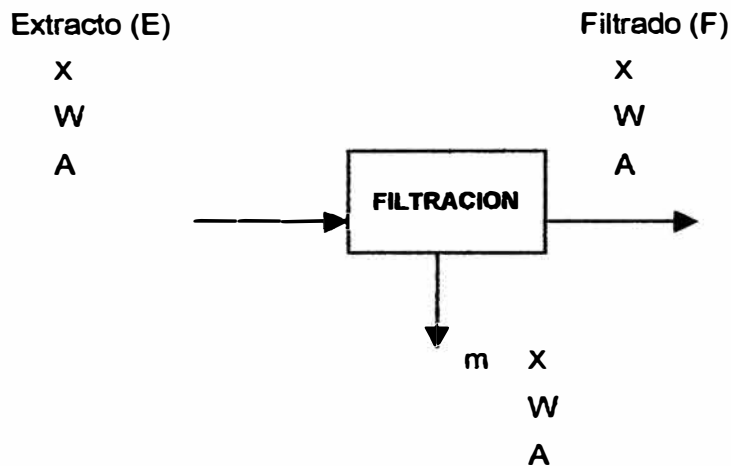
$$\begin{aligned}
 \text{Agua en el residuo, } W_R &= R - R_s - A_R \\
 &= 14 - 6,7226 - 2,32756 \\
 &= 4,9498 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Agua en el vapor, } W_V &= V - A_V \\
 &= 19,3 - 9,1843 \\
 &= 10,1157 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{ RENDIMIENTO DE LA EXTRACCION:} &= \%x * E / M * 100 \\
 (\text{g sólidos totales / 100g corteza}) &= 3,9186 \% * 36 / 9 * 100 \\
 &= 15,6744 \%
 \end{aligned}$$

FILTRACION

ESQUEMA A7.3: BALANCE DE MASA – FILTRACION PILOTO



Donde

Merma o pérdida (sólidos insolubles más extracto, kg), m

Extracto Filtrado, F (kg) = 35,2 kg

%Sólidos totales en el filtrado, % x_F = 3,9034

BALANCE DE MASA DEL FILTRADO

Del Esquema A7.3,

ENTRADA = SALIDA

$E = F + m$

$36 = 35,2 + m$

$m = 0,8 \text{ kg}$

% merma, %m = $m / E * 100$

= $0,8 / 36 * 100$

= 2,22 %

% RENDIMIENTO DEL FILTRADO = $F / E * 100$

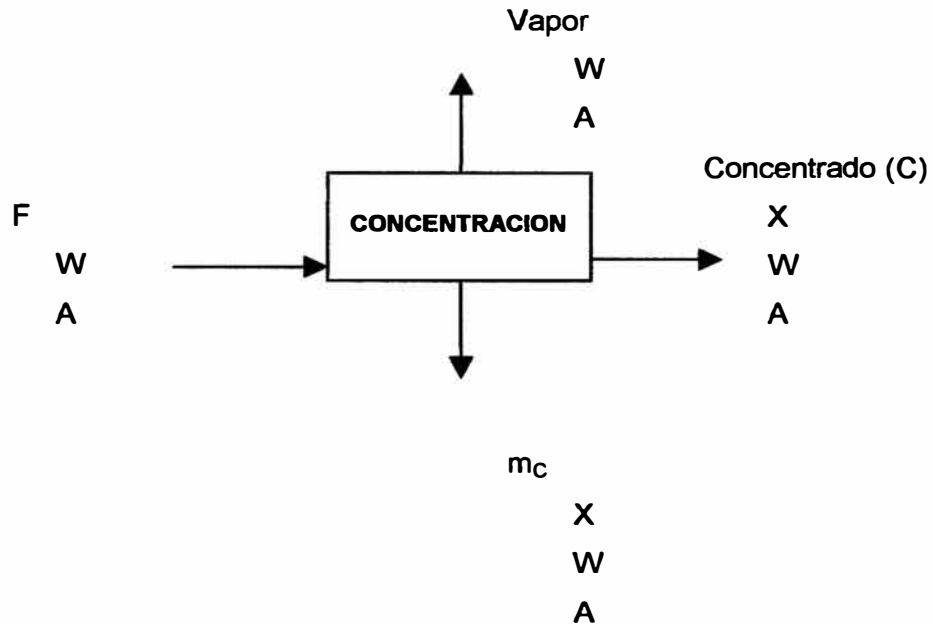
(g filtrado /g extracto que ingresan) = $35,2 / 36 * 100$

= 97,78 %

% RECUPERACION DE SOLIDOS TOTALES = $\%x_F * F / M * 100$

(g. sólidos totales del filtrado/100 g corteza) = $3,9034 * 35,2 / 9 * 100$

= 15,266 %

CONCENTRACION**ESQUEMA A7.4: BALANCE DE MASA – CONCENTRACION PILOTO**

Donde

Merma o pérdida (sólidos insolubles más extracto, kg), m_c

Al finalizar la concentración, una cantidad mínima de extracto concentrado se adhiere a las paredes del evaporador y demás utensilios, que viene a ser la merma.

Extracto Filtrado, F (kg) = 35,2

Extracto Concentrado, C (kg) = 13,387

Vapor, V (kg)

% Alcohol en el Vapor, % a_v

Del cuadro 4.4 :

% Sólidos totales en el filtrado, % x_F = 3,9034

% Sólidos totales en el concentrado, % x_C = 10,0120

% Alcohol en el filtrado, % a_F = 30,73

% Alcohol en el concentrado, % a_C = 1,9352

BALANCE DE MASA GLOBAL

Del Esquema A7.4,

$$\text{ENTRADA} = \text{SALIDA}$$

$$F = V + C + m_C$$

$$V = F - C - m_C$$

$$V = 35,2 - 13,387 - m_C$$

$$\Rightarrow V = 21,813 - m_C \quad \dots\dots\dots(1)$$

BALANCE DE MASA POR COMPONENTE**SOLIDOS TOTALES**

$$\text{ENTRADA} = \text{SALIDA}$$

$$\%x_F * F = \%x_C * (C + m_C)$$

$$3,9034\% * 35,2 = 10,0120\% * (13,387 + m_C)$$

$$\Rightarrow m_C = 0,3365 \text{ kg} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\begin{aligned} \text{De (2) en (1):} \quad \Rightarrow V &= 21,813 - 0,3365 \\ &= 21,4765 \text{ kg} \end{aligned}$$

ALCOHOL

$$\text{ENTRADA} = \text{SALIDA}$$

$$\%a_F * F = \%a_C * (C + m_C) + \%a_V * V$$

$$30,73\% * 35,2 = 1,9352\% * (13,387 + 0,3365) + \%a_V * 21,4765$$

$$\Rightarrow \%a_V = 49,13 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Alcohol en el vapor,} &= \%a_V * V \\ &= 49,13 \% * 21,4765 \\ &= 10,5511 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agua en el vapor,} &= (1 - \%a_V) * V \\ &= (1 - 49\%) * 21,4765 \\ &= 10,9251 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ RENDIMIENTO DE LA CONCENTRAC.} &= \%x_C * C / (\%x_F * F) * 100 \\ \text{(g s\u00f3lid.total concent./ g s\u00f3lid.total filtrado)} &= 10,0120\% * 13,387 / (3,9034\% * \\ & \quad 35,2) * 100 \\ &= 97,548 \% \end{aligned}$$

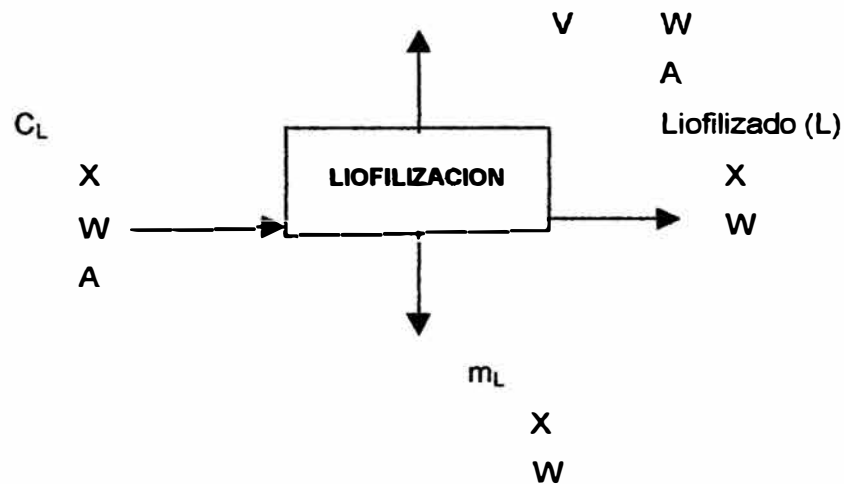
$$\begin{aligned} \% \text{ RECUPERACION DE SOLIDOS TOTALES} &= \%x_c * C / M * 100 \\ (\text{g s\u00f3lidos totales del concent.} / 100 \text{ g corteza}) &= 10,0120\% * 13,387 / 9 * 100 \\ &= 14,8923 \% \end{aligned}$$

LIOFILIZACION

Para las pruebas de liofilizaci\u00f3n se tom\u00f3 una cantidad de extracto concentrado.

Son cinco las pruebas realizadas a nivel piloto. El esquema A7.5 indica los flujos de una liofilizaci\u00f3n. Los c\u00e1lculos que se muestran corresponden a la prueba 3.

ESQUEMA A7.5: BALANCE DE MASA – LIOFILIZACION PILOTO



Donde:

C_L	: Carga de extracto concentrado (g)	: 903,1851
L	: Extracto liofilizado (g)	: 91,8367
$\%w_L$: %Humedad del liofilizado (g H_2O / 100g liofilizado)	: 3,1050
V	: Vapor removido de la c\u00e1mara del liofilizador (g)	
m_L	: Merma (g)	

El liofilizado no siempre se recupera totalmente de las bandejas (adherido), por lo que se calcular\u00e1 la merma.

BALANCE DE MASA GLOBAL

Del Esquema A7.5,

$$\text{ENTRADA} = \text{SALIDA}$$

$$C_L = V + L + m_L$$

$$V = C_L - L - m_L$$

$$V = 903,1851 - 91,8367 - m_L$$

$$\Rightarrow V = 811,3484 - m_L \quad \dots\dots\dots(1)$$

BALANCE DE MASA POR COMPONENTE**SOLIDOS TOTALES**

$$\text{ENTRADA} = \text{SALIDA}$$

$$\%x_C * C_L = (1 - \%w_L) * (L + m_L)$$

$$10,0120\% * 903,1851 = (1 - 3,1050\%) * (91,8367 + m_L)$$

$$\Rightarrow m_L = 1,4879 \text{ g} \quad \dots\dots\dots(2)$$

De (2) en (1) :

$$\Rightarrow V = 811,3484 - 1,4879$$

$$V = 809,8605 \text{ g}$$

ALCOHOL

$$\text{ENTRADA} = \text{SALIDA}$$

$$\%a_C * C_L = \%a_V * V$$

$$1,9352\% * 903,1851 = \%a_V * 809,8605$$

$$\Rightarrow \%a_V = 2,1582\%$$

Alcohol en el vapor,

$$= \%a_V * V$$

$$= 2,1582\% * 809,8605$$

$$= 17,4784 \text{ g}$$

Agua en el vapor,

$$= (1 - \%a_V) * V$$

$$= (1 - 2,1582\%) * 809,8605$$

$$= 792,3821 \text{ g}$$

% RENDIMIENTO DE LA LIOFILIZACION

$$\begin{aligned}
 &= (1 - \%w_L) * L / (\%x_C * C_L) * 100 \text{ (g s\u00f3lid.total liofilizado/ g s\u00f3lid.total concentr.)} \\
 &= (1 - 3,1050\%) * 91,8367 / (10,0120\% * 903,1851) * 100 \\
 &= 98,4056 \%
 \end{aligned}$$

% RECUPERACION DE SOLIDOS TOTALES :

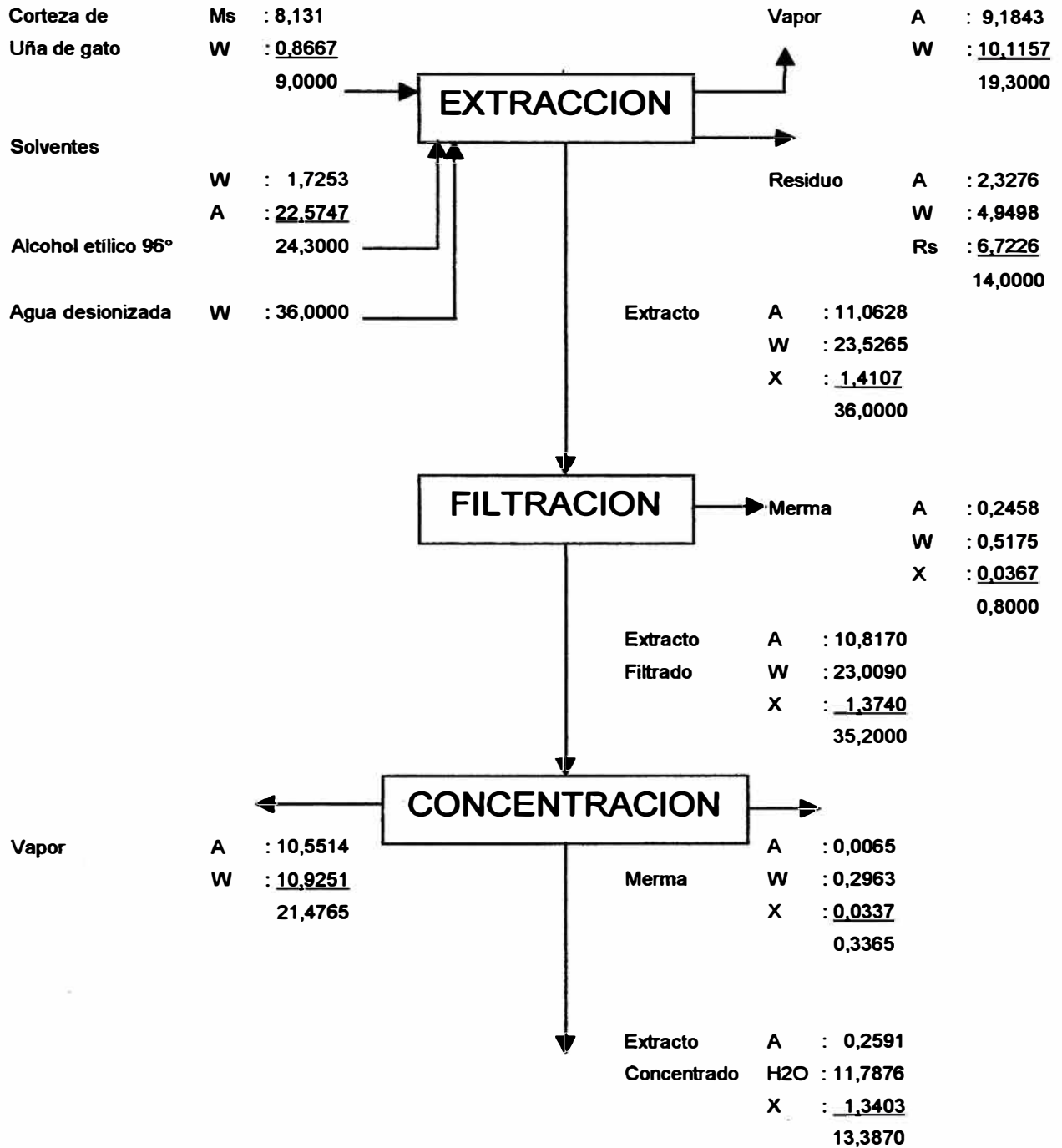
$$\begin{aligned}
 &= (1 - \%w_L) * L * (C / C_L) / M * 100 \text{ (g s\u00f3lidos totales del liofilizado/100 g corteza)} \\
 &= (1 - 3,1050\%) * 91,8367 * (13387 / 903,1851) / 9000 * 100 \\
 &= 14,6548 \%
 \end{aligned}$$

RESUMEN DE BALANCE MASA GLOBAL

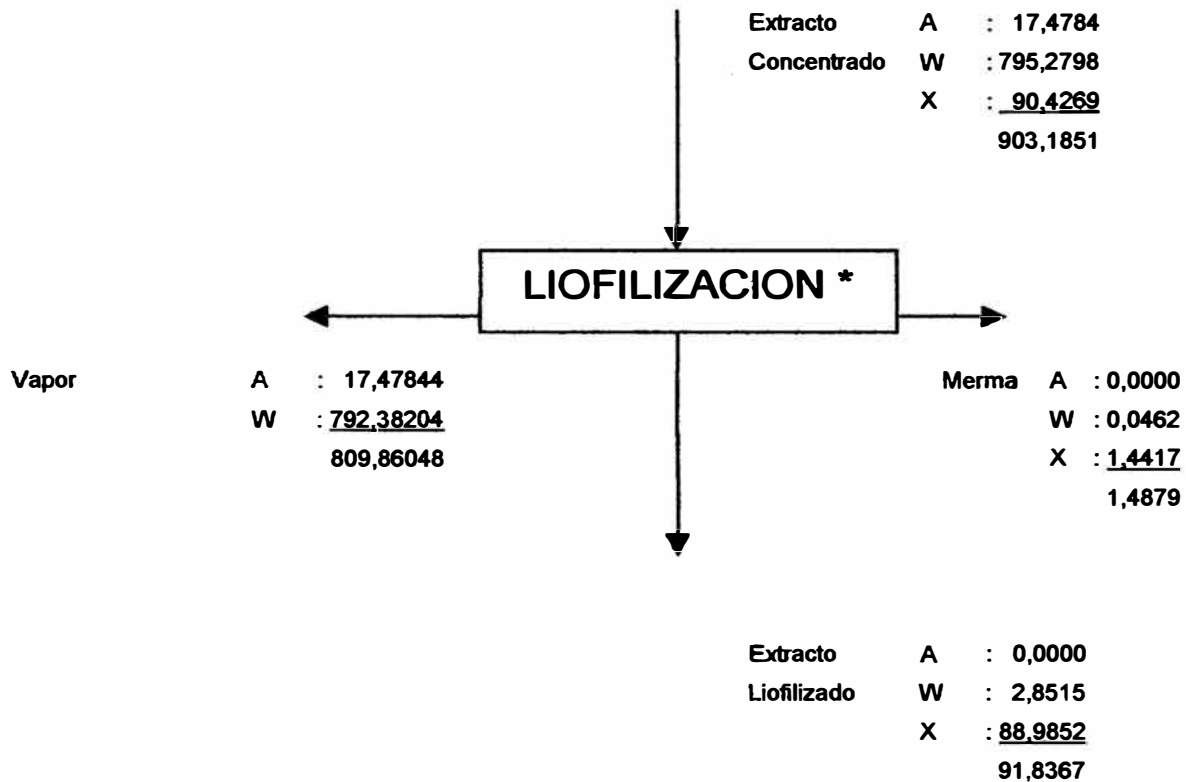
En el Esquema A7.6 se hace un resumen del balance de masa global y por componentes (alcohol, agua y s\u00f3lidos totales) para cada operaci\u00f3n. Los componentes de cada flujo son:

- A : alcohol et\u00edlico
- W : agua desionizada
- X : s\u00f3lidos totales

ESQUEMA A7.6: BALANCE DE MASA DE LA PRUEBA PILOTO (en kg)



BALANCE DE MASA
PRUEBA 3 (en g)



Ms : Corteza seca de uña de gato

A : Alcohol etílico

* : Datos de la prueba 3

El equipo utilizado en las pruebas de liofilización tiene una capacidad máxima de 1 kg, por tanto no se cargó todo el extracto obtenido sino como se especifica en el cuadro 4.5.

BALANCE DE ENERGIA**EXTRACCION**

Q_G : calor ganado por el producto (corteza y solución hidroalcohólica)

$$Q_G = W_E * c_a * \Delta t + A_E * c_{al} * \Delta t + m_u * c_u * \Delta t + V_W * \lambda_a + V_A * \lambda_{al}$$

$$Q_G = W_E * c_a * (t_f - t_i) + A_E * c_{al} * (t_f - t_i) + m_u * c_u * (t_f - t_i) + V_W * \lambda_a + V_A * \lambda_{al} \dots (1)$$

Q_C calor cedido por el vapor de agua

$$Q_C = m_v * \lambda_v \dots (2)$$

Del balance de energía igualando (1) y (2)

$$Q_C = Q_G$$

$$m_v * \lambda_v = Q_G$$

$$m_v = Q_G / \lambda_v \dots (3)$$

donde :

W_E : masa de agua en el extracto	= 37,7253 kg
A_E : masa de alcohol en el extracto	= 22,5747 kg
m_u : masa de corteza de uña de gato	= 9 kg
V_W : masa de agua evaporada	= 10,1157 kg
V_A : masa de alcohol evaporada	= 9,1843 kg
c_a : calor específico del agua (25°C)	= 1 kcal/kg °C
c_{al} : calor específico del alcohol líquido (25°C)	= 0,68 kcal/kg °C (47)
c_u : calor específico de la corteza de uña de gato	= 0,35 kcal/kg °C (16)
λ_a : calor latente del agua a 50 °C	= 569,1318 kcal/kg (67)
λ_{al} : calor latente del alcohol a 50 °C	= 207 kcal/kg (47)
t_i : temperatura inicial de la alimentación	= 25 °C
t_f : temperatura de extracción	= 50 °C
λ_v : calor latente de vaporización a las mismas condiciones	= 2232,9 kJ/kg (67)
m_v : vapor de agua saturada a 20 psi, temperatura de saturación	227,96 °F.

Reemplazando valores en la ecuación (1)

$$\begin{aligned} Q_G &= 37,7253 \text{ kg} * 1 * (50 - 25) + 22,5747 * 0,680 * (50 - 25) + 9 * 0,35 * \\ &\quad (50 - 25) + 10,1157 \text{ kg} * 569,1318 + 9,1843 * 207 \\ &= 9063,969 \text{ kcal} = 37949,0 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Reemplazando valor λ_v y Q_G en la ecuación (3)

$$m_v = 37949,025 \text{ kJ} / 2232,9 \text{ kJ/kg}$$

$$m_v = 16,9954 \text{ kg}$$

Tiempo de operación: 3 h

El flujo de vapor es $M_v = 5,6651 \text{ kg/h}$

CONCENTRACION

Q_G calor ganado por el extracto

$$Q_G = m_{au} * c_{au} * \Delta t + A_E * c_{al} * \Delta t + V_W * \lambda_a + V_A * \lambda_{al}$$

$$Q_G = m_{au} * c_{au} * (t_f - t_i) + A_E * c_{al} * (t_f - t_i) + V_W * \lambda_a + V_A * \lambda_{al} \dots\dots\dots(1)$$

Q_C calor cedido por el vapor de agua

$$Q_C = m_v * \lambda_v \dots\dots\dots(2)$$

Del balance de energía igualando (1) y (2)

$$Q_C = Q_G$$

$$m_v * \lambda_v = Q_G$$

$$m_v = Q_G / \lambda_v \dots\dots\dots(3)$$

donde :

m_{au} : masa del extracto hidroalcohólico con 3,9% sólidos = 24,383 kg

A_E : masa de alcohol en el extracto = 10,8170 kg

V_W : masa de agua evaporada = 10,9251 kg

V_A : masa de alcohol evaporada = 10,5514 kg

c_{au} : calor específico del extracto = 0,97 kcal/kg °C (32)

c_{al}	: calor específico del alcohol	= 0,68 kcal/kg °C (47)
λ_a	: calor latente del agua a 50 °C	= 569,1318 kcal/kg (67)
λ_{al}	: calor latente del alcohol a 50 °C	= 207 kcal/kg (47)
t_i	: temperatura inicial de la alimentación	= 27 °C
t_f	: temperatura de concentración	= 50 °C

donde para la ecuación (2)

λ_v : calor latente de vaporización a las mismas condiciones

$$\lambda_v = 2173,6 \text{ kJ/kg (67)}$$

m_v : masa de vapor de agua saturada a 40 psi, temperatura de saturación de 267,25 °F.

Reemplazando valores en la ecuación (1)

$$\begin{aligned} Q_G &= 24,383 * 0,97 * (50 - 27) + 10,8170 * 0,680 * (50 - 27) + 10,9251 * \\ & 569,1318 + 10,5514 * 207 \\ &= 9115,1310 \text{ kcal} = 38163,2307 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Reemplazando valor λ_v y Q_G en la ecuación (3)

$$m_v = 38163,2307 \text{ kJ} / 2173,6 \text{ kJ/kg} = 17,5576 \text{ kg}$$

Tiempo de operación de 4 h

Flujo de vapor saturado $M_v = 4,3894 \text{ kg/h}$

LIOFILIZACION

Congelamiento:

Q_c : calor cedido por el producto

$$Q_c = C_L * c_p * \Delta t + W_{CL} * \lambda + C_L * c_{pc} * \Delta t$$

$$Q_c = C_L * c_p * (t_i - t_c) + W_{CL} * \lambda + C_L * c_{pc} * (t_c - t_{mc})$$

donde:

$$C_L : \text{masa del extracto concentrado} = 903,1851 \text{ g}$$

$$W_{CL} : \text{masa de agua} = 795,2798 \text{ g}$$

$$c_p : \text{calor específico del extracto al 90\% de humedad a } 22^\circ\text{C} = 0,9 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} \text{ (32)}$$

$$t_c : \text{temperatura de congelación} = -4 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (gráfico 4.3)}$$

$$t_i : \text{temperatura inicial de alimentación} = 22 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{mc} : \text{temperatura máxima de congelación} = -41 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (gráfico 4.3)}$$

$$c_{al} : \text{calor específico del alcohol} = 0,68 \text{ cal/g} ^\circ\text{C} \text{ (47)}$$

$$\lambda : \text{calor latente de fusión del agua - } 4 \text{ } ^\circ\text{C} = 69,168 \text{ kcal/kg}$$

$$c_{pc} : \text{calor específico del extracto congelado} = 0,42 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} \text{ (32)}$$

$$Q_C = 903,1851 * 0,9 * (22 - (-4)) + 795,2798 * 69,168 + 903,1851 * 0,42 * (-4 - (-41))$$

$$Q_C = 90177,941 \text{ cal} = 90,178 \text{ kcal} = 377,557 \text{ kJ}$$

Sublimación:

Tomando en cuenta que en la sublimación el 85% del agua se sublima

Q_S = calor requerido para sublimar el hielo

$$Q_S = 0,85 * W_{CL} * \lambda_a + A_{CL} * \lambda_{al} \dots\dots\dots(1)$$

Temperatura de sublimación – 35 °C

donde :

$$W_{CL} : \text{masa de agua} = 795,2798 \text{ g}$$

$$A_{CL} : \text{masa de alcohol} = 17,4784 \text{ g}$$

$$\lambda_a : \text{calor latente de sublimación del agua} - 35 \text{ °C} = 678,0596 \text{ kcal/kg} \quad (24)$$

$$\lambda_{al} : \text{calor latente de sublimación del alcohol} - 35 \text{ °C} = 210 \text{ kcal/kg} \quad (47)$$

Reemplazando valores en ecuación (1)

$$Q_s = 0,85 * 795,2798 * 678,0596 + 17,4784 * 210$$

$$Q_s = 462030,5016 \text{ cal} = 462,0305 \text{ kcal} = 1934,4293 \text{ kJ}$$

Desorción :

En la desorción el 15% del agua ligada se elimina

Q_d = calor requerido para la desorción

$$Q_d = (0,15 * W_{CL} + m_s) * c_p * \Delta T$$

$$Q_d = (0,15 * W_{CL} + m_s) * c_p * (t_f - t_{sf}) \dots\dots\dots(1)$$

donde :

$$W_{CL} : \text{masa de agua} = 795,2798 \text{ g}$$

$$m_s : \text{masa sólidos en el extracto sublimado} = 90,4269 \text{ g}$$

$$*c_p : \text{calor específico del extracto} = 0,7 \text{ cal/g °C} \quad (32)$$

$$t_f : \text{temperatura final de secado} = 39 \text{ °C} \quad (\text{gráfico 4.3})$$

$$t_{sf} : \text{temperatura final de la sublimación} = -18 \text{ °C} \quad (\text{gráfico 4.3})$$

* el calor específico hallado en tablas corresponde a un 56 % de humedad, luego de la sublimación están presentes los sólidos totales y el agua ligada.

Reemplazando valores en (1)

$$Q_d = (0,15 * 795,2798 + 90,4269) * 0,7 * (39 - (-18))$$

$$Q_d = 8367,7829 \text{ cal} = 8,367 \text{ kcal} = 35,034 \text{ kJ}$$

ANEXO 8: DISEÑO DE EQUIPOS

CORTADORA DE CUCHILLAS ROTATORIAS

Se utiliza con materiales resistentes o fibrosos, en los que es más efectivo ejecutar varias operaciones sucesivas de corte en lugar de ejercer una presión o un choque. Se fabrican en acero o acero inoxidable. Las unidades de producción emplean potencias de 5 a 60 HP y tienen diámetros de 1 a 2 pies y las longitudes de cuchillas van de 12 a 30 pulg (47).

DISEÑO

Se especifican cinco cuchillas de rotor uniformemente espaciadas sobre la periferie. Las características del molino de cuchillas son:

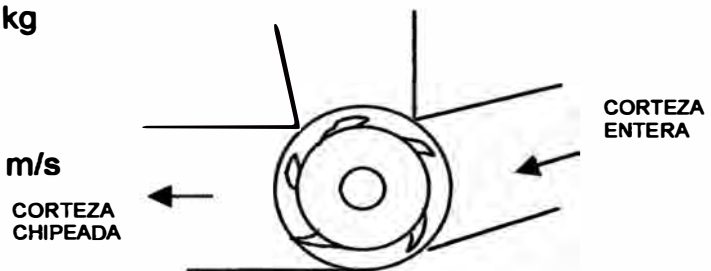
Diámetro de rotor, D : 0,3 m
 Velocidad de rotor, N : 2400 rpm
 Fuerza de corte : 20 kg
 Número de cuchillas movibles : 5

Cálculo de la velocidad, V:

$$V = \frac{\pi * D * N}{60} = \frac{\pi * 0,3 * 2400}{60} = 37,7 \text{ m/s}$$

Cálculo de la potencia, P:

$$P = F * V = 20 * 37,7 = 754 \text{ kg m/s} = 9,92 \text{ HP}$$



EXTRACTOR

Balance de Masa del Sistema Shanks

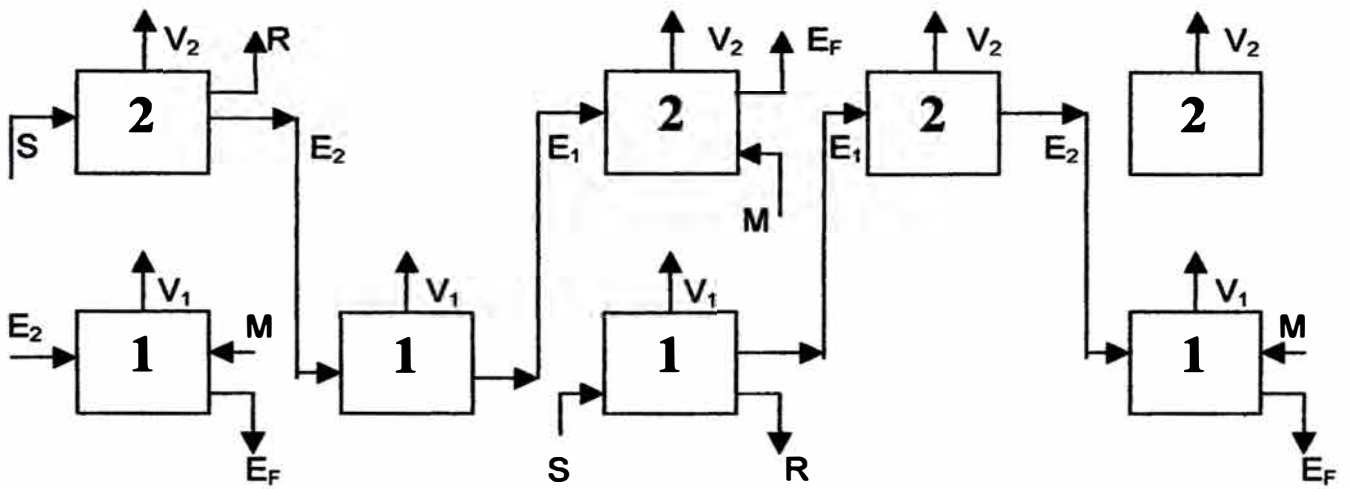
Carga:

Relación carga / solvente (p/v)	:	1 / 8
Peso de corteza de uña de gato, (kg)	:	25
Volumen de sol. hidroalcohólica al 50 % v/v, (l)	:	200
% Humedad en la corteza (g H ₂ O/100 g corteza)	:	9,63
Peso de agua desionizada, (kg)	:	100
Volumen de alcohol etílico 96°, (l)	:	100
Densidad del alcohol etílico 96° 25°C, (g/cm ³)	:	0,81
Peso del alcohol etílico, (kg)	:	81
Peso de sol. hidroalcohólica al 50 %, (kg)	:	181
% Alcohol en alcohol etílico 96° (p/p)	:	92,9
% Alcohol en sol. hidroalcohólica (p/p), % a	:	41,57

SISTEMA DE EXTRACCION SHANKS DE DOS ETAPAS

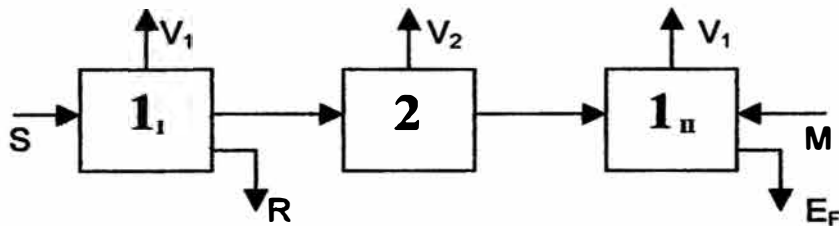
El siguiente diagrama indica la secuencia de flujos de la extracción Shanks, en los extractores 1 y 2 (63).

Materia Prima	M
Solución hidroalcohólica al 50% (v/v)	S
Extracto del extractor N (1, 2)	E_N
Extracto final	E_F
Vapor del extractor N	V_N

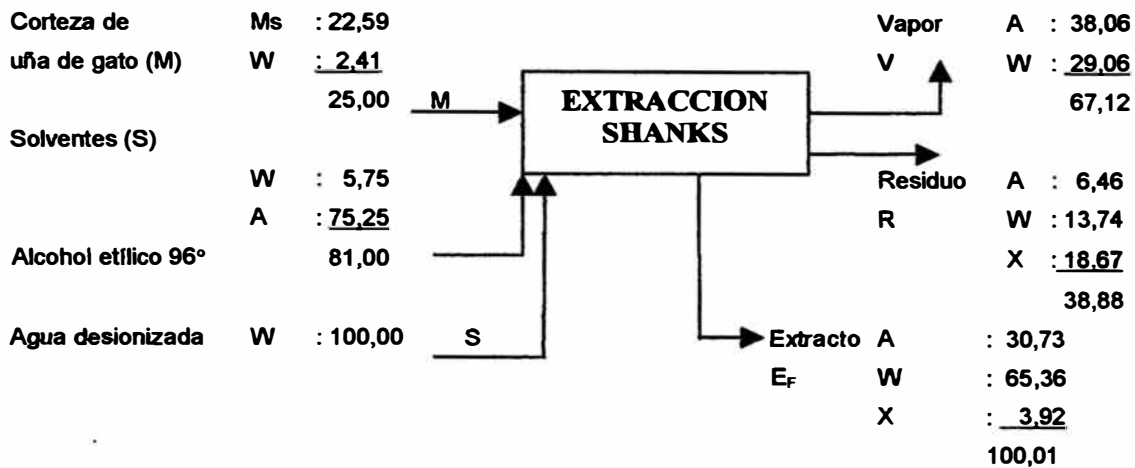


BALANCE DE MASA

En la extracción Shanks se determina los flujos de cada extractor de la siguiente manera:



El balance de masa global de la extracción Shanks referido a una carga de 25 kg de materia prima se muestra:



Ms : Corteza seca de uña de gato

W : Agua desionizada

A : Alcohol etílico

X : Sólidos totales

Cálculo de Flujos :

Tiempo de extracción neto : 20 min

Tiempo de carga/descarga : 10 min

Tiempo de extracción total : 30 min

Cada 60 min se realiza el cambio de solvente nuevo y materia prima fresca.

Flujos en la alimentación:

Materia prima, m_M : 25 kg/h

Alcohol etílico 96°, m_A : 81 kg/h

Agua desionizada, m_W : 100 kg/h

Flujos en la salida:

Residuo : 38,8 kg/h

Extracto final : 100,01 kg/h

Cálculo de flujo de vapor:

El flujo de vapor en cada extractor es igual a

$$V = \frac{V_1 + V_2 + V_1}{1,5 \text{ hr} \quad 1,5} = \frac{67,12}{1,5} = 44,7467 \text{ kg/h}$$

Vapor en el extractor : 44,7467 kg/h

% Alcohol en Vapor (p/p) : 56,7

Vapor (alcohol etílico), V_A : 25,3714 kg/h

Vapor (agua desionizada), V_W : 19,3753 kg/h

BALANCE DE ENERGIA

El calor requerido por el extractor a partir de cada cambio de materia prima fresca se indica a continuación.

Tiempo: 0 – 30 min

$$\begin{aligned} Q_{1I} &= m_M * C_{eM} * \Delta T + V_A * \lambda_A^{50^\circ C} + V_W * \lambda_W^{50^\circ C} \\ &= 25 * 0,35 * (50 - 26) + 25,3714 * 207 + 19,3753 * 569,14 \\ &= 16489,138 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

Tiempo: 30 – 60 min

$$\begin{aligned} Q_2 &= V_A * \lambda_A^{50^\circ C} + V_W * \lambda_W^{50^\circ C} \\ &= 25,3714 * 207 + 19,3753 * 569,14 \\ &= 16279,14 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

Tiempo: 1 – 1,5 h

$$\begin{aligned} Q_{1II} &= m_A * C_{eA} * \Delta T + m_W * C_{eW} * \Delta T + V_A * \lambda_A^{50^\circ C} + V_W * \lambda_W^{50^\circ C} \\ &= 81 * 0,68 * (50 - 26) + 105,75 * 1 * (50 - 26) + 25,3714 * 207 + 19,3753 * \\ &\quad 569,14 \\ &= 20139,06 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

Luego el calor promedio utilizado durante la extracción Shanks (1,5 h) para cada extractor será:

$$Q = (Q_{1I} + Q_2 + Q_{1II}) / 3 = \underline{16489,138 + 16279,14 + 20139,06}$$

3

$$Q = 17635,778 \text{ kcal/h} = 70014,04 \text{ BTU /h}$$

Cálculo del flujo de vapor de calefacción, m_v :

Para la calefacción se utiliza vapor saturado a 20 psi.

$$Q_{\text{calefacción}} = m_v * \lambda^{20 \text{ psi}}$$

$$Q_{\text{calefacción}} = m_v * 960,1 \text{ BTU /lb} = 70014,04 \text{ BTU /h}$$

$$\Rightarrow m_v = 72,9236 \text{ lb/h} = 33,078 \text{ kg/h}$$

donde:

$$\lambda^{20 \text{ psi}} : \text{Calor latente de vaporización a 20 psi} = 960,1 \text{ BTU /lb} \quad (30)$$

$$C_{eM} : \text{Calor específico de la materia prima} = 0,35 \text{ kcal/(kg)(}^\circ\text{C)} \quad (16)$$

$$C_{eA} : \text{Calor específico del alcohol etílico} = 0,68 \text{ kcal/(kg)(}^\circ\text{C)} \quad (47)$$

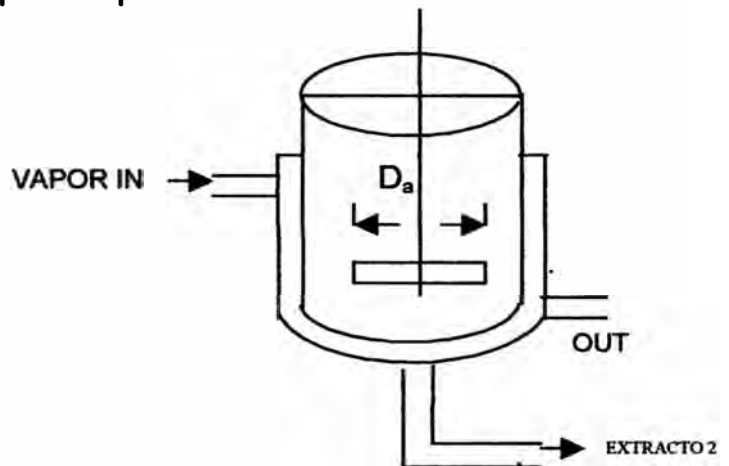
$$C_{eW} : \text{Calor específico del agua} = 1,0 \text{ kcal/(kg)(}^\circ\text{C)} \quad (47)$$

$$\lambda_A^{50^\circ C} : \text{Calor latente del alcohol etílico a } 50^\circ \text{C} = 207 \text{ kcal/kg} \quad (47)$$

$$\lambda_W^{50^\circ C} : \text{Calor latente del agua a } 50^\circ \text{C} = 569,14 \text{ kcal/kg} \quad (47)$$

DISEÑO

Para la extracción hidroalcohólica de la corteza de uña de gato se utiliza un recipiente enchaquetado. El recipiente tiene fondo torisférico y tapa es semiabierta; en la mitad de la tapa fija ingresa la solución hidroalcohólica, tiene una salida de seguridad para el vapor, y un agitador tipo rodete. La otra mitad de la tapa es movable y se levanta por medio de bisagras, para la carga y descarga de la corteza chipeada. El extracto se prefiltra por el fondo.



Datos:

Densidad de la sol. hidroalcohólica a 50 °C, ρ : $0,90857 \cdot 62,4 = 56,69 \text{ lb/pie}^3$ (47)

Densidad de la corteza de uña de gato, ρ_s : $0,56 \cdot 62,4 = 34,94 \text{ lb/pie}^3$

Volumen de la sol. hidroalcohólica : $181/0,90857 = 199,21 \text{ l}$

Volumen de la corteza : $25/0,56 = 44,64 \text{ l}$

Volumen total : $199,21 + 44,64 = 243,85 \text{ l}$

$= 8,6103 \text{ pie}^3$

Propiedades de transferencia de calor 50°C (122 °F):

Calor específico, c : $\%_A \cdot C_{eA} + \%_{H_2O} \cdot C_{eH_2O}$

$$c = 41,5\% \cdot 0,68 + 58,5\% \cdot 0,99919 = 0,8672 \text{ BTU}/(\text{lb})(^\circ\text{F})$$

Conductividad, k : $0,9 \cdot (\%_A \cdot k_A + \%_{H_2O} \cdot k_{H_2O})$

$$k = 0,9 \cdot (41,5\% \cdot 0,087 + 58,5\% \cdot 0,373) = 0,22888 \text{ BTU}/(\text{h})(\text{pie}^2)(^\circ\text{F}/\text{pie})$$

Viscosidad, μ : $1/\mu = \%_A/\mu_A + \%_{H_2O}/\mu_{H_2O}$

$$1/\mu = 41,5\%/0,72 + 58,5\%/0,59 \Rightarrow \mu = 0,6378 \text{ cP} = 1,543 \text{ lb}/\text{pie h}$$

$$\mu' = 4,287 \cdot 10^{-4} \text{ lb}/\text{pie s}$$

Dimensiones:

Considerando las siguientes dimensiones:

-Extractor

Diámetro interno del extractor, D_i : 0,7 m = 2,3 pie

Volumen de fondo torisférico (47), v_t : $0,0809 * D_i^3 = 0,02775 \text{ m}^3 = 0,98 \text{ pie}^3$

Cálculo de la Altura de llenado, L:

$$\text{Volumen total} = \frac{\pi * D_i^2 * L}{4} + v_t$$

$$8,6394 = \pi * 2,3^2 * L/4 + 0,98 \Rightarrow L = 1,8435 \text{ pie}$$

- Agitador

Longitud del rodete, D_a : 50% D_i = 1,15 pie

Altura del rodete, y : $D_a/7$ = 0,1643 pie

Velocidad del rodete, n : 90 rpm = 1,5 rps

Cálculo del Número de Reynolds, Re:

$$\text{Re} = \frac{n * D_a^2 * \rho}{\mu'} = \frac{1,5 * 1,15^2 * 56,69}{4,287 * 10^{-4}} = 262325,14$$

Cálculo de la Potencia, P:

Como el N_{RE} es mucho mayor que 10000, se aplica la ecuación:

$$P = \frac{K_T * n^3 * D_a^5 * \rho}{g_c} \quad (41)$$

K_T para paletas planas (2 palas): 1,70

$$P = \frac{1,7 * 1,5^3 * 1,15^5 * 56,69}{32,15} = 20,3487 \text{ lb pie/s} = 0,03699 \text{ HP}$$

Cálculo del coeficiente de película, h_i :

De la Fig. 20.2 (Kern):

$$j = 1450 = h_i * D_i / k (c * \mu / k)^{-1/3} (\mu / \mu_w)^{-0,14}$$

$$(\mu / \mu_w)^{0,14} = (0,6378 / 0,59)^{0,14} = 1,011$$

$$(c * \mu / k)^{1/3} = (0,8672 * 0,6378 / 0,22888)^{1/3} = 1,3419$$

$$h_i = j * k / D_i * (c * \mu / k)^{1/3} (\mu / \mu_a)^{0,14}$$

$$\Rightarrow h_i = 1450 * 0,22888 / 2,3 * 1,3419 * 1,011 = 195,758 \text{ BTU/(h)(pie}^2\text{)(}^\circ\text{F)}$$

Cálculo del coeficiente global de diseño, U_D :

Para el vapor de agua en la chaqueta se tiene $h_{io} = 1000 \text{ BTU}/(\text{h})(\text{pie}^2)(^\circ\text{F})$

Utilizando la superficie interna como referencia,

$$U_c = h_i * h_{io} / (h_i + h_{io}) = 195,758 * 1000 / (195,758 + 1000)$$

$$\Rightarrow U_c = 163,71 \text{ BTU}/(\text{h})(\text{pie}^2)(^\circ\text{F})$$

Considerando un Factor de obstrucción, $R_d = 0,005$

$$h_d = 1/R_d = 1/0,005 \Rightarrow h_d = 200$$

$$1 / U_D = 1 / U_c + R_d \Rightarrow U_D = U_c * h_d / (U_c + h_d) = 163,71 * 200 / (163,71 + 200)$$

$$U_D = 90,022 \text{ BTU}/(\text{h})(\text{pie}^2)(^\circ\text{F})$$

Cálculo de ΔT :

Para mantener la temperatura de extracción a 50°C (122°F) se considera régimen constante (ΔT constante), y se utiliza para la calefacción vapor saturado a 20 psi ($227,8^\circ\text{F}$).

$$\text{Luego, } \Delta T = 227,8 - 122 = 105,8^\circ\text{F}$$

Cálculo del Area de Transferencia:

$$Q = U_D * A * \Delta T \Rightarrow A = Q / (U_D * \Delta T) = 70014,04 / (90,022 * 105,8) = 7,351 \text{ pie}^2$$

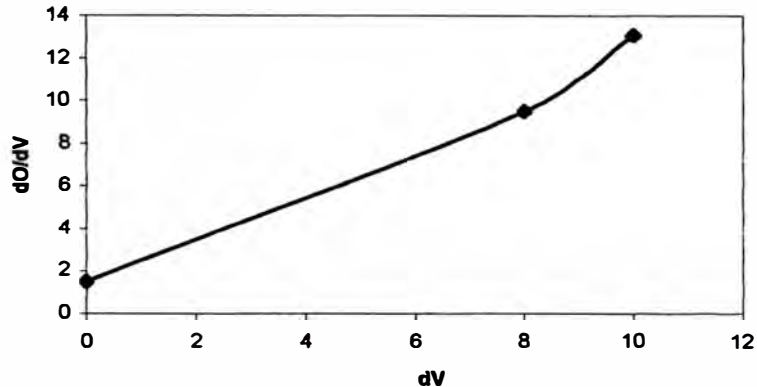
DISEÑO DEL FILTRO PRENSA

Los datos obtenidos experimentalmente con el filtro prensa, se muestran a continuación:

Peso de filtrado	: 35,20 kg
Densidad del filtrado	: 0,965 g/ml
Volumen del filtrado	: 36,48 kg
Peso de torta seca por lona	: 4,08 g
Número de lonas utilizadas	: 9

θ (s)	V (l)	d θ	dV	d θ / dV
0	0	12	8	1,5
12	8	19	2	9,5
31	10	51	3,9	13,076
82	13,9			

dO/dV vs dV



Para tortas incompresibles y filtración a presión constante, se tiene la ecuación:

$$d\theta/dV = k_1 * V + k_2$$

$$\text{siendo, } k_1 = \frac{\mu * \alpha * \omega}{\Delta P * g_c * A^2} \quad \text{y} \quad k_2 = \frac{\mu * \alpha * \omega * V_e}{\Delta P * g_c * A^2} = k_1 * V_e$$

Donde:

ω : Masa de sólido referida al volumen de filtrado = $9 * 4,08 / 35,2 = 1,04 \text{ g/l}$

μ : Viscosidad del fluido a 50 °C = 0,6246 cP

ΔP : Diferencia de presiones en la entrada y salida del filtro = 30 psi

A : Area de filtrado = $9 * 0,25 * 0,25 = 0,5625 \text{ m}^2$

V_e : Volumen de filtrado que corresponde a la resistencia del medio filtrante (lona)

α : Resistencia específica de la torta, propiedad que depende de las características de la torta, representa la resistencia ofrecida por la unidad de masa de torta seca depositada sobre la unidad de área de sección normal al flujo a través de la torta (45).

Se calculan las constantes k_1 y k_2 :

$$k_1 = 1,1126 \text{ s/l}^2$$

$$k_2 = 1,3499 \text{ s/l}$$

$$k_2 = k_1 * V_e \Rightarrow V_e = 1,2133 \text{ l}$$

Luego, cuando $V = 13,9 \text{ l}$, la velocidad de filtrado es:

$$d\theta/dV = 1,1126 * 13,9 + 1,3499 = 16,81 \text{ s/l}$$

$$\Rightarrow dV/d\theta = 1 / 16,81 * 3600 = 214 \text{ l/h}$$

Cálculo de la resistencia específica de la torta:

$$\alpha = \frac{k_1 * \Delta P * g_c * A^2}{\mu * \omega}$$

$$\alpha = \frac{1,1126 \text{ s} * 30 * 703,07 \text{ kp/m}^2 * 9,81 \text{ (kg m/kp s}^2) * 0,5625 \text{ m}^4}{10^{-6} \text{ m}^6 * 1,0 * 10^{-3} \text{ kg/s m} * 1,04 \text{ kg/m}^3}$$

$$\alpha = 7,0038 * 10^{13} \text{ m/kg}$$

En la mayor parte de las filtraciones a presión constante, α es constante excepto en los momentos iniciales de filtración, cuando la proporción de flujo es muy alta y aún no se ha fijado la forma de la torta.

El tiempo de filtrado, está dado por:

$$\theta = \frac{k_1 * V^2}{2} + k_2 * V$$

$$\theta = \frac{1,1126 * 36,48^2}{2} + 1,3499 * 36,48$$

$$\theta = 789,56 \text{ s} = 13,16 \text{ min}$$

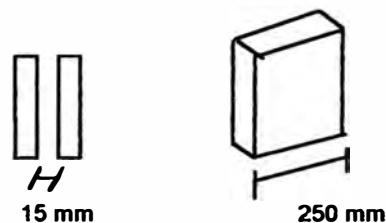
El tiempo de carga, descarga y limpieza del filtro es de 20 min.

Por lo tanto, el tiempo de ciclo de filtrado es igual al tiempo operativo más el tiempo no operativo (20 min).

Cálculo del número de placas:

Volumen de separación entre placas, v :

$$V = 250 * 250 * 15 = 0,9375 \text{ dm}^3$$



$$\text{Flujo de filtrado} = 1600 \text{ kg} / 8 \text{ h} = 200 \text{ l/h}$$

El filtrado tiene 3,92 % de sólidos totales y considerando la densidad del sólido de $0,42 \text{ kg/dm}^3$, se tiene $0,0392 / 0,42 * 200 = 18,67 \text{ dm}^3/\text{h}$

$$\text{Número de placas} = 18,67 / 0,9375 = 19,91$$

El filtro prensa requiere de 20 placas.

PRECALENTADOR DE SERPENTIN

El calor requerido para calentar el extracto filtrado a 50 °C es:

$$\begin{aligned} Q_{\text{ganado}} &= m_F * C_{eF} * \Delta T + m_A * C_{eA} * \Delta T \\ &= 170,302 * 0,97 * (50 - 27) + 75,55 * 0,68 * (50 - 27) \\ &= 4981,040 \text{ kcal/h} = 19774,73 \text{ BTU /h} \end{aligned}$$

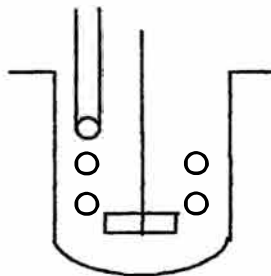
Cálculo del flujo de vapor de calefacción, m_v :

Para la calefacción se utiliza vapor saturado a 50 psi (122 °F).

$$\begin{aligned} Q_{\text{calefacción}} &= m_v * \lambda^{50 \text{ psi}} \\ Q_{\text{calefacción}} &= m_v * 924,0 \text{ BTU/lb} = 19774,73 \text{ BTU /h} \\ \Rightarrow m_v &= 21,40 \text{ lb/h} = 9,71 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

donde:

$\lambda^{50 \text{ psi}}$: Calor latente de vaporización a 50 psi	= 924,0 BTU/lb
C_{eF}	: Calor específico del extracto (sin alcohol) (Tabla 1, Lewin)	= 0,97 kcal/(kg)(°C)
C_{eA}	: Calor específico del alcohol etílico (Tabla 3-177, Perry)	= 0,68 kcal/(kg)(°C)
ρ	: Densidad del extracto filtrado de uña de gato 25 °C	= 0,965 * 62,4 = 60,22 lb/pie ³

DISEÑO

Cálculo de Δt (°F) :

Fluido caliente		Fluido frío	Dif.	
T	281	Alta temp. t_2	122	Δt_2 159,0
T	281	Baja temp. t_1	80,6	Δt_1 200,4
	0	Diferencias	41,4	

$$LMTD = \Delta t = (\Delta t_2 - \Delta t_1) / \text{LN}(\Delta t_2 / \Delta t_1) = (159,0 - 200,4) / \text{LN}(159,0 / 200,4) = 191,866 \text{ °F}$$

La temperatura promedio del fluido, t_a :

$$t_a = (t_2 + t_1) / 2 = (122 + 80,6) / 2 = 101,3 \text{ }^\circ\text{F}$$

Fluido frío: recipiente, extracto filtrado de uña de gato

Las propiedades de transferencia de calor para soluciones líquidas orgánicas y agua (Kem, p.197), a 101,3 °F se calculan:

k (tabla 4, Kem); μ (figura 14, Kem);

Calor específico ($\%_A * C_{eA} + \%_{H_2O} * C_{eF}$)

$$C_e = 30,70\% * 0,680 + 69,3\% * 0,9986 = 0,9008 \text{ BTU/(h)(pie}^2\text{)(}^\circ\text{F/pie)}$$

Conductividad, k: $0,9 * (\%_A * k_A + \%_{H_2O} * k_{H_2O})$

$$k = 0,9 * (30,70\% * 0,0939 + 69,3\% * 0,3631) = 0,2839 \text{ BTU/(h)(pie}^2\text{)(}^\circ\text{F/pie)}$$

Viscosidad, μ : $1/\mu = \%_A / \mu_A + \%_{H_2O} / \mu_{H_2O}$

$$1/\mu = 30,70\%/0,37 + 69,3\%/0,25 \Rightarrow \mu = 0,2776 \text{ cP}$$

$$= 0,6719 \text{ lb/pie h} = 1,866 * 10^{-4} \text{ lb/pie s}$$

Dimensiones:

- Precalentador

$$\text{Diámetro interno del recipiente, } D_i \qquad 0,7 \text{ m} = 2,3 \text{ pie}$$

$$\text{Altura del recipiente, } h \qquad 1,3 \text{ m} = 4,26 \text{ pie}$$

- Agitador

$$\text{Longitud del rodete, } D_a : 30 \% D_i \qquad = 0,69 \text{ pie}$$

$$\text{Altura del rodete, } y \qquad : D_a/7 \qquad = 0,10 \text{ pie}$$

$$\text{Velocidad del rodete, } n \qquad : 90 \text{ rpm} \qquad = 1,5 \text{ rps}$$

Cálculo del Número de Reynolds, Re:

$$\text{Re} = \frac{n * D_a^2 * \rho}{\mu'} = \frac{1,5 * 0,69^2 * 60,22}{1,866 * 10^{-4}} = 230472,20$$

Cálculo de la Potencia, P:

Como el N_{RE} es mucho mayor que 10000, se aplica la ecuación:

$$P = \frac{K_T * n^3 * D_a^5 * \rho}{g_c} \quad (41)$$

K_T para paletas planas (2 palas): 1,70

$$P = \frac{1,7 * 1,5^3 * 0,69^5 * 60,22}{32,15} = 1,68084 \text{ lb pie/s} = 0,003055 \text{ HP}$$

$$32,15$$

Cálculo del coeficiente de película, h_c :

De la ecuación 20.4 (Kern):

$$h_c \cdot D_i / k = 0,87 \cdot (L^2 \cdot N \cdot \rho / \mu) (c \cdot \mu / k)^{1/3} \cdot (\mu / \mu_w)^{0,14} \quad (30)$$

$$(\mu / \mu_w)^{0,14} = (0,2776 / 0,25)^{0,14} = 1,015$$

$$(c \cdot \mu / k)^{1/3} = (0,9008 \cdot 0,6719 / 0,2839)^{1/3} = 1,2870$$

$$(L^2 \cdot N \cdot \rho / \mu)^{2/3} = (0,69^2 \cdot 1,5 \cdot 60,22 / (1,866 \cdot 10^{-4}))^{2/3} = 3759,06$$

$$h_c = 0,87 \cdot k / D_i \cdot (L^2 \cdot N \cdot \rho / \mu)^{2/3} \cdot (c \cdot \mu / k)^{1/3} \cdot (\mu / \mu_w)^{0,14}$$

$$\Rightarrow h_c = 0,87 \cdot 0,2839 / 2,3 \cdot 3759,06 \cdot 1,2870 \cdot 1,015 = 527,33 \text{ BTU/(h)(pie}^2\text{)(}^\circ\text{F)}$$

Cálculo del coeficiente global de diseño, U_D :

Para el vapor de agua en el serpentín se tiene $h_{io} = 1500 \text{ BTU/(h)(pie}^2\text{)(}^\circ\text{F)}$

Utilizando la superficie externa del serpentín como referencia,

$$U_c = h_i \cdot h_{io} / (h_i + h_{io}) = 527,33 \cdot 1500 / (527,33 + 1500)$$

$$\Rightarrow U_c = 390,16 \text{ BTU/(h)(pie}^2\text{)(}^\circ\text{F)}$$

Considerando un Factor de obstrucción, $R_d = 0,005$

$$h_d = 1 / R_d = 1 / 0,005 \Rightarrow h_d = 200$$

$$1 / U_D = 1 / U_c + R_d \Rightarrow U_D = U_c \cdot h_d / (U_c + h_d) = 390,16 \cdot 200 / (390,16 + 200)$$

$$U_D = 132,22 \text{ BTU/(h)(pie}^2\text{)(}^\circ\text{F)}$$

Cálculo del Area de Transferencia:

$$Q = U_D \cdot A \cdot \Delta T \Rightarrow A = Q / (U_D \cdot \Delta T) = 19774,73 / (132,22 \cdot 191,866) = 0,7794 \text{ pie}^2$$

Diámetro de tubo espiral, $D_t = 1/2 \text{ pulg}$

Diámetro de serpentín, $D_s = 1,4 \text{ pie}$

Superficie externa/pie lineal = $0,1309 \text{ pie}^2/\text{pie}$

Por vuelta = $\pi \cdot 1,4 \cdot 0,1309 = 0,5757 \text{ pie}^2$

Vueltas = $\frac{0,7794}{0,5757} = 1,3537$ que equivale a dos vueltas

EVAPORADOR**BALANCE DE MASA**

En la concentración se determina los flujos, teniendo como balance global la siguiente ecuación:

$$\text{Alimentación (F)} = \text{Vapor (V)} + \text{Concentrado (C)} + \text{merma (m)}$$

Donde:

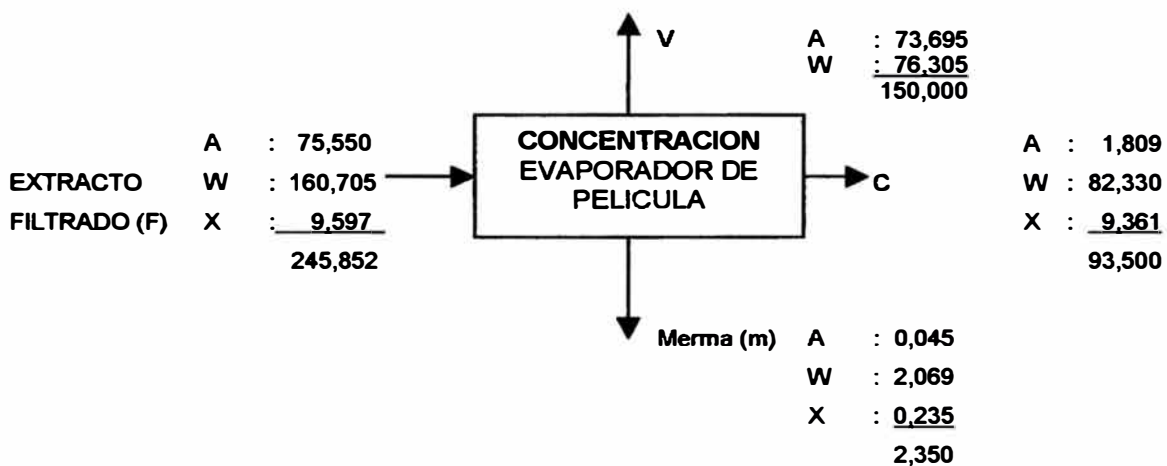
E_F : Extracto filtrado

V : Vapor

C : Extracto concentrado

m : merma

El balance de masa global y por componentes se muestra tomando como base una evaporación de 150 kg/h.



Cálculo de flujos:

Flujo de la alimentación, F : 245,852 kg/h = 542,005 lb/h

Flujo del Vapor, V : 150,000 kg/h = 330,69 lb/h

% Alcohol en el filtrado, (p/p) : 30,7

Densidad del filtrado, ρ_F : $0,965 * 62,4 = 60,2256 \text{ lb/pie}^3$

Temp. de aliment. del extracto, t_1 : $27 \text{ °C} = 80,6 \text{ °F}$

BALANCE DE ENERGIA

El calor requerido por el evaporador a 50 °C:

$$Q_{\text{calefacción}} = Q_{\text{evaporac.}} + Q_{\text{pér.amb.}}$$

$$Q_{\text{evaporac.}} = V_A * \lambda_A^{50C} + V_{H_2O} * \lambda_{H_2O}^{50C}$$

$$= 73,695 * 207 + 76,305 * 569,14$$

$$= 58683,0927 \text{ kcal/h} = 232971,88 \text{ BTU /h}$$

Cálculo de las pérdidas al medio ambiente, $Q_{\text{pér.amb.}}$:

$$Q_{\text{pér.amb.}} = Q_{\text{radiación}} + Q_{\text{convección}}$$

$$Q_{\text{radiación}} = \epsilon * A_E * \sigma * (T_1^4 - T_2^4) = 0,9 * 27 * 0,173 * 10^{-8} * (742^4 - 537^4) = 9247,07 \text{ BTU/h}$$

$$Q_{\text{convección}} = h_{\text{convección}} * A_E * \Delta T = 0,5 * 27 * (282 - 77) = 2767,5 \text{ BTU/h}$$

$$\text{Reemplazando, } Q_{\text{pér.amb.}} = 9247,07 + 2767,5 = 12014,57 \text{ BTU/h}$$

Donde:

$$\epsilon : \text{emisividad normal total del acero} = 0,9$$

$$\sigma : \text{constante de Stefan-Boltzmann} = 0,173 * 10^{-8} \text{ BTU/h pie}^2 \text{ } ^\circ\text{R}$$

$$T_2 : \text{temperatura de exterior del equipo aislado} = 460 + 282 = 742 \text{ } ^\circ\text{R}$$

$$T_1 : \text{temperatura del ambiente} = 460 + 77 = 537 \text{ } ^\circ\text{R}$$

$$h_{\text{convección}} : \text{coeficiente de la convección del aire} = 0,5 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$A_E : \text{área exterior del evaporador} = 27 \text{ pie}^2$$

La altura del evaporador es de 6,44 pies, diámetro de 1 pie, y aislamiento de lana de vidrio de 2 pulg.

Reemplazando

$$Q_{\text{calefacción}} = Q_{\text{evaporac.}} + Q_{\text{pér.amb.}} = 232971,88 + 12014,57 = 244986,45 \text{ BTU /h}$$

Cálculo del flujo de vapor de calefacción, m_v :

Para la calefacción se utiliza vapor saturado a 50 psi (281 °F).

$$Q_{\text{calefacción}} = m_v * \lambda^{50 \text{ psi}}$$

$$Q_{\text{calefacción}} = m_v * 924,0 \text{ BTU/lb} = 244986,45 \text{ BTU /h}$$

$$\Rightarrow m_v = 265,14 \text{ lb/h} = 120,27 \text{ kg/h}$$

donde:

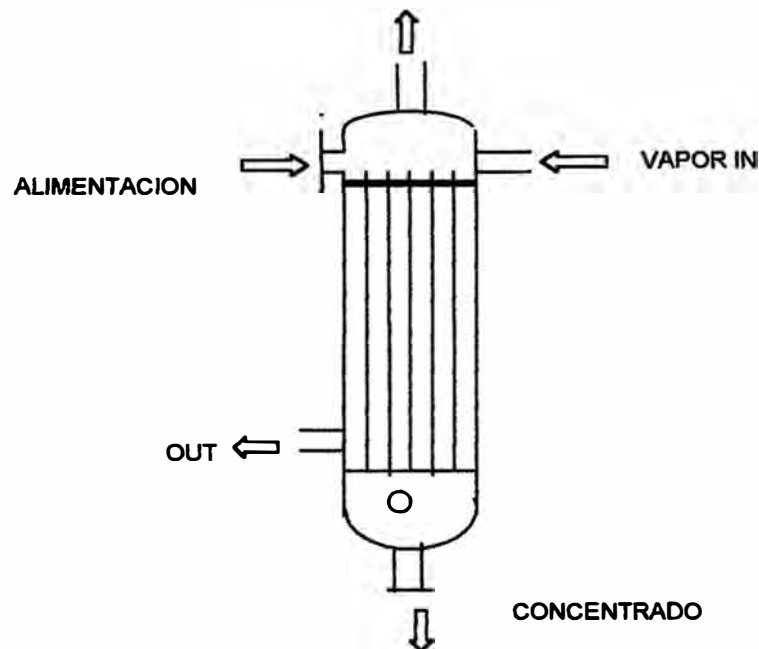
$$\lambda^{50 \text{ psi}} : \text{Calor latente de vaporización a 50 psi} = 924,0 \text{ BTU/lb}$$

$$\lambda_A^{50^\circ\text{C}} : \text{Calor latente del alcohol etílico a 50 } ^\circ\text{C} = 207 \text{ kcal/kg}$$

$$\lambda_{\text{H}_2\text{O}}^{50^\circ\text{C}} : \text{Calor latente del agua a 50 } ^\circ\text{C} = 569,14 \text{ kcal/kg}$$

DISEÑO

El evaporador de película descendente es un intercambiador convencional del tipo casco y tubos, que opera verticalmente. El líquido entra al carrete superior a un gasto tal que los tubos no se llenen de líquido, sino que éste descienda por gravedad, formando una película del líquido a evaporar. La formación de la película físicamente en los aparatos industriales se logra por un movimiento de remolino mediante piezas de derrame que tienen hendiduras casi tangenciales (tobera) y que se colocan sobre el espejo de los tubos (30).



Cálculo de Δt (°F) :

Fluido caliente		Fluido frío		Dif.		
T	281	Alta temp.	t_2	122	Δt_2	159,0
T	281	Baja temp.	t_1	122	Δt_1	159,0

$$\text{LMTD} = \Delta t = 281 - 122 \text{ °F} = 159 \text{ °F}$$

Cálculo del Area de transferencia, A:

Suponiendo $U_D = 200 \text{ BTU}/(\text{h})(\text{pie}^2)(\text{°F})$

$$Q = A * U_D * \Delta t \Rightarrow A = Q / (U_D * \Delta t)$$

$$A = 244986,45 / (200 * 159,0) = 7,704 \text{ pie}^2$$

De la Tabla 10, Kem:

Se selecciona, la tubería para intercambiadores de 1 1/2 pulg y 17 BWG; cuyo diámetro externo, DE = 1 1/2 pulg; diámetro interno, DI = 1,38 pulg; superficie exterior por pie lineal, $a'' = 0,3925 \text{ pie}^2 / \text{pie lineal}$; y una longitud de tubo, L = 3,28 pie.

$$A = N_t * L * a'' \Rightarrow N_t = A / (L * a'') = 7,704 / (3,28 * 0,3925) = 5,9841 \text{ tubo}$$

Se aproxima a 6 tubos.

Coefficiente corregido, U_D :

$$A = N_t * L * a'' = 6 * 3,28 * 0,3925 = 7,7244 \text{ pie}^2$$

$$U_D = Q / (A * \Delta t) = 244986,45 / (7,7244 * 159) = 199,47 \text{ BTU}/(\text{h})(\text{pie}^2)(^\circ\text{F})$$

Fluido frío: tubo, extracto filtrado de uña de gato

Las propiedades de transferencia de calor para soluciones líquidas orgánicas y agua (Kern, p.197), k (Tabla 4, Kern); μ (Figura 14, Kern) a 122 °F se calcula:

Calor específico ($\%_A * C_{eA} + \%_{H_2O} * C_{eF}$)

$$C_e = 30,70\% * 0,680 + 69,3\% * 0,97 = 0,8810 \text{ BTU}/(\text{h})(\text{pie}^2)(^\circ\text{F}/\text{pie})$$

Conductividad, k : $0,9 * (\%_A * k_A + \%_{H_2O} * k_{H_2O})$

$$k = 0,9 * (30,70\% * 0,087 + 69,3\% * 0,3727) = 0,2565 \text{ BTU}/(\text{h})(\text{pie}^2)(^\circ\text{F}/\text{pie})$$

Viscosidad, μ : $1/\mu = \%_A / \mu_A + \%_{H_2O} / \mu_{H_2O}$

$$1/\mu = 30,70\% / 0,72 + 69,3\% / 0,59 \Rightarrow \mu = 0,6246 \text{ cP} = 1,5116 \text{ lb}/\text{pie h}$$

Cálculo de Número de Reynolds, Re:

$$\text{Diámetro interno, DI} = 1,38 \text{ pulg} = 0,115 \text{ pie}$$

$$\text{Perímetro mojado, } \Gamma = F / (\pi * \text{DI}) = 542,005 / (3,1416 * 0,115) = 1500,222 \text{ lb}/\text{pie h}$$

$$\text{Re} = 4 * \Gamma / \mu = 4 * 1500,222 / 1,5116 = 3969,89$$

Cálculo del coeficiente de película, h_i :

Cuando se evapora en películas en caída en tubos verticales para flujo turbulento ($\text{Re} > 2100$), se utiliza la ecuación de Mc. Adams (47).

$$h_i = 7,5 * ((k^2 * \rho^2 * C_e / \mu) * (4 * \Gamma / \mu))^{1/3} \dots\dots\dots (\text{Ec. 10-47b, Perry})$$

Reemplazando:

$$h_i = 7,5 * ((0,2565^2 * 60,2256^2 * 0,8810 / 0,6719) * (3969,89))^{1/3}$$

$$\Rightarrow h_i = 806,226 \text{ BTU}/(\text{h})(\text{pie}^2)(^\circ\text{F})$$

Fluido caliente: coraza, vapor de calefacción

Para el vapor de agua en la chaqueta se tiene $h_{io} = 1500 \text{ BTU}/(\text{h})(\text{pie}^2)(^\circ\text{F})$

Utilizando la superficie interna como referencia,

Cálculo del coeficiente total limpio, U_c :

$$U_c = h_i * h_{io} / (h_i + h_{io}) = 806,226 * 1500 / (806,226 + 1500)$$

$$\Rightarrow U_c = 524,38 \text{ BTU}/(\text{h})(\text{pie}^2)(^\circ\text{F})$$

Cálculo del Factor de obstrucción, R_d :

$$1/U_D = 1/U_c + R_d \Rightarrow R_d = 1/U_D - 1/U_c = 1/200 - 1/524,38 = 0,003093 \text{ BTU}/(\text{h})(\text{pie}^2)(^\circ\text{F})$$

CONDENSADOR DEL EVAPORADOR

El flujo de vapor es 150 kg/h (330,69 lb/h) donde:

% Alcohol en Vapor (p/p)	:	49,13
Vapor (alcohol etílico), V_A	:	73,695 kg/h
Vapor (agua desionizada), V_{H_2O}	:	76,305 kg/h
Temperatura del vapor, T (50 °C)	:	122 °F

El calor cedido en la condensación, Q_C :

$$\begin{aligned} Q_C &= V_A * \lambda_{H_2O}^{50C} + V_{H_2O} * \lambda_{H_2O}^{50C} \\ &= 73,695 * 207 + 76,305 * 569,14 \\ &= 58683,0927 \text{ kcal/h} = 232971,878 \text{ BTU/h} \end{aligned}$$

El calor ganado por el agua de enfriamiento, Q_G :

$$Q_G = w * C_{e_{H_2O}} * (t_2 - t_1)$$

Cálculo del Flujo del agua de enfriamiento, w :

Considerando las temperaturas:

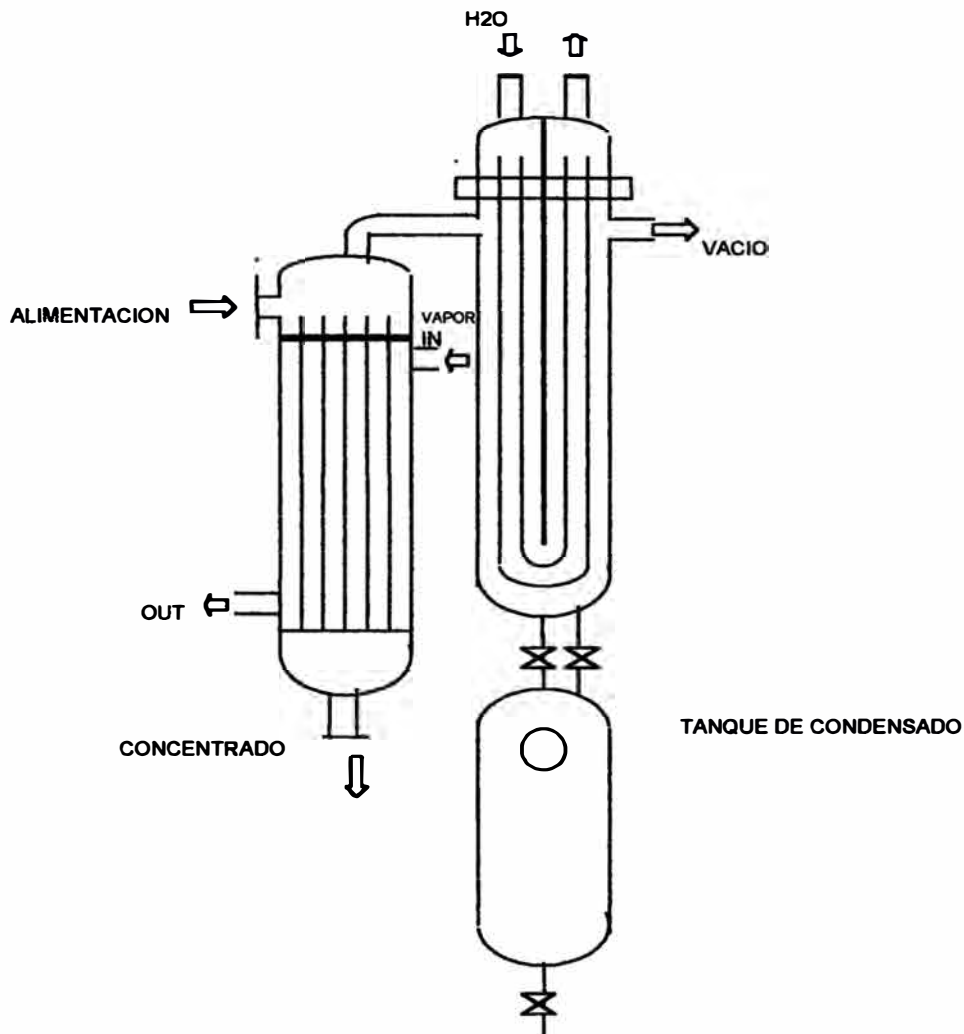
Temperatura de entrada del agua de enfriamiento, t_1 (26 °C) : 78,8 °F

Temperatura de salida del agua de enfriamiento, t_2 (34 °C) : 93,2 °F

$$Q_C = Q_G$$

$$58683,0927 = w * 1 * (34 - 26) \Rightarrow w = 7335,387 \text{ kg/h} = 16171,593 \text{ lb/h}$$

DISEÑO



Cálculo de Δt ($^{\circ}\text{F}$) :

Fluido caliente		Fluido frío		Dif.
T	122	Alta Temp.	t_2 93,2	Δt_2 28,8
T	122	Baja Temp.	t_1 78,8	Δt_1 43,2
	0	Diferencias	14,4	

$$\text{LMTD} = \Delta t = (\Delta t_2 - \Delta t_1) / \text{LN}(\Delta t_2 / \Delta t_1) = (28,8 - 43,2) / \text{LN}(28,8/43,2) = 35,52 \text{ } ^{\circ}\text{F}$$

La temperatura promedio del fluido, t_a :

$$t_a = (t_2 + t_1) / 2 = (93,2 + 78,8) / 2 = 86 \text{ } ^{\circ}\text{F}$$

Cálculo del Area de transferencia, A:

Suponiendo $U_D = 100 \text{ BTU}/(\text{h})(\text{pie}^2)(^\circ\text{F})$

$$Q = A * U_D * \Delta t \Rightarrow A = Q / (U_D * \Delta t)$$

$$A = 232971,878 / (100 * 35,52) = 65,589 \text{ pie}^2$$

De la Tabla 10, Kern:

Se selecciona los tubos para condensadores de 16 BWG; diámetro externo, DE = $\frac{3}{4}$ pulg; superficie por pie lineal, $a'' = 0,1963 \text{ pie}^2 / \text{pie lineal}$; y una longitud de tubo, $L = 4,0 \text{ pie}$.

$$A = N_t * L * a'' \Rightarrow N_t = A / (L * a'') = 65,589 / (4,0 * 0,1963) = 83,5315 \text{ tubos}$$

De la Tabla 9, Kern:

Considerando el Arreglo triangular de 1 pulg espaciado; DI coraza = 12 pulg; dos pasos ($n=2$), el número de tubos es igual a 82.

Coefficiente corregido, U_D :

$$A = N_t * L * a'' = 82 * 4,0 * 0,1963 = 64,3864 \text{ pie}^2$$

$$U_D = Q / (A * \Delta t) = 232971,878 / (64,3864 * 35,52) = 102,17 \text{ BTU}/(\text{h})(\text{pie}^2)(^\circ\text{F})$$

Fluido frío: tubos, agua

Cálculo del área de flujo, a_t' :

De la Tabla 10 (Kern): Area de flujo por tubo, $a_t' = 0,302 \text{ pulg}^2/\text{tubo}$

$$a_t = N_t * a_t' / 144 * n = 82 * 0,302 / (144 * 2) = 0,08598 \text{ pie}^2$$

Cálculo de velocidad de masa, G_t :

$$G_t = w/a_t = 16171,593 / 0,08598 = 188085,52 \text{ lb/ pie}^2 \text{ h}$$

Cálculo de la velocidad en los tubos, V :

$$V = G_t / 3600 * \rho = 188085,52 / (3600 * 62,5) = 0,8359 \text{ pie/s}$$

Cálculo de Número de Reynolds, Re :

De la Fig. 14 (Kern) a 86°F : $\mu = 0,85 * 2,42 = 2,057 \text{ lb/pie h}$

Diámetro interno de tubos, DI: $D = 0,62 / 12 = 0,05167 \text{ pie}$

$$Re = D * G_t / \mu = 0,05167 * 188085,52 / 2,057 = 4724,54$$

De la Fig. 26 (Kern), Factor de fricción: $f = 0,00033 \text{ pie}^2 / \text{pulg}^2$

Cálculo del coeficiente de película, h_{io} :

De la Fig. 25 (Kern) : $h_i = 280 \text{ BTU}/(\text{h})(\text{pie}^2)(^\circ\text{F})$

$$h_{io} = h_i * DI / DE = 280 * 0,62 / 0,75 = 231,466 \text{ BTU}/(\text{h})(\text{pie}^2)(^\circ\text{F})$$

Cálculo de la caída de presión en los tubos, ΔP_t :

$$\Delta P_t = \frac{f * G_t^2 * L * n}{5,22 * 10^{10} * D * s * \phi} = \frac{0,00033 * 188085,52^2 * 4,0 * 2}{5,22 * 10^{10} * 0,05167 * 1 * 1} = 0,034626 \text{ lb/ pulg}^2$$

donde:

s : gravedad específica adimensional

ϕ : razón de viscosidad $= (\mu / \mu_w)^{0,14}$

Cálculo de la pérdida de regreso del fluido, ΔP_r :

$$\Delta P_r = (4n / s) * (V^2 / 2g') * (62,5 / 144) = (4 * 2 / 1) * (0,8359^2 / (2 * 32,15)) * (62,5 / 144)$$

$$\Delta P_r = 0,037732 \text{ lb/pulg}^2$$

Cálculo de la caída de presión total del lado de los tubos, ΔP_T :

$$\Delta P_T = \Delta P_t + \Delta P_r = 0,034626 + 0,037732 = 0,072358 \text{ lb/pulg}^2$$

Fluido caliente: coraza, mezcla hidroalcohólica

Para diámetro interno de la coraza, $DI = 12$ pulg se colocarán 3 deflectores, 4 cruces con espaciado, $B: 12, 12, 12$ y 12 pulg.

Cálculo del área transversal de flujo, a_s :

$$a_s = \frac{DI * C' * B}{PT * 144} = \frac{12 * 0,25 * 12}{1 * 144} = 0,25 \text{ pie}^2$$

Cálculo de velocidad de masa, G_s :

$$G_s = W / a_s = 330,69 / 0,25 = 1322,76 \text{ lb/ pie}^2 \text{ h}$$

Cálculo de carga de condensado por pie lineal, G' :

Diámetro externo de tubo, $Do = 0,75 / 12 = 0,0625$ pie

$$G' = W / (3,14 * Nt * Do) = 330,69 / (3,14 * 82 * 0,0625) = 20,5493 \text{ lb}/(\text{h}) \text{ (pie lineal)}$$

Cálculo de la temperatura de la pared, t_w :

Suponiendo $h_o = 670 \text{ BTU}/(\text{h})(\text{pie}^2)(^\circ\text{F})$

$$t_w = t_a + h_o / (h_{io} + h_o) * (T_v - t_a) = 86 + 670 / (670 + 231,466) * (122 - 86)$$

$$t_w = 112,756 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Cálculo de la temperatura de la película de condensado, t_f :

$$t_f = (T_v + t_w) / 2 = (122 + 112,756) / 2 = 117,378 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Las propiedades de transferencia de calor para soluciones líquidas orgánicas y agua (p.197, Kern), a una temperatura de 113,036 °F, se calcula como sigue:

k (Tabla 4, Kern); μ (Figura 14, Kern); s (Tabla 6, Kern)

Conductividad, k : $0,9 * (\%_A * k_A + \%_{H_2O} * k_{H_2O})$

$$k = 0,9 * (49,13\% * 0,08854 + 50,87\% * 0,37053) = 0,20879 \text{ BTU}/(\text{h})(\text{pie}^2)(^\circ\text{F}/\text{pie})$$

Viscosidad, μ : $1/\mu = \%_A / \mu_A + \%_{H_2O} / \mu_{H_2O}$

$$1/\mu = 49,13\% / 0,75 + 50,87\% / 0,61 \Rightarrow \mu = 0,6716 \text{ cP} = 1,62525 \text{ lb}/\text{pie h}$$

Gravedad específica, s : 0,9298

Cálculo del coeficiente de película de condensado, h_o :

$$\text{Para tubos verticales: } h_o * (\mu_f^2 / (k_f^3 \rho_f^2 g))^{1/3} = 1,47 * (4 * G' / \mu_f)^{-1/3} \quad (30)$$

$$h_o = 1,47 * (4 * G' * \mu_f / (k_f^3 \rho_f^2 g))^{-1/3}$$

$$h_o = 1,47 * (4 * 20,5493 * 0,6716 * 2,42 / (0,20879^3 * (0,9298 * 62,5)^2 * 32,15 * 3600^2))^{-1/3} \\ = 672,782 \text{ BTU}/(\text{h})(\text{pie}^2)(^\circ\text{F})$$

Cálculo de Re :

Diámetro equivalente lado de la coraza, D_C :

$$\text{De la Fig. 28 (Kern) : } D_C = 0,73 / 12 = 0,06083 \text{ pie}$$

$$\text{De la Fig. 14 (Kern) a } 122 \text{ } ^\circ\text{F: } \mu_A = 0,0096 \text{ cP; } \mu_{H_2O} = 0,0107 \text{ cP}$$

La viscosidad para mezclas de gases se calcula

$$\mu_m^o = \frac{\sum y_i \cdot \mu_i (M_i)^{1/2}}{\sum y_i \cdot (M_i)^{1/2}} = \frac{y_A \cdot \mu_A (M_A)^{1/2} + y_{H_2O} \cdot \mu_{H_2O} (M_{H_2O})^{1/2}}{y_A \cdot (M_A)^{1/2} + y_{H_2O} \cdot (M_{H_2O})^{1/2}} \quad (47)$$

$$M_A = 46,1 ; M_{H_2O} = 18 \quad y$$

$$\text{Alcohol: } 0,4913 / 46,1 = 0,01066 \Rightarrow 0,2739$$

$$\text{H}_2\text{O} : 0,5087 / 18 = \frac{0,02826}{0,03892} \Rightarrow \frac{0,7261}{1,0000}$$

Reemplazando:

$$\Rightarrow \mu_m^\circ = \frac{0,2739 \cdot 0,0096 \cdot 46,1^{1/2} + 0,7261 \cdot 0,0107 \cdot 18^{1/2}}{0,2739 \cdot 46,1^{1/2} + 0,7261 \cdot 18^{1/2}} = 0,010286 \text{ cP}$$

$$\Rightarrow \mu_m^\circ = 0,02489 \text{ lb/pie.h}$$

Cálculo del Número de Reynolds, Re:

$$\text{Re} = D_c \cdot G_s / \mu = 0,06083 \cdot 1322,76 / 0,02489 = 3232,513$$

De la Fig. 26 (Kem) : Factor de fricción, $f = 0,00037 \text{ pie}^2 / \text{pulg}^2$

Cálculo de la caída de presión en la coraza, ΔP_s :

Diámetro interno de la coraza, $D_s = 12 \text{ pulg} = 1,0 \text{ pie}$

Número de cruces, $N + 1 = 4$

Hallando el peso molecular promedio: M

$$M = y_A \cdot M_A + y_{H_2O} \cdot M_{H_2O} = 0,2739 \cdot 46,1 + 0,7261 \cdot 18 = 25,6966$$

La presión de vacío en el evaporador alcanza 65 cm Hg, siendo la presión absoluta de 2,16 psi.

La densidad del vapor a 122 °F:

$$\rho = \frac{M}{V(T/T')(P'/P)} = \frac{25,6966}{359 \cdot (582/492) \cdot (14,7/2,16)} = 0,008891 \text{ lb/pie}^3$$

$$s = 0,008891 / 62,5 = 0,00014226$$

$$\Delta P_s = \frac{1}{2} \cdot f \cdot \frac{G_s^2 \cdot D_s \cdot (N+1)}{5,22 \cdot 10^{10} \cdot D_c \cdot s} = \frac{1}{2} \cdot 0,00037 \cdot \frac{1322,76^2 \cdot 1,0 \cdot 4}{5,22 \cdot 10^{10} \cdot 0,06083 \cdot 0,00014226} = 0,0028663 \text{ lb/pulg}^2$$

Cálculo del coeficiente total limpio, U_c :

$$U_c = h_{io} \cdot h_o / (h_{io} + h_o) = 231,466 \cdot 672,782 / (231,466 + 672,782)$$

$$U_c = 172,216 \text{ BTU}/(\text{h})(\text{pie}^2)(^\circ\text{F})$$

Factor de obstrucción, Rd:

$$1/U_D = 1/U_c + R_d \Rightarrow R_d = (U_c - U_D) / (U_c \cdot U_D)$$

$$R_d = (U_c - U_D) / (U_c \cdot U_D) = (172,216 - 102,17) / (172,216 \cdot 102,17)$$

$$R_d = 0,003981 \text{ (h)(pie}^2)(^\circ\text{F)} / \text{BTU}$$

RESUMEN:

<u>Coraza</u>		<u>Tubo</u>
672,782	h exterior	231,466
U _c	172,216	
U _D	102,17	
Rd calculado	0,003981	
0,0028663	ΔP calculado	0,072358

DISEÑO DEL TANQUE DE CONDENSADO

El tanque que extrae el condensado se utiliza para la recuperación del alcohol.

Tiene un ecualizador de presiones.

Las dimensiones son:

Diámetro : 0,42 m = 1,378 pie

Altura : 1 m = 3,28 pie

Calculo de la Potencia de la Bomba de vacío:

El volumen total (VT) a evacuar es igual a:

$$VT = V_e + V_c + V_{tk}$$

Donde:

V_e : Volumen del evaporador

V_c : Volumen del condensador

V_{tk}: Volumen del tanque

$$V_e = 1/4 * \pi * (1^2 - 6 * 0,125^2) * 6,44 = 0,4742 \text{ pie}^3$$

$$V_c = 0,25 * 4 = 1 \text{ pie}^3$$

$$V_{tk} = 1/4 * \pi * 1,378^2 * 3,28 = 4,8917 \text{ pie}^3$$

$$\text{Volumen total, VT: } VT = 0,4742 + 1 + 4,8917 = 6,3659 \text{ pie}^3$$

El volumen total real (incluyendo tubería), V:

$$V = 1,10 * 6,3659 = 7,0025 \text{ pie}^3$$

Cálculo de la potencia de bomba de vacío Nro. 10 (ver figura 4.16) :

Para obtener el vacío requerido (65 cm Hg) la presión absoluta corresponde a:

$$2,16 \text{ psi} = 111,67 \text{ mmHg.}$$

$$\text{La relación, } \ln(P_a/P_e) = \ln(760/111,67) = 1,9178$$

Del gráfico (SIHI): f = 4,2

Luego la cantidad de aire a ser removido es: $4,2 * 7,0025 = 29,4104 \text{ pie}^3 \text{ (CFM)}$

Según tabla se selecciona la bomba de vacío SIHI, modelo LPH 25007, que trabaja con 34 CFM, 125 mmHg, 3550 rpm y cuya potencia del motor es igual a 3 HP (61).

SELECCIÓN DE BOMBAS

Cálculo de Potencia de bombas:

Cálculo de altura útil, H:

$$H = \frac{p_S - p_E}{\rho * g} + z_S - z_E + \frac{v_S^2 - v_E^2}{\rho * g} + H_{\text{perd.}}$$

Cálculo de la potencia, P:

$$P = Q * \rho * g * H$$

BOMBA Nro. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 11 (ver figura 4.16)

Cálculo de altura útil, H:

Considerando:

$$H_{\text{perd.}} = 3 \text{ m y } (v_S^2 - v_E^2)/\rho * g = 0$$

Reemplazando,

$$H_{B1} = 0 + (2 - 1,5) + 0 + 3 = 3,5 \text{ m}$$

$$H_{B2} = 0 + (2 - 1,5) + 0 + 3 = 3,5 \text{ m}$$

$$H_{B3} = 0 + (2 - 1,2) + 0 + 3 = 3,8 \text{ m}$$

$$H_{B4} = H_{B5} = 0 + (2 - 1,0) + 0 + 3 = 4 \text{ m}$$

La caída de presión en el filtro es 30 psi

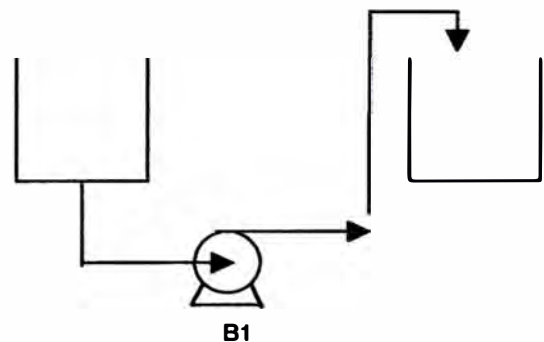
$$H_{B6} = 21,13 + (2 - 1,2) + 5 = 26,93 \text{ m}$$

$$H_{B7} = 0 + (3,5 - 1,2) + 0 + 3 = 5,3 \text{ m}$$

$$H_{B8} = (10,35 - 1,52) + (2,5 - 1,5) + 0 + 3 = 12,83 \text{ m}$$

$$H_{B9} = 0 + (2 - 1) + 0 + 3 = 4 \text{ m}$$

$$H_{B11} = 0 + (1,5 - 1) + 0 + 3 = 3,5 \text{ m}$$



Cálculo de la potencia, P:

$$Q_1 = 400 \text{ l} / 40 \text{ s} = 10 \text{ l/s}$$

$$P_{B1} = 10 \text{ l/s} * 1 \text{ kg/l} * 9,8 \text{ m/s}^2 * 3,5 \text{ m} * 10^{-3} = 0,343 \text{ kW}$$

$$Q_2 = 10 \text{ l/s}$$

$$P_{B2} = 10 \text{ l/s} * 0,81 \text{ kg/l} * 9,8 \text{ m/s}^2 * 3,5 \text{ m} * 10^{-3} = 0,277 \text{ kW}$$

$$Q_3 = 10 \text{ l/s}$$

$$P_{B3} = 10 \text{ l/s} * 0,90857 \text{ kg/l} * 9,8 \text{ m/s}^2 * 3,8 \text{ m} * 10^{-3} = 0,338 \text{ kW}$$

$$Q_4 = 100 \text{ l} / 10 \text{ s} = 10 \text{ l/s}$$

$$P_{B4} = P_{B5} = 10 \text{ l/s} * 0,965 \text{ kg/l} * 9,8 \text{ m/s}^2 * 4 \text{ m} * 10^{-3} = 0,378 \text{ kW}$$

$$Q_6 = 100 \text{ l} / 30 \text{ s} = 3,33 \text{ l/s}$$

$$P_{B6} = 3,33 \text{ l/s} * 0,965 \text{ kg/l} * 9,8 \text{ m/s}^2 * 26,93 \text{ m} * 10^{-3} = 0,849 \text{ kW}$$

$$Q_7 = 10 \text{ l/s}$$

$$P_{B7} = 10 \text{ l/s} * 0,965 \text{ kg/l} * 9,8 \text{ m/s}^2 * 5,3 \text{ m} * 10^{-3} = 0,501 \text{ kW}$$

$$Q_8 = 100 \text{ l} / 30 \text{ s} = 3,33 \text{ l/s}$$

$$P_{B8} = 3,33 \text{ l/s} * 1,038 \text{ kg/l} * 9,8 \text{ m/s}^2 * 12,83 \text{ m} * 10^{-3} = 0,435 \text{ kW}$$

$$Q_9 = 10 \text{ l/s}$$

$$P_{B9} = 10 \text{ l/s} * 0,81 \text{ kg/l} * 9,8 \text{ m/s}^2 * 4 \text{ m} * 10^{-3} = 0,317 \text{ kW}$$

$$Q_{11} = 10 \text{ l/s}$$

$$P_{B11} = 10 \text{ l/s} * 1,038 \text{ kg/l} * 9,8 \text{ m/s}^2 * 3,5 \text{ m} * 10^{-3} = 0,356 \text{ kW}$$

Por lo tanto se seleccionan bombas centrífugas Nros. 1, 2, 3, 4, 5, 9 y 11 de acero inoxidable cuya potencia es igual a 0,55 kW (disponible en el medio).

Para las bombas Nro. 7 y 8 de alimentación y descarga del evaporador se seleccionan bombas centrífugas de 0,55 kW.

Para el filtro prensa se requiere un bomba centrífuga de acero inoxidable de mayor potencia. Se dispone de bombas con potencia de 1,1 kW (1,5 HP).

DISEÑO DE LA CAMARA CONGELAMIENTO

Para el cálculo de la cantidad total de calor que debe extraerse desde la cámara de congelamiento se suma las cargas térmicas que suministran calor a la cámara.

Las cargas térmicas que se consideran (59) son:

1. Calor por producto
2. Calor por bandeja
3. Calor por pared
4. Calor por persona
5. Calor por cambio de aire
6. Calor por iluminación

1. Carga por producto

El tamaño de cada batch corresponde a 400 kg de extracto concentrado.

El tiempo de congelamiento del producto en la cámara es igual a 4 horas.

Q_1 = calor cedido por el producto

$$Q_1 = m_p * c_p * \Delta t + m_a * \lambda + m_p * c_p * \Delta t$$

$$Q_1 = m_p * c_p * (t_i - t_c) + m_a * \lambda + m_p * c_{pc} * (t_c - t_{mc})$$

Donde:

m_p : masa de extracto concentrado	= 400,00 kg
m_a : masa del agua	= 352,2117kg
c_p : calor específico del extracto al 90% de humedad	= 0,9 kcal/kg °C (32)
t_c : temperatura de congelación	= -4 °C
t_i : temperatura inicial de alimentación	= 27 °C
t_{mc} : temperatura máxima de congelación	= -15 °C
λ : calor latente de fusión del extracto a - 4°C	= 69,168 kcal/kg
c_{pc} : calor específico del extracto congelado	= 0,42 kcal/kg °C (32)

Reemplazando:

$$Q_C = 400,00 * 0,9 * (27 - (-4)) + 352,2117 * 69,168 + 400,00 * 0,42 * (-4 - (-15))$$

$$Q_C = 37369,779 \text{ kcal} = 148358,022 \text{ BTU/batch}$$

2. Carga por bandejas

$$Q_2 = N * m * C_e * \Delta t$$

$$Q_2 = N * m * C_e * (t_i - t_{mc})$$

Donde:

C_e : Calor específico del aluminio a 0 °C	= 0,210 kcal/kg °C
N : número de bandejas	= 288
ρ_{Al} : densidad del aluminio	= 2,7 g/cm ³
m : peso de bandeja	

Las dimensiones de la bandeja (mm) son: 500 * 400 * 40

Volumen de bandeja (cm³), v : Area * espesor

Area de bandeja (mm^2): $(500 \cdot 400) + (1800 \cdot 40) = 272000$

Espesor (mm): 1,5

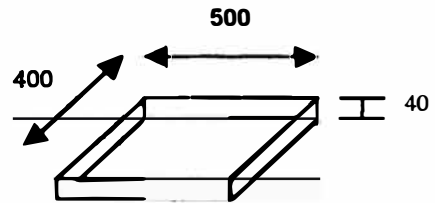
$v = 272000 \cdot 1,5 = 408000 \text{ mm}^3 = 408 \text{ cm}^3$

$m = v \cdot \rho_{Al} = 2,7 \cdot 408 = 1101,6 \text{ g} = 1,1016 \text{ kg}$

Reemplazando:

$Q_2 = 288 \cdot 1,1016 \cdot 0,210 \cdot (27 - (-15))$

$Q_2 = 2798,24 \text{ kcal} = 11109 \text{ BTU/batch}$



3. Carga por pared

$Q_3 = U \cdot A \cdot \Delta t$

$Q_3 = U \cdot A \cdot (t_{\text{ext}} - t_w)$

donde:

Temperatura exterior promedio, t_{ext} : $25,71 \text{ }^\circ\text{C}$

Temperatura interior del túnel, t_w : $-15 \text{ }^\circ\text{C}$

La temperatura de diseño externa es la máxima temperatura en la época más calurosa en Pucallpa. Los datos de la zona son:

temperatura máxima = $31,83 \text{ }^\circ\text{C}$ (t_{max})

temperatura mínima = $20,54 \text{ }^\circ\text{C}$

temperatura promedio = $25,71 \text{ }^\circ\text{C}$

Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor, U (59):

$1/U = 1/h_i + x_1/k_1 + x_2/k_2 + 1/h_o$

donde:

x_1, x_2 : espesor de los materiales que conforman la pared

= $6'' = 0,50 \text{ pie}$

k_1, k_2 : conductividad de los materiales que conforman la pared

= $0,018 \text{ BTU/h pie }^\circ\text{F}$

h_i, h_o : coeficiente pelicular del aire interior y exterior (pared)

= $1,65 \text{ y } 5 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ }^\circ\text{F}$

h_i, h_o : coeficiente pelicular del aire interior y exterior (techo)

= $1,5 \text{ y } 5 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ }^\circ\text{F}$

Para el aislamiento de la cámara a -15 °C se utiliza poliestireno de 6" de espesor, cuya conductividad térmica es $0,018\text{ BTU/h pie }^{\circ}\text{F}$ (2).

El aislante es el que más influye en el cálculo de U , del resto de materiales que conforman la pared.

Reemplazando:

Cálculo del coeficiente de transferencia de calor, U_{pared} :

$$1/U_{\text{pared}} = 1/h_i + x_1/k_1 + 1/h_e = 1/1,65 + 1/5 + 0,5/0,018$$

$$U_{\text{pared}} = 0,03498\text{ BTU/h pie}^2\text{ }^{\circ}\text{F}$$

Cálculo del coeficiente de transferencia de calor, U_{techo} :

$$1/U_{\text{techo}} = 1/h_i + x_1/k_1 + 1/h_e = 1/1,5 + 1/5 + 0,5/0,018$$

$$U_{\text{techo}} = 0,03549\text{ BTU/h pie}^2\text{ }^{\circ}\text{F}$$

Dimensiones (m):

Cámara de congelamiento:

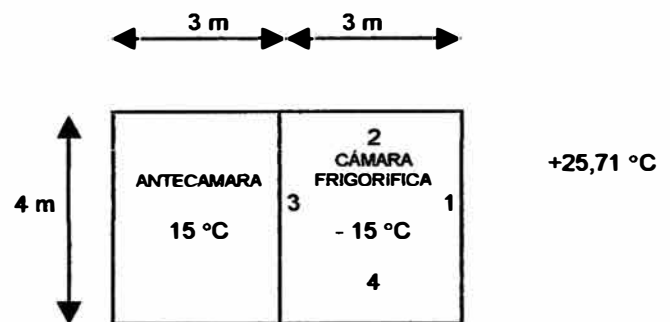
Paredes laterales (m): 4×3

Altura de pared (m): 2,5

Precámara:

Paredes laterales (m): 4×3

Altura de pared (m): 2,5



Cálculo del área exterior (m^2), A :

$$\text{Área de techo: } 3 \times 4 = 12$$

$$\text{Área de piso: } 3 \times 4 = 12$$

$$\text{Área de pared 1: } 2,5 \times 4 = 10$$

$$\text{Área de pared 2: } 2,5 \times 3 = 7,5$$

$$\text{Área de pared 3: } 2,5 \times 4 = 10$$

$$\text{Área de pared 4: } 2,5 \times 3 = 7,5$$

Cálculo de ΔT :

$$\Delta T (\text{techo}): 25,71 + 15 = 40,71\text{ °C}$$

$$\Delta T (\text{piso}): 18 + 15 = 33\text{ °C}$$

$$\Delta T (\text{pared 1}): 25,71 + 15 = 40,71\text{ °C}$$

$$\Delta T (\text{pared 2}): 25,71 + 15 = 40,71\text{ °C}$$

$$\Delta T (\text{pared 3}): 15 + 15 = 30\text{ °C}$$

$$\Delta T (\text{pared 4}): 25,71 + 15 = 40,71\text{ °C}$$

Reemplazando

$$Q_{31} \text{ (techo)} = 0,03549 * 12 * 40,71 = 17,3376 \text{ BTU/batch}$$

$$Q_{32} \text{ (piso)} = 0,03549 * 12 * 33 = 14,0540 \text{ BTU/batch}$$

$$Q_{33} \text{ (pared 1)} = 0,03498 * 10 * 40,71 = 14,2404 \text{ BTU/batch}$$

$$Q_{34} \text{ (pared 2)} = 0,03498 * 7,5 * 40,71 = 10,6803 \text{ BTU/batch}$$

$$Q_{35} \text{ (pared 3)} = 0,03498 * 10 * 30 = 10,4940 \text{ BTU/batch}$$

$$Q_{36} \text{ (pared 4)} = 0,03498 * 7,5 * 40,71 = 10,6803 \text{ BTU/batch}$$

$$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} + Q_{33} + Q_{34} + Q_{35} + Q_{36} = 77,4866 \text{ BTU/batch}$$

4. Carga por persona

$$Q_4 = N * cp * T$$

$$cp : \text{Calor emitido por persona a } -15 \text{ C} = 1294 \text{ kJ/h (59)}$$

$$T : \text{tiempo de permanencia, h/batch} = 15 \text{ min} = 0,25 \text{ h}$$

$$N : \text{número de personas, h/batch} = 2$$

Reemplazando

$$Q_4 = 2 * 1294 * 0,25 = 647 \text{ kJ/batch} = 613,22 \text{ BTU/batch}$$

5. Carga por renovación de aire

$$Q_5 = n * V/v_a * (h_e - h_i)$$

donde:

$$n : \text{número de renovaciones de aire/batch} = 2 \text{ (carga/descarga)}$$

$$V : \text{volumen interno de la cámara} = 2,2 * 2,4 * 3,4$$

$$= 17,95 \text{ m}^3$$

$$v_a : \text{volumen específico del aire a la temperatura de } 27 \text{ °C} = 144,32 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$h_e : \text{entalpía del aire externo a } 27 \text{ °C} = 300,19 \text{ kJ/kg}$$

$$h_i : \text{entalpía del aire interno a } -15 \text{ °C} = 260,09 \text{ kJ/kg}$$

Reemplazando:

$$Q_5 = 2 * 17,95 / 144,32 * (300,19 - 260,09)$$

$$Q_5 = 9,928 \text{ kJ/ batch} = 9,4543 \text{ BTU/batch}$$

6. Carga por iluminación

$$Q_6 = P * Fc * T$$

Siendo:

P	: Potencia de iluminación	= 32 W
Fc	: Factor de conversión	= 3,412 BTU/h vatio
T	: tiempo de encendido en horas	= 0,25 h/batch

Reemplazando.

$$Q_6 = 32 * 3,412 * 0,25 = 27,296 \text{ BTU/batch}$$

Cálculo de la Carga térmica total, Q_t :

Es la suma de todas las cargas térmica más un 10 % de factor de seguridad.

$$Q_t = 1,1 * (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6)$$

$$Q_t = 1,1 * (148358,022 + 111109 + 77,49 + 613,22 + 9,454 + 27,296)$$

$$Q_t = 1,1 * 160194,4821 = 176213,93 \text{ BTU/batch}$$

Cálculo de la Capacidad de la Cámara de Congelamiento, C:

$$C = \frac{\text{Carga térmica total}}{\text{Tiempo de funcionamiento}} = \frac{176213,93 \text{ BTU/batch}}{4 \text{ h /batch}}$$

$$C = 44053,48 \text{ BTU/h} = 46476,42 \text{ kJ/h}$$

$$C = 3,67 \text{ ton}$$

$$1 \text{ ton refrigeración} = 12000 \text{ BTU/h}$$

En la cámara de congelamiento se utiliza el evaporador de circulación forzada, fijado en el techo en cuya parte superior se halla un dispositivo difusor de aire.

Sistema de refrigeración por compresión de vapor (50):

Para la selección del refrigerante a bajas temperaturas se consideran los siguientes criterios:

A la temperatura de evaporación, la presión de vapor del refrigerante debe ser positiva, para evitar el ingreso de aire ante posibles fugas.

Se utilizará un refrigerante ecológico.

El costo del refrigerante debe ser razonable, fácil de adquirir en el mercado y con apoyo técnico garantizado.

Los refrigerantes que pueden utilizarse son:

No . Refrigerante ASHRAE	Composición (en peso)	Marca
R404a	R125/143a/134a (44/52/4)	Genetron 404a de Allied Signal HP 62 de Du Pont
R507	R125/143a (50/50)	Genetron AZ 50

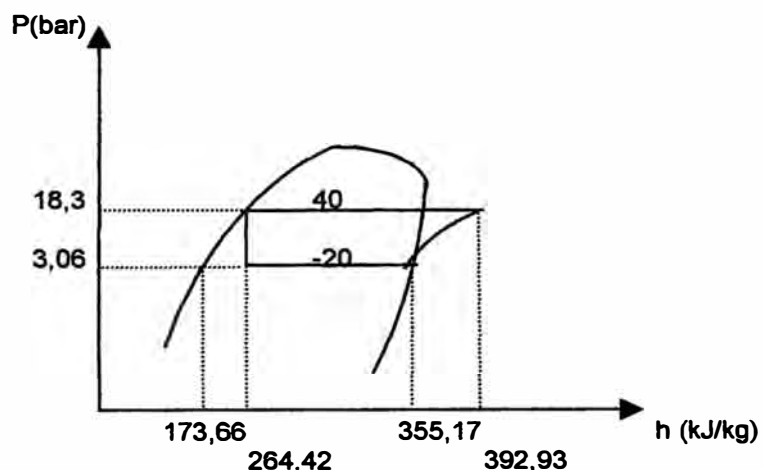
donde:

R125	: pentafluoroetano	CHF_2CF_3
R143a	: 1,1,1-trifluoroetano	CH_3CF_3
R134a	: 1,1,1,2-tetrafluoroetano	CH_2FCF_3

El R404a, es un refrigerante zeótopo (la mezcla de fluorocarbonos presenta diferentes puntos de fusión y ebullición), y que a la presión de 1 bar, las temperaturas del vapor y del líquido son $-46,0004754$ °C y $-46,7248$ °C, respectivamente (5), ver figura A8.1.

La temperatura de congelamiento en la cámara se diseña para -15 °C y la temperatura del evaporador correspondiente es -20 °C. El ΔT es igual a 5 °C (50).

La temperatura de condensación se toma para 40 °C ($T_{\text{ambiente}} + 15$ °C).

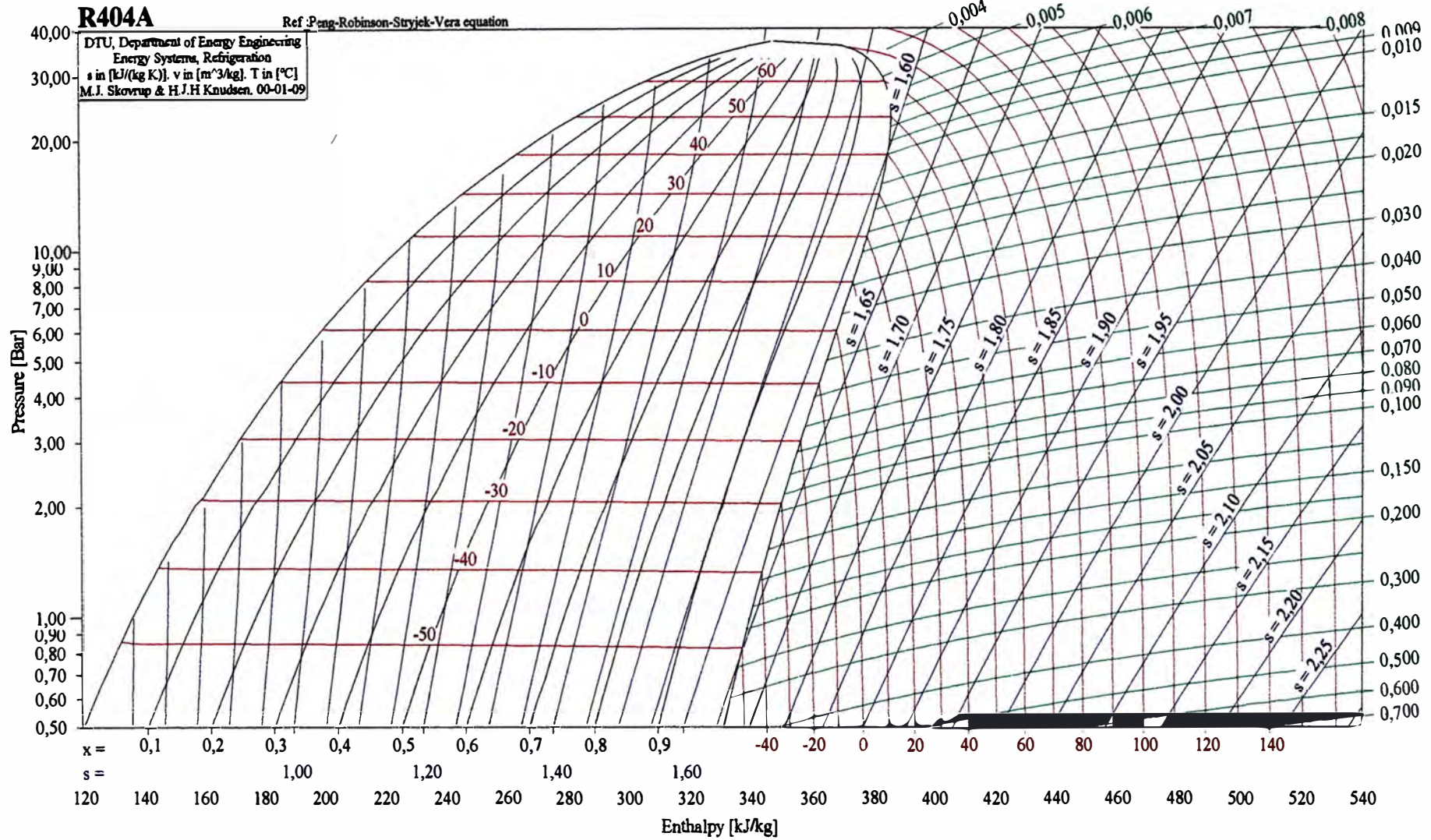


Del gráfico:

Cálculo del porcentaje de gas de vaporización súbita, x:

$$X = \frac{h_1 - h_f}{h_2 - h_f} * 100 = \frac{264,42 - 173,66}{355,17 - 173,66} * 100 = 50,0027 \%$$

FIGURA A8.1: DIAGRAMA PRESION VS ENTALPIA DEL REFRIGERANTE R404a



Cálculo del efecto refrigerante, EF:

$$EF = h_2 - h_1 = 355,17 - 264,42 = 90,75 \text{ kJ/kg}$$

Cálculo del flujo másico del refrigerante R404a, m:

$$m = \frac{Q_t}{EF} = \frac{46476,42 \text{ kJ/h}}{90,75 \text{ kJ/kg}} = 512,1368 \text{ kg/h}$$

Cálculo del calor de compresión, C.C.:

$$C.C. = h_3 - h_2 = 392,93 - 355,17 = 37,76 \text{ kJ/kg}$$

Cálculo de la potencia teórica del compresor, P:

$$P = W \cdot m = 37,76 \cdot 512,1368 = 19338,2878 \text{ kJ/h}$$

$$= 5,3717 \text{ kW} = 7,2424 \text{ HP}$$

Calor de rechazo, C.R.:

$$C.R. = h_3 - h_4 = 392,93 - 264,42 = 128,51 \text{ kJ/kg}$$

Cálculo del calor total de rechazo en el condensador, Q_c :

$$Q_c = m \cdot C.R.$$

$$Q_c = 512,1368 \cdot 128,51 = 65814,70 \text{ kJ/h}$$

CARGA TERMICA DE LA ANTECAMARA

Se construye la antecámara para evitar las pérdidas de frío de la cámara de congelamiento. La antecámara es un área aislada que separa al medio exterior de la cámara de congelamiento. Para el cálculo de la carga térmica se consideran las principales cargas. La temperatura de diseño en la antecámara es igual a 15 °C. El aislamiento consiste de 2 pulg de poliestireno (2).

1 Carga por producto

Q_1 = calor cedido por el producto

$$Q_1 = m_p \cdot c_p \cdot \Delta t$$

$$Q_1 = m_p \cdot c_p \cdot (t_o - t_i)$$

Donde:

m_p : masa de extracto concentrado	= 400,00 kg
t_{i0} : temperatura inicial	= 35 °C
t_i : temperatura de enfriamiento	= 27 °C
c_p : calor específico del extracto	= 0,9 kcal/kg °C (32)

Reemplazando:

$$Q_c = 400,00 * 0,9 * (35 - 27)$$

$$Q_c = 2880 \text{ kcal} = 11433,6 \text{ BTU/batch}$$

2 Carga por bandejas

$$Q_2 = N * m * C_e * \Delta t$$

$$Q_2 = N * m * C_e * (t_{i0} - t_i)$$

Donde:

C_e : Calor específico del aluminio a 30 °C	= 0,215 kcal/kg °C
N : número de bandejas	= 288
m : peso de bandeja	= 1,1016 kg

Reemplazando:

$$Q_2 = 288 * 1,1016 * 0,215 * (35 - 27)$$

$$Q_2 = 545,69 \text{ kcal} = 2166,38 \text{ BTU/batch}$$

Cálculo de la Carga térmica total, Q_t :

$$Q_t = 1,1 * (Q_1 + Q_2)$$

$$Q_t = 1,1 * (11433,6 + 2166,38)$$

$$Q_t = 1,1 * 13600 = 14960 \text{ BTU/batch}$$

Cálculo de la Capacidad de la Antecámara, C:

$$C = \frac{\text{Carga térmica total}}{\text{Tiempo de funcionamiento}} = \frac{14960 \text{ BTU/batch}}{1 \text{ h /batch}}$$

$$C = 14960 \text{ BTU/h} = 14180,1 \text{ kJ/h}$$

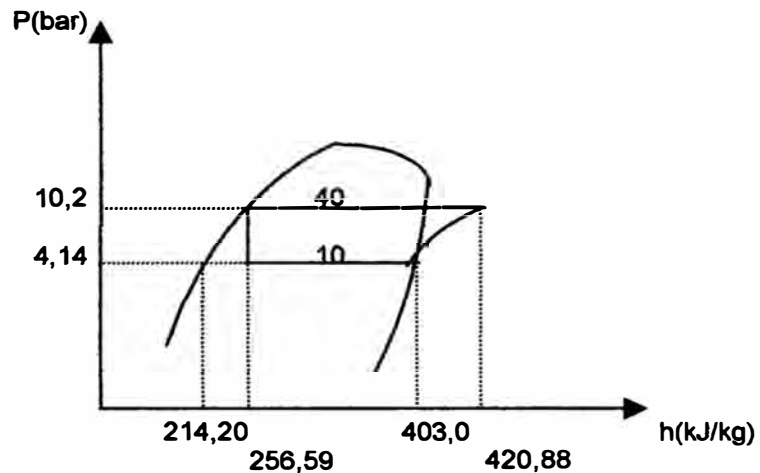
$$C = 1,247 \text{ ton}$$

$$1 \text{ ton refrigeración} = 12000 \text{ BTU/h}$$

Sistema de refrigeración por compresión de vapor:

Se utiliza el refrigerante R134a (1,1,1,2-tetrafluoroetano, CH_2FCF_3), refrigerante ecológico de temperatura media. Para la temperatura de diseño de la precámara igual a $15\text{ }^\circ\text{C}$, la temperatura del evaporador corresponde a $10\text{ }^\circ\text{C}$.

La temperatura de condensación es $40\text{ }^\circ\text{C}$ ($T_{\text{ambiente}} + 15\text{ }^\circ\text{C}$).



Del gráfico:

Cálculo del porcentaje de gas de vaporización súbita, x:

$$X = \frac{h_1 - h_f}{h_2 - h_f} * 100 = \frac{256,59 - 214,20}{403,0 - 256,59} * 100 = 28,9529 \%$$

Cálculo del efecto refrigerante, EF:

$$EF = h_2 - h_1 = 403,0 - 256,59 = 146,41 \text{ kJ/kg}$$

Cálculo del flujo másico del refrigerante R404a, m:

$$m = \frac{Q_t}{EF} = \frac{14960 \text{ kJ/h}}{146,41 \text{ kJ/kg}} = 102,18 \text{ Kg/h}$$

Cálculo del calor de compresión

$$C.C. = h_3 - h_2 = 420,88 - 403,0 = 17,88 \text{ kJ/kg}$$

Cálculo de la potencia teórica del compresor, P:

$$P = W * m = 17,88 * 102,18 = 1826,96 \text{ kJ/h}$$

$$= 0,507 \text{ kW} = 0,68 \text{ HP}$$

Calor de rechazo; C.R.:

$$C.R. = h_3 - h_4 = 420,88 - 256,59 = 164,29 \text{ kJ/kg}$$

Cálculo del calor total de rechazo en el condensador, Q_c :

$$Q_c = m \cdot C.R.$$

$$Q_c = 102,18 \cdot 164,29 = 16787,15 \text{ kJ/h}$$

DISEÑO DEL LIOFILIZADOR

BALANCE DE MASA

En la liofilización se determina los flujos, según la ecuación:

$$\text{Concentrado}(C) = \text{Liofilizado}(L) + \text{Vapor}(V) + \text{merma}(m)$$

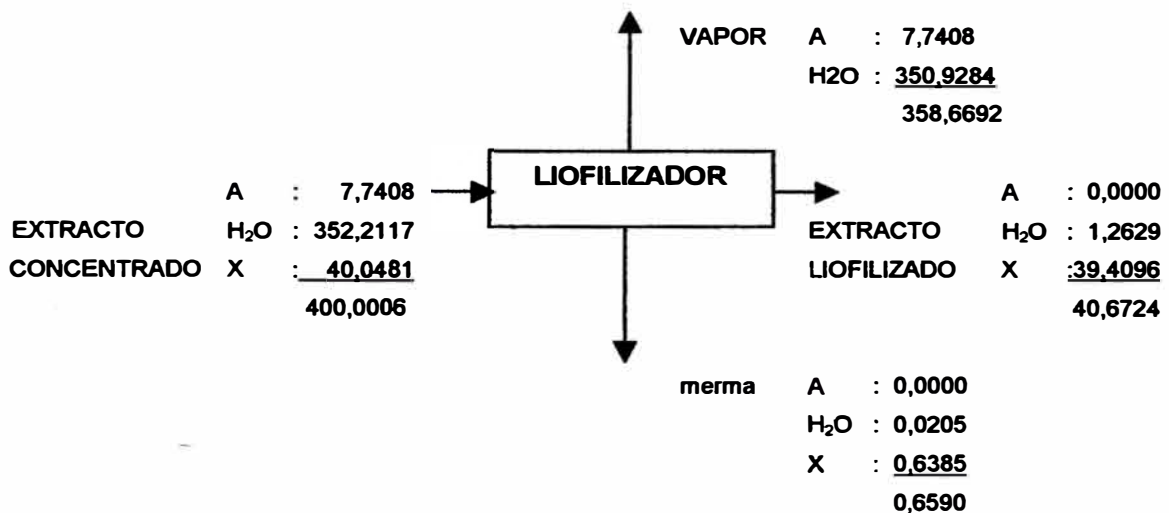
Donde:

C : Extracto concentrado de uña de gato (kg)

L : Extracto liofilizado de uña de gato (kg)

V : Vapor (kg)

m : merma (kg)



Los flujos de masa por componentes se indican a continuación.

ENTRADA	SALIDA	CANTIDAD (kg)	%x	X (kg)	%a	A (kg)	%w	W (kg)
CONCENTRADO		400,0008	10,012	40,0481	1,935	7,7408	88,053	352,2117
	LIOFILIZADO	40,6724	96,895	39,4096	0	0,0000	3,105	1,2629
	VAPOR	358,6692	0	0,0000	2,158	7,7408	97,842	350,9284
	merma	0,6590	96,895	0,6385	0	0,0000	3,105	0,0205

Donde:

% x : % de sólidos totales en la corriente C, L, V y m.

% a : % de alcohol en la corriente C, L, V y m.

% w: % de humedad en la corriente C, L, V y m.

DISEÑO DE BANDEJA

El material de la bandeja es de aluminio.

Las dimensiones de la bandeja (mm) son: 500 * 400 * 40

Volumen de bandeja (cm³), v : Area * espesor

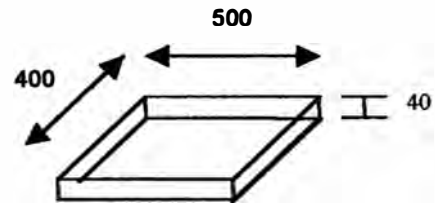
Area de bandeja (mm²): (500*400) + (1800*40) = 272000

Espesor (mm): 1,5

$v = 272000 * 1,5 = 408000 \text{ mm}^3 = 408 \text{ cm}^3$

El peso de la bandeja es:

$m = v * \rho_{Al} = 2,7 * 408 = 1101,6 \text{ g} = 1,1016 \text{ kg}$



La carga a cada bandeja es de 1,4 kg

La densidad de carga es: $1,4 / (0,5 * 0,4) = 7,0 \text{ kg/m}^2$

LIOFILIZACION

La liofilización del extracto de uña de gato, requiere temperaturas bajas, que evitan la fusión del producto. La liofilización comprende las etapas de congelamiento, sublimación y desorción.

El tiempo de cada batch de liofilización tiene una duración de 16 h, se realizan 1,5 batch/día.

Al tiempo de operación se suma el tiempo de carga/descarga.

A continuación se señala el tiempo de cada etapa:

Congelamiento	: 1,0 h
Sublimación	: 9,5 h
Desorción	: 5 h
Carga/descarga	: 0,5 h

Congelamiento:

Se asume que durante el traslado del producto al liofilizador desde el túnel de congelamiento, éste aumenta su temperatura de -40 a -20 °C.

En el liofilizador el producto se congela a -35 °C, utilizando una solución de etilenglicol al 50% (v/v).

1. Carga por producto

Q_1 = calor cedido por el producto

$$Q_1 = m_p * c_{pc} * \Delta t = m_p * c_{pc} * (t_{mc} - t_c)$$

Donde:

m_p : masa de extracto concentrado = 400,000 kg

t_c : temperatura del producto congelado = -15 °C

t_{mc} : temperatura máxima de congelación = -35 °C

c_{pc} : calor específico del extracto congelado = 0,42 kcal/kg°C (32)

Reemplazando:

$$Q_c = 400,000 * 0,42 * (-15 - (-35))$$

$$Q_c = 3360 \text{ kcal} = 13339,2 \text{ BTU/batch}$$

2. Carga por bandejas

$$Q_2 = N_B * m_B * C_e * \Delta t$$

$$Q_2 = N_B * m_B * C_e * (t_{mc} - t_i)$$

Donde:

C_e : Calor específico del aluminio a 0 °C = 0,210 kcal/kg °C

N_B : número de bandejas = 288

ρ_{Al} : densidad del aluminio = 2,7 g/cm³

m_B : peso de bandeja = 1,1016 kg

Reemplazando:

$$Q_2 = 288 * 1,1016 * 0,210 * (-15 - (-35))$$

$$Q_2 = 1332,195 \text{ kcal} = 5290,01 \text{ BTU/batch}$$

3. Carga por cámara del liofilizador

$$Q_3 = m_{CL} * Ce * \Delta t$$

$$Q_3 = m_{CL} * Ce * (t_{mc} - t_i)$$

Donde:

$$Ce : \text{Calor específico del acero inoxidable} = 0,126 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$$

$$\rho_{Ac} : \text{densidad del acero inoxidable} = 7,85 \text{ g/cm}^3$$

$$e : \text{espesor} = 1/8''$$

Las dimensiones de la cámara (mm) son: 4200 * 1840 * 2275

Volumen de la cámara (cm³), v : Area * espesor

$$\text{Area de la cámara (mm}^2\text{): } (\pi * 2275 * 4200) + (2 * \pi * 2275^2 / 4) = 38147770,54 \text{ mm}^3$$

$$\text{Espesor (mm): } 1/4 * (25,4 \text{ mm/pulg}) = 6,35 \text{ mm}$$

$$v = 38147770,54 * 6,5 = 242238342,9 \text{ mm}^3 = 242238,3429 \text{ cm}^3$$

Cálculo del peso de la cámara, m_{CL}:

$$m_{CL} = v * \rho_{Ac} = 242238,3429 * 7,85 = 1901570,992 \text{ g} = 1901,571 \text{ kg}$$

Reemplazando:

$$Q_3 = 1901,571 * 0,126 * (27 - (-35))$$

$$Q_3 = 14855,07 \text{ kcal/batch} = 58974,6382 \text{ BTU/batch}$$

4. Carga por estantes

$$Q_4 = N_E * m_E * Ce * \Delta t$$

$$Q_4 = N_E * m_E * Ce * (t_{mc} - t_i)$$

Donde:

$$Ce : \text{Calor específico del aluminio} = 0,210 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$$

$$\rho_{Al} : \text{densidad del aluminio} = 2,7 \text{ g/cm}^3$$

m_E : peso de estante

$$N_E : \text{número de estantes} = 19$$

$$e : \text{espesor} = 3/32 \text{ pulg}$$

Las dimensiones de los estantes (mm) son:

Largo : 4000

Ancho : 800

$$\text{Espesor (mm): } 3/32 * (25,4 \text{ mm/pulg}) = 2,381 \text{ mm}$$

$$\text{Volumen de la cámara (mm}^3\text{), v : } 7619200 \text{ mm}^3 = 7619,2 \text{ cm}^3$$

$$m_E = v * \rho_{AI} = 7619,2 * 2,7 = 20571,84 \text{ g} = 20,5718 \text{ kg}$$

Reemplazando:

$$Q_4 = 19 * 20,5718 * 0,210 * (27 - (-35))$$

$$Q_4 = 5089,0618 \text{ kcal} = 20203,575 \text{ BTU/batch}$$

Cálculo de la Carga térmica total, Q_t :

Es la suma de todas las cargas térmica más un 10 % de factor de seguridad.

$$Q_t = 1,1 * (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)$$

$$Q_t = 1,1 * (13339,2 + 5290,01 + 58974,638 + 20203,575)$$

$$Q_t = 1,1 * 97807,423 = 107588,1653 \text{ BTU/batch}$$

Cálculo de la Capacidad de Congelamiento, C.

$$C = \frac{\text{Carga térmica total}}{\text{Tiempo de funcionamiento}} = \frac{107588,1653 \text{ BTU/batch}}{1 \text{ h /batch}}$$

$$C = 107588,1653 \text{ BTU/h} = 101979,3036 \text{ kJ/h}$$

$$C = 8,96 \text{ ton}$$

$$1 \text{ ton refrigeración} = 12000 \text{ BTU/h}$$

Fluido térmico refrigerante y de calentamiento:

Las soluciones del etilenglicol y de propilenglicol se utilizan como medio de transferencia de calor en sistemas de calentamiento y de refrigeración.

Se selecciona la solución de etilenglicol al 50,6 % (v/v), 53 % (p/p) cuyos puntos de congelamiento y de ebullición son $-37,9 \text{ }^\circ\text{C}$ y $107,8 \text{ }^\circ\text{C}$, respectivamente. El punto de congelamiento viene a ser aproximadamente $3 \text{ }^\circ\text{C}$ menos que la temperatura de congelamiento del producto a liofilizar.

Cálculo del flujo de la solución de etilenglicol al 50% (v/v), m_{Egl} :

$$Q_G = Q_C = \text{calor cedido por las cargas térmicas del liofilizador}$$

$$Q_G = m_{Egl} * C_e * \Delta t = 101979,3036 \text{ kJ/h}$$

$$Q_G = m_{Egl} * C_e * (t_2 - t_1)$$

Las propiedades térmicas de la solución del etilenglicol al 50% (v/v) a $-35 \text{ }^\circ\text{C}$ son:

C_e : Calor específico de la solución de etilenglicol al 50% (v/v) = 3,068 kJ/kg °K

ρ_{Egl} : densidad de la solución de etilenglicol al 50% (v/v) = 1089,94 kg/m³

k : conductividad de la solución de etilenglicol al 50% (v/v) = 0,328 W/m °K

Se considera que la solución del etilenglicol tiene $\Delta t = 10$ °C.

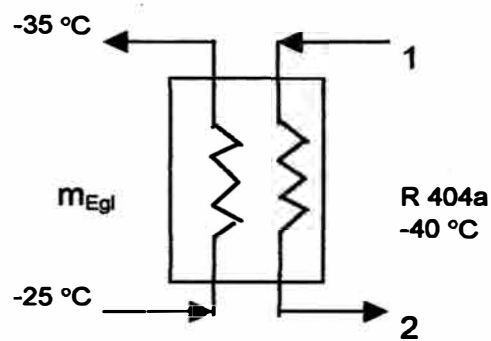
Reemplazando:

$$Q_G = m_{Egl} \cdot C_e \cdot \Delta t \Rightarrow m_{Egl} = Q_G / (C_e \cdot \Delta t) = 101979,3036 \text{ kJ/h}$$

$$m_{Egl} = 101979,3036 / (3,068 \cdot 10) = 3323,9669 \text{ kg/h}$$

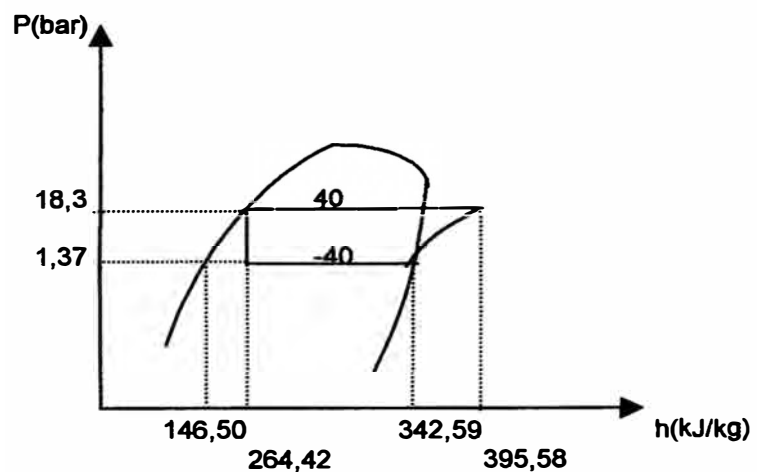
Intercambiador de calor

Evaporador 1 del Sistema de Refrigeración (50):



Sistema de refrigeración por compresión de vapor:

Se selecciona el refrigerante ecológico R404a para temperaturas bajas. La temperatura de refrigeración en el intercambiador de calor se fija en -40 °C, que viene a ser la temperatura del evaporador. La temperatura de condensación se toma a 40 °C ($T_{\text{ambiente}} + 15$ °C).



Cálculo del porcentaje de gas de vaporización súbita, x:

$$X = \frac{h_1 - h_f}{h_2 - h_f} * 100 = \frac{264,42 - 146,50}{342,59 - 146,50} = 60,13 \%$$

Cálculo del efecto refrigerante, EF:

$$EF = h_2 - h_1 = 342,59 - 264,42 = 78,17 \text{ kJ/kg}$$

Cálculo del flujo másico del refrigerante R404a, m:

$$m = \frac{Q_t}{EF} = \frac{101979,3036 \text{ KJ/h}}{78,17 \text{ KJ/Kg}} = 1304,5836 \text{ kg/h}$$

Cálculo del calor de compresión, C.C.:

$$C.C. = h_3 - h_2 = 395,58 - 342,59 = 52,99 \text{ kJ/kg}$$

Cálculo de la potencia teórica del compresor, P:

$$P = W * m = 52,99 * 1304,5836 = 69129,8874 \text{ kJ/h} = 19,20 \text{ kW} = 25,75 \text{ HP}$$

Calor de rechazo, C.R.:

$$C.R. = h_3 - h_4 = 395,58 - 264,42 = 131,16 \text{ kJ/kg}$$

Cálculo del calor total de rechazo en el condensador, Q_C:

$$Q_C = m * C.R.$$

$$Q_C = 1304,5836 * 131,16 = 171109,191 \text{ kJ/h}$$

Calefacción:

El calor es suministrado por un banco de resistencias, que calienta el fluido térmico, después del congelamiento (solución de etilenglicol). El calor liberado por estas será el encargado de realizar la sublimación. Se incluye el calor absorbido por las bandejas, los estantes y la cámara.

1. Producto

Sublimación:

Tomando en cuenta que en la sublimación el 85% del agua se sublima.

Q_S = calor requerido para sublimar el hielo

$$Q_S = 85\% * m_a * \lambda_a + m_{al} * \lambda_{al}$$

La sublimación se da a una temperatura de -35 °C y una presión de 100 - 200 μHg.

Donde :

m_a	masa de agua	= 352,2117 kg
m_{al}	masa de alcohol	= 7,7408 kg
λ_a	calor latente de sublimación del agua -35 °C	= 678,0596 kcal/Kg (24)
λ_{al}	calor latente de vaporización del alcohol -35 °C	= 210 kcal/Kg (47)

Reemplazando:

$$Q_s = 85\% * 352,2117 * 678,0596 + 7,7408 * 210$$

$$Q_s = 204623,01 \text{ kcal}$$

Desorción :

En esta etapa, la temperatura del producto aumenta (la transferencia de calor es por calor sensible), eliminándose casi totalmente el agua ligada por desorción, obteniendo un producto liofilizado con una humedad residual final (humedad de prueba piloto = 3,1050 %)

Q_d = calor requerido para la desorción

$$Q_d = (15\% * m_a + m_s) * c_p * \Delta T$$

$$Q_d = (15\% * m_a + m_s) * c_p * (t_f - t_s)$$

donde :

	masa de sólidos en el extracto sublimado	= 40,0481 kg
c_p	calor específico del extracto a 56% de humedad	= 0,7 kcal/kg °C (32)
	temperatura final de secado	= 40 °C
	temperatura final de la sublimación	= -18°C

Reemplazando:

$$Q_d = (15\% * 352,2117 + 40,0481) * 0,7 * (40 - (-18))$$

$$Q_d = 3770,922 \text{ kcal}$$

Calor total de calefacción requerido para liofilizar el extracto de uña de gato es:

$$Q_1 = Q_s + Q_d$$

$$Q_1 = 204623,01 + 3770,92 = 208393,93 \text{ kcal/batch}$$

2. Bandejas

$$Q_2 = N_B * m_B * C_e * \Delta t$$

$$Q_2 = N_B * m_B * C_e * (t_f - t_{mc})$$

Donde:

$$C_e : \text{Calor específico del aluminio} = 0,215 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C} \quad (47)$$

$$N_B : \text{número de bandejas} = 288$$

$$m_B : \text{peso de bandeja} = 1,1016 \text{ kg}$$

$$t_{mc} : \text{temperatura máxima de congelación} = -35 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_f : \text{temperatura final de secado} = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Reemplazando:

$$Q_2 = 288 * 1,1016 * 0,215 * (40 - (-35))$$

$$Q_2 = 5115,83 \text{ kcal/batch}$$

3 Cámara del liofilizador

$$Q_3 = m_{CL} * C_e * \Delta t$$

$$Q_3 = m_{CL} * C_e * (t_f - t_{mc})$$

Donde:

$$C_e : \text{Calor específico del acero inoxidable} = 0,126 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$$

$$m_{CL} : \text{peso de la cámara} = 1901,571 \text{ kg}$$

Reemplazando:

$$Q_3 = 1901,571 * 0,126 * (40 - (-35))$$

$$Q_3 = 17969,846 \text{ kcal/batch}$$

4 Estantes

$$Q_4 = N_E * m_E * C_e * \Delta t$$

$$Q_4 = N_E * m_E * C_e * (t_f - t_{mc})$$

Donde:

$$C_e : \text{Calor específico del aluminio} = 0,215 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C} \quad (47)$$

$$m_E : \text{peso de estante} = 20,5718 \text{ kg}$$

$$N_E : \text{número de estantes} = 19$$

Reemplazando:

$$Q_4 = 19 * 20,5718 * 0,215 * (40 - (-35))$$

$$Q_4 = 6302,6852 \text{ kcal/batch}$$

Cálculo del calor total de calefacción, Q_t :

Al calor total suministrado para calentar el producto se adiciona un 10 % de factor de seguridad, por pérdidas de radiación.

$$Q_t = 1,1 * (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)$$

$$Q_t = 1,1 * (208393,93 + 5115,83 + 17969,846 + 6302,6852)$$

$$Q_t = 1,1 * 237782,291 = 261560,520 \text{ kcal/batch}$$

Cálculo de la potencia, P:

Dicho valor deberá ser liberado en 14,5 h.

$$Q = \frac{261560,52}{3600 * 14,5} = 5,01 \text{ kcal/s}$$

$$1 \text{ vatio} = 0,24 \text{ cal/s}$$

$$P = \frac{5,01 * 10^3}{0,24} = 20878,075 \text{ W} = 20,8 \text{ Kw}$$

Se considera un factor de servicio (F.S.) de 1,5 (10).

$$\text{Potencial real de calefacción} = P * \text{F.S.} = 20 * 1,5 = 30 \text{ kW}$$

Condensador de hielo del liofilizador

Evaporador 2 del Sistema de Refrigeración (50)

El condensador del liofilizador congela el vapor de agua generado durante la deshidratación a vacío. Viene a ser el evaporador del sistema de refrigeración.

El condensador del liofilizador atrapa todas las partículas de vapor del agua existente en el ambiente dentro de la cámara, que es una mezcla de aire húmedo con vapor de agua.

Calor absorbido por el aire, Q_1 :

$$Q_1 = m_{\text{aire}} * \Delta h$$

$$Q_1 = m_{\text{aire}} * (h_f - h_{mc})$$

Donde:

$$h_{mc} : \text{entalpía del aire húmedo a } T = -35 \text{ °C} = 238,01 \text{ kJ/kg (47)}$$

$$h_f : \text{entalpía del aire húmedo a } T = 40 \text{ °C} = 313,24 \text{ kJ/kg (47)}$$

$$\rho_{\text{aire}} : \text{densidad del aire húmedo a } 0 \text{ °C y } 1 \text{ atm} = 1,293 \text{ kg/m}^3 \text{ (47)}$$

m_{aire} : masa de aire existente dentro del liofilizador

Las dimensiones de la cámara (m) son: $4,2 * 2,275$

Volumen de aire en la cámara, $v_{\text{aire}} = \pi * D^2 / 4 * L = \pi * (2,275^2 / 4) * 4,2 = 17,0727 \text{ m}^3$

Cálculo de la masa de aire en la cámara, m_{aire} :

$$m_{\text{aire}} = v_{\text{aire}} * \rho_{\text{aire}} = 17,0727 * 1,293 = 22,075 \text{ kg}$$

Reemplazando:

$$Q_1 = 22,075 * (313,24 - 238,01) = 1660,70 \text{ kJ}$$

Calor absorbido en condensar todo el vapor de agua existente en el liofilizador,

Q_2 :

$$Q_2 = m_a * \lambda_a$$

donde :

$$m_a \quad \text{masa de hielo} \quad = 350,9284 \text{ kg}$$

$$\lambda_a \quad \text{calor latente de sublimación del agua } -40 \text{ }^\circ\text{C} \quad = 2838,9 \text{ kJ/kg} \quad (24)$$

Reemplazando:

$$Q_2 = 350,9284 * 2838,9 = 996250,63 \text{ kJ}$$

Cálculo del calor total absorbido por el condensador, Q_t :

$$Q_t = Q_1 + Q_2$$

Reemplazando,

$$Q_t = 1660,70 + 996250,63 = 997911,33 \text{ kJ}$$

Cálculo de la Capacidad del Condensador de Hielo, C.

$$C_{\text{COND.HIELO}} = \frac{\text{Carga térmica total}}{\text{Tiempo de funcionamiento}} = \frac{997911,33 \text{ kJ/batch}}{14,5 \text{ h /batch}}$$

$$C_{\text{COND.HIELO}} = 68821,47 \text{ kJ/h} = 19,117 \text{ Kw} = 72606,651 \text{ BTU/h}$$

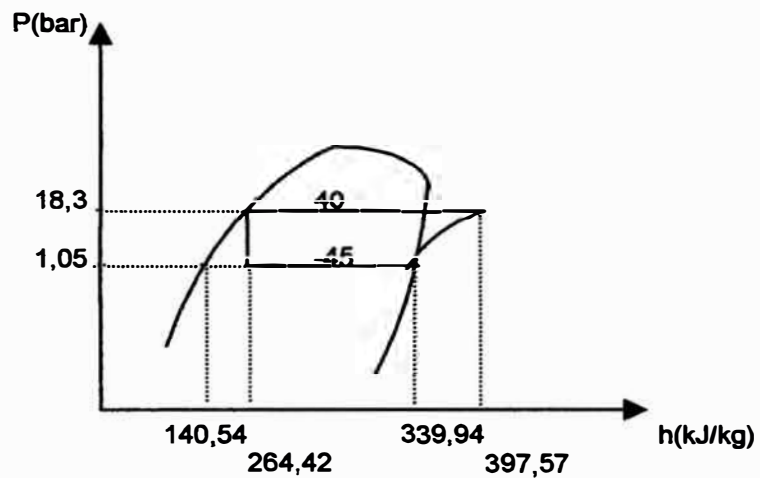
$$C_{\text{COND.HIELO}} = 5,4371 \text{ ton}$$

$$1 \text{ ton refrigeración} = 3,516 \text{ kW}$$

Sistema de refrigeración por compresión de vapor:

Para temperaturas bajas se utiliza el refrigerante R404a. La temperatura del condensador de hielo se diseña para $-40 \text{ }^\circ\text{C}$. La temperatura del evaporador es igual a $-45 \text{ }^\circ\text{C}$.

La temperatura de condensación es de $40 \text{ }^\circ\text{C}$ ($T_{\text{ambiente}} + 15 \text{ }^\circ\text{C}$).



Cálculo del porcentaje de gas de vaporización súbita, x:

$$X = \frac{h_1 - h_f}{h_2 - h_f} * 100 = \frac{264,42 - 140,54}{339,94 - 140,54} = 62,13 \%$$

Cálculo del efecto refrigerante, EF:

$$EF = h_2 - h_1 = 339,94 - 264,42 = 75,52 \text{ kJ/kg}$$

Cálculo del flujo másico del refrigerante R404a, m:

$$m = \frac{Q_t}{EF} = \frac{68821,47 \text{ kJ/h}}{75,52 \text{ kJ/Kg}} = 911,30 \text{ kg/h}$$

Cálculo del calor de compresión, C.C.:

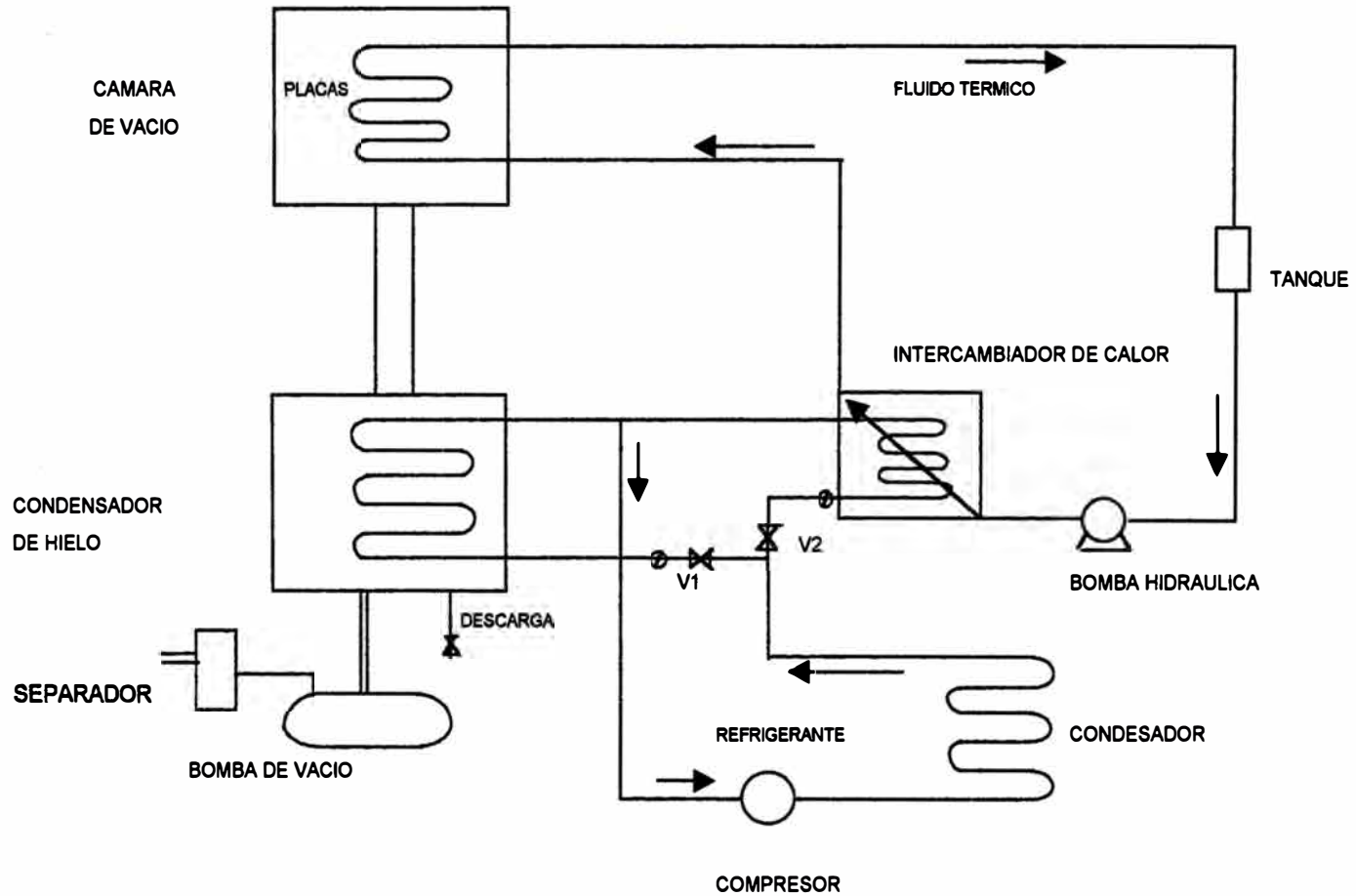
$$C.C. = h_3 - h_2 = 397,57 - 339,94 = 57,63 \text{ kJ/kg}$$

Cálculo de la potencia teórica del compresor, P:

$$P = W * m = 57,63 * 911,30 = 52518,22 \text{ kJ/h} = 14,5884 \text{ kW}$$

Comparando el evaporador 1 (intercambiador de calor) y el evaporador 2 (condensador de hielo), se selecciona el compresor de mayor potencia. El sistema de refrigeración del liofilizador presenta dos válvulas de expansión, para cada evaporador según las temperaturas de diseño (ver figura A8.2).

FIGURA A8.2: SISTEMA INTERNO DE UN EQUIPO LIOFILIZADOR



FLUIDO TERMICO : ETILENGLICOL RANGO DE TRABAJO - 35 C A 40 C

REFRIGERANTE : R404A Ó R507

El factor de servicio del compresor es igual a 1,75 (10):

La Potencia requerida del compresor es igual a, $P_{\text{COMPR.}}$:

$$P_{\text{COMPR.}} = P * F_s = 19,20 * 1,75 = 33,6 \text{ kW} = 44,8 \text{ HP}$$

Se selecciona el compresor de 44 HP.

Calor de rechazo, C.R.:

$$\text{C.R.} = h_3 - h_4 = 397,57 - 264,42 = 133,15 \text{ kJ/kg}$$

Cálculo del calor total de rechazo en el condensador, Q_c :

$$Q_c = m * \text{C.R.}$$

$$Q_c = 911,30 * 133,15 = 121339,595 \text{ kJ/h}$$

Sistema de Vacío

Bombas de Aceite de Difusión

Las bombas de difusión poseen una sustancia (aceite silicónico o de tipo mineral) que por lo general es altamente higroscópica y puede ser capaz de que sus vapores atrapen la humedad residual de la cámara. El vacío alcanzable de las bombas de difusión está en 10^{-7} torr.

Las bombas que producen los más altos vacíos son las bombas secundarias y las bombas de difusión y requieren de una bomba de respaldo para manejar su descarga, es decir una bomba de vacío mecánica que trabaja entre la presión atmosférica y de 5 a 0,05 mmHg; una reforzadora de vacío que funciona entre una descarga de 5 a 0,5 mmHg y una admisión de 0,5 a 0,01 mmHg; y una bomba de alto vacío, generalmente una bomba de condensación que trabaja entre la descarga de 0,5 a 0,01 mm y una admisión de 10^{-4} a 10^{-7} mmHg (10).

Determinación de la Potencia de la Bomba:

Una regla general es que se necesita 1 HP por cada 0,5 m³/min de aire bombeado. Es importante determinar el volumen de aire por minuto.

Como el condensador de hielo se encuentra dentro del liofilizador se le aplica todo el vacío a la cámara del liofilizador.

Normalmente se considera en 25 % del aire a eliminar para compensar en parte las posibles fugas.

Las dimensiones de la cámara (m) son: 4,2 * 2,275

Volumen de aire en la cámara, $v_{\text{aire}} = \pi * D^2/4 * L = \pi * (2,275^2/4) * 4,2 = 17,0727 \text{ m}^3$

Volumen de aire a eliminar, v_{ae} :

$$v_{\text{ae}} = v_{\text{aire}} * 1,25 = 17,0727 * 1,25 = 21,34 \text{ m}^3$$

el que será evacuado en un tiempo de 5 minuto.

Cálculo del caudal o velocidad de evacuación, V_B :

$$V_B = 21,34 \text{ m}^3 / 5 \text{ min} = 4,268 \text{ m}^3/\text{min}$$

Cálculo de la potencia necesaria, P:

$$P = 4,268 / 0,5 = 8,536 \text{ HP}$$

El factor de servicio para bomba rotativa accionada por motor eléctrico, F_s es 1,25.

Cálculo de la potencia real de la bomba, P_{BOMBA} :

$$P_{\text{BOMBA}} = P * F_s = 8,536 * 1,25 = 10,67 \text{ HP}$$

Selección de la Bomba Difusora:

Conociéndose el caudal de la bomba de vacío, se procede a realizar la selección de la bomba de difusión, considerando que el caudal de una bomba de difusión debe ser 30 a 40 veces el caudal de la bomba de alto vacío (10).

Cálculo del caudal de la bomba de difusión,:

$$V_{\text{BD}} = 40 * V_B = 40 * 4,268 = 170,72 \text{ m}^3/\text{min} = 2,8453 \text{ m}^3/\text{s} = 2845,33 \text{ l/s}$$

Por lo tanto se tiene la bomba de difusión

Resistencia de calefacción = 3000 vatios = 3 kW

La cámara tiene válvulas de acero inoxidable que operan neumáticamente, que aíslan la conexión de la línea de vacío, el drenaje, la descarga del agua y el rompimiento del vacío.

ANEXO 9: COSTOS DE PRODUCCION DE 01 HECTAREA DE UÑA DE GATO EN AGUAYTIA (US\$)

TABLA A9.1: COSTOS DE PRODUCCION DE 01 HECTAREA DE UÑA DE GATO EN AGUAYTIA (US\$)

RUBRO	UNIDAD DE MEDIDA	AÑO 1		AÑO 2 Y 3		AÑO 4		AÑO 5 Y 6		AÑO 7	
		CANTIDAD	VALOR	CANTIDAD	VALOR	CANTIDAD	VALOR	CANTIDAD	VALOR	CANTIDAD	VALOR
MANO DE OBRA			696		254		446		254		446
Limpieza de terreno		24	98								
Manejo de sombra	JORNAL	5	26	3	16	3	16	3	16	3	16
trazo y poceo para uña de gato	JORNAL	12	64								
Aplicar roca fosfatada	JORNAL	3	16								
Transplante de uña de gato	JORNAL	14	74								
Preparar estacas: semillas yuca	JORNAL	6	32								
Siembra de estacas de yuca	JORNAL	5	26								
Deshierbos	JORNAL	36	191	40	212	40	159	40	212	30	159
Abonamiento	JORNAL	5	26	5	26	5	26	5	26	5	26
Cosecha y acarreo de yuca	JORNAL	35	143								
Cosechar, descortezar uña de gato	JORNAL					50	204			50	204
Secado, ensecado uña de gato	JORNAL					10	41			10	41
INSUMOS			229		85		92		85		147
Plantas de uña de gato	Kg.	2,5	83			500	17			250	8
Roca fosfatada	Kg.	500	70							250	35
Urea	Kg.	200	47	200	47	200	47	200	47	200	47
Cloruro de potasio	Kg.	150	29	200	39	150	29	200	39	150	29
Costales	UNIDAD					0	0			55	28
TRANSPORTE			30		14		12		14		21
Transporte insumos	Flete/Kilo	850	30	400	14	350	12	400	14	600	21
PROFESIONAL TÉCNICO			160		160		160		160		160
DEPRECIACION			18		18		18		18		18
GASTOS ADMINISTRATIVOS	HECTAREA		29		29		126		29		126
COSTOS DE PRODUCCION	US\$		1163		561		855		561		918
VALOR BRUTO DE PRODUCCION	US\$		840				3600				3600
RESULTADO DE EXPLOTACION	US\$		-323		-561		2745		-561		2682
PRODUCTIVIDAD YUCA	TM/Ha	14									100
PRODUCCION UNA DE GATO FRESCA	TM/Ha					30				30	