

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL



**“ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA DESHIDRATACION
DE COCONA, *Solanum sessiliflorum* Dunal”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO QUIMICO**

PRESENTADO POR:

**CAROL MARCELA CARRERA BALTA
PAULA MERCEDES GUEVARA CASTRO**

LIMA – PERÚ

2012

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. MATERIA PRIMA: COCONA	
1.1 Generalidades	3
1.2 Descripción botánica	4
1.3 Taxonomía	9
1.4 Fisiología del desarrollo	11
1.5 Problemas fitosanitarios	29
1.6 Propiedades de la materia prima	34
1.7 Distribución geográfica	40
1.8 Producción de cocona	42
CAPÍTULO II. PRODUCTO: COCONA DESHIDRATADA	
2.1 Concepto	46
2.2 Especificaciones del producto deshidratado	47
2.3 Usos de la cocona deshidratada	47
CAPÍTULO III. ESTUDIO EXPERIMENTAL	
3.1 Generalidades	49
3.2 Procesos de deshidratación	50
3.2.1 Deshidratador a vacío: Liofilizador	51
3.2.2 Deshidratador de convección de aire	63
3.3 Situación actual de la deshidratación de frutas	66
3.3.1 Panorama Mundial	67
3.3.2 Realidad Peruana	71
3.4 Pruebas realizadas	74
3.4.1 Descripción de las operaciones	74
3.4.2 Pruebas de liofilización	76
3.4.3 Pruebas de secado por estufa	90
3.4.4 Comparación de métodos de secado	91
3.4.5 Tratamiento de datos	92
3.5 Selección y descripción del proceso	94

3.6 Plan de producción y requerimiento de insumos y servicios	95
3.7 Balance de masa y energía de la planta industrial	97

CAPÍTULO IV. DISEÑO DE PLANTA

4.1 Tamaño del proyecto	
4.1.1 Tamaño-Mercado	102
4.1.2 Tamaño-Disponibilidad de materia prima	103
4.1.3 Tamaño-Tecnología	103
4.2 Localización de la planta	104
4.2.1 Localización-Mercado	105
4.2.2 Localización-Cercanía de materia prima	106
4.2.3 Disponibilidad del terreno	106
4.2.4 Disponibilidad de los servicios	106
4.2.5 Clima	106
4.2.6 Política de gobierno	107
4.3 Selección y especificación de equipos	107
4.4 Distribución de planta	110
4.5 Bases de aseguramiento y gestión de la calidad	110
4.5.1 Buenas Prácticas de Manufactura	111
4.5.2 Principios del sistema HACCP	112

CAPÍTULO V. EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA

5.1 Estudio de Mercado	
5.1.1 Precios de materia prima	118
5.1.2 Mercados potenciales de consumo	118
5.1.3 Análisis de la demanda	122
5.1.4 Análisis de la oferta	127
5.1.5 Análisis de mercado	128
5.1.6 Demanda del proyecto	129
5.1.7 Canales de comercialización	129
5.1.8 Precio actual	130
5.2 Inversión	
5.2.1 Inversión en capital fijo	131
5.2.2 Capital de trabajo	133

5.2.3 Cronograma de inversiones	134
5.3 Financiamiento	134
5.4 Presupuesto de Ingresos y Egresos	
5.4.1 Ingresos	135
5.4.2 Costos de producción o manufactura	136
5.4.3 Costos generales	137
5.5 Evaluación Económica y Financiera	
5.5.1 Estados económicos proyectados	137
5.5.2 Estados financieros proyectados	137
5.5.3 Razones financieras	148
5.6 Rentabilidad del Proyecto	
5.6.1 Rentabilidad económica	153
5.6.2 Rentabilidad financiera	155
CONCLUSIONES	158
RECOMENDACIONES	161
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	162
ANEXOS	166

RESUMEN

Se realizó esta investigación para determinar si es factible la deshidratación de cocona, *Solanum Sessiliflorum Dunal*, a nivel industrial que será utilizada por sus propiedades beneficiosas para la salud, ya que de estudios realizados tanto en el Perú (Pardo, 2004) como en otros países se demuestra que la ingesta del extracto de cocona ayuda a reducir el colesterol y la glucosa en la sangre debido a la presencia de la Vitamina B3 (Niacina).

La simulación de la operación de secado se basó en dos métodos: Liofilización y Secado en Estufa. El contenido de humedad en el extracto liofilizado es menor que en el secado en estufa; sin embargo el análisis de niacina reportó 5,54 (extracto liofilizado) y 49,93 (extracto secado en estufa) mg/100g muestra; por lo que se selecciona la técnica de secado en estufa. De las pruebas realizadas en el laboratorio, se determinan que las condiciones óptimas de operación a nivel industrial son: tiempo de secado 4,5 horas, humedad en el producto 6,30% y a una temperatura de secado de 70 °C.

El análisis Económico – Financiero del presente proyecto determina que es rentable, teniendo en cuenta el criterio del Valor Presente Neto (VPN), ya que éste resulta ser mayor a cero; analizando la relación Beneficio/Costo (B/C) resulta mayor a 1. Para ambos casos se logra apreciar el efecto favorable de la palanca financiera al obtenerse un VPN y B/C Financieros mayores que los económicos. El Proyecto presenta un periodo de recupero económico igual a 2,7 años y el financiero de 2,0.

Figura 21: Frutos afectados por Antracnosis mostrando las manchas oscuras y hundidas	31
Figura 22: Ataque de nemátodos al sistema radicular	33
Figura 23: Distribución geográfica	41
Figura 24: Fruto de cocona de tamaño grande	45
Figura 25: Producto alternativo: "Cocona en cápsulas"	48
Figura 26: Esquema del Proceso de Liofilización	52
Figura 27: Tipos básicos por Congelamiento	54
Figura 28: Representación esquemática de la resistencia a la transferencia de calor y masa en la liofilización	55
Figura 29: Representación esquemática de la liofilización de un bloque y la transferencia de calor a través de la capa seca (6)	58
Figura 30: Diagrama de deshidratador por atomización	64
Figura 31: Deshidratador de bandejas	65
Figura 32: Snack de fruta tropical deshidratada	68
Figura 33: Desayuno con frutas deshidratadas	71
Figura 34: Esquema general del proceso	74
Figura 35: Diagrama de operaciones para la obtención de cocona deshidratada	96
Figura 36: Balance de Masa del Proceso de Deshidratación de Cocona (kg / lote)	101
Figura 37: Diagrama de flujo de la Planta Deshidratadora de Cocona	
Figura 38: Distribución de Planta	

Figuras

Figura 1: La Planta de Cocona	5
Figura 2: Estructura de la Planta	5
Figura 3: Hojas con bordes lobulados triangulares irregulares	6
Figura 4: Posición de inflorescencia sub-axilar	7
Figura 5: Fruto de Cocona	8
Figura 6: Periodos Fenológicos del cultivo de cocona	12
Figura 7: Planta sana y vigorosa	13
Figura 8: Tamizado de Sustrato para Almacigo	13
Figura 9: Procedimiento para obtener semilla de cocona	14
Figura 10: Suelo desinfectado y cubierto con hojas por 20 días	15
Figura 11: Procedimiento para la obtención de Sustrato y llenado de Bolsas	15
Figura 12: Llenado de bolsas para almacigo	16
Figura 13: Detalles de dimensiones del vivero y sombra adicional	17
Figura 14: Raleo de sombra en el vivero	17
Figura 15: Detalle de preparación de suelo y distanciamiento de Siembra	18
Figura 16: Detalle de las plántulas	19
Figura 17: Secuencia del trasplante	20
Figura 18: Aporque	20
Figura 19: Fertilización en plantas tiernas y adultas	23
Figura 20: Cosecha y encajonamiento de cocona	25

Figura 39: Diabetes en el mundo	125
Figura 40: Esquema de Balance de Masa – Deshidratación Piloto	186
Figura 41: Balance de Masa: Pelado y Pulpeado – Deshidratación	189
Figura 42. Presión vs. Entalpía - Refrigerante R404a	201
Figura 43. Presión vs. Entalpía - Refrigerante R134a	205

Cuadros

Cuadro 1: Dimensiones de las flores	7
Cuadro 2: Taxonomía	10
Cuadro 3: Nombre científico	11
Cuadro 4: Periodos Fenológicos del cultivo de cocona	12
Cuadro 5 Principales Malezas que se presentan en el Cultivo de Cocona	21
Cuadro 6: Herbicidas para el control de Malezas en el Cultivo de Cocona	21
Cuadro 7: Especificaciones microbiológicas del producto deshidratado	47
Cuadro 8: Especificaciones de cocona deshidratada	47
Cuadro 9: Algunas ventajas y alternativas de aplicación de los productos deshidratados	69
Cuadro 10: Rendimientos promedio de cocona	77
Cuadro 11: Condiciones de operación del liofilizador	79
Cuadro 12: % de humedad del producto liofilizado	84

Cuadro 13: Contenido de niacina en 100 gramos de extracto	84
Cuadro 14: Condiciones de operación del secado en estufa	90
Cuadro 15: Características del producto deshidratado	90
Cuadro 16: Protocolo de Análisis del extracto deshidratado de cocona	91
Cuadro 17: Comparación de Rendimientos y % Humedad en pruebas	92
Cuadro 18: Comparación entre muestras analizadas	92
Cuadro 19: Resumen del Balance de masa en prueba 2	93
Cuadro 20: Resumen Rendimiento y Recuperación en pruebas de deshidratación	94
Cuadro 21: Balance de Masa Global de la Planta Industrial	97
Cuadro 22: Balance de Energía Global de la Planta Industrial	98
Cuadro 23: Programación diaria de la producción de la Planta Industrial	99
Cuadro 24: Requerimiento de servicios de la Planta Industrial	99
Cuadro 25: Requerimiento de mano de obra	100
Cuadro 26: Distribución del personal por turno	100
Cuadro 27: Evaluación para la localización de la planta	105
Cuadro 28: Especificaciones de los equipos de la planta industrial	108
Cuadro 29: Descripción y utilización del producto	112
Cuadro 30: Análisis de peligros de las operaciones identificadas en el diagrama.	114
Cuadro 31: Determinación de los puntos críticos.	115
Cuadro 32: Sistema de vigilancia o monitoreo del control de los PCC.	116

Cuadro 33: Precio promedio en chacra de cocona por departamento (Nuevos soles/ kg	118
Cuadro 34: Variación en la demanda de diferentes formas de cocona (kg)	119
Cuadro 35: Exportación del producto Cocona según sus principales mercados en US\$ (2006-2011)	120
Cuadro 36: Exportación del producto Cocona según sus principales mercados en kg (2006-2011)	121
Cuadro 37: Evaluación de las Exportaciones de la Cocona	122
Cuadro 38: Nuevos casos de enfermedades de diabetes y colesterol en Francia	125
Cuadro 39: Demanda Externa proyectada	126
Cuadro 40: Demanda Total proyectada	126
Cuadro 41: Producción de Cocona por departamentos (TM)	127
Cuadro 42: Rendimiento de Cocona por departamentos (kg/Ha)	128
Cuadro 43: Precios de la cocona deshidratada	130
Cuadro 44: Precios de cocona liofilizada en diferentes presentaciones	131
Cuadro 45: Inversión en Capital Fijo	132
Cuadro 46: Costo de Maquinarias y Equipos (US\$)	132
Cuadro 47: Cronograma de Inversiones	134
Cuadro 48: Servicios de la deuda (MUS\$)	135
Cuadro 49: Precio de Materia Prima (US\$/TM)	138

Cuadro 50: Programa de producción y requerimientos (TM/año)	138
Cuadro 51: Valor de ventas (US\$ del año 0)	138
Cuadro 52: Costo de producción del deshidratado de Cocona (US\$ del año 0)	139
Cuadro 53: Capital de trabajo (US\$ del año 0)	140
Cuadro 54: Estado de ganancias y pérdidas-Evaluación Económica (MUS\$ del año 0)	142
Cuadro 55: Flujo de caja proyectado-Evaluación Económica (MUS\$ del año 0)	143
Cuadro 56: Balance general proyectado-Evaluación Económica (MUS\$ del año 0)	144
Cuadro 57: Estado de ganancias y pérdidas-Evaluación Financiera (MUS\$ del año 0)	145
Cuadro 58: Flujo de caja proyectado- Evaluación Financiera (MUS\$ del año 0)	146
Cuadro 59: Balance general proyectado- Evaluación Financiera (MUS\$ del año 0)	147
Cuadro 60: Índices de rentabilidad	149
Cuadro 61: Índices de actividad	150
Cuadro 62: Índices de apalancamiento	151
Cuadro 63: Índices de liquidez	152

Gráficos

Gráfico 1: Firmeza vs. Días de almacenamiento	27
Gráfico 2: Pérdida de peso vs. Días de almacenamiento	28
Gráfico 3: Temperatura de congelamiento y la presión de vapor	59
Gráfico 4: Primera prueba de liofilización	82
Gráfico 5: Segunda prueba de liofilización	83
Gráfico 6: Periodo de Recupero – Análisis Económico	155
Gráfico 7: Periodo de Recupero – Análisis Financiero	157

Tablas

Tabla 1: Comparación de nutrientes de cocona versus frutas y verduras	34
Tabla 2: Composición química del fruto de cocona	35
Tabla 3: Consumo diario de niacina	37
Tabla 4: Consumo diario de tiamina	38
Tabla 5: Consumo diario de Riboflavina	39
Tabla 6: Consumo diario de vitamina C	40
Tabla 7: Rendimientos según biotipo de cocona	44
Tabla 8: Principales productos exportados	72
Tabla 9: Datos de la primera prueba de liofilización	80
Tabla 10: Datos de la segunda prueba de liofilización	81

INTRODUCCIÓN

La cocona es una fruta tropical de nombre científico *Solanum sessiliflorum* Dunal que pertenece a la familia Solanáceae. De acuerdo al idioma se le denomina *Cocona* (español), *Cubui* (portugués) o *Peach Tomato* (inglés) según el caso. Es una especie nativa de ceja de selva y selva alta de América Tropical, cuya importancia radica en sus características organolépticas y composición química. En el Perú, a pesar que se desarrolla en estado silvestre y ser ampliamente difundida en la región selvática, su cultivo es reducido. Lo antes citado, conjuntamente con la escasa información sobre diversos aspectos de su procesamiento y almacenaje, hace que la producción industrial sea limitada (Cocona Cultivo y Utilización, 1998).

En los últimos años, la producción de cocona en nuestro país ha presentado altibajos. Mientras que en el año 2005 produjo 4 510 toneladas (t), en el 2006 alcanzó 39 290 t, en el 2007 logró 5 868 t y en el 2009 la cantidad producida fue de 7 063 t. De la misma forma el rendimiento de la cosecha ha ido variando, para el año 2005 presentó 7 629 kg/ha, para el 2006 alcanzó los 18 881 kg/ha, en el 2007 logró 6 299 kg/ha y en el 2009 con 5 384 kg/ha (Ministerio de Agricultura del Perú, 2009).

El fruto de la cocona puede ser considerado como un fruto altamente dietético, debido a su bajo aporte calórico y contenidos significativos de fibra alimenticia, lo cual conlleva a que aumente las variedades de formas de consumo.

La cocona en jugo ayuda a controlar el colesterol, exceso de ácido úrico y otras enfermedades causadas por el mal funcionamiento de los riñones y del hígado como se viene demostrando en las últimas investigaciones sobre el efecto de la ingesta del extracto de cocona (Pardo, 2004).

A pesar de estas investigaciones, la deshidratación de frutas tropicales como la cocona no está muy difundida en nuestro país. La literatura no registra diseños de planta que apliquen algún proceso de deshidratación de cocona; cuyo objetivo principal es remover el agua del sólido hasta un nivel en donde el crecimiento microbiológico y el deterioro por reacciones químicas sean minimizadas al máximo por un periodo determinado, lo que permitiría comercializarla dentro y fuera del país; es por ello que la caracterización del proceso y el uso de tecnología, constituyen las bases para cumplir el objetivo del presente trabajo: Estudio de pre-factibilidad para la deshidratación de cocona, *Solanum Sessiliflorum Dunal*.

CAPÍTULO I

MATERIA PRIMA: COCONA

1.1 GENERALIDADES

Estrechamente vinculada a la naranjilla y de multiplicación vegetativa similar, la cocona es una fruta mucho menos conocida fuera de su área de distribución natural. Hubo un momento en que fue erróneamente identificada como *Solanum hyporhodium* A. Br. & Bouché, pero este binomio se abandonó en favor de *Solanum topiro* HBK., que luego fue sustituido por *Solanum sessiliflorum* Dunal. El nombre indio amazónico, *cubiyú*, es un término aplicado a varias especies de *Solanum*, pero alrededor de Manaus en Brasil, se refiere específicamente a *cubiu* *S. sessiliflorum*. Los indios del Alto Orinoco la llaman *tupiro* o *topiro*. Algunos colombianos se refieren a ella como *coconilla*, o como *lulo*, un nombre más a menudo dado a la naranjilla. Casualmente se ha denominado: *tomate melocotón* (peach tomato), o *manzana Orinoco*.

La cocona (*Solanum sessiliflorum*) parece ser nativa de las vertientes orientales de Los Andes del Ecuador, Colombia y especialmente del Perú. Esta especie se encuentra de manera natural entre los 200 y 1000 m de altitud, además se conoce que fue introducida al cultivo hace unos 50 años (Flores, 1996; Villachica, 1996). La cocona crece en zonas con temperaturas medias entre 18 y 30°C, sin presencia de heladas y con precipitación pluvial entre 1500 y 4500 mm anuales.

Aparentemente, se beneficia de una sombra ligera durante sus primeros estados de desarrollo y requiere de buena radiación solar durante el período de fructificación.

En el Perú, se distinguen 4 tipos de cocona:

- a) Pequeñas, de color rojo-morado
- b) Medio, de color amarillo
- c) Redonda, semejante a una manzana, de color amarillo
- d) En forma de pera

La cocona de tamaño medio es la de mayor demanda en el Perú y en especial para jugo.

1.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

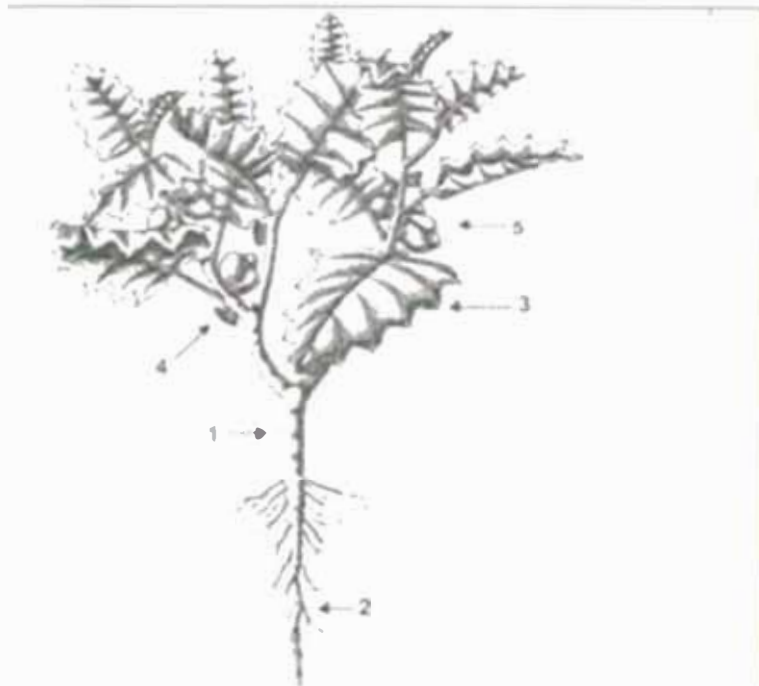
LA PLANTA

La cocona es una planta arbustiva andromonóica, de vigor fuerte, intermedio y débil; de rápido crecimiento, llegando a medir hasta 2 metros de altura, según el ecotipo. Se ramifican desde el nivel del suelo o desde 10 a 15cm de acuerdo al cultivar, constan de una distribución irregular con un patrón de ramificación extensivo (a excepción de algunos que presentan un patrón de ramificación intensivo), sus ramas crecen rectas y arqueadas, con tallos gruesos, semileñosos, cilíndricos y muy pubescentes. Con respecto a la densidad de pubescencia generalmente todos los ecotipos presentan una densidad media y tallo de un color verde; la mayoría de los ecotipos tienen ausencia de espinas en el tallo.

En cuanto a la producción de ramas, existen ecotipos con ramas abundante, media y escasa. El número de ramas primarias varían entre 5 a 6 y el número de ramas secundarias de 3 a 7.



Figura 1: La Planta de Cocona



- 1 Tallos semileñosos, cilíndricos y pubescentes
- 2 La raíz principal se desarrolla a profundidades mayores de un metro
- 3 Las hojas son ovaladas y lobuladas.
- 4 Flores con inflorescencia cimosa de pedúnculo corto
- 5 Los frutos de diferentes tamaño y formas, de 5 a 9 frutos por inflorescencia

Figura 2: Estructura de la Planta

LA HOJA

Las hojas son ovaladas en todos los ecotipos sin excepción, de tamaño grande (42,7 cm a 52,8 cm, de largo y de 37,0 cm a 47,5 cm de ancho), pubescentes, de color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés.

La cocona presenta hojas simples, alternas y con estípulas; con densidad de pubescencia en el haz, y en el envés todos presentan de media a abundante pubescencia, los bordes son lobulados y sinuosos con 19 a 29 lóbulos; triangulares e irregulares; el ápice agudo y la base de la lámina es desigual, con un lado más alto que el otro y los pedúnculos son de 10 a 15cm de largo.

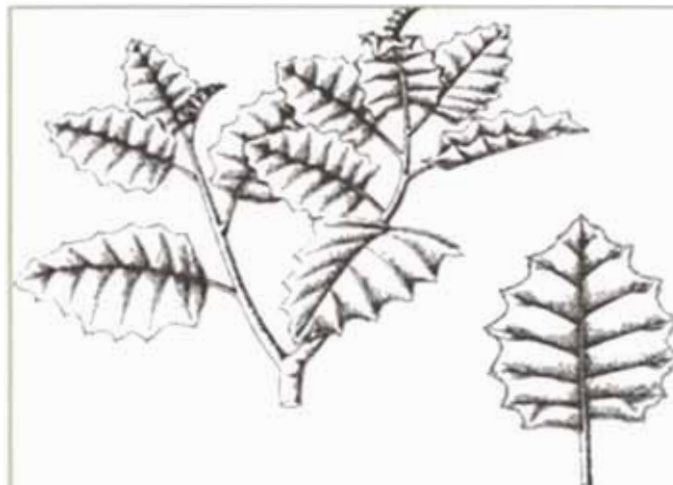


Figura 3: Hojas con bordes lobulados triangulares irregulares

LAS FLORES

Las flores son completas y perfectas, presentan una inflorescencia cimosa de pedúnculo corto con 5 a 9 flores con una posición subaxilar, pétalo verde claro y un color de sépalo verde oscuro, característica de todos los ecotipos.

La polinización es alógama en un gran porcentaje por acción del viento, insectos y agua.

Cuadro 1: Dimensiones de las flores			
	Largo (mm)	Diámetro (mm)	Ancho (mm)
Flores en racimos axilares cortos	20,74 - 24,41	26,06 - 39,36	-
Pedúnculo	6,10 - 8,02	2,14 - 3,20	-
Pétalos	16,37 - 25,28	-	7,78 - 11,55
Sépalos	14,29 - 17,99	-	7,34 - 9,92

El cáliz se presenta profundamente partido, con segmentos cortos, ovados, agudos y con 5 sépalos duros de forma triangular, color verde, y con abundante pilosidad en la parte externa, corola de forma estrellada, con un tubo bien corto y con segmentos ovados-oblongos, además de 5 pétalos de color claro o ligeramente amarillo con corola rotada y estrellada en 5 lóbulos, 5 estambres subsésiles y más pequeños que la corola, ovario trigono ovoideo, hirsuto.

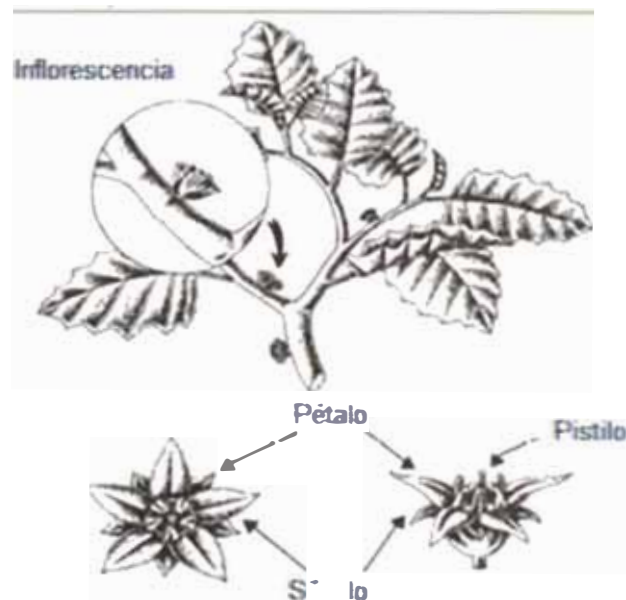


Figura 4: Posición de inflorescencia subaxilar

LOS FRUTOS

Los frutos maduros son de color amarillo pálido, anaranjado manchado o rojo; la pulpa es acuosa, con una firmeza intermedia y blanda de color

amarillo a amarillo blancuzco, de agradable aroma, ligeramente ácida. El epicarpio es una capa delgada, lisa, suave y cubierta, según la variedad, por una pubescencia fina y purulenta, que presenta coloraciones diferentes a la madurez, con maduración uniforme y algunas veces pobre. Las cavidades de las semillas presentan una forma irregular en algunos ecotipos mientras que en otros en forma regular y redonda. Los frutos presentan longitudes de entre 52 mm y 84 mm, y su diámetro entre 50 mm y 78 mm; el número de lóbulos es de 4 a 5, el grosor de pulpa oscila entre 5 mm y 12 mm, el peso de pulpa en los frutos presenta rangos entre 34 g y 185 g.



Figura 5: Fruto de cocona

LAS SEMILLAS

Las semillas son numerosas, de tamaño pequeño, de forma redonda, globular, reniforme u oblata, de 1,89 mm a 2,76 mm de largo, y un diámetro de 2,40 a 3,06 mm; se encuentra envuelta en un mucilago transparente, de sabor ácido y aroma agradable; agrupadas de la misma forma que el tomate, desarrollan desde 1 367 hasta 2 491 semillas por fruto, con un peso total de entre 1,6941 y 3,6149 g, teniendo en cuenta que 100 semillas representan un peso entre 0,1016 y 0,1693 g.

1.3 TAXONOMÍA

La cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) pertenece a la familia Solanaceae, la que contiene entre 2 000 a 3 000 especies con formas arbóreas, arbustivas, epífitas y trepadoras (Heywood, 1979), algunas de las cuales son importantes invasoras de otros cultivos, venenos, medicinales, ornamentales y cultivos alimenticios, por ejemplo, tomate, pimentón, berenjena y la papa.

El género *Solanum* presenta el mayor número de especies, aproximadamente 1 400, existente en casi todo el mundo, la mayor parte de ellas se encuentran en América Tropical (D'Arcy, 1973). *S. sessiliflorum* es un componente de la sección Lasiocarpa, de modo que está filogenéticamente relacionada con la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) (Wahlen et al., 1981). De acuerdo con Brücher (1968), la cocona posee $2n = 24$ cromosomas, que es comparable con las demás especies de la sección Lasiocarpa y las especies diploídicas del género *Solanum*.

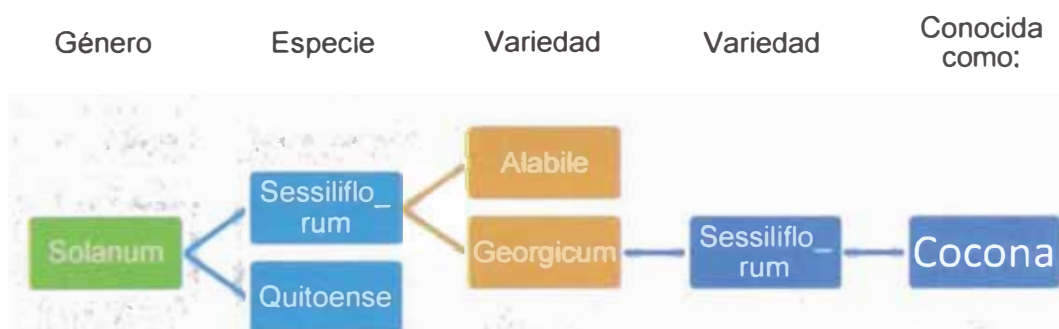
La cocona es muy variable en cuanto a tamaño, forma, peso, contenido químico, etc. (Pahlen, 1977; Silva Filho et al., 1998). Estas variaciones son plenamente reconocidas en las localidades donde se cultiva. Los indios del río Cenepa, en el Departamento Amazonas (Perú), usan cuatro etnovariedades tan distintas que pueden ser consideradas como especies diferentes, pero fueron reconocidas como *S. sessiliflorum* por Schultes y Romero-Castañeda (1962). Los mismos investigadores documentaron la presencia de algunos materiales genéticos nombrados como cultivos en el Amazonas colombiano. Ellos dictaminaron que dos de ellas eran suficientemente distintas como para ser consideradas especies separadas de *S. Sessiliflorum*, y propusieron los nombres *S. alabile* y *S. georgicum*.

La especie *Solanum alabile*, originaria del río Putumayo, en el Amazonas colombiano, tiene frutos muy grandes (superior a 10 cm de diámetro), son más dulces y menos ácidos que los de las otras formas de *S. sessiliflorum*. Wahlen et al. (1981) cuestionaron el estado de esta especie, pues la consideran solamente como una variante extrema y no la aceptaron como válida.

La otra especie, *S. georgicum*, fue aceptada por Wahlen et al. (1981) como *S. sessiliflorum* var. *georgicum* y es de gran interés porque es la posible progenitora de las etnovariedades de *S. sessiliflorum*, agrupadas en la var. *sessiliflorum*. El tronco, ramas y las hojas de la var. *georgicum* contienen espinas, y los frutos tienen forma de globos y son relativamente pequeños, características que pueden ser ancestrales de *S. sessiliflorum* var. *sessiliflorum*.

La pérdida de espinas y crecimiento en tamaño y variedad de frutos son resultados típicos de la práctica de selección hecha por el hombre durante el proceso de domesticación. Las dos variedades son totalmente compatibles al cruzarse (Heiser, 1972). El nombre *Solanum topiro* es un sinónimo que aún se encuentra en la literatura.

Cuadro 2: Taxonomía



Cuadro 3: NOMBRE CIENTIFICO	
Reino	Vegetal
División	Espermatofita
Sub-división	Angiospermas
Clase	Dicotiledónea
Sub-clase	Simpétala
Orden	Tubiflorales
Familia	Solanáceae
Genero	Solanum
Especie	<i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal
Nombre común	"cocona", "topiro" (Español), "cubui" (Portugués), "Peach tomato" (Inglés).
Sinónimo aceptado	<i>Solanum topiro</i>

1.4 FISIOLÓGÍA DEL DESARROLLO

La cocona es un cultivo anual o semi-perenne que se produce entre 5 a 6 meses después del trasplante y se prolonga hasta los 9 meses que decae su producción; sin embargo el aprovechamiento para los agricultores se debe hacer hasta los 12 meses y renovar anualmente el cultivo.

Durante todo su periodo, presenta seis etapas y tres fases fenológicas:

Etapa 1: La etapa de la siembra a la germinación

Etapa 2: De la germinación hasta el apareamiento de la primera hoja lobulada

Etapa 3: Del apareamiento de la primera hoja lobulada al trasplante

Etapa 4: Del trasplante al inicio de floración

Etapa 5: Del inicio de floración a la fructificación

Etapa 6: Y posteriormente a la cosecha.

Las fases que presentan son:

Fase vegetativa

Fase reproductiva

Fase de maduración o cosecha.

Cuadro 4: Periodos Fenológicos del cultivo de cocona					
Fase Vegetativa			Fase Reproductiva		Fase Maduración
Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5	Etapa 6

PERIODOS FENOLOGICOS DEL CULTIVO DE COCONA

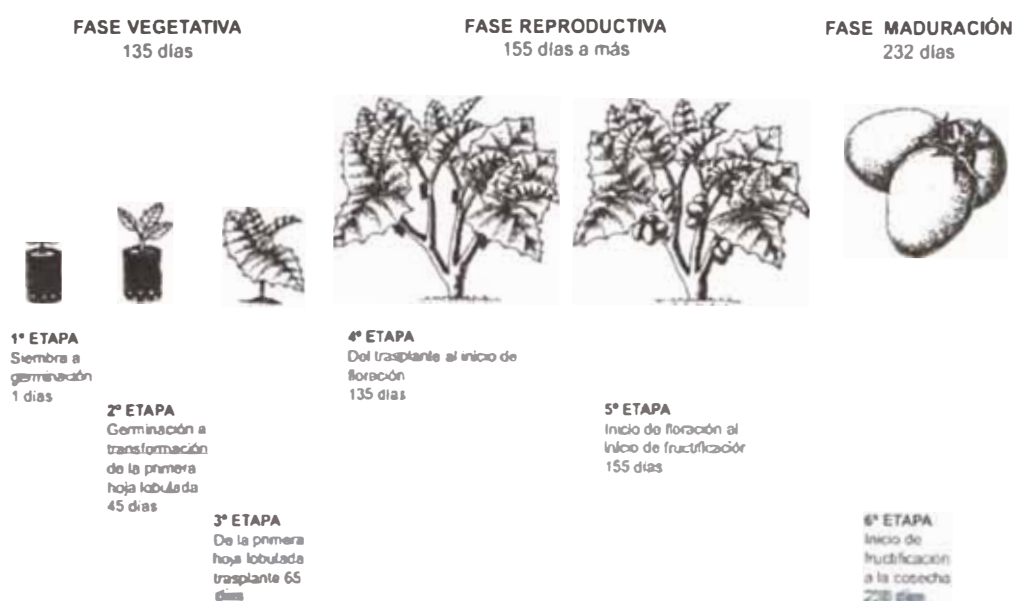


Figura 6: Períodos Fenológicos del Cultivo de Cocona

CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO

Propagación y manejo en el almácigo: La forma de propagación se realiza por semilla botánica obtenida de frutos maduros, cada fruto contiene de 1 367 a 2 491 semillas y la cantidad de 100 semillas tiene un peso aproximado de 0,159kg.

Obtención de la semilla: La semilla se obtiene de plantas seleccionadas que presentan buenas características agronómicas como vigor, buena producción, ausencia de enfermedades o plagas principales

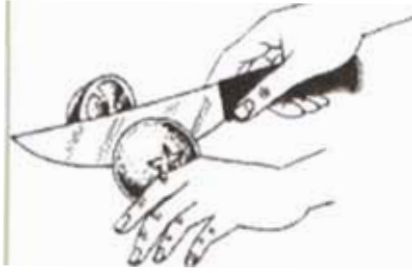
Figura 7: Planta sana y vigorosa



Preparación del sustrato para el almácigo: El sustrato se prepara mezclando suelo negro, arena y materia orgánica o humus de lombriz en una proporción 3:1:1, para desinfectar posteriormente con fungicida, se aplica mezclando el suelo, se cubre con hojas de plátano o plástico por 20 días.



Figura 8: Tamizado de Sustrato para Almácigo



Corte de fruto para obtener semilla



Eliminación del mucílago con agua



Lavado de semilla



Desinfección de semilla



Envasado de semilla



Semilla lista para refrigerar

Figura 9: Procedimiento para obtener Semilla de Cocona

Una vez desinfectado el suelo se procede al llenado del sustrato en bolsas de polietileno negro de medidas 6 x 10 x 2 cm, luego se siembra

de 4 a 5 semillas por bolsa a una profundidad de 0,5 cm para obtener 400 bolsas, se utilizan aproximadamente 300 kg de tierra orgánica o mantillo y 170 kg de materia orgánica, cada una de las bolsas de 1 kg de suelo. La germinación de las semillas aparece entre los 15 y 18 días.



Figura 10: Suelo desinfectado y cubierto con hojas por 20 días

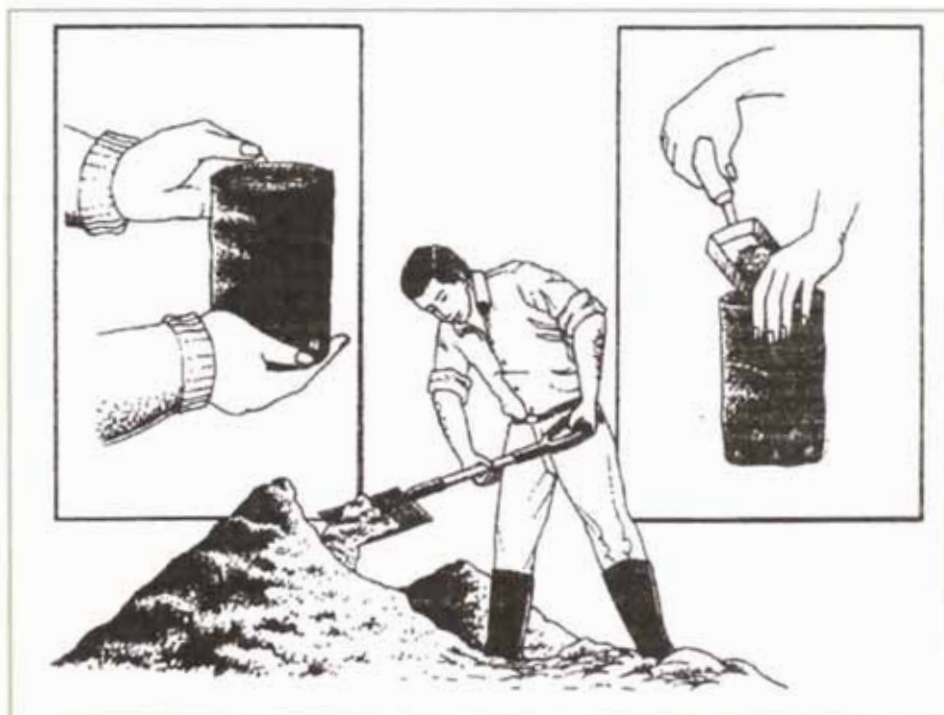


Figura 11: Procedimiento para la obtención de Sustrato y llenado de bolsas

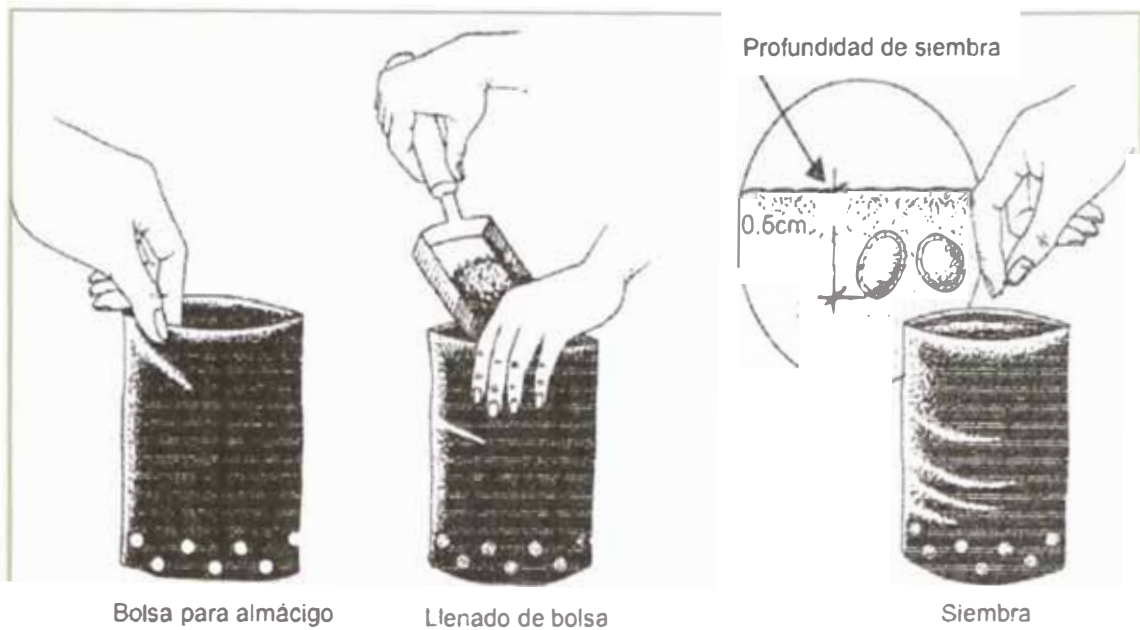


Figura 12: Llenado de bolsas para almácigo

Tinglado y manejo del almácigo: El tinglado para el almácigo instalado, es una cama con una altura de 1,70 m. preparada con bambú, material de la zona y que permite el drenaje cuando llueve. Se colocan las bolsas llenas y sembradas del ecotipo escogido. Si la germinación no ha sido completa debe realizarse una resiembra oportuna, para obtener uniformidad en el trasplante.

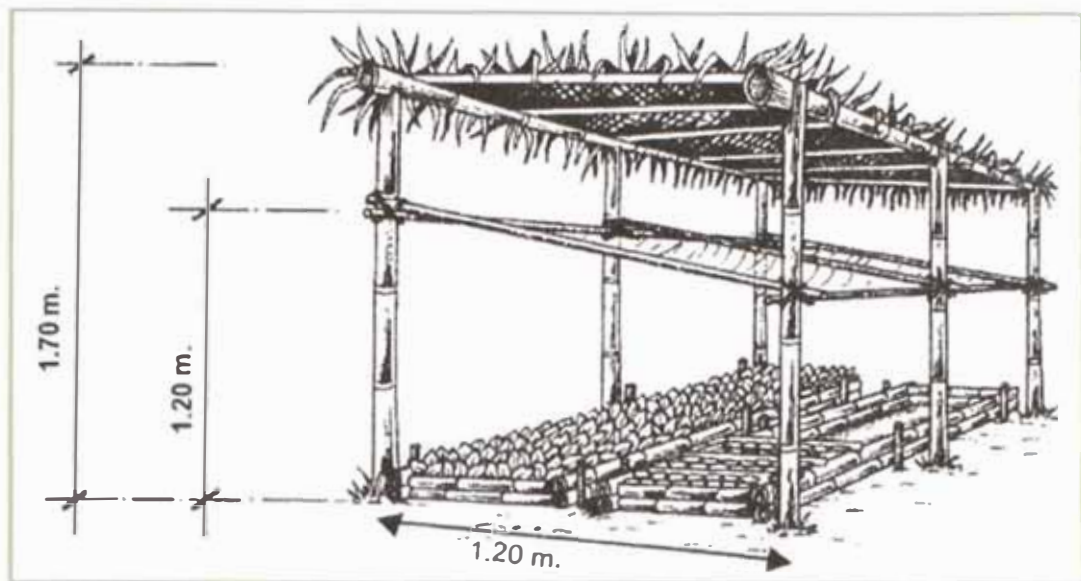


Figura 13: Detalles de dimensiones del vivero y sombra adicional

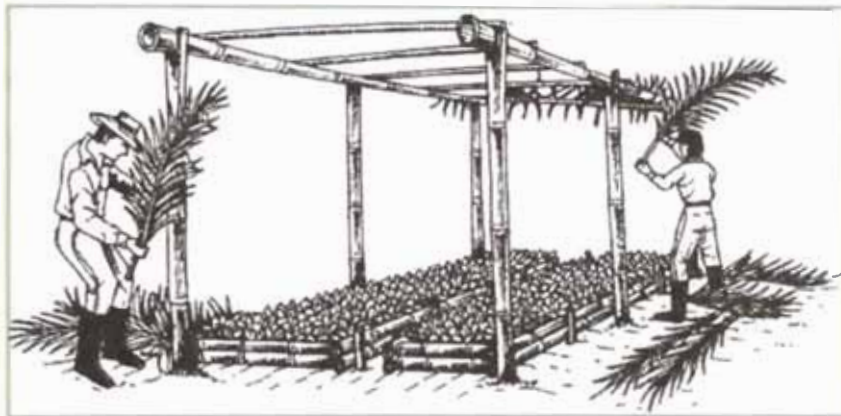


Figura 14: Raleo de sombra en el vivero

Trasplante a campo definitivo: Es importante una buena preparación del campo para el cultivo, mientras se efectúan los trabajos en los semilleros para producir el material del trasplante, se prepara la tierra del campo para establecer el cultivo.

Elección del terreno: Para realizar el trasplante es importante elegir un terreno ligeramente alto, con buen drenaje para evitar la acumulación de agua, principalmente en la época lluviosa, debe ser plano para ser

mecanizado. Si el terreno no es plano es necesario que el suelo sea de preferencia suelto.

Delimitación y limpieza del terreno: El área escogida debe delimitarse unas semanas antes del trasplante, posteriormente realizar una limpieza manual del área delimitada, dejando la maleza incorporada en el campo donde se instalará el cultivo.

Preparación del terreno: Si el área delimitada es plana, se puede preparar en forma mecanizada, realizando una pasada de arado de disco profundo; para facilitar la penetración de raíces, seguido de rastra en cruce para que el suelo quede bien mullido para favorecer las labores de trasplante y de prendimiento de las plantas. Si el terreno presenta desniveles es necesario construir drenajes para ayudar a mantener el nivel.

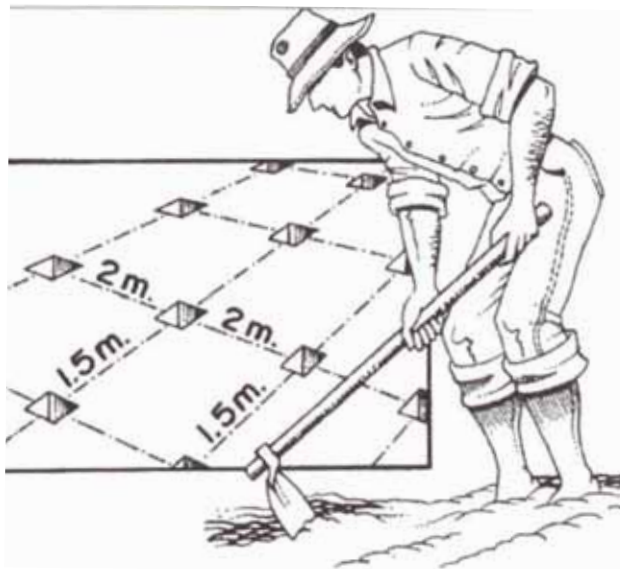


Figura 15: Detalle de preparación de suelo y distanciamiento de siembra

Establecimiento del cultivo: Después de la preparación de la tierra, se inicia el establecimiento del cultivo en el campo. Cuando las plantas se

encuentran a una altura de alrededor de 25 cm con un número de 3 a 4 hojas se trasplanta. La selección del material de trasplante es necesario para eliminar plantas débiles y afectadas por plagas y enfermedades, también permite la obtención de material uniforme. Los hoyos para el trasplante son de 30 cm de profundidad para colocar las plantas. Es importante el riego continuo si es que no hay precipitación para lograr el prendimiento de las plántulas. Es absolutamente necesario retirar las bolsas al trasplantar y el tiempo en el traslado de las plántulas al campo y el trasplante debe ser corto y la labor se debe ejecutar por la tarde o bien temprano o durante días frescos.

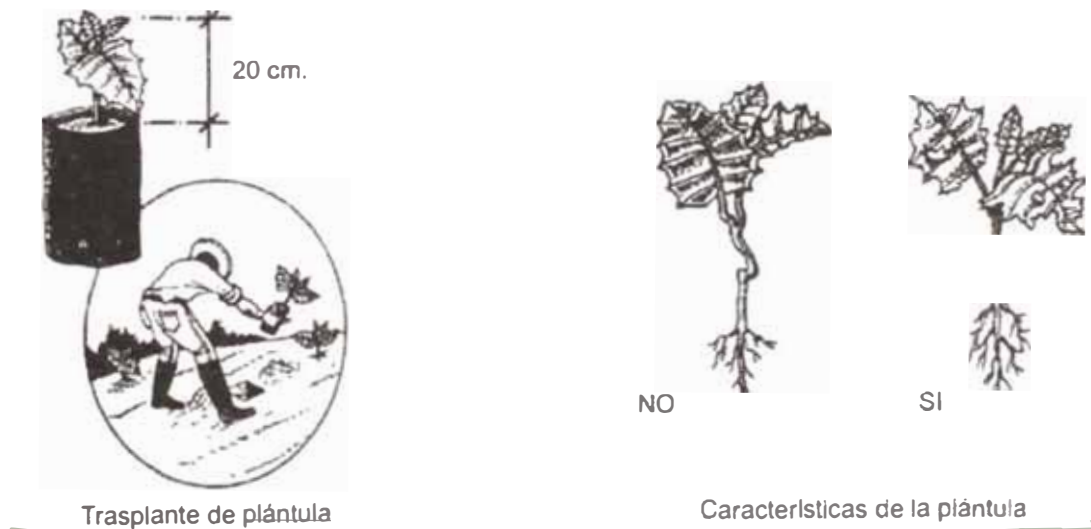


Figura 16: Detalle de las plántulas

MANEJO DEL CULTIVO

Aporque y control de malezas: El aporque consiste en arrimar la tierra

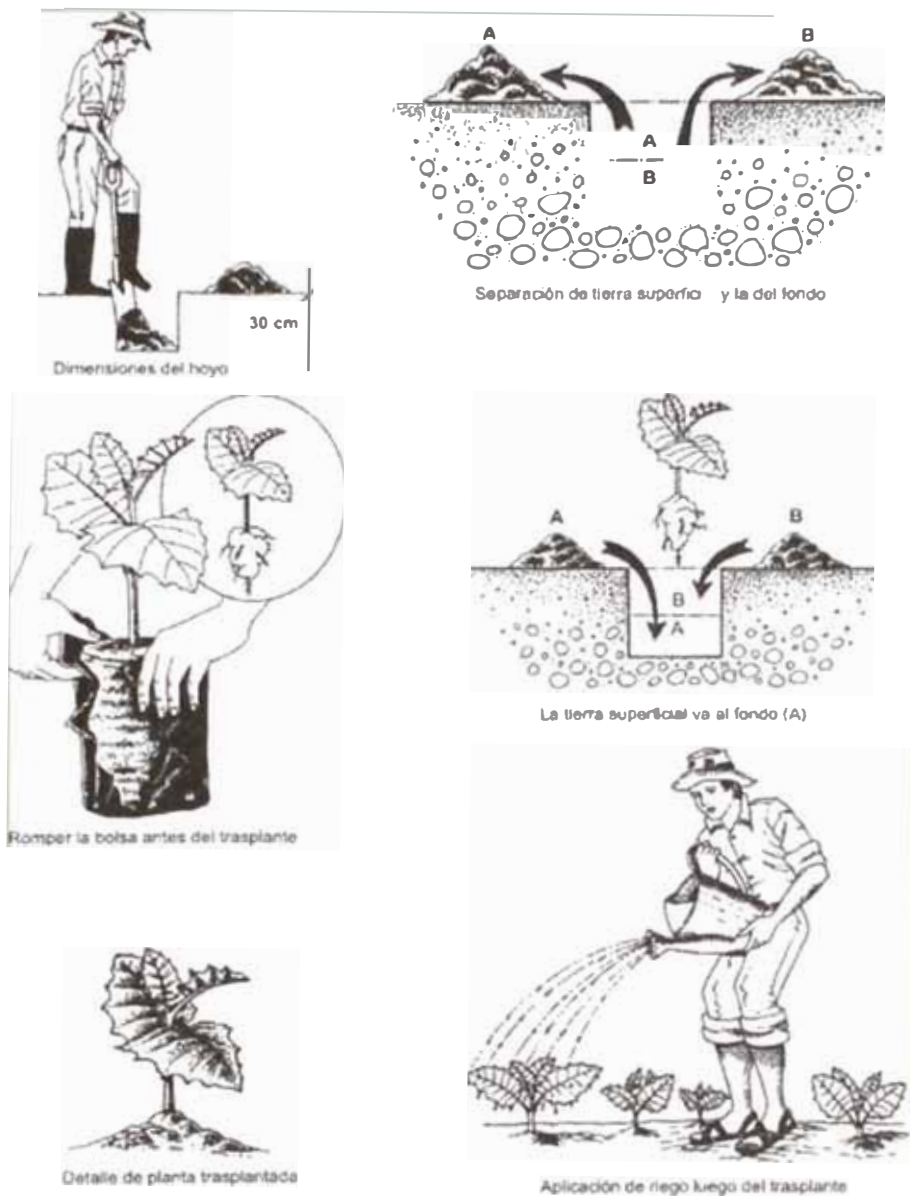


Figura 17: Secuencia del trasplante

al pie de las plantas, para evitar el vuelco de las plantas principalmente aquellas que se ramifican desde la base y evitar el resquebrajamiento por el peso de las ramas y frutos, aumentar el espacio para el desarrollo de las raíces y controlar malezas.

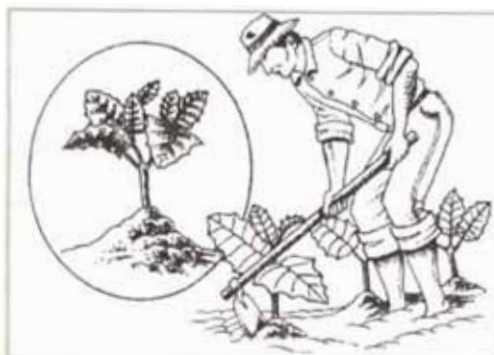


Figura 18: Aporque

El aporque se puede realizar a los 4 meses del trasplante; no debe ser muy profundo para evitar que se dañe el sistema radicular de la planta.

Además se debe colocar un tutor para mantener el peso de la rama y evitar que se rompa y disminuya la producción. El control de la maleza es importante principalmente en las primeras etapas del cultivo para lograr un buen desarrollo y crecimiento de la planta y también para que el cultivo aproveche eficientemente los nutrientes del suelo.

Cuadro 5: Principales Malezas que se presentan en el Cultivo de Cocona

Nombre Común	Nombre Científico
Colcha	<i>Digitaria sanguinalis</i> L.
Comelina	<i>Comelina</i> sp.
Sachamalva	<i>Malachra capitata</i> L.
Coquito	<i>Cyperus</i> sp.
Sinchipichana	<i>Sida rhombifolia</i> L.
Remolina	<i>Papalum virgatum</i>
Matapasto	<i>Pseudel ephantopus spicatus</i>
Arrocillo	<i>Echinochloa colonum</i> L.

Cuadro 6: Herbicidas para el control de Malezas en el Cultivo de Cocona

Malezas Controladas	Producto	Dosis/Ha Comercial	Por mochila de 15L	Momento de Aplicación
Gramíneas	Gramoxone	2,0L	80cc	Post Emergente
Gramíneas	Roundup	1,5L	120cc	Post Emergente
Hoja Ancha	Hedonal	2,5L	100cc	Post Emergente
Hoja Ancha y gramíneas	Glifoklin	3,0L	120cc	Post Emergente

RIEGO Y DRENAJE

La cocona resiste bien a la sequía pero es preciso suministrar agua para no disminuir el rendimiento después del trasplante si el suelo se encuentra debajo de su capacidad de campo debido a la falta de lluvia. La capacidad de retención de agua por parte del suelo influye en la frecuencia del riego así, los suelos arenosos requieren mayor frecuencia del riego.

PODA

Se puede aplicar poda sanitaria, de formación y de mantenimiento. La *poda sanitaria* se realiza después del trasplante una vez que haya prendido las plántulas, se retiran las hojas marchitas y las hojas enfermas aplicando un fungicida adecuado; también se cortan las hojas en plantas adultas cuando éstas están enfermas. Esta poda se hace para evitar la propagación de enfermedades principalmente la *Alternaria sp.* Cuando las plantas adultas son atacadas en ramas o tallos principales se puede podar las ramas o tallos enfermos dejando el corte sesgado y aplicando un fungicida cúprico para proteger y evitar que penetre algún hongo por efecto de la humedad.

La *poda de formación* sirve para eliminar los brotes basales a una altura de 40 cm para permitir la mayor incidencia de luz y aire al cultivo, con la finalidad de evitar un microclima húmedo que favorecería al ataque de patógenos. La *poda de mantenimiento*, se realiza para eliminar los chupones, ramas secas con poca producción que se entrecruzan y dificultan la cosecha o el control sanitario.

FERTILIZACIÓN

En la zona de Loreto se ha obtenido buenos resultados utilizando la formulación 150-120-100 de N1, P205 y K20, es decir 98 g de Úrea, 78 g de Super fosfato triple y 50 g de Cloruro de potasio por planta; fraccionada en 2 partes de acuerdo al siguiente procedimiento:

- La primera aplicación se debe realizar a los 25 días del trasplante, 1/3 de la dosis: 33 g de Úrea, 26 g de Superfosfato triple y 17 g. de Cloruro de potasio por planta.
- La segunda aplicación se realiza a los 3 meses después del trasplante; 2/3 de la dosis: 65 g de Úrea, 52 g de Super fosfato triple y 33 g de Cloruro de potasio por planta.

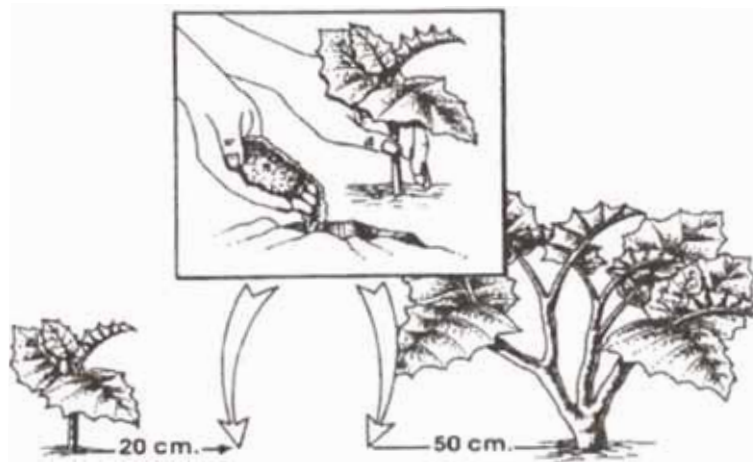


Figura 19: Fertilización en plantas tiernas y adultas

COSECHA

Es una labor que se realiza en forma manual directamente de las ramas cuando los frutos alcanzan su madurez fisiológica, momento en que se nota un cambio de coloración del fruto que indica el inicio de la maduración, la extracción de frutos se hace con la ayuda de una tijera de podar debido a la pubescencia de los tallos, hojas y frutos.

La cosecha empieza a los 5 ó 6 meses del trasplante y continúa cada 15 días, durante 6 meses en que termina la mejor producción.

Cosechar los frutos es molesto por lo que se recomienda, tomar precauciones de protección a la vista y el uso de una vestimenta con manga larga para evitar el roce directo de los tallos y hojas con la piel debido a la pubescencia puede ocasionar irritación en la vista y molestias en la piel; los frutos deben colocarse en cajones para su traslado y evitar que se golpeen si es que están maduros totalmente; si éstos están iniciando su maduración pueden trasladarse en costales pero con cuidado.

PRINCIPALES FACTORES DE PRODUCCIÓN

Clima: Crece en zonas con temperaturas medias entre 18°C y 30°C, sin presencia de heladas y con precipitación pluvial distribuida entre 1 500 y 4 500 mm y humedad relativa de 70 a 90% por año. Aparentemente se beneficia con una sombra ligera (durante los primeros estados de desarrollo). Se encuentra cultivada en zonas con altitudes desde el nivel del mar hasta los 1 500 m.s.n.m.

En Loreto, se desarrolla muy bien en cualquier época del año, teniendo en cuenta un suelo bien drenado en época de lluvia, de preferencia se debe trasplantar en los meses de inicio de época seca para evitar problemas de drenaje, ya que la precipitación promedio anual en la zona es de 3 400 mm. y el cultivo se puede ver afectado por ataque de enfermedades y marchitez por exceso de agua.



Figura 20: Cosecha y encajonamiento de cocona

Suelos: Se cultiva en los distintos tipos de suelos, preferiblemente en suelos de textura arcillosa a franca y rica en materia orgánica y con buen drenaje. Los ecotipos de frutos pequeños toleran suelos pesados y resisten mejor a las enfermedades. Las variedades más grandes e intermedias son más exigentes en suelos y sensibles a enfermedades.

Está adaptada a suelos ácidos de fertilidad baja a alcalinos de buena fertilidad. En la zona de Loreto desarrolla bien en suelos arenosos de reciente formación y de preferencia que no haya existido ningún cultivo anterior susceptible al ataque de nemátodos y contaminado con otras enfermedades. Si los suelos destinados al cultivo son de desmonte de selva, no es indispensable el abonamiento y si el cultivo se siembra después de una cosecha anterior es importante abonar el suelo, mucho

mejor con un análisis previo para determinar los requerimientos necesarios de nutrientes.

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA CONSERVACIÓN DEL FRUTO

La temperatura es el factor más importante en la conservación de la calidad de los frutos y vegetales cosechados. Disminuyendo la temperatura tanto para productos climatéricos como no climatéricos disminuye su tasa de deterioro, manteniendo la calidad por más tiempo y por ende la vida útil.

La maduración normal de los frutos se da en un rango particular de temperatura entre 10 y 30°C, sin embargo, la mejor calidad de los frutos se desarrolla generalmente a temperaturas de maduración entre 20 y 30°C.

A continuación se expone el efecto de la baja temperatura en la fisiología del fruto de cocona.

- **Cambio de color**

En los frutos almacenados a 7°C a partir del día 7 de conservación la coloración de la corteza se torna marrón oscura. Desde el día 9 y hasta el día 12 los frutos presentan síntomas de daño por frío, los cuales se manifiestan como manchas de color marrón en pequeñas depresiones de la corteza.

Generalmente, las partes afectadas por el daño por frío se reblandecen y se presenta ataque por microorganismos. Los daños son consecuencia de un desequilibrio en el metabolismo y de la

pérdida de firmeza y como se observa están en función del tiempo de almacenamiento, el grado de madurez y la temperatura de conservación.

Los frutos almacenados a 11°C manifiestan cambios en la corteza aunque la intensidad es menor y el tiempo para la aparición de las lesiones es mayor y menos pronunciado. Estos cambios generalmente se presentan hacia los 14 días de la conservación y son producto del inicio de los procesos de deshidratación y senescencia.

- **Firmeza**

La consistencia de la fruta de cocona almacenada a 7°C se ve afectada por las condiciones de baja temperatura. Durante el almacenamiento el nivel de firmeza disminuye, observándose una mayor intensidad en los frutos almacenados a 11°C, producto de una mayor actividad enzimática sobre la composición de las paredes celulares (celulosas, hemicelulosas y pectinas).

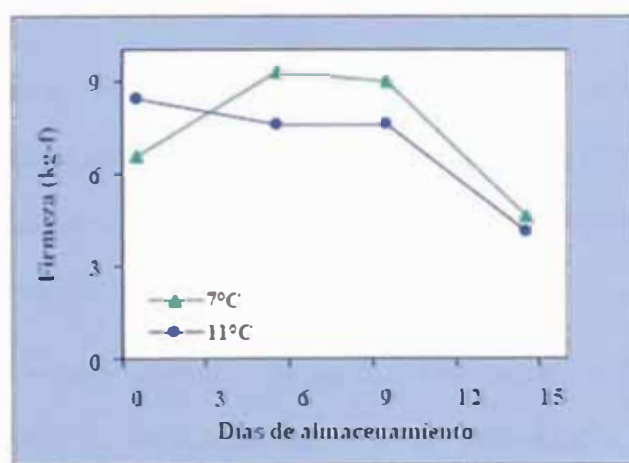


Gráfico 1: Firmeza vs. días de almacenamiento

- **Pérdida de peso**

Los frutos almacenados a 7°C presentan mayor pérdida de peso, con relación a los refrigerados a 11°C. A pesar de que las velocidades de los procesos de respiración y transpiración disminuyen por efecto de la baja temperatura, la deshidratación de la piel y los daños que se generan a la temperatura de 7°C producen mayores pérdidas de peso en menor tiempo.

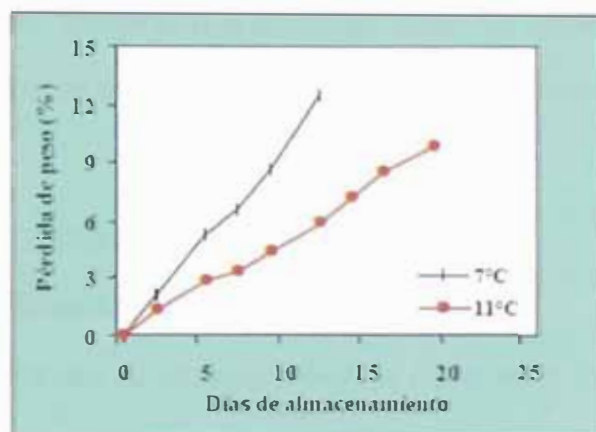


Gráfico 2: Pérdida de peso vs. días de almacenamiento

- **Intensidad de respiración**

Al valorar el comportamiento de los frutos bajo condiciones de 15°C se obtiene una vida útil de 19 días, en contraste, con el periodo de 9 y 14 días de vida útil alcanzado en los frutos almacenados a 7°C y a 11°C respectivamente.

Durante la refrigeración de los frutos de cocona a 7°C y 11°C no se presentan cambios significativos en las intensidades respiratorias. Sin embargo, a partir del día 10 los frutos refrigerados a 7°C exhiben

tasas respiratorias mayores con relación los frutos almacenados a 11°C.

La intensidad respiratoria de los frutos de cocona almacenados a bajas temperaturas se ve disminuida con respecto a la temperatura de maduración (15°C). No obstante, se observa que a una temperatura de 7°C, la manifestación de daños por frío, los cuales inducen cambios en las propiedades físicas de las membranas celulares, limitan la vida útil de los frutos. La actividad respiratoria de los frutos de cocona almacenados a 11°C es menos intensa hasta el día 14.

1.5 PROBLEMAS FITOSANITARIOS

PLAGAS Y ENFERMEDADES EN PLANTULAS

A nivel de plántulas se observa presencia de larvas e insectos comedores de hojas, para lo cual se realizan aplicaciones oportunas con insecticidas, como: Tamarón para prevenir el ataque de estas plagas; efectuándose dos aplicaciones cada 15 días el primer mes y posteriormente cada mes.

Para el control de enfermedades, es importante prevenir en la etapa de desarrollo del cultivo, desinfectando el suelo con algún fungicida o con agua caliente para eliminar los hongos del suelo para el control de la enfermedad causada por el hongo *Rhizotocnia solani* Khun, denominada "Chupadera"; se recomienda aplicar CUPRAVIT.

ENFERMEDADES EN COCONA

TIZÓN DE LA COCONA

Enfermedad causada por *Alternaria* sp. tiene un amplio rango de hospedantes causando en ellos manchas foliares y quemaduras en muchas partes de la planta.

Esta enfermedad es relativamente nueva, su presencia data a partir de 1998, desde entonces su nivel de incidencia y distribución se ha amplificado constituyéndose en una de las principales enfermedades de la cocona. El hongo ataca los tallos, hojas, flores y frutos; en almácigos puede causar síntomas similares al de la "chupadera".

En las hojas se presentan pequeñas manchas circulares de color café frecuentemente rodeado de un halo amarillo. A medida que la enfermedad progresa, el hongo puede atacar los tallos, flores y frutos. Este hongo puede sobrevivir en semillas, suelos, residuos de cultivos infestados y malezas; a partir de éstos es dispersado con la ayuda del viento, agua, insectos, trabajadores, herramientas e implementos agrícolas.

Esta enfermedad tiene mayor incidencia en la época lluviosa y es más severa cuando las plantas están estresadas por abundante fructificación, ataque de nemátodos o deficiencias nutricionales. Para su prevención y/o control se recomienda realizar aplicaciones alternadas de los fungicidas Brestan 10 g/mol de 20 l y Bravo 30 ml/mol de 20 l.

ANTRACNOSIS

La enfermedad es causada por el hongo *Colletotrichum gloesporoides penz.*, que puede infectar a un amplio rango de hospedantes. Esta enfermedad afecta mayormente en frutos cercanos a la madurez, debido a que las ramas

por el peso tienden a caer y rozan con el suelo húmedo; los síntomas que presentan son canchales o manchas marrones oscuras y hundidas en el fruto. Generalmente no es un problema serio ya que puede ser controlado oportunamente; en los tallos aparecen varias manchas oscuras. Para su control se recomienda la aplicación de Ridomil a una dosis 1.5 Kg./Ha.



Figura 21: Frutos afectados por Antracnosis mostrando las manchas oscuras y hundidas

Para prevenir ambas enfermedades mencionadas se recomienda no realizar siembras continuas de cocona en una misma área porque los cultivos viejos sirven de fuente de inóculo de estas enfermedades para nuevos cultivos, es importante seleccionar terrenos que estén rodeados de gramíneas ya que estos no son hospederos de esta enfermedad.

La utilización de semilla certificada es importante para evitar la enfermedad así como el abono con materia orgánica y uso de leguminosas fijadoras de nitrógeno en la rotación de cultivo, ya que incrementa la fertilidad del suelo y elimina parte del inóculo de la enfermedad. Además es importante destruir las plantas viejas de cocona y restos de cosecha.

VIROSIS

La virosis es una enfermedad que ataca al cultivo presentando características de mosaico y encarrujamiento en las hojas. Las plantas infectas reducen considerablemente su rendimiento.

El control de las enfermedades virosas en el cultivo se realiza utilizando semilla certificada libre de virus, variedades resistentes y controlando áfidos y los chinches propagadores de virosis. Los virus fitopatogénicos se transmiten al cultivo de una planta a otra por vía vegetativa, semillas y vía mecánica, por injerto, insectos, nemátodos y hongos.

NEMÁTODOS

Los nemátodos, son parásitos de plantas que producen agallas irregulares que comúnmente afectan en toda la sección de la raíz.

Cuando se forman las agallas en la punta de la raíz deja crecer, pero se ramifica con frecuencia cuando la agalla comienza a formarse.

Los huevos de los nemátodos sobreviven entre cultivo y cultivo en el suelo infectando las raíces de plantas sensibles. Se recomienda la aplicación de Furandán a una dosis de 20-30 g/m³ sustrato al momento del preparado de suelo o al transplante y realizando aplicaciones sucesivas si es un ataque severo.

El ataque de nemátodos en todas las plantas de cocona, retrasan su crecimiento haciéndolo lento y si el ataque es severo las plantas no llegan a la producción.

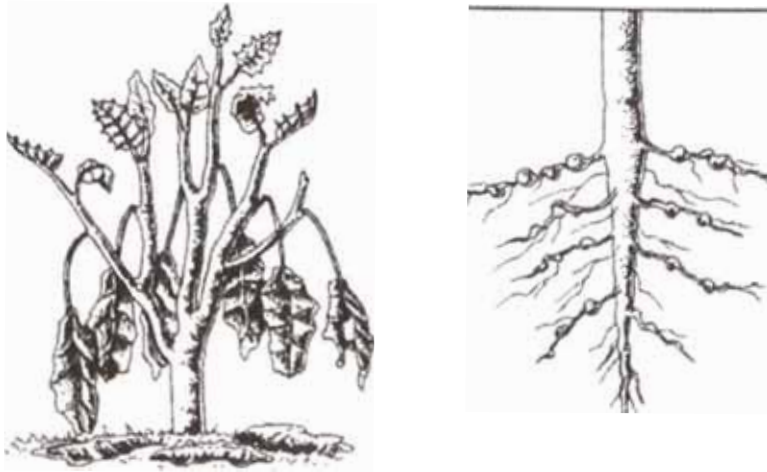


Figura 22: Ataque de nemátodos al sistema radicular

PLAGAS EN LA COCONA

CIGARRITA

Causa enrollamiento, atrofia acompañado por marchitamiento de follaje, lo que se conoce como quemaduras de la punta. El adulto es de color verde pálido, son muy activos y saltan o vuelan cuando se les molesta, las ninfas son de color verde claro; los adultos pueden correr hacia atrás o hacia los lados tan rápido como lo hacen hacia delante, las hembras depositan huevos blancos alargados dentro de los tallos y de las venas más grandes de las hojas, el daño que produce no es muy severo y puede ser controlado con Malathión a 2,01 l/ha.

PULGÓN

Este insecto causa daño tanto las ninfas como los adultos al succionar la savia del follaje, especialmente del meristemo terminal. Además, el pulgón puede transportar y transmitir de plantas enfermas a sanas los virus que causan el enrollamiento foliar, el mosaico suave, el mosaico rugoso. El

control de este insecto puede ser con Methamidophos a una dosis de 1-1,5 l/ha.

TRIPS

Los adultos y las ninfas producen con su aparato bucal raspados principalmente a lo largo de las venas de las hojas, los insectos son de color gris o plateado, las infestaciones masivas hacen que el follaje se torne amarillo. El daño suele ser mayor cuando las hojas han madurado.

En la cocona el ataque de este insecto tampoco es significativo pero si es severo se recomienda la aplicación de Malathión 2.0 l/ha.

1.6 PROPIEDADES DE LA MATERIA PRIMA

La cocona es excepcionalmente rica en hierro (con 1,5 mg en 100 g de la parte comestible), sobrepasando a todas las frutas nativas y no nativas, y es también rica en vitaminas B3 o Niacina (con 2,30 mg en 100 gr de la parte comestible) sobrepasando a todas las frutas y verduras.

Tabla 1: Comparación de nutrientes de cocona respecto a otras frutas y verduras

NUTRIENTES	COCONA	PROMEDIO FRUTAL	PROMEDIO VERDURAS
Proteínas	0,9 g	0,7 g	2,2 g
Carbohidratos	9,2 g	12,7 g	11,7 g
Calcio	16,0 mg	14,0 mg	40,0 mg
Fósforos	30,0 mg	25,0 mg	43,0 mg
Hierro	1,5 mg	0,5 mg	1,5 mg
Caroteno (Vit. A)	0,2 mg	0,2 mg	0,4 mg
Tiamina (Vit B)	0,1 mg	0,0 mg	0,1 mg
Riboflavina (Vit. B2)	0,1 mg	0,1 mg	0,1 mg
Niacina (Vit. B3)	2,3 mg	0,5 mg	0,6 mg
Ácido ascórbico (Vit. C)	4,5 mg	20,0 mg	23,8 mg
Agua	54,00%	85,00%	86,00%
Calorías	283	59	53

Tabla 2: Composición química del fruto de cocona

Componente	Unidad	Valor (*)	Valor
Humedad	g	88,5	88,5
Valor Energético	cal	41	41
Proteínas	g	0,9	0,9
Grasa	g	0,7	--
Carbohidratos	g	9,2	--
Fibra	g	2,5	9,2
Cenizas	g	0,7	0,7
Calcio	mg	16	16
Fósforo	mg	30	30
Fierro	mg	1,5	1,5
Vitaminas			
Retinol	mcg	23	--
Caroteno	mg	--	0,18
Tiamina	mg	0,06	0,06
Riboflavina	mg	0,1	0,1
Niacina	mg	2,25	2,25
Ac. Ascórbico	mg	--	4,5
Ac. Ascórbico R.	mg	4,5	--

(*) Tablas Peruanas de Composición de Alimentos
Fuente: Frutales y Hortalizas Promisorios de la Amazonía

NIACINA

La niacina (también conocida como vitamina B3) es una vitamina hidrosoluble que pertenece al complejo vitamínico B. Es más estable que la tiamina o riboflavina y es muy resistente al calor, a la luz, al aire, a los ácidos y a los álcalis.

Existen 3 formas sintéticas de esta vitamina. Como coenzima ayuda a liberar la energía de los carbohidratos. Es efectiva para mejorar la circulación y reducir el nivel de colesterol en la sangre.

Es vital para el correcto funcionamiento del sistema nervioso y para la formación y el mantenimiento de una piel saludable, lengua y tejidos del

sistema digestivo. También es necesaria para la síntesis de las hormonas sexuales.

La ingesta diaria recomendada por el National Research Council se basa en el metabolismo y en el nivel de ácido grasos poliinsaturados presentes en la dieta y no en el peso o la ingesta calórica.

El National Research Council sugiere que la ración diaria de esta vitamina tenga relación con la ingesta calórica y recomienda 6,6 miligramos cada 1 000 calorías.

No se necesita receta médica para comprar niacina, pero cuando se toma en grandes dosis (ingesta recomendada diaria para adultos es de 13 a 19mg), debe haber supervisión por parte del médico o administrador de cuidados.

Lo asombroso de la niacina es la velocidad con que puede revertir algunos desórdenes. Las personas que sufren de síndrome de Meniere (vértigo auricular) y algunos casos de sordera progresiva han presentado mejoras con la ingesta de esta vitamina. También se la utiliza para reducir la presión sanguínea alta y aumentar la circulación en las piernas de las personas mayores.

La niacina es muy importante para el metabolismo del cerebro. En estudios realizados y utilizada conjuntamente con otras vitaminas ha aliviado algunos síntomas esquizofrénicos y ayudado a los pacientes mayores que presentaban síntomas de confusión mental.

En algunos casos la niacina colabora a la reducción de peso debido a su habilidad para estabilizar los niveles de azúcar en sangre; por ese motivo, es útil para los hiperglucémicos. Si se toma en grandes dosis, la niacina reduce

el nivel total de colesterol, el LDL (colesterol malo) y los triglicéridos. Además, aumenta el HDL (colesterol bueno).

El Comité de Nutrición y Alimentos del Instituto de Medicina (*Food and Nutrition Board at the Institute of Medicine*) recomienda los siguientes consumos de niacina en la dieta:

Tabla 3: Consumo diario de Niacina

Edad	Hombres (mg/día)	Mujeres (mg/día)
0 a 6 meses		2
7 a 12 meses		4
1 a 3 años		6
4 a 8 años		8
9 a 13 años		12
>14 años	16	14

TIAMINA

La tiamina (vitamina B1) ayuda a las células del organismo a convertir carbohidratos en energía. También es esencial para el funcionamiento del corazón, los músculos y el sistema nervioso. Se encuentra en los panes fortificados, cereales, pasta, granos enteros (especialmente germen de trigo), carnes magras (especialmente cerdo), pescado, granos secos, arvejas y semilla de soya (soja).

Una deficiencia de tiamina puede causar debilidad, fatiga, psicosis y daño neurológico. La deficiencia se observa con más frecuencia en personas alcohólicas, ya que el consumo excesivo de alcohol dificulta la absorción de la tiamina de los alimentos por parte del cuerpo.

El Comité de Nutrición y Alimentos del Instituto de Medicina (Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine) recomienda los siguientes consumos de tiamina en la dieta:

Tabla 4: Consumo diario de Tiamina

Edad	Hombres (mg/día)	Mujeres (mg/día)
0 a 6 meses		0,2
7 a 12 meses		0,3
1 a 3 años		0,5
4 a 8 años		0,6
9 a 13 años		0,9
14 a 18 años	1,2	1,0
>19 años	1,2	1,1

RIBOFLAVINA

La riboflavina (vitamina B2) trabaja con otras vitaminas del complejo B y es importante para el crecimiento corporal y la producción de glóbulos rojos e igualmente ayuda en la liberación de energía de los carbohidratos. La carne magra, los huevos, las legumbres, las nueces, las verduras, la leche y sus derivados suministran la riboflavina en la dieta. Los panes y los cereales a menudo se encuentran fortificados con riboflavina. Se recomienda no almacenar los alimentos que la contengan en recipientes de vidrio expuestos a la luz, ya que ésta la destruye.

Las raciones diarias recomendadas se definen como los niveles diarios de nutrientes que una persona necesita. El Comité de Nutrición y Alimentos del Instituto de Medicina (Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine) recomienda los siguientes consumos de riboflavina en la dieta:

Tabla 5: Consumo diario de Riboflavina

Edad	Hombres (mg/día)	Mujeres (mg/día)
0 a 6 meses		0,3
7 a 12 meses		0,4
1 a 3 años		0,5
4 a 8 años		0,6
9 a 13 años		0,9
14 a 18 años	1,3	1,0
>19 años	1,3	1,1

VITAMINA C – ACIDO ASCÓRBICO

Pertenece junto con las vitaminas B al grupo de las hidrosolubles, la vitamina C interviene en el mantenimiento de huesos, dientes y vasos sanguíneos por ser buena para la formación y mantenimiento del colágeno. Protege de la oxidación a la vitamina A y vitamina E, como así también a algunos compuestos del complejo B (tiamina, riboflavina, ácido fólico y ácido pantoténico). Desarrolla acciones anti-infecciosas y antitóxicas y ayuda a la absorción del hierro no hémico en el organismo.

El ácido ascórbico no es sintetizable por el organismo, por lo que se debe ingerir desde los alimentos que lo proporcionan: Vegetales verdes, frutas cítricas y papas.

Tal como en el caso de los hombres en que el ácido ascórbico no es sintetizable por el organismo, los animales no pueden sintetizarlo tampoco, por tanto ningún alimento animal cuenta con esta vitamina.

Los requerimientos diarios en un hombre adulto son de 90 mg/día y en una mujer de 75 mg/día, aunque existen siempre situaciones donde es necesario aumentar la dosis de vitamina a través de productos suplementarios.

En la siguiente tabla se establecen la ingesta diaria recomendada de vitamina C según el Departamento de Nutrición del IOM (Institute of Medicine: Instituto de Medicina) y USDA (United States Department of Agriculture: Departamento de Agricultura de Estados Unidos)

Tabla 6: Consumo diario de vitamina C

Edad	Hombres (mg/día)	Mujeres (mg/día)
0 a 12 meses	ND	
1 a 3 años	15	15
4 a 8 años	25	25
9 a 13 años	45	45
14 a 18 años	75	65
19 a 50 años	90	75
>50 años	90	75
Embarazo		80 a 85
Lactancia		115

1.7 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La especie se desarrolla en ambientes cálidos y tropicales de temperatura media de 18 a 30 °C, con precipitaciones mayores a 1 500 mm/año, humedad relativa de 70 y 90%.

En suelos arcillosos hasta arenosos, de buen drenaje y abundante materia orgánica, y de pH neutro, ácido y alcalino (pH 4-7). No tolera inundaciones.

La cocona es encontrada principalmente en:

- Las vertientes orientales de los Andes del Perú, Ecuador y Colombia.
- Perú: Selva Baja y Selva Alta

Departamentos: Amazonas, Cusco, Huánuco, Loreto, Madre de Dios, Pasco, San Martín.

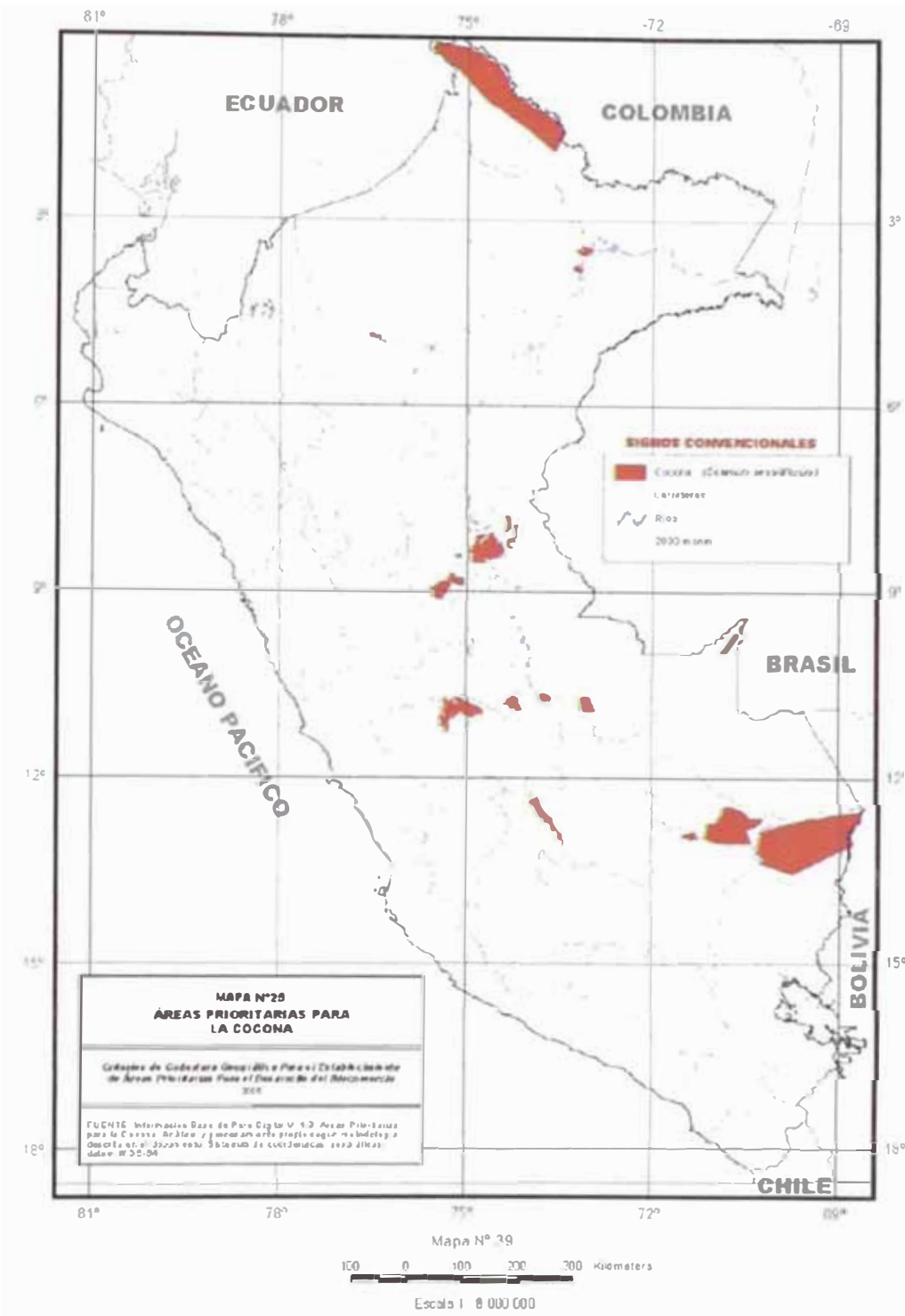


Figura 23: Distribución geográfica

1.8 PRODUCCIÓN DE COCONA

CULTIVO:

La propagación es por semilla botánica y por medio de estacas. La semilla germina (camas de almácigo) a las dos semanas y media. Para la siembra, se usan distanciamientos de 2m por 1m entre plantas. Los distanciamientos varían según la intensidad del cultivo, los distanciamientos que se recomienda son: 1m x 1m; 1,3m x 1,3m; y 1,4m x 1m.

Sin embargo se ha obtenido buenos resultados en plantaciones asistidas, con distanciamiento de 1m entre hileras y 0,5 m entre filas para grandes densidades de hasta 20 000 plantas por hectáreas.

La producción empieza a los seis meses del trasplante, con fructificación continúa durante uno a dos años. En la misma planta se encuentran flores y frutos en todos los estados de maduración, pero la productividad disminuye fuertemente después de seis a ocho meses de cosecha. Las plantas requieren de buena radiación solar durante el período de fructificación.

ASOCIACIÓN DE CULTIVO:

Se le asocia con cultivos anuales, con especies como maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), yuca (*Manihot sculenta*), plátanos (*Musa paradisiaca*), y con cultivos semiperennes y perennes, como la piña (*Ananas comusus*), caimito (*Pouteria caimito*), guaba (*Inga edulis*), pijuayo (*Bactris gasipaes*), cedro (*Cedrela odorata*), y añallu (*Cordia alliodora*). También se le encuentra como cultivo asociado a camu camu (*Myrciaria dubia*).

COSECHA-PERIODICIDAD:

La cosecha se realiza manualmente, aproximadamente a los seis meses después del trasplante y es continua durante todo el año. La práctica y la recomendación de los agricultores es cosechar hasta los 12 meses y luego realizar la renovación del cultivo.

Los frutos deben estar pintones o completamente amarillos, pero en ningún caso sobremaduros, para que puedan resistir el transporte y manipulación.

Para una mejor conservación y resistencia a la manipulación y transporte, los frutos deben ser cosechados con su pedúnculo. Se debe tener la precaución de sacar los frutos de los costales inmediatamente después de haberlos transportado desde el sitio de cultivo y empacarlos en cajas de madera de 17 a 20 kg de capacidad hasta ser comercializados.

La frecuencia de cosecha debe ser semanal y de manera manual directamente de las ramas y con precauciones de protección de la vista por la pubescencia que puede ocasionar severas conjuntivitis según las variedades.

El número de frutos que producen las plantas está en relación al tamaño del fruto:

- Plantas con frutos grandes (141 a 215 g) producen entre 39 y 24 frutos.
- Plantas con frutos medianos (40 a 60 g) producen entre 95 y 83 frutos
- Plantas con frutos pequeños (25 a 40 g) producen entre 119 y 87 frutos.

El rendimiento por hectárea está en función al biotipo, la fertilidad del suelo y la densidad de siembra. Los datos que se presentan a continuación, corresponden a rendimientos proyectados a partir de resultados obtenidos

en parcelas de observación, sembradas con biotipos con frutos grandes y con frutos pequeños:

Tabla 7: Rendimientos según biotipo de cocona

Densidad (plantas/ha)	Biotipo con fruto grande t/ha	Biotipo con fruto pequeño t/ha
5 000	13	9
6 666	26	17
10 000	30	26

La respuesta a la fertilización es mayor en los biotipos de frutos grandes, notándose principalmente en una mayor longevidad y productividad de las plantas. En la práctica las plantas con frutos grandes se encuentran en los suelos de mayor fertilidad.

La cocona por lo general no es fertilizada por los productores, sin embargo, necesita una fertilización a base de nitrógeno y potasio. Se recomienda realizar una fertilización en el momento de la siembra, incorporando, de 4 a 5 t/ha de abono orgánico mezclado con 500 kg de cal agrícola y el 50% del fertilizante compuesto 10-30-10. Además, se recomienda reciclar los residuos de la cosecha de los diferentes cultivos e incorporarlos como fuentes de abono orgánico.

Se deben realizar podas sanitarias, retirando los brotes y hojas viejas, así como también todo órgano afectado por plagas y enfermedades, para evitar microclimas que propicien el desarrollo precoz de hongos, bacterias y virus. Esta práctica debe ser complementada con el tutoreo de las ramas, para que no se rompan con el peso de los frutos. Además, se deben eliminar plantas enfermas para evitar la propagación de los agentes dañinos. Se desinfectarán las heridas con aplicación de compuestos cúpricos (80 g de Cuprosán 311 disueltos en 20 litros de agua).

POSTCOSECHA:

Los frutos son perecibles. Para su buen mantenimiento deben ser conservados a temperatura ambiente, con buena aireación y bajo sombra hasta 5 días; luego se inicia el deterioro. La pulpa puede conservarse en refrigeración por tiempo prolongado.

DIVERSIDAD GENÉTICA:

La especie presenta alta diversidad genética, que se manifiesta en la variedad de la forma, tamaño, sabor, pubescencia y aroma de los frutos. En el Perú se han determinado la existencia de hasta 25 biotipos, de los cuales se han seleccionado 11 promisorios.

En la actualidad el Instituto de Investigaciones de la Amazonía peruana de Tingo María conserva una colección de 13 ecotipos de la cocona, colectadas de la zona de Cedruyo, Nueva Esperanza, Boquerón, Shambillo, Previsto, Nuevo Mundo y Santa Rosa. Se ha hecho un registro de cada una de las accesiones que en total representan 52 accesiones.

Se encuentran ecotipos con diversos tamaños de fruto:

- Frutos pequeños (25 a 40 g) forma redonda.
- Frutos medianos (40 a 100g) formas redonda a alargadas.
- Frutos grandes (140 a 255 g) formas alargadas y achatadas.



Figura 24: Fruto de cocona de tamaño grande

CAPÍTULO II

PRODUCTO: COCONA DESHIDRATADA

2.1 CONCEPTO

Es la fruta cocona, en un estado apropiado de maduración, que ha sido sometida a un proceso de secado natural o artificial para eliminar así, la mayor parte de su contenido de agua y de tal forma aumentar su tiempo de conservación (16).

En la práctica se trata del Extracto de cocona que ha sido deshidratado pero al no contar con una definición legal propia se emplea el concepto general de frutas deshidratadas.

El producto deshidratado 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 deshidratado 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 (Fernandes, 1998).

2.2 ESPECIFICACIONES DE COCONA DESHIDRATADA

Cuadro 7: Especificaciones Microbiológicas del producto deshidratado

Requisitos microbiológicos	Agente microbiano	Límite por g	
		min	Max
	Mohos	10 ²	10 ³
	Levaduras	10 ²	10 ³
	<i>Escherichia coli</i>	10	5 x 10 ²
	<i>Salmonella sp.</i>	Ausencia / 25 g	-

*UFC/g: Unidades formadoras de colonia por gramo

FUENTE: Ministerio de Salud / DIGESA

PROPIEDADES DEL PRODUCTO

Cuadro 8: Especificaciones de cocona deshidratada

ANÁLISIS	ESPECIFICACIONES
Aspecto	Polvo fino homogéneo libre de sustancias extrañas
Color	Amarillo oscuro (mostaza)
Olor	Característico
% Humedad	Máx. 8%
% Niacina	Mín. 49,9%

2.3 USOS DE LA COCONA DESHIDRATADA

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

En la medicina tradicional se viene utilizando como antidiabético, antiofídico escabicida en hipertensión y tratamientos de quemaduras.

Investigadores de la Universidad Wiener, tras cuatro años de estudios de campo aseguran que el fruto de cocona es la mejor alternativa natural contra los excesos del colesterol y glucosa. Las pruebas se realizaron en una población mayor de 500 personas de todo estrato social, previamente se les hizo un examen médico, antes de someterse al tratamiento con el fruto de la

planta: *Solanum sessiliflorum*, comúnmente llamada cocona y en sólo tres días, los altos niveles de colesterol y/o glucosa se redujeron al 50%.



Figura 25: Producto alternativo "Cocona en cápsulas"

CAPÍTULO III

ESTUDIO EXPERIMENTAL

3.1 GENERALIDADES

La cocona es un fruto tropical no tradicional, exótico, nutritivo, que posee propiedades funcionales, tal como se describió en el capítulo 1. Esta fruta puede ser procesada bajo diferentes formas, siendo una de ellas la obtención de la fruta en forma deshidratada.

La deshidratación es un método de estabilización de alimentos, esto impide el crecimiento de las bacterias que no pueden vivir en un medio seco; por medio del calor se elimina el agua que contienen algunos alimentos mediante la evaporación de esta.

Se considera de mucha importancia la conservación de alimentos pues esto nos permite alargar la vida útil de las frutas y poder tener acceso a mercados más distantes, conservar frutas deshidratadas permite contar con éstas en épocas que normalmente no se producen, logrando así mejores precios.

Razones para la deshidratación

- ✓ Después de la fruta fresca, el alimento deshidratado es el que conserva la mayor parte de sus nutrientes; además, el producto se reduce hasta cinco veces durante el proceso de deshidratación, es decir, al perder humedad el volumen del fruto se reduce notablemente.

- ✓ Disminución de costos de transporte y almacenamiento puesto que su contenido de humedad es muy bajo y no requiere refrigeración.
- ✓ La comercialización, manipulación y el transporte se hace mucho más sencilla en frutas deshidratadas y las diferentes variedades podrían ser puestas a disposición del consumidor durante todo el año.
- ✓ Buena alternativa de negocio, un problema, es el mercado, ya que al lanzar al mercado un producto nuevo, desconocido y, aparentemente costoso no es fácil; sin embargo, una vez que el consumidor se ha convencido de sus bondades ya no deja de consumirlo.
- ✓ Estados Unidos, Canadá y algunos países europeos son mercados que muestran mayor interés por frutas tropicales como plátano, mango, guayaba, fresa, etc.
- ✓ Se prevé un crecimiento en la demanda de alimentos ricos en vitamina C, tales como cítricos o su zumo, kiwi, frutas tropicales, etc.; ya que favorece la absorción de hierro.

3.2 PROCESOS DE DESHIDRATACION

La deshidratación se define como aquella operación unitaria mediante la cual se elimina la mayor parte del agua de los alimentos, por evaporación, aplicando calor (15).

La deshidratación altera en cierto grado, tanto las características organolépticas, como el valor nutritivo de los alimentos. Uno de los objetivos en el diseño y manejo de las instalaciones de deshidratación consiste en reducir al mínimo las modificaciones que los alimentos experimentan

durante el proceso, utilizando en el mismo los parámetros adecuados para cada alimento en particular (4).

Los productos alimenticios pueden ser secados en aire, vapor sobrecalentado, en vacío, en gas inerte y por la aplicación directa del calor.

Existen diversos métodos básicos de deshidratación y un número mucho mayor de modificaciones de los métodos básicos. El método de selección depende del tipo de alimento que vaya a deshidratarse, del nivel de calidad que deba alcanzarse, y del coste que pueda justificarse (21).

A continuación se describe una clasificación práctica de los tipos de deshidratadores:

3.2.1 DESHIDRATADOR A VACIO: LIOFILIZADOR

Equipo en que la retirada de agua tiene lugar por sublimación, sometiendo al alimento a condiciones de temperatura inferiores a las del punto triple. La liofilización es lenta y cara, ya que requiere una atmósfera de alto vacío, pero la ausencia de aire y el frío al que está sometido el alimento durante la mayor parte del tiempo del proceso hace que se obtengan alimentos de muy buena calidad que se rehidratan con suma facilidad. La sublimación requiere unos 700 kcal kg⁻¹ de agua. En la vaporización y sublimación el cambio de fase es espontáneo en las condiciones del entorno.

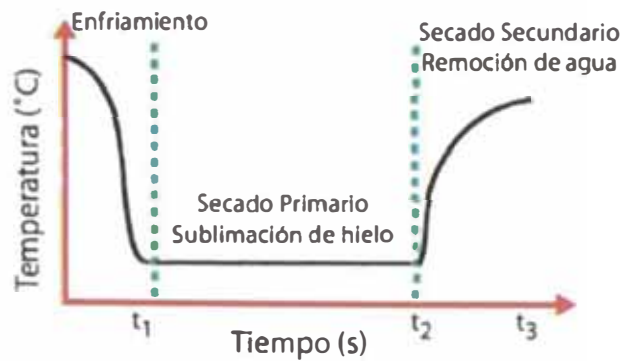


Figura 26: Esquema del Proceso de Liofilización

De las diversas técnicas de deshidratación, la liofilización es la que ofrece una mejor calidad en el producto final (Flink and Moledina 1982, Fortin 1986), pero también resulta ser la más costosa, debido a la lentitud relativa del proceso de sublimación y al gasto energético involucrado en la congelación, el mantenimiento de baja presión y el suministro simultáneo de calor. Sin embargo, esta tecnología permite la conservación de productos químicos, farmacéuticos, médicos, quirúrgicos, microbiológicos, biológicos y alimenticios por largos periodos sin que estos sufran prácticamente modificaciones importantes en sus propiedades y cualidades originales. Varios autores han estudiado la pérdida de compuestos volátiles o la retención de aromas por ejemplo en alimentos sometidos a liofilización (Thijssen 1975; McPeak et al. 1987; Chen et al. 1993; Kompany and René 1993), igualmente Hammami et al. (1999) estudiaron y analizaron por técnicas de superficie de respuesta los principales factores que afectan tanto la cinética de deshidratación como la calidad final del producto liofilizado, particularmente evaluaron aspectos de color, textura, apariencia y rehidratación.

TRANSFERENCIA DE MASA Y CALOR EN LA LIOFILIZACION

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 de calor. La figura 28 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:

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

Donde:

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

A : Área de sublimación (pie^2)

p_i : Presión de vapor de hielo (torr)

p_c : Presión de vapor en el condensador

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

$$G = \frac{q}{\Delta H_s} \quad (2)$$

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 27).

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

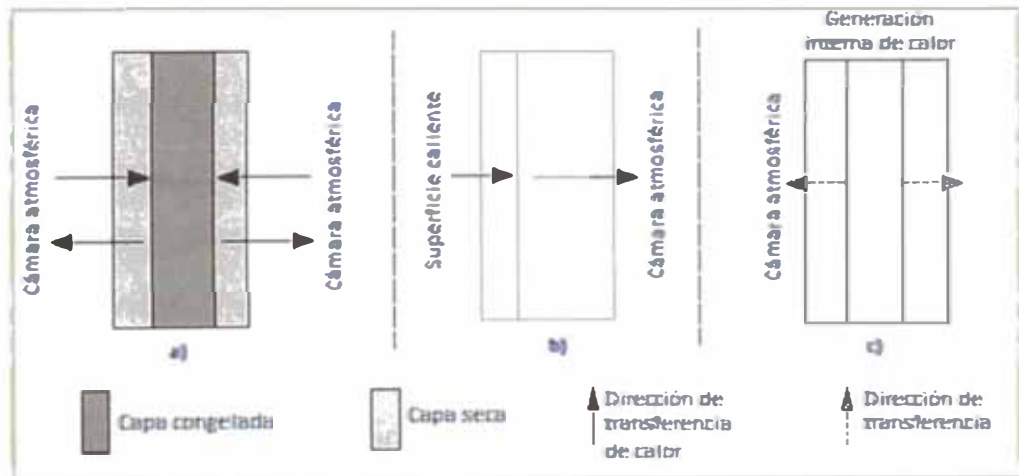


Figura 27: Tipos básicos por Congelamiento (7)

- 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

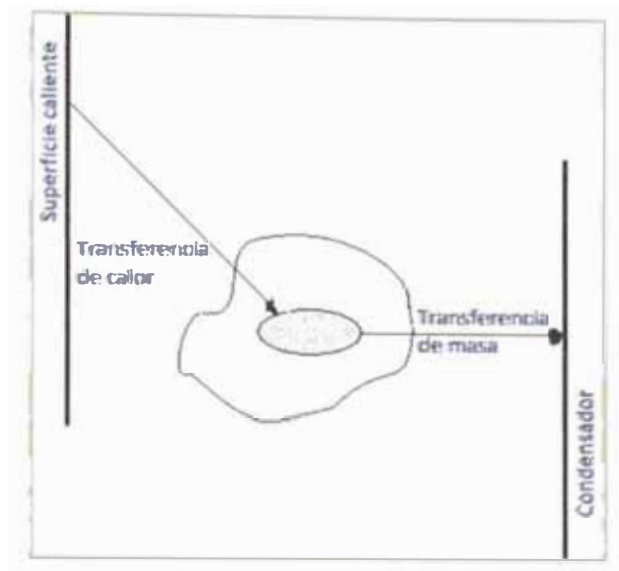


Figura 28: Representación esquemática de la Resistencia a la Transferencia de Calor y Masa en la liofilización

TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA A TRAVÉS 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 masa. Para simplicidad se considera un bloque geométrico (ver figura 29), 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 T_s constante por todo el ciclo de secado.

Además se asume que la presión parcial del 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:

$$q = A K_d (T_s - T_i) X_d^{-1} \quad (3)$$

Donde:

T_s : Temperatura de superficie ($^{\circ}R$)

T_i : Temperatura absoluta del hielo ($^{\circ}R$)

X_d : Espesor de capa seca (pie)

K_d : Conductividad térmica de capa congelada ($BTU \text{ pie}^{-1} F^{-1}$)

La velocidad de sublimación está dado por:

$$G = -dW / dt = A b (p_i - p_s) X_d^{-1} \quad (4)$$

Donde:

W : Peso del bloque de agua (lb)

t : tiempo (h)

b : permeabilidad de capa seca ($lb \cdot \text{pie}^{-1} \cdot h^{-1} \cdot \text{torr}^{-1}$)

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

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

$$\frac{-dW}{Dt} = A \rho (m_o - m_f) \frac{dX_d}{Dt} \quad (5)$$

Donde:

ρ : Densidad de la masa del bloque (lb.pie⁻³)

m_o : Contenido de humedad inicial (lb agua / lb sólidos)

m_f : Contenido de la humedad final (lb agua / lb sólidos)

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

$$X_d dX_d = \frac{b}{\rho (m_o - m_f)} (\rho_i - \rho_s) dt \quad (6)$$

Asumiendo que la velocidad de transferencia es igual a la velocidad de sublimación multiplicada por el calor latente de sublimación, tal como se asume en la ecuación (2) tenemos:

$$A K_d (T_s - T_i) X_d^{-1} = A b (\rho_i - \rho_s) X_d^{-1} \Delta H_s \quad (7)$$

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

$$\rho_i = \rho_s + \frac{K_d}{b \Delta H_s} T_s - \frac{K_d}{\Delta H_s} T_i \quad (8)$$

Puesto que se asumió que ρ_s , b , ΔH_s , K_d y T_s son todos constantes, tenemos una ecuación lineal relacionado ρ_i con T_i como se muestra en el gráfico 3. En la misma figura, también muestra la relación termodinámica entre ρ_i y T_i .

Se ve que hay solo 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 (6) puede ser fácilmente integrado para calcular el tiempo de liofilización, porque contiene solamente las dos variables X_d y T .

$$\int_0^{L/2} X_d dX_d = \frac{b(p_i - p_s)}{\rho(m_0 - m_f)} \int_0^{t_d} dt \quad (9)$$

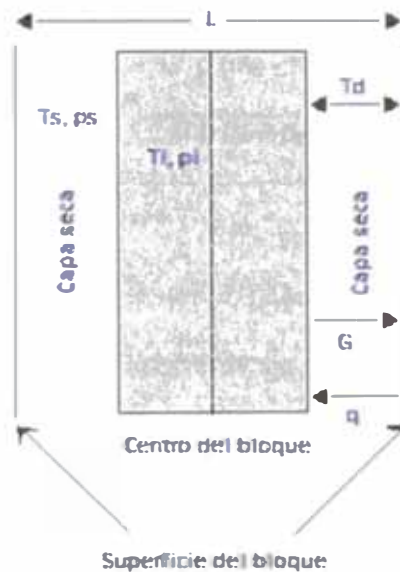


Figura 29: Representación esquemática de la liofilización de un bloque y la transferencia de calor a través de la capa seca (7)

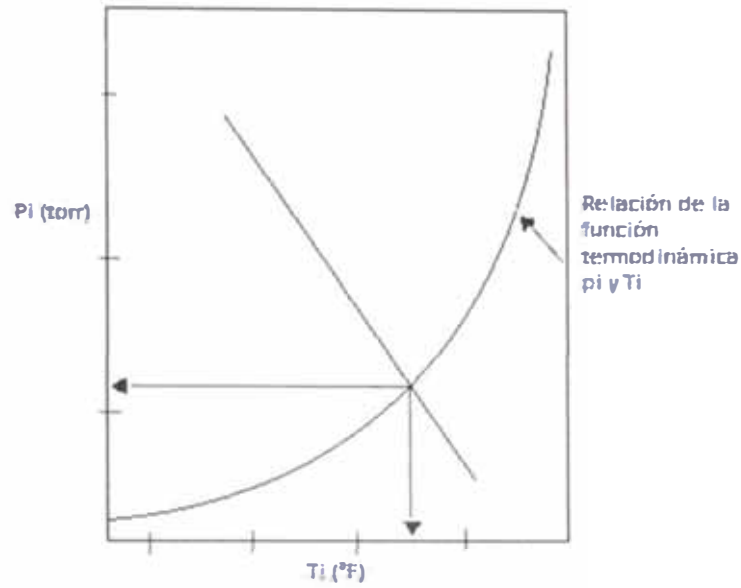


Gráfico 3: Temperatura de Congelamiento y la presión de vapor

Y el tiempo de secado está dado por:

$$t_d = \frac{L^2 \rho (m_o - m_f)}{8 b (p_i - p_s)} \quad (10)$$

Donde:

L : Espesor del bloque (pie)

t_d : Tiempo de secado (h)

De la analogía de transferencia de calor y masa mostrada en la ecuación (7), podríamos igualmente integrar la ecuación (3) de transferencia de calor y tener una ecuación correspondiente para el tiempo de secado.

$$t_d = \frac{L^2 \rho (m_o - m_f) \Delta H_s}{8 K_d (T_s - T_i)} \quad (11)$$

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 27(b).

El transporte de masa del vapor de agua está dado por la ecuación (4), como en el caso anterior.

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

La velocidad de disminución de la capa congelada y el incremento de la capa seca está dado por la ecuación (6).

$$X_d dX_d = \frac{b}{\rho (m_o - m_f)} (p_i - p_s) dt$$

La velocidad de transferencia de calor, sin embargo, está dada por la ecuación (12):

$$q = A K_i (T_w - T_i) X_i^{-1} \quad (12)$$

Donde:

T_w : Temperatura de la pared en contacto con la capa congelada ($^{\circ}\text{F}$)

K_i : Conductividad térmica de la capa congelada ($\text{BTU pie}^{-1} \text{h}^{-1} \text{ } ^{\circ}\text{F}^{-1}$)

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

$$p_i = p_s + \frac{K_j}{b \Delta H_s} \frac{X_d}{X_i} (T_w - T_i) \quad (13)$$

Estas dos variables son interrelacionadas por la ecuación (14), una es función de la otra como se muestra en la ecuación (15).

$$X_d = L - X_i \quad (14)$$

$$p_i = p_s + \frac{K_j}{b \Delta H_s} \frac{X_d}{L - X_d} (T_w - T_i) \quad (15)$$

La temperatura de interfase y presión son independientes del tiempo de secado, aún si K_i , ΔH_s , X_d , b , p_s , T_w permanecen constantes. 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 el gráfico 3.

Luego se repite para otro valor asumido de X_d .

Se obtiene p_i como una función de X_d según la ecuación (16).

$$p_i = f(X_d) \quad (16)$$

Sustituyendo esta función dentro de la ecuación (10) deducimos su integración por métodos numéricos.

$$\int_0^L X_d dX_d = \frac{b(p_i - p_s)}{\rho(m_o - m_f)} \int_0^{td} dt \quad (17)$$

$$\int_0^L \frac{X_d dX_d}{f(X_d) - p_s} = \int_0^{td} \frac{b}{\rho(m_o - m_f)} dt \quad (18)$$

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).

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 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 da en las pruebas realizadas en el Liofilizador piloto ya que la transferencia de calor se realiza por conducción es decir el calor se transmite por contacto de la placa a la bandeja y de ésta al producto desde la capa congelada hacia la superficie.

3.2.2 DESHIDRATADOR DE CONVECCION DE AIRE

A. DESHIDRATADOR POR ATOMIZACION: SPRAY DRYER

El deshidratador por atomización es con diferencia el más importante de los desecadores por convección de aire. Los deshidratadores por atomización producen mayor tonelaje de productos alimenticios deshidratados que el conjunto de todas las otras clases de deshidratadores (21).

La atomización de un producto en gotas minúsculas da lugar a su deshidratación en cuestión de segundos a las temperaturas normales del aire de entrada de alrededor de 200°C. Como el enfriamiento por evaporación pocas veces permite que las partículas se calienten a más de unos 80°C y los sistemas correctamente diseñados eliminan rápidamente las partículas desecadas de las zonas calientes, este método de deshidratación

produce calidades excepcionalmente buenas con muchos productos muy termolábiles como la leche, los huevos y el café.

En la deshidratación por atomización típica, el alimento líquido se introduce junto con el aire caliente en forma de lluvia o niebla fina en una torre o cámara. El agua se evapora de dichas gotas con rapidez, y se obtienen partículas secas de sólido que se separan de la corriente de aire. El flujo de aire y de líquido de la cámara de secado puede ser a contracorriente, en paralelo, o una combinación de ambos.

Es necesario asegurarse de que las gotas o partículas húmedas del sólido no choquen ni se adhieran a las superficies sólidas antes de que hayan secado. Por consiguiente, se emplean cámaras bastante grandes (6).

Como se muestra en la figura 30 los sólidos secos salen por el fondo de la cámara a través de un transportador de tornillo. Los gases de escape fluyen hacia un separador de ciclón para filtrar las partículas muy finas. Las partículas que se obtienen son muy ligeras y bastante porosas.

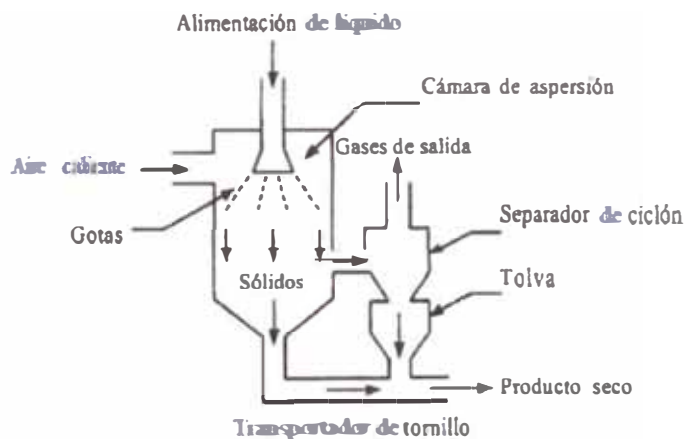


Figura 30: Diagrama de deshidratador por atomización

B. DESHIDRATADOR DE HORNO: ESTUFA

Uno de los tipos más sencillos de deshidratadores por convección de aire es el deshidratador de horno. Este equipo no reduce la humedad por debajo del 10% aproximadamente. Todavía se utilizan para desecar manzanas en rodajas (18).

C. DESHIDRATADOR DE BANDEJAS

En el secador de bandejas, que también se llama secador de anaqueles, de gabinete, o de compartimientos, el material que puede ser un sólido en forma de terrones o una pasta, se esparce uniformemente sobre una bandeja de metal. Un secador de bandejas típico, tal como el que se muestra en la figura 31, tiene bandejas que se cargan y se descargan de un gabinete.

Un ventilador recircula aire calentado con vapor paralelamente sobre la superficie de las bandejas. También se usa calor eléctrico, en especial cuando el calentamiento es bajo. Más o menos del 10 al 20% del aire que pasa sobre las bandejas es nuevo, y el resto es aire recirculado.

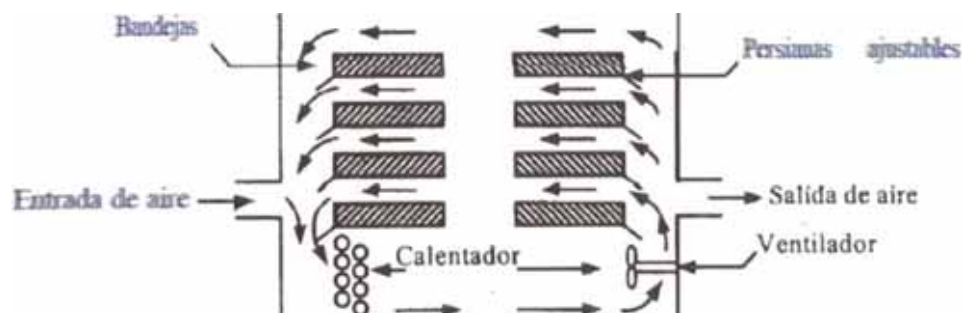


Figura 31: Deshidratador de bandejas

Después del secado se abre el gabinete y las bandejas se reemplazan por otras con más material para secado. Una de las modificaciones de este tipo de secadores es el de las bandejas con carretillas, donde las bandejas se colocan en carretillas rodantes que se introducen al deshidratador. Esto significa un considerable ahorro de tiempo, puesto que las carretillas pueden cargarse y descargarse fuera del secador.

En el caso de materiales granulares, el material se puede colocar sobre bandejas cuyo fondo es un tamiz. Entonces, con este secador de circulación cruzada, el aire pasa por un lecho permeable y se obtienen tiempos de secado más cortos, debido a la mayor área superficial expuesta al aire (6).

3.3 SITUACIÓN ACTUAL DE LA DESHIDRATACIÓN DE FRUTAS

La conservación de los alimentos por deshidratación es uno de los métodos más antiguos, el cual tuvo su origen en los campos de cultivo cuando se dejaban deshidratar de forma natural las cosechas de cereales, forraje, y otros antes de su recolección. En la actualidad la deshidratación de alimentos sigue vigente para productos comerciales, otorgándoles de esta manera valor agregado.

El éxito de este procedimiento reside en que, además de proporcionar estabilidad microbiológica y fisicoquímica, debido a la reducción de la actividad del agua, aporta otras ventajas derivadas de la reducción del peso, en relación con el transporte, manipulación y almacenamiento.

La deshidratación de frutas representa una alternativa para darle valor agregado a la materia prima perecedera, como el mango y la papaya, así

como también frutos de mayor duración en el anaquel como la manzana, la pera, el durazno, el plátano, entre otros.

3.3.1 PANORAMA MUNDIAL

Las frutas secas se están convirtiendo en opciones de exportación de productos no tradicionales con alta demanda internacional, ya que perciben una mayor rentabilidad que los cultivos tradicionales. En cualquiera de sus muchas variedades, las frutas secas o deshidratadas se destacan por ser grandes aliadas del corazón al prevenir las enfermedades cardiovasculares. Pero sus bondades no acaban ahí, aportan, entre otros, vitaminas, minerales, proteínas y fibra en cantidades suficientemente importantes a incluir en la dieta diaria.

Cada variedad tiene propiedades particulares pero, en general, constituyen un complemento muy apropiado para la dieta de las personas, especialmente cuando se realiza un trabajo intelectual intenso o se practican deportes de larga duración y de mucho esfuerzo físico, por lo cual deberían siempre formar parte de la alimentación no solo de deportistas sino también de toda la familia.

La deshidratación de frutas, verduras y hasta de carnes tiene un enorme potencial de desarrollo, porque al mismo tiempo que abre las puertas de mercados en otros países es posible desarrollarla con poca inversión basada en tecnologías que generan la energía necesaria a partir del calor geotérmico o por los rayos solares. El mercado de las frutas tropicales deshidratadas de los Estados Unidos representa una muy buena

oportunidad para el productor y emparador; ya que se pueden aprovechar las mermas que se tienen tanto en el campo como en el empaque.

La mayor parte del producto que se oferta en el mercado nacional es de origen extranjero, principalmente de Estados Unidos, a través de empresas trasnacionales con centros comerciales de autoservicio en nuestro país. Es importante promover estas tecnologías, que ofrecen un producto con hasta dos meses de vida en anaquel, sin conservadores ni saborizantes químicos. Se trata de un producto que, además de sus propiedades nutritivas, se puede degustar como golosina y parte de una dieta, por su contenido en azúcares naturales concentrados.



Figura 32: Snack de Fruta Tropical Deshidratada

En un artículo de la revista Tropical Producer Marketing News, se informa que se han producido y comercializado, en los Estados Unidos, frutas tropicales deshidratadas por lo menos desde 1990 y han logrado una participación del 5% del mercado total. Las tiendas naturistas venden fruta deshidratada que no contienen ningún tipo de aditivos y que el proceso de deshidratado se realizó por un procedimiento natural. Estos productos se venden como un "premium", es decir, los consumidores los compran sin

importar su costo mientras el producto les brinde cierto estatus social y satisfacción.

Cuadro 9: Algunas Ventajas y Alternativas de Aplicación de los Productos Deshidratados

Productos Deshidratados	
Ventajas	Alternativas de Aplicación
Naturales, concentrados, saludables y enriquecidos	Alimentos para el desayuno
Fácil manejo	Pasteles
Reducción de costos	Caramelos
Agregan valor	Barras de cereales
Disponibilidad y consumo durante todo el año	Galletas (masa o relleno)
Conservación del producto	Chocolate
Fácil almacenamiento	Yogures, bebidas lácteas
Bajos costos de transporte	Helados
Valor nutricional	Polvo para refresco
Excelente sabor	Salsas

En el mercado mundial existen tres megatendencias que son: salud, conveniencia y sentidos. Estas tendencias están marcando el consumo en el mundo entero, debido a las preocupaciones que tiene el consumidor actual. Las frutas deshidratadas se encuadran perfectamente en estas tres tendencias, ya que están consideradas como un producto saludable que puede consumirse en cualquier momento, pues no necesitan cocción, y existen una amplia gama de frutas deshidratadas especialmente las exóticas y/o tropicales.

Particularmente, los estadounidenses y europeos se están preocupando más por su salud, las frutas tropicales deshidratadas como el mango, la piña y la papaya representan para los consumidores una posibilidad alternativa, a otros aperitivos, porque no contienen grasas, más aún la preferencia por

frutas que ofrezcan además beneficios de reducción de colesterol como la cocona.

Existen dos canales de distribución bastante definidos para este sector:

- El consumidor final, que lo consume como un “snack” saludable pudiendo ser frutas solas o combinadas y constituye el menor segmento.
- El segmento más grande de mercado para este sector es la industria de procesamiento de alimentos, puesto que utilizan las frutas deshidratadas como materia prima en la elaboración de cereales para el desayuno o en las pastelerías.

La Unión Europea es un importante importador de frutas deshidratadas y cabe destacar que las importaciones que se realizan de países en desarrollo se han incrementado un promedio del 8% (2002 – 2006), además, del total de importaciones, más de la mitad proviene de estos países.

El crecimiento promedio de las exportaciones mundiales de frutas deshidratadas entre 2003 y 2007, fue del 13 %. Las tendencias mencionadas de este mercado juegan un papel importante en las oportunidades que tiene este sector como son:

- Amplia variedad
- Conveniencia
- Desarrollo de producto
- Saludable
- Orgánico

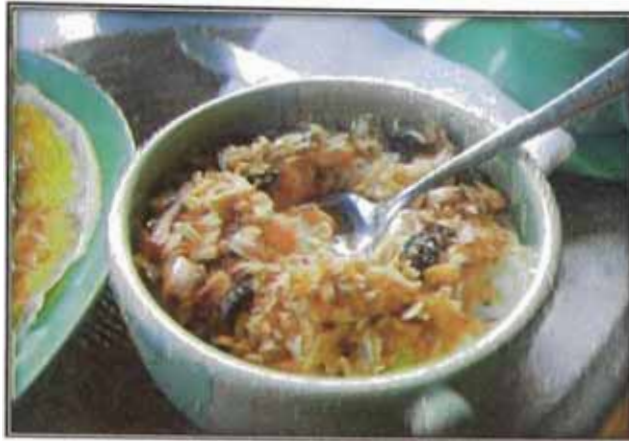


Figura 33: Desayuno con Frutas Deshidratadas

Es importante destacar que entre mejores y mayores combinaciones de tendencia tenga la línea de productos a exportar, el éxito de entrar a un mercado europeo es más factible, puesto que existen tendencias en conocer más sabores especialmente los que provienen de sitios exóticos y/o tropicales, como: plátanos, duraznos, peras, papayas y tamarindo que representan solo el 1% y quizás menos del total de importaciones de los principales 6 mercados (Reino Unido, Alemania, Francia, Italia, Países Bajos y España).

3.3.2 REALIDAD PERUANA

Hace 10 años, las exportaciones de cítricos eran de US\$ 600 mil (900 toneladas), una cifra insignificante para los US\$ 40 millones (65 mil toneladas) que alcanzaron en el año 2008, un record, al crecer 25% con respecto a los US\$ 32 millones del año 2007. Los cítricos que el Perú exporta son naranjas tangelos, mandarinas, satsumas, limones, y toronjas, principalmente al Reino Unido, Canadá, Estados Unidos y otros países europeos.

El crecimiento de las exportaciones peruanas de cítricos no responde a un hecho aislado sino a un aumento en los últimos años de la demanda de cítricos a nivel mundial, destinados al consumo directo o a la industria de jugos, néctares y otros derivados.

La tendencia del consumo de cítricos en el mundo responde principalmente al cambio de la dieta alimentaria en muchos países de Europa y Estados Unidos que apuntan a un mayor consumo de productos naturales en su dieta diaria.

Tabla 8: Principales productos exportados

Producto	Valor Exportado		Var. %
	2007	2008	
Espárragos envasados	31 068 163	33 968 198	9.33%
Palta	17 019 403	26 962 083	58.42%
Conchas de Abanico	16 343 501	23 978 366	46.71%
Aceite de Cacao	6 818 762	12 283 856	80.15%
Café	12 984 426	12 247 642	-5.67%
Harina de Pescado	15 265 083	10 688 702	-29.98%
Mangos	6 708 597	9 895 426	47.50%
Alcachofas en conserva	9 677 185	7 537 881	-22.11%
Aceite de Pescado	5 540 454	6 201 098	11.92%
Espárragos frescos	4 936 963	5 025 392	1.79%
Filetes de Merluza	2 078 535	2 733 193	31.50%
Uvas de mesa	1 380 676	1 898 558	37.51%
Camarones congelados	1 053 465	1 624 096	54.17%
Pescados congelados	1 634 550	1 438 358	-12.00%
Langostinos	1 044 468	1 432 040	37.11%
Moluscos	845 203	1 325 718	56.85%
Quinua	19 947	40 006	100.56%
Maca	4 237	32 293	662.17%
Otros	89 849 105	80 373 729	
Total	224 248 539	239 614 336	6.85%

*/valores en Euros

Fuente: COMEX Perú

Los principales destinos de las exportaciones peruanas de frutas deshidratadas son Alemania, Austria, Francia, Suiza y Japón. Los mercados a los que apuntamos son diversos, y en el caso de las frutas deshidratadas

se puede hablar de un mercado de productos saludables o healthy snacks, sobre todo cuando se trata de productos orgánicos

El Consorcio Agroexportador del Perú (CAP), está trabajando para ingresar a mercados asiáticos, como China, Singapur y Corea, actualmente reúne a 25 productores agrícolas de Piura, Ancash y Arequipa en una sociedad anónima. Además proyecta seguir creciendo en la medida que se incorporen nuevos productores con diferentes cultivos como los espárragos, cítricos, paltos, entre otros productos.

Actualmente las empresas privadas sumamente interesadas en desarrollar la agroindustria en la Amazonía, apuntan su mirada a otras especies que resurgen por su particular riqueza alimenticia y por el interés de los mercados internacionales, como es el caso del camu camu (*Myrciaria dubia*), el palmito de pijuayo (*Bactris gasipaes*), cocona (*Solanum sessiliflorum dunal*), entre otros.

Tomando como ejemplo el camu camu, en el Perú solamente se ha producido pulpa deshidratada de camu camu desde el año 2001, en que se produjo una cantidad pequeña habiéndose incrementado dicha oferta en los años siguientes. En el país hay capacidad para producir mayores cantidades de frutas deshidratadas que las que se han producido hasta ahora y, en todo caso, es posible aumentar rápidamente dicha capacidad. Los mercados que usan el deshidratado muestran tendencia creciente.

3.4 PRUEBAS REALIZADAS

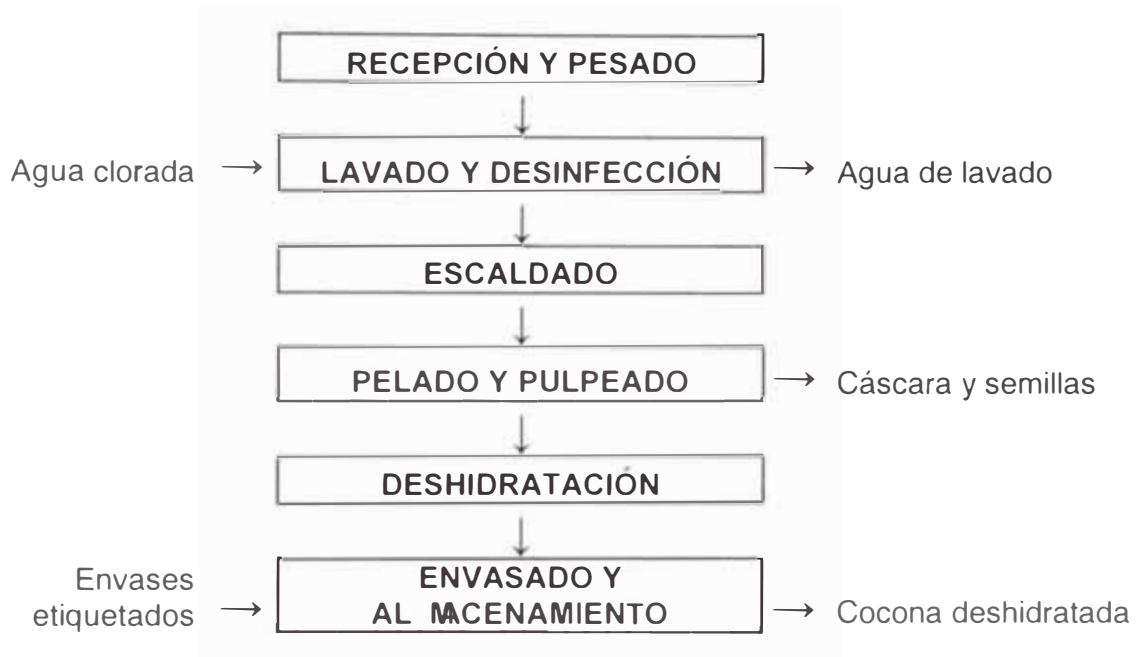
Las pruebas piloto de liofilización se llevaron a cabo en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima; y las pruebas de secado por estufa se

llevaron a cabo en la Universidad Agraria La Molina (UNALM), La Molina, Lima.

Se utilizó la fruta de cocona (*Solanum Sessiliflorum* Dunal), de procedencia Iquitos, Loreto.

Para la obtención de la cocona deshidratada se procedió a realizar las siguientes operaciones que se detallan a continuación (figura 34).

Figura 34: Esquema General del Proceso



3.4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES

RECEPCIÓN Y PESADO:

Se reciben los frutos de cocona pre-seleccionados del biotipo mediano, donde se rechazan los frutos deteriorados o que no estén aptos para el procesamiento. Los frutos aceptados deben ser clasificados en grupos homogéneos (color, tamaño, peso, madurez)

En esta etapa se pesan los frutos de cocona, para tener como referencia la cantidad de fruto necesario para alcanzar la capacidad máxima (kg) del deshidratador.

LAVADO Y DESINFECCIÓN:

Los frutos de cocona se lavan con agua clorada para remover cualquier materia extraña que pueda traer del campo. El agua se clora agregando hipoclorito de sodio al agua de lavado en una proporción de 15 ml de hipoclorito de sodio por litro de agua.

ESCALDADO:

Se realiza el escaldado del fruto de cocona durante 2 minutos en baño maría a una temperatura de 80°C, antes del pulpeado para inactivar las enzimas que alteran el color y sabor de la fruta, así como inactivar la enzima ácido ascórbico oxidasa, que disminuye el contenido de ácido ascórbico (Vilas, 1999)

PELADO Y PULPEADO:

El pelado se realizó manualmente y el pulpeado en una licuadora doméstica, luego para obtener una pulpa uniforme y homogénea se coló el extracto en una malla de 2 mm de diámetro. Se guardó el extracto en bolsas herméticas evitando que tenga aire y se refrigera a -10,3°C.

En esta etapa pesamos la pulpa, antes de seguir con el deshidratado; así como la determinación de °Brix y humedad en el extracto.

DESHIDRATACIÓN:

Se coloca el extracto en las bandejas del secador respectivo. La bandeja con el extracto es colocada en la cámara de secado. Luego se procede a encender el sistema de secado.

Se verifica que la temperatura del producto alcance la temperatura deseada. Durante las pruebas de liofilización se registra la temperatura del producto (centro de la bandeja), temperatura de la placa y el tiempo de operación. Una vez obtenida la cocona deshidratada se retira de las bandejas.

ENVASADO Y ALMACENAMIENTO:

La cocona deshidratada obtenida se envasa rápidamente en bolsas de aluminio plastificado (no penetra agua, ni luz, así mismo no transfiere sabor ni olor al producto deshidratado) previamente taradas en condiciones asépticas, eliminando en lo posible el aire del envase. El almacenamiento debe hacerse en lugares secos, con buena ventilación, sin exposición a la luz y sobre anaqueles.

Una vez que se ha abierto el envase se debe utilizar todo el contenido lo más pronto posible o sellarlo muy bien para evitar que se contamine, humedezca o descomponga.

CONTROL DE CALIDAD:

Se realiza control microbiológico tanto de la pulpa (extracto) como a su deshidratado: Bacterias aerobias totales, coliformes totales, hongos y levaduras; según métodos estandarizados de la Asociación Oficial Internacional de Químicos Analíticos (AOAC). Así como también se realiza el control bromatológico con ensayos de Humedad.

3.4.2 PRUEBAS DE LIOFILIZACIÓN

Las pruebas de liofilización se llevaron a cabo en la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. El equipo de trabajo tiene las características que se muestran a continuación.

Características del Liofilizador:

Marca	Rificor Modelo L-I-E300-CRT
Refrigerante	R134a
Temperatura de congelación	-40°C
Temperatura de calefacción	35 - 36°C
Potencia de bomba de vacío	0.4 HP
Presión de vacío	0.020 mmHg
Dimensiones de la cámara	40 x 26 cm ²
Dimensiones de la bandeja	37,5 x 32,5 cm ²
Altura de la bandeja	2.5 cm
Área de bandeja para transferencia de calor por conducción	0,119 m ² = 1,281 pies ²
Área total de secado	0,122 m ²
Dimensiones del estante	35 x 40 cm ²

Procedimiento:

Para la obtención del extracto se calculó en promedio un rendimiento del 58% de pulpa en la materia prima (ver cuadro 10).

Cuadro 10: Rendimientos Promedio de Cocona

Componente	Rendimiento
Fruta fresca (materia prima)	100%
Pulpa total	58%
Cáscara, semilla y fibra	42%

Previo al liofilizado se determinan al extracto de cocona el % de humedad y °Brix para la caracterización de la materia que ingresa al equipo.

Una vez colocada la bandeja dentro del liofilizador, se enciende el sistema de refrigeración del estante y del condensador, después de 4,5 horas en promedio la temperatura en el producto alcanza los -39°C, se procede a operar el equipo con las condiciones señaladas en el manual del mismo (ver cuadro 11).

LIOFILIZADOR

Bandeja donde se
coloca el producto



Condensador



Termocupla colocada en
el centro de la bandeja

Cuadro 11: Condiciones de Operación del Liofilizador

Parámetros	Valores	Rango de Variación
$P_{\text{cámara}}$ (mmHg)	0,020	0,038 - 0,016
$T_{\text{inicial calent.}}$ (°C)	-39	-34 - -39
$T_{\text{final calent.}}$ (°C)	36	34 - 36
$T_{\text{condensador}}$ (°C)	-46	-44 - -46
Densidad de carga de bandeja (Kg/m ²)	9,3	8,01 - 10,60
Concentración producto (°Brix)	5,4	5,3 - 5,5

La densidad de carga es la relación entre la masa del extracto que se liofiliza y el área total de la bandeja.

La temperatura máxima de calefacción está determinada por la característica de cada producto, en este caso la temperatura en el producto alcanza los 35°C en la primera prueba y 36°C en la segunda prueba.

En el display el medidor de vacío indicará inicialmente 760 mmHg, comenzará a descender su lectura hasta valores por debajo de los 0,100 mmHg. Durante todo el proceso puede ser leído el vacío existente en cámara mediante el medidor de vacío Pirani.

Se puede controlar con el selector la variación de temperatura del estante (E) y producto (P) alternativamente, producida por la calefacción leída en el medidor de temperatura. Durante cada prueba se registra la temperatura de la placa de calefacción (estante) y del producto en función del tiempo.

Tabla 9: Datos de la primera prueba de Liofilización

Tiempo (horas)	T _E (°C)	T _P (°C)	T _C (°C)	P _{vacio} (mmHg)
0,00	28	20		
0,17	-15	15		
0,33	-27	7		
0,50	-32	0		
0,67	-33	-2		
0,83	-34	-2		
1,00	-35	-3		
1,17	-35	-3		
1,33	-36	-4		
1,50	-36	-4		
1,67	-37	-5		
1,83	-38	-6		
2,00	-39	-10		
2,17	-40	-17		
2,33	-41	-23		
2,50	-41	-28		
2,67	-42	-31		
2,83	-42	-33		
3,00	-43	-35		
3,17	-43	-36		
3,33	-43	-37		
3,50	-43	-37		
3,67	-43	-38		
4,00	-44	-38		
4,33	-44	-39		
4,67	-44	-39		
5,00	-44	-39		
5,33	-44	-39	24	
5,50	-44	-39	-40	780
5,67	-36	-38	-45	5,536
5,83	-34	-36	-40	0,256
6,00	-28	-33	-46	0,189
6,17	-21	-28	-46	0,152
6,33	-15	-22	-46	0,122
6,50	-10	-22	-46	0,072
6,67	-5	-22	-44	0,86
6,83	-2	-16	-46	0,317
7,00	2	-15	-45	0,098
7,17	6	-24	-40	0,051
7,33	9	-28	-42	0,041
7,67	17	-22	-46	0,391
8,00	26	-15	-42	0,133
8,17	29	-9	-45	0,331
8,33	33	-8	-44	0,394
8,67	41	-12	-40	0,724
9,00	40	-8	-45	0,362
9,17	40	-11	-43	0,534
9,33	41	-8	-46	0,234
9,67	36	-10	-46	0,418
10,00	31	-14	-40	0,086
10,62	24	-34	-42	0,026
11,62	12	-36	-43	0,023
12,62	5	-38	-44	0,021
13,62	0	-36	-44	0,020
14,62	-1	-38	-45	0,019
15,62	-3	-38	-45	0,019
16,62	-4	-38	-45	0,019
17,62	-5	-38	-45	0,019
18,62	-5	-36	-45	0,019
19,62	-5	-38	-45	0,019
20,62	-5	-37	-45	0,019
21,62	-5	-37	-44	0,020
23,12	-5	-36	-44	0,020
23,62	22	-34	-45	0,021
24,62	42	-30	-42	0,022
25,62	41	-24	-43	0,022
26,62	41	-18	-43	0,022
27,62	41	-14	-43	0,021
28,62	41	-11	-44	0,021
29,62	42	-8	-45	0,020
30,62	41	-4	-45	0,019
31,62	40	0	-46	0,019
32,62	41	5	-46	0,019
33,62	42	17	-46	0,019
34,62	43	19	-46	0,018
35,62	40	23	-46	0,018
36,62	42	27	-46	0,018
37,62	41	30	-46	0,016
38,62	42	32	-46	0,016
39,62	41	32	-46	0,016
40,62	40	32	-46	0,016
41,62	40	33	-46	0,016
42,62	40	33	-42	0,016
43,62	40	33	-46	0,016
44,62	42	34	-46	0,016
45,62	40	34	-46	0,017
46,62	41	34	-46	0,017
47,62	42	35	-46	0,017
48,62	41	35	-46	0,017
49,62	43	35	-46	0,017
50,62	43	35	-46	0,017
51,62	40	35	-46	0,017
52,62	41	35	-46	0,017
53,62	43	35	-46	0,017
54,62	40	35	-46	0,017
55,62	41	35	-46	0,017
56,62	43	35	-46	0,017
57,62	40	35	-46	0,017
58,62	41	35	-46	0,017
59,62	42	35	-46	0,017
60,62	40	35	-47	0,017
61,62	40	35	-47	0,017
62,62	41	35	-46	0,017
63,62	43	35	-46	0,017
64,62	43	35	-46	0,017
65,62	42	35	-46	0,017
66,62	42	35	-46	0,017
67,62	43	35	-46	0,017
68,62	40	35	-46	0,017
69,12	40	35	-46	0,017

Tabla 10: Datos de la segunda prueba de Liofilización

Tiempo (horas)	T _E (°C)	T _P (°C)	T _C (°C)	P _{vacío} (mmHg)
0,00	11	22	-10	
0,17	-17	0	-38	
0,33	-29	-2	-42	
0,50	-32	-3	-43	
0,67	-34	-3	-44	
0,83	-34	-4	-44	
1,00	-35	-4	-44	
1,17	-36	-5	-44	
1,33	-37	-7	-44	
1,50	-39	-13	-44	
1,67	-39	-18	-45	
1,83	-40	-24	-44	
2,00	-41	-28	-44	
2,17	-41	-32	-44	
2,33	-42	-34	-44	
2,67	-43	-36	-44	
3,00	-43	-38	-44	
3,33	-43	-38	-44	
3,67	-43	-39	-45	
4,00	-43	-39	-44	780
4,17	-36	-38	-45	1,024
4,33	-29	-34	-45	0,346
4,92	-16	-25	-45	0,197
5,92	-19	-29	-42	0,038
6,92	-21	-30	-41	0,034
7,92	20	-30	-41	0,036
8,92	19	-30	-41	0-039
9,92	22	-30	-42	0,034
10,92	21	-31	-42	0,03
11,92	20	-32	-42	0,026
12,92	22	-32	-42	0,025
13,92	22	-32	-43	0,024
14,92	21	-26	-42	0,024

Tiempo (horas)	T _E (°C)	T _P (°C)	T _C (°C)	P _{vacío} (mmHg)
15,92	22	-19	-43	0,023
16,92	22	-18	-43	0,023
17,92	22	-13	-43	0,022
18,92	23	-8	-44	0,021
19,92	23	0	-45	0,02
20,92	22	8	-45	0,019
21,92	23	14	-44	0,019
22,92	22	19	-45	0,019
23,92	22	21	-45	0,018
24,92	23	23	-44	0,016
25,92	25	24	-45	0,016
26,92	26	25	-44	0,016
27,92	27	25	-45	0,016
28,92	26	25	-45	0,016
29,92	27	25	-45	0,016
30,92	27	25	-45	0,016
31,92	27	26	-46	0,016
32,92	27	27	-45	0,016
33,92	28	27	-46	0,016
34,92	28	27	-45	0,016
35,92	28	27	-46	0,016
36,92	43	31	-46	0,016
37,92	40	34	-45	0,016
38,92	42	35	-46	0,016
39,92	42	35	-46	0,016
40,92	42	35	-46	0,016
41,92	42	35	-45	0,016
42,92	42	36	-46	0,016
43,92	42	36	-46	0,016
44,92	41	35	-46	0,017
45,92	40	35	-46	0,018
46,92	42	36	-46	0,016

T_E: Temperatura en el Estante

T_P: Temperatura en el Producto

T_C: Temperatura en el Condensador

Gráfico 4: Primera Prueba de Liofilización

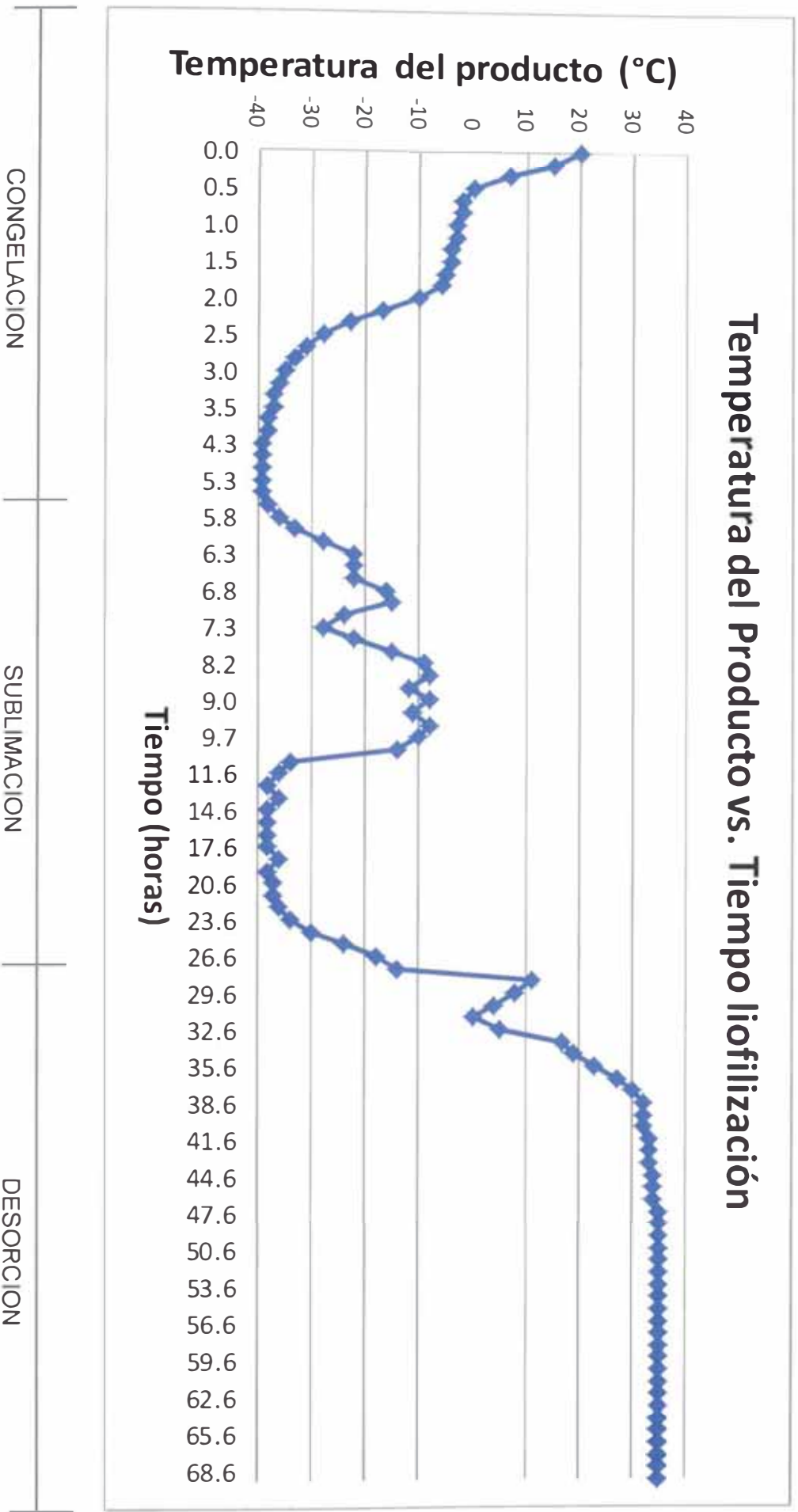
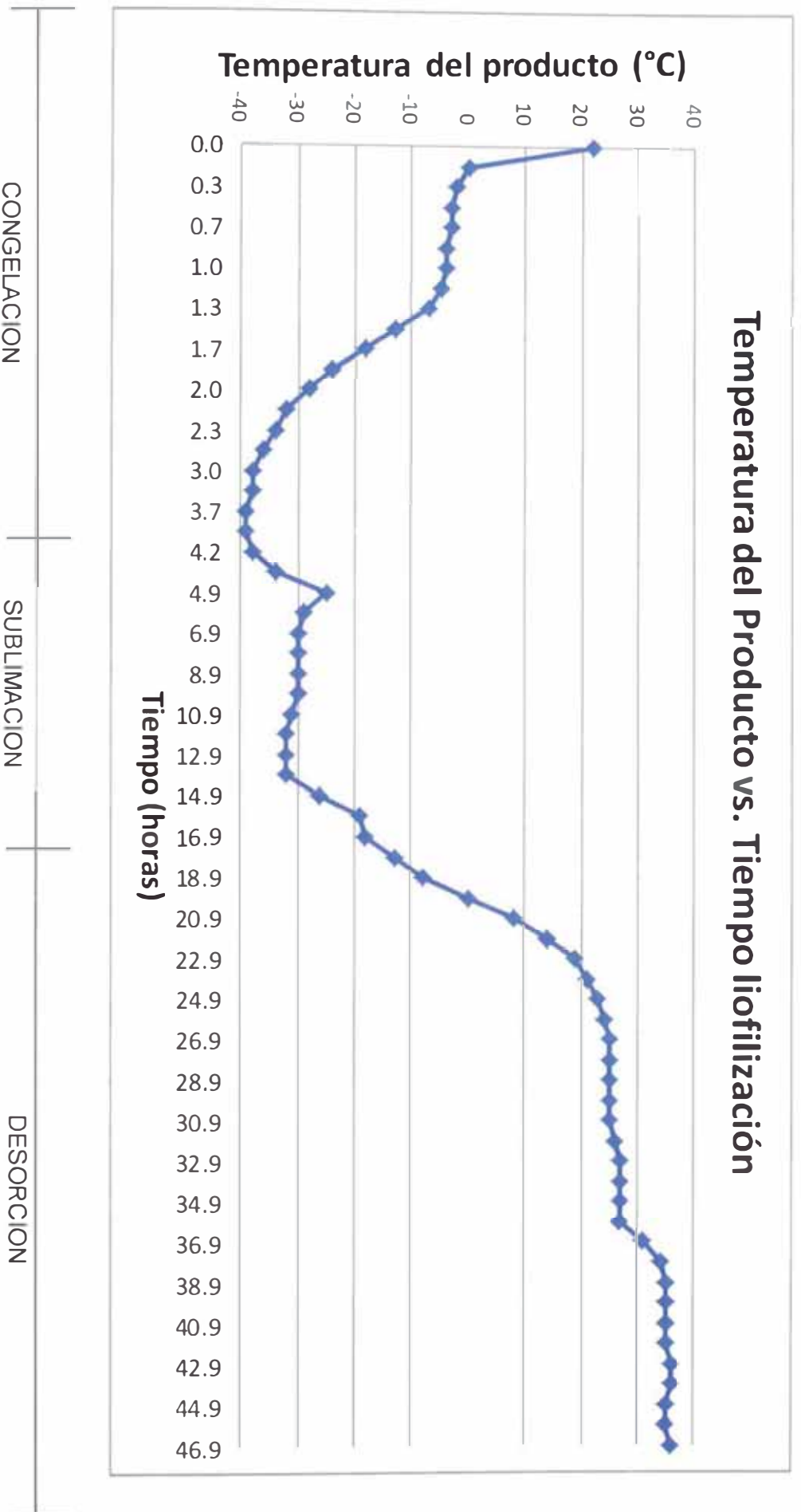


Gráfico 5: Segunda Prueba de Liofilización



Cuadro 12: % Humedad del Producto Liofilizado

Prueba	Humedad
1	6,00%
2	5,25%

Como se observa en el cuadro 12, el producto obtenido en la prueba 2 tiene menor % de humedad proporcionándole mayor estabilidad al producto.

El contenido de niacina en la cocona liofilizada se determinó de la mezcla homogénea del polvo obtenido en las pruebas 1 y 2, por lo que se compara este valor con el contenido de niacina en extracto fresco de cocona (ver cuadro 13). Como se observa el contenido de niacina se mantiene antes y después de la liofilización ya que en el proceso no se alcanza la temperatura de degradación de niacina (Merck), demostrándose la ventaja de esta técnica de secado.

Cuadro 13: Contenido de Niacina en 100g de extracto

Muestra	Niacina (mg/100g)
Extracto fresco	2,35
Cocona liofilizada	5,54

SELECCIÓN DEL LIOFILIZADO

De las pruebas realizadas se seleccionan las condiciones de operación de la prueba 2 por resultar con menor tiempo de secado y menor % humedad en el producto, manteniéndose el rendimiento.

VARIABLES DEL PROCESO DE LIOFILIZADO

Las principales variables de estudio en la liofilización son las siguientes:

- Temperatura del Estante
- Densidad de carga
- Concentración

Estas variables pueden regularse experimentalmente, a continuación se estudiará el efecto que tienen las mismas, en cada etapa de la liofilización (congelación, sublimación y desorción); el tiempo de secado y su relación con la calidad del producto obtenido.

A. Efecto de la Temperatura

El programa de temperaturas del estante influye en el perfil de temperaturas del producto. Las pruebas 1 y 2 mostraron temperaturas de sublimación promedio de -36 y -34°C respectivamente.

En la prueba 1 se enciende el condensador una vez que la temperatura del producto alcanza los -39°C , a las 5,33 horas de iniciado el proceso de congelamiento; a diferencia de la prueba 2 que se encendió el condensador desde el inicio del proceso de congelamiento.

El tiempo de sublimación de las pruebas 1 y 2 es de 21,12 h y 11,92 h, respectivamente. Se observa que el equipo de enfriamiento del condensador al funcionar desde el inicio del proceso ayuda a disminuir el tiempo de sublimación que cuando se enciende el condensador ya iniciado el proceso.

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 la prueba 1 (densidad de carga de $10,60 \text{ kg/m}^2$) y de la prueba 2 (densidad de carga de $8,01 \text{ kg/m}^2$) difieren en 9,2 horas. Esto se justifica, además del momento de encendido del condensador, 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).

Cuando la densidad de carga es 10,60 kg/m² el tiempo de congelamiento es de 5,5 h, y para 8,01 kg/m² es de 4 h.

C. Efecto de la Concentración

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

Del gráfico de la prueba 2 se observa ese efecto donde el punto de congelamiento del extracto de cocona con 8,74% de sólidos totales es -2°C. La composición del extracto de cocona está constituido en su mayoría por azúcares reductores.

El punto de congelamiento obtenido es válido ya que la temperatura de congelación de un alimento oscila entre -1 y -5 °C (11).

Para verduras y frutas con un contenido de humedad promedio de 90%, el punto de congelamiento es de -1,8 °C (26).

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 más ahorro de energía y tiempo, los porcentajes de sólidos requeridos para liofilizar están entre los rangos requeridos, procesar extractos con porcentajes de sólidos altos tampoco es recomendable.

El transporte de masa del vapor de agua para los resultados obtenidos en la prueba 2 está dado por la ecuación (4):

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

Donde:

$$A : \text{Área de sublimación (pie}^2) = 1,281 \text{ pies}^2$$

$$b : \text{Permeabilidad de capa seca (lb pie}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ torr}^{-1}) = 2 \times 10^{-2}$$

$$p_s : \text{Presión parcial de agua en la superficie de capa seca} = 0,11 \text{ torr}$$

p_i : Presión de la interfase de hielo (ver Tabla 6.3)

X_d : Espesor de la capa seca (pie)

X_i : Espesor de la capa congelada (pie)

La densidad de carga de 8,01 Kg/m² tiene un espesor que se calcula a continuación:

Si el espesor inicial es:

$$L = \frac{C_E}{\rho A_T} \quad (19)$$

Donde:

$$\rho : \text{Densidad de pulpa de cocona} = 1,028 \text{ g/cm}^3 \text{ (13)}$$

$$A_T : \text{Area total de secado} = 0,122 \text{ m}^2$$

Reemplazando:

$$L = (976 / 1,028) * (10^{-6} / 0,122) = 7,782 \text{ mm} = 0,026 \text{ pie}$$

$$X_i = (890,67 / 1) * (10^{-6} / 0,122) = 7,301 \text{ mm} = 0,020 \text{ pie}$$

$$L = 0,026 \text{ pie}, X_i = 0,020 \text{ pie}$$

$$X_d = L - X_i = 0,006 \text{ pie}$$

En la prueba 2 la sublimación a $T = -34^\circ\text{C}$

Tenemos de la tabla 6.3: $p_i = 0,19 \text{ torr}$

Reemplazando en la ecuación (4):

$$\frac{-dW}{dt} = 1,281 \times 2 \times 10^{-2} (0,19 - 0,11) 0,006^{-1}$$

Considerando una capa de hielo se mantiene 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 $G_{\text{máx}}$ dado por la ecuación:

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

Donde:

$G_{\text{máx}}$: Velocidad máxima de evaporación (lb h^{-1})

A : Área de sublimación (pie^2) = 1,281 pies^2

T_i : Temperatura absoluta de hielo ($^\circ\text{R}$) = 430,47 $^\circ\text{R}$

p_i : Presión de vapor del hielo (torr) = 0,19 torr

K_1 : Constante que depende del peso molecular de la sustancia a sublimar.

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

$$G_{\text{máx}} = \frac{2\,447 A p_i}{\sqrt{T_i}} \quad (20)$$

Considerando el bloque congelado se tiene lo siguiente:

$$G_{\text{máx}} = \frac{2\,447 \times 1,281 \times (0,19)}{\sqrt{430,47}} = 28,705 \text{ lb h}^{-1}$$

Entonces la velocidad de transferencia de calor está dada por:

$$q = A_T K_i (T_w - T_i) X_i^{-1} \quad (21)$$

Considerando el bloque de hielo cuyo espesor (L) es de 0,026 pie, se tiene que una capa congelada (X_d) de 0,006 pie.

Donde:

$$A_T : \text{Área de transferencia de calor} = 1,281 \text{ pie}^2$$

$$T_w : \text{Temperatura de pared en contacto con la capa congelada} = 106,8 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_i : \text{Temperatura del hielo} = -29,2 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$K_i : \text{Conductividad térmica de la capa congelada} = 1 \text{ BTU.pie}^{-1}.\text{h}^{-1} .^\circ\text{F}^{-1}$$

$$X_i : \text{Espesor de la capa congelada} = 0,006 \text{ pie}$$

Finalmente, reemplazando tenemos en (21):

$$q = 1,281 \times 1,0 \times (106,8 - (-29,2)) \times 0,006^{-1} = 29\,036,00 \text{ BTU h}^{-1}$$

3.4.3 PRUEBAS DE SECADO POR ESTUFA

Las pruebas de secado por estufa se llevaron a cabo en el Laboratorio de Bioremediación de la Universidad Agraria La Molina. Se utilizó el extracto de cocona con las características y condiciones señaladas en el cuadro 14.

Cuadro 14: Condiciones de Operación del Secado en estufa

PARAMETROS	PRUEBA 1	PRUEBA 2
Alimentación (g)	1 070,5	1 103,25
Temperatura de calentamiento (°C)	62,5	66,0
Tiempo (horas)	16,75	16,35

Cuadro 15: Características del producto deshidratado

Prueba	Peso de extracto seco (g)	% Humedad (g/100 g extracto seco)	% Rendimiento (g polvo / 100 g extracto)
1	66,39	9,19%	6,202%
2	68,70	6,30%	6,227%

El cuadro 15 indica las características del producto secado en estufa. Ambas pruebas se trabajaron a $64 \pm 2^\circ\text{C}$ en un tiempo aproximado de 16 horas de secado y en promedio alcanzan un rendimiento del 6,214% con una humedad promedio de 7,74%.

La cocona deshidratada obtenida en la prueba 2 contiene Niacina 49,93 mg / 100 g.

SELECCIÓN DEL SECADO EN ESTUFA

De las pruebas realizadas se seleccionan las condiciones de operación de la prueba 2 por resultar con menor tiempo de secado, mayor rendimiento y

menor % humedad en el producto. Así como también cumple las especificaciones mostradas en el protocolo de análisis (ver cuadro 16).

Cuadro 16: Protocolo de Análisis de la Cocona deshidratada

Producto	:	Cocona deshidratada
Muestra recibida	:	60g
Presentación	:	Bolsa con papel aluminio sellada
Identificación	:	Muestra de la prueba 2
Fecha de recepción	:	14/04/2011

ANALISIS	RESULTADO	ESPECIFICACIONES
Aspecto	Conforme	Polvo fino homogéneo libre de sustancias extrañas
Color	Conforme	Amarillo oscuro (mostaza)
Olor	Conforme	Característico
% Humedad	6,0	Max. 8%
Niacina	49,94	Min. 49,90

3.4.4 Comparación de métodos de secado

El cuadro 17 resume los resultados obtenidos en las pruebas piloto de secado por liofilización y estufa, donde se muestra la comparación de rendimientos en todas las pruebas realizadas.

El cuadro 18 muestra la comparación de muestras analizadas para la determinación de Niacina.

Se encuentra una ligera desventaja del rendimiento en el secado por estufa respecto al liofilizado. Más notoria es la diferencia en cantidad de Niacina que se recupera en el polvo secado en estufa respecto al liofilizado.

Cuadro 17: Comparación de Rendimientos y % Humedad en pruebas

Prueba	Peso de extracto (g)	Peso de extracto seco (g)	% Humedad (g / 100 g extracto seco)	% Rendimiento (g polvo / 100 g extracto)
Liofilizado 1	1 292	86	6,00%	6,656%
Liofilizado 2	976	64	5,25%	6,557%
Estufa 1	1 070	72	9,19%	6,726%
Estufa 2	1 103	71	6,30%	6,436%

Cuadro 18: Comparación entre muestras analizadas

Muestra	% Humedad (g / 100 g extracto seco)	% Rendimiento (g polvo / 100 g extracto)	Niacina (mg/100g)
Extracto fresco	91,26%	-	2,35
Cocona liofilizada	5,25%	6,557%	5,54
Cocona deshidratada en estufa	9,19%	6,726%	49,93

En general, el contenido de humedad en las muestras de cocona liofilizada es menor que en las muestras de cocona deshidratada en estufa, pero la finalidad de esta tesis es buscar la recuperación máxima de la Vitamina Niacina por sus propiedades ya mencionadas en el capítulo 1. Por lo que se selecciona la técnica de secado por calor, a una temperatura cercana a 66 °C y con un tiempo de secado menor o igual a 16 horas.

3.4.5 TRATAMIENTO DE DATOS

Se calcula el balance de masa siguiendo el procedimiento del Anexo 5. El cuadro 19 resume el balance de masa global y de componentes, en donde se han utilizado las siguientes variables:

M : Peso de fruta cocona (g)

C_E: Carga de extracto (g)

L : Cocona deshidratada (g)

V : Vapor removido del equipo deshidratador (g)

m_L : Merma en la deshidratación (g)

W : Agua en la alimentación (g)

X : Sólidos totales

$\%W_L$: % Humedad del deshidratado (g H_2O / 100 g polvo deshidratado)

A continuación se presentan los cuadros resumen del balance de masa de la prueba piloto N° 2.

Cuadro 19: Resumen del Balance de Masa en prueba 2

PELADO Y PULPEADO

CORRIENTE		CANTIDAD (g)
INGRESO	SALIDA	
M_i		2 130,00
	M_e	1 103,25
	M_s	1 026,75

DESHIDRATACION

CORRIENTE		CANTIDAD (g)	COMPOSICION			
INGRESO	SALIDA		% x	X (g)	% w	W (g)
C_E		1 103,25	7,99%	88,15	92,01%	1 015,10
	L	68,70	93,70%	64,37	6,30%	4,33
	V	1 009,17	0%	0,00	100%	1 009,17
	m_L	25,38	7,99%	2,03	92,01%	23,35

Cálculo de Rendimientos

$$\% \text{ Rendimiento del Pelado y Pulpeado} = M_e / M_i \cdot 100\% = 51,796\%$$

$$\% \text{ Rendimiento de la Deshidratación} = (1 - \%W_L) \cdot L / (\%x_c \cdot C_E) \cdot 100 = 73,026\%$$

Adicionalmente se calcula el % recuperación de sólidos totales en la Deshidratación:

$$\% \text{ Recuperación de sólidos totales} = (1 - \%W_L) \cdot L / M \cdot 100\% = 3,022\%$$

El % de rendimiento y el % de recuperación de las pruebas piloto de deshidratación se resumen en el cuadro 20.

Cuadro 20: Resumen Rendimiento y Recuperación en pruebas de deshidratación

PRUEBA	% RENDIMIENTO	% RECUPERACION
1	70,486%	3,014%
2	73,026%	3,022%

3.5 SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Según pruebas realizadas de secado de cocona en un deshidratador (13), usando el principio de calentamiento y remoción del agua en la fruta, se toman dichos datos para realizar el proceso de producción de cocona deshidratada a nivel industrial.

En general la producción de cocona deshidratada a nivel industrial comprende las operaciones de: Pelado / Pulpeado y Deshidratación (Ver figura 34).

El proceso se inicia con la recepción de la materia prima e ingreso al almacén, si cumple los controles de calidad. En el pelado y pulpeado la fruta ingresa después de haberse realizado el escaldado.

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

El producto congelado se lleva al deshidratador. Se enciende el sistema de calentamiento a 70 °C por un tiempo promedio de 4,5 h.

La cocona deshidratada se envasa rápidamente en bolsas de aluminio con película plástica y se sella herméticamente.

Las condiciones de operación del secado en estufa corresponden a la prueba 2, que se seleccionó según criterios de calidad.

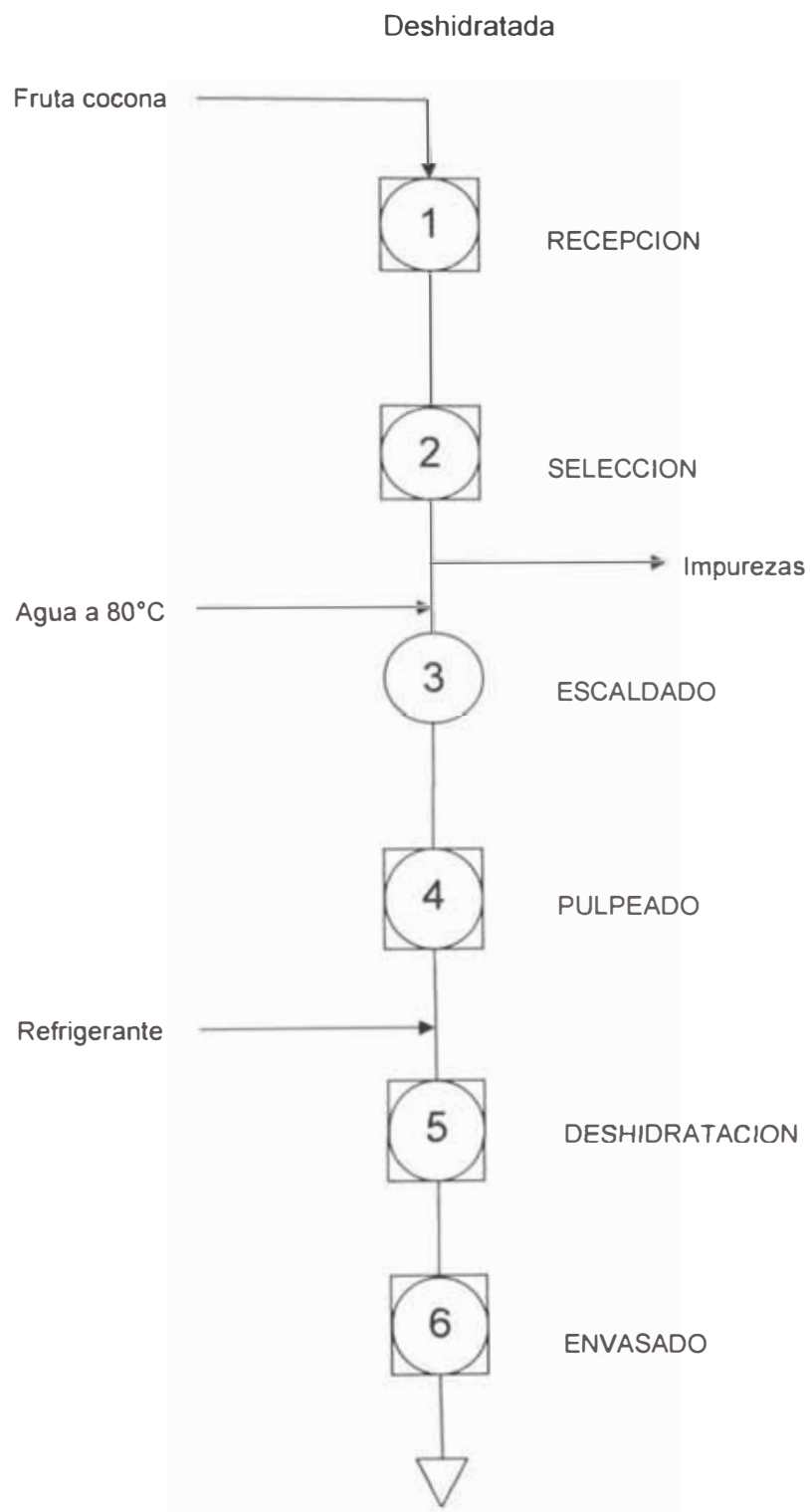
La figura 35 muestra el diagrama de operaciones para la obtención de Cocona deshidratada seguida en nuestro proceso.

3.6 PLAN DE PRODUCCIÓN Y REQUERIMIENTO DE INSUMOS Y SERVICIOS

La producción industrial de cocona deshidratada satisface el 82% de la demanda proyectada estimado a partir de los datos obtenidos en el estudio de mercado equivalente a 50 TM / año.

Teniendo en cuenta el rendimiento de cocona deshidratada calculado a partir de la fruta de cocona, igual a 3,27% (kg extracto deshidratado / 100 kg fruta), se calcula el requerimiento de fruta anualmente.

La figura 36 muestra las etapas de la secuencia de operaciones desde la recepción de materia prima hasta el envasado, para la producción de un lote de cocona deshidratada correspondiente al trabajo de un día del año 0.

Figura 35: Diagrama de Operaciones para la Obtención de Cocona

A continuación se resumen los criterios considerados para la elaboración del plan de producción:

Tiempo de producción anual (días)	330
Producción anual (TM/Año)	52,055
Producción diaria (Kg/Día)	157,74
Requerimiento anual de fruta (TM/Año)	1 591,90
Requerimiento diario de fruta (Kg/día)	4 823,93
PROGRAMA DE DESHIDRATACIÓN	
Tiempo de deshidratación (horas)	4,5
Turnos	2
N° de batch diario de deshidratación	1,00
Producción diaria (Kg/batch)	157,7
Requerimiento de fruta (Kg/batch)	4 823,93

3.7 BALANCE DE MASA Y ENERGÍA DE LA PLANTA INDUSTRIAL

El cuadro 21 muestra el balance de masa global indicando los requerimientos de materia prima, la composición del extracto en cada línea y las principales operaciones en el proceso de producción de polvo deshidratado de cocona.

Cuadro 21: Balance de Masa Global de la Planta Industrial

PELADO Y PULPEADO

CORRIENTE		CANTIDAD (Kg)
INGRESO	SALIDA	
M _i		4 823,93
	M _e	2 540,28
	M _s	2 283,65

DESHIDRATACIÓN

CORRIENTE		CANTIDAD (Kg)	COMPOSICIÓN			
INGRESO	SALIDA		%x	X (Kg)	%w	W (Kg)
C _E		2 540,28	7,99%	202,97	92,01%	2 337,31
	L	158,26	93,70%	148,29	6,30%	9,97
	V	2 323,67	0%	0	100%	2 323,67
	m	58,36	7,99%	4,66	92,01%	53,69

Para el balance de energía se toma como referencia los resultados obtenidos en pruebas de secado en un deshidratador de bandejas (13). El cuadro 22 muestra a continuación el balance de energía en la planta industrial.

Cuadro 22: Balance de Energía Global de la Planta Industrial

DESHIDRATACIÓN

CORRIENTE	CANTIDAD (kg)	Q _{sensible} (kcal)	Q _{latente} (kcal)	Q _{ganado} (kcal)	Q _{ganado} (KJ)
C _E	2 540,28	180 385,29	1 370 455,73	1 550 841,03	6 493 061,13
L	158,26				
V	2 323,67		85 882,66	85 882,66	359 573,52
M	58,36				
Qtotal					6 852 634,65

El cuadro 23 muestra la producción necesaria para que la planta trabaje a su máxima capacidad, indicando también el tiempo de operación de los equipos que se utilizan, para de esta manera obtener el requerimiento de servicios como energía eléctrica y agua.

El cuadro 24 muestra el requerimiento de servicios por día operativo; el mismo que está relacionado al nivel de operación y al diseño de equipos.

Cuadro 23: Programación diaria de la producción de la planta industrial

Equipo	N°Horas/día	Capacidad
Precalentador	0,33	500 L
Pulpeadora	5,06	500 Kg/h
Marmita	3,68	150 L
Bomba 1	0,33	60 L/min
Bomba 2	0,33	60 L/min
Cámara de Congelamiento	9	3 TM
Deshidratador	4,50	3 TM
Tanque para escaldado	0,53	1 000 L

Cuadro 24: Requerimiento de servicios de la planta industrial

a. Requerimiento de Energía Eléctrica

Equipos	Cantidad (Unidad)	Potencia (KW)	Tiempo (horas)	Consumo KW-h/día
Precalentador	1	21	0,33	7,000
Pulpeadora	1	0,75	5,06	3,795
Marmita	1	0,22	3,68	0,810
Bombas	2	0,15	0,33	0,099
Cámara de Congelamiento	1	36,40	9	327,591
Compresor C	1	15,15	4	60,588
Compresor P	1	3,53	1	3,531
Deshidratador	1	421,17	4,5	1 895,261
TOTAL CONSUMO				2 298,674
COSTO TOTAL US\$/año				123 916,595

b. Requerimiento de Agua

Equipo	Cantidad (Unidad)	Tiempo (min)	Flujo (L/min)	Consumo (m ³ /día)
Precalentador	1	10,00	30	0,30
Limpieza				25
TOTAL CONSUMO				25,3
COSTO TOTAL US\$/año				5900,954

Para determinar el requerimiento de mano de obra, se ordena al personal de la planta por áreas. El cuadro 25 indica los sueldos y salarios correspondientes.

La distribución de personal por turnos en los diferentes departamentos, se muestra en el cuadro 26.

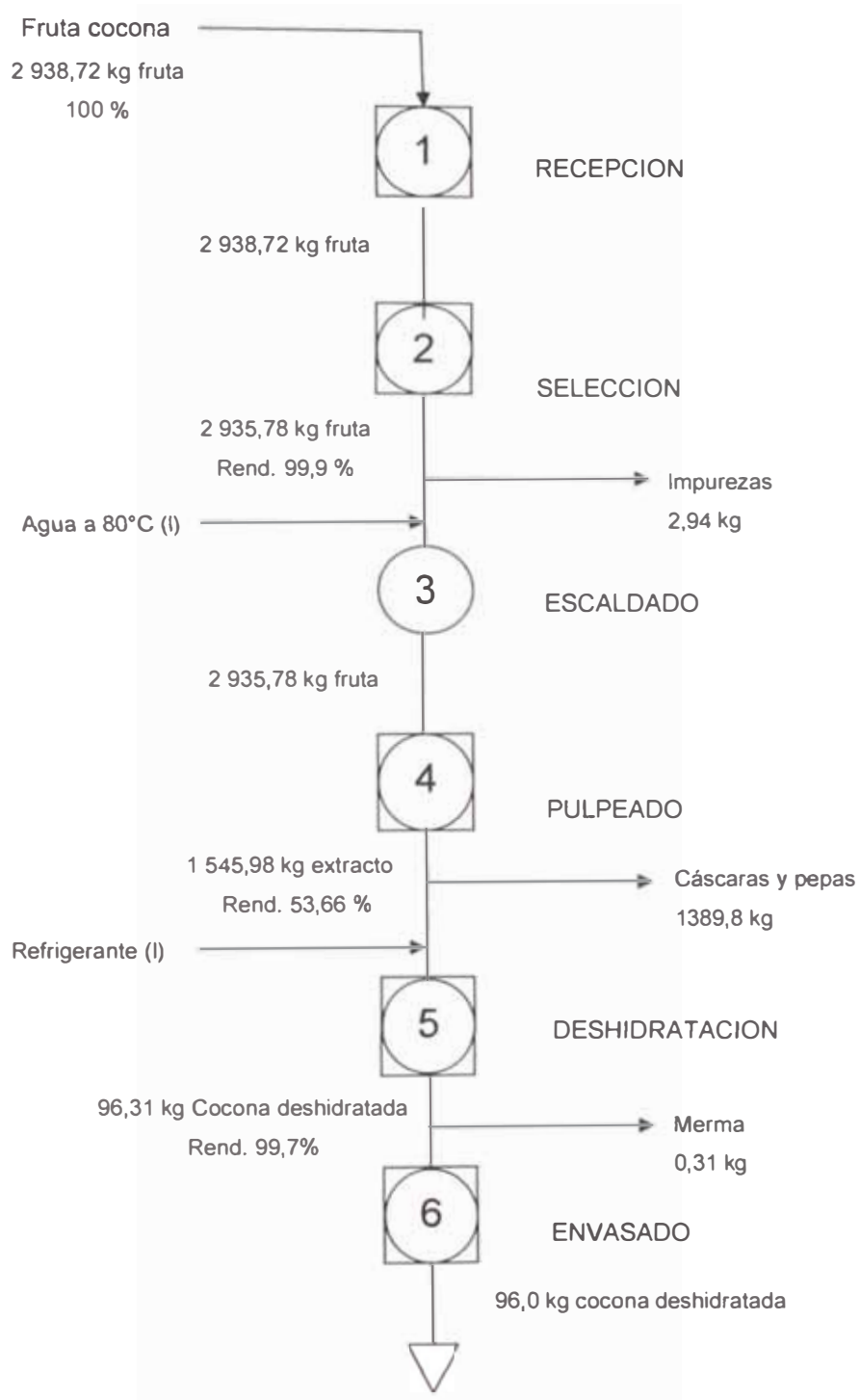
Cuadro 25: Requerimiento de Mano de Obra

Departamento	Cargo	Personal	Salario (US\$/persona-mes)	US\$/mes	US\$/año
Superintendencia	Gerente General	1	892,857	892,857	27 000,000
	Logística y ventas	1	357,143	357,143	
	Contabilidad	1	357,143	357,143	
	Recursos Humanos	1	357,143	357,143	
	Recepción	1	285,714	285,714	
Supervisión	Jefe de área	1	535,714	535,714	6 428,571
Laboratorio	Control de Calidad	2	428,571	857,143	10 285,714
Mano de obra directa	Operarios de planta	4	321,429	1 285,71	41 142,857
	Operarios de limpieza	2	250,000	500,000	
	Empaquetador	1	250,000	250,000	
	Seguridad	2	250,000	500,000	
	Selección de materia prima	1	250,000	250,000	
	Mantenimiento	2	321,429	642,857	
TOTAL				7 071,43	84 857,143

Cuadro 26: Distribución del personal por turno

Cargo	Personal	
	1 ^{er} Turno	2 ^{do} Turno
Gerente General	1	
Logística y ventas	1	
Contabilidad	1	
Recursos Humanos	1	
Recepción	1	
Jefe de área	1	
Control de Calidad	1	1
Operarios de planta	2	2
Operarios de limpieza	1	1
Empaquetador		1
Seguridad	1	1
Selección de materia prima	1	
Mantenimiento	1	1

Figura 36: Balance de Masa del Proceso de
Deshidratación de Cocona (kg / lote)



CAPÍTULO IV DISEÑO DE PLANTA

4.1 TAMAÑO DEL PROYECTO

El tamaño de planta incide sobre el nivel de las inversiones y los costos, y por ende sobre la estimación de la rentabilidad que genera su implementación.

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

Tamaño – Mercado

Tamaño – Disponibilidad de materia prima

Tamaño – Tecnología

4.1.1 TAMAÑO-MERCADO

Este estudio es de gran importancia para determinar la capacidad instalada de planta, ya que la producción no puede ser mayor que la demanda total.

La aceptación de la cocona en el mercado mundial es favorable ya que como se podrá observar en los cuadros siguientes, la cocona ya es conocida internacionalmente por sus propiedades medicinales y además existe una creciente revalorización de la medicina tradicional.

Francia es uno de los mercados más importantes y es bien sabido que Europa es desde los inicios del 90, el más importante consumidor de productos naturales importados.

A partir del estudio de mercado, se estiman las cifras mostradas en el cuadro 40, correspondiente a la demanda proyectada en el periodo 2012-2021. Para el año 2012 la demanda sería 34,9 TM y para el 2020 60,9 TM de cocona deshidratada. El tamaño de planta adecuado satisfará el 82% de la demanda proyectada, es decir 50 TM/año.

4.1.2 TAMAÑO-DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA

Este factor es importante para este tipo de proyecto agroindustrial, se pretende contar con 1591,90 TM de cocona/año (capacidad máxima). En el año 10, el proyecto requiere 1862,5 TM/año (con un factor de servicio de 90,5%).

En Loreto, el precio de cocona es de 0,22 S/. el Kg, siendo un precio relativamente bajo, motivo por el cual se optará por la compra de cocona en chacra, teniendo de esta manera la disponibilidad inmediata de la materia prima.

4.1.3 TAMAÑO-TECNOLOGÍA

El proceso de deshidratación requiere de cierta tecnología. Los deshidratadores que ofrecen diferentes empresas vienen principalmente de países como Alemania, Nueva Zelanda, Estados Unidos, Argentina y México. Teniendo en cuenta 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 distintas capacidades. Los demás equipos se diseñan para el tamaño de planta elegido, según

tecnología propia de acuerdo a nuestra realidad. Por lo que se concluye que el factor tecnología no será un limitante.

TAMAÑO PROPUESTO

Del análisis de los factores se concluye que el factor mercado determina el tamaño de planta; ya que se cuenta con la tecnología y la disponibilidad de la materia prima que está garantizada por el abastecimiento existente. Por tanto el tamaño del proyecto será de 50 TM/año de cocona deshidratada.

4.2 LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

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

El análisis de la localización del proyecto se hace en base a:

Disponibilidad de la materia prima

Cercanía del mercado

Costos de servicios

Clima

Política de gobierno

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

Zona A (Huánuco)

Zona B (Loreto)

Zona C (Lima)

Considerando estas zonas como alternativas para la localización de la planta deshidratadora. En el cuadro 27 se muestra la evaluación correspondiente para la determinación de la localización de la planta.

Cuadro 27: Evaluación para la localización de la planta

FACTOR	PESO	ZONA A-Huánuco		ZONA B-Loreto		ZONA C-Lima	
		Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado
Cercanía a la materia prima	0,30	9	2,70	9	2,70	4	1,20
Cercanía-Mercado	0,30	4	1,20	6	1,80	9	2,70
Energía	0,20	6	1,20	4	0,80	8	1,60
Agua	0,15	6	0,90	8	1,20	4	0,60
Política de gobierno	0,05	7	0,35	9	0,45	3	0,15
TOTAL	1,00		6,35		6,95		6,25

*Fuente propia

El presente método consiste en asignar a cada factor un peso de 0 a 1, luego se otorga a cada localización la calificación de 1 a 10. La localidad de Loreto viene a ser la zona escogida para la producción de Cocona ya que obtuvo un puntaje mayor al de Huánuco y Lima.

4.2.1 LOCALIZACIÓN-MERCADO

Las exportaciones de Loreto se ven favorecidas por la disponibilidad de un aeropuerto en la zona. Al mercado de Francia se exportará a través del aeropuerto internacional de Iquitos.

4.2.2 LOCALIZACIÓN-CERCANÍA DE MATERIA PRIMA

La producción nacional de cocona del cuadro 41 muestra la producción de Loreto, que tiende a incrementarse, asegurando el abastecimiento de materia prima para el presente proyecto.

4.2.3 DISPONIBILIDAD DEL TERRENO

En la zona de Loreto se dispone de terrenos en cantidad suficiente para edificar la planta del presente proyecto. El precio del terreno oscila entre 500 a 1 500 US\$/ha, dependiendo de la ubicación y condiciones (servicios de agua y luz) del terreno.

4.2.4 DISPONIBILIDAD DE LOS SERVICIOS

La zona de Loreto cuenta con empresas prestadoras de servicios como SEDA Loreto S.A. que abastece de agua; Electro Oriente que abastece de energía eléctrica y de acuerdo a la ley de la Amazonía, el costo de combustible es menor en relación a las otras zonas estudiadas.

4.2.5 CLIMA

La zona de Loreto 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 es 84%; la velocidad de vientos promedio es de 3,1 m/s y la temperatura media anual es 31°C.

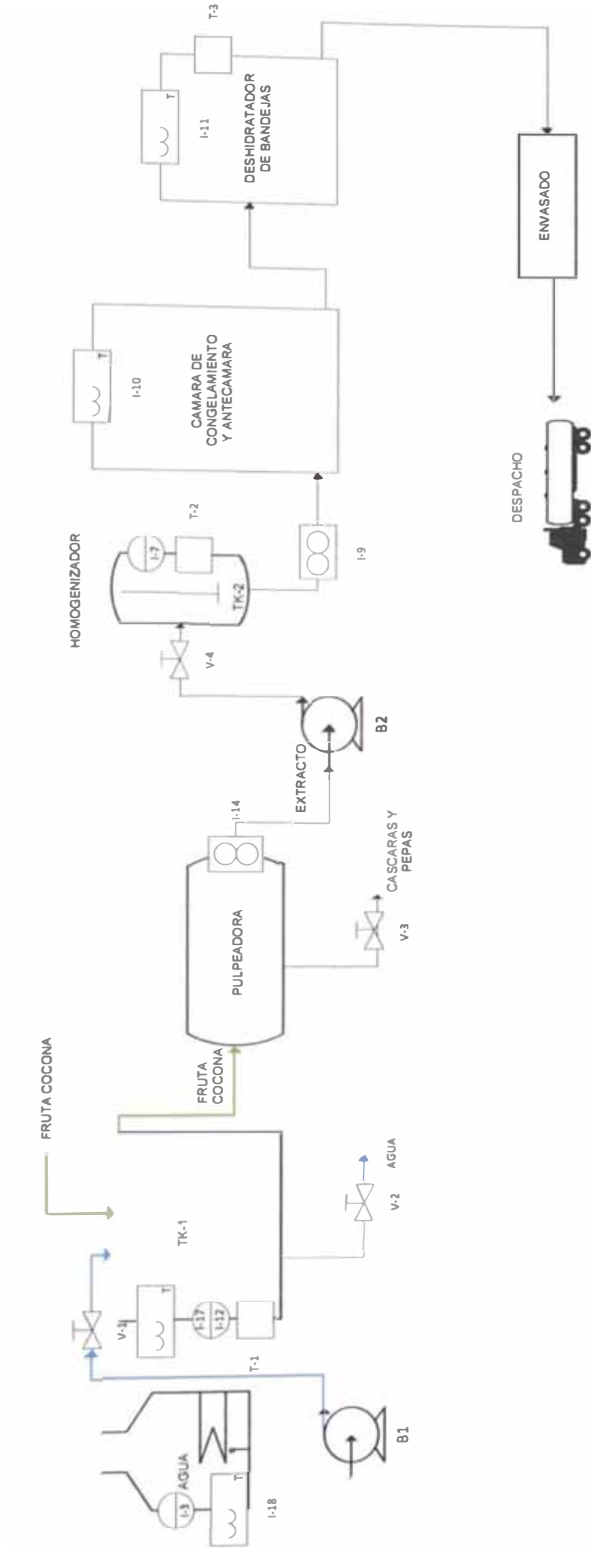
Este factor no es limitante.

Cuadro 28: Especificaciones de los equipos de la planta industrial

EQUIPO	CARACTERÍSTICAS	UNIDADES
CALENTADOR DE RESISTENCIA ELÉCTRICA	Potencia Calorífica: 21 KW Dimensiones Diámetro: 0,7 m Altura: 1,3 m Volumen: 500 L	1
TANQUES	Tanque N° 1 Capacidad: 1 000 L Material: Acero inoxidable Dimensiones Diámetro: 0,91 m Altura: 1,54 m Tanque N° 2 Capacidad: 150 L Material: Acero inoxidable Dimensiones Diámetro: 0,48 m Altura: 0,83 m Potencia del agitador: 0,3 HP	2
PULPEADORA	Capacidad: 500 kg extracto/h Dimensiones Longitud: 0,90 m Ancho: 0,55 m Altura: 0,90 m Motor: Eléctrico Potencia: 0,75 HP Velocidad: 1 800 RPM Tensión: 220 v Material: Acero inoxidable Malla del tamiz: 1,5 - 2 mm	1
BOMBAS	Bombas centrífugas N°: 1 y 2 Potencia: 0,15 kw Material: Acero inoxidable	2

CÁMARA DE CONGELAMIENTO	<p>Aislamiento: Poliestireno Espesor: 6 pulg Temperatura de diseño: -10 °C Carga térmica: 124 210,721 BTU/h Refrigerante: R404a Potencia compresor: 20,3 HP</p>	1
ANTECÁMARA	<p>Aislamiento: Poliestireno Espesor: 2 pulg Temperatura de diseño: 15 °C Carga térmica: 98 667,214 BTU/h Refrigerante: R134a Potencia compresor: 4,7 HP</p>	1
DESHIDRATADOR DE BANDEJAS	<p>Capacidad: 3 TM Dimensiones Longitud: 7,1 m Ancho: 9,8 m Altura: 3,6 m Espesor: 1/4 pulg</p> <p>Área calentamiento Material: Acero inoxidable</p> <p>Estantes Dimensiones (mm): 3 200 x 85 Material: Aluminio</p> <p>Bandejas Dimensiones (mm): 1 000x800x30 Material: Aluminio Forma rectangular con bordes redondeados</p> <p>Calefacción Potencia calorífica: 421,169 KW</p> <p>Ventilador Velocidad: 3 600 RPM</p>	<p>12</p> <p>365</p> <p>1</p>

Figura 37: Diagrama de Flujo de la Planta Deshidratadora de Cocona



4.4 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

En la construcción de la planta se tiene en consideración los siguientes aspectos (Figura 38):

El tamaño de los almacenes asegura la capacidad de almacenamiento tanto para la materia prima (fruta de cocona) como para el producto terminado (cocona deshidratada).

Se considera un área construida de aproximadamente 370 m², la cual incluye toda el área de producción, almacenes, vestuarios y oficinas administrativas.

4.5 BASES DE ASEGURAMIENTO Y GESTIÓN DE LA CALIDAD

Para garantizar el cumplimiento de una adecuada gestión de la calidad, se implementará Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). A fin de asegurar la calidad sanitaria y la inocuidad de la cocona deshidratada, se establecerá la aplicación de los principios del sistema HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point). Este permitirá identificar los puntos críticos de control y establecer las medidas necesarias para corregirlos y verificarlos.

La norma sanitaria para la aplicación del sistema HACCP en la fabricación de alimentos y bebidas, fue aprobada mediante resolución ministerial N°449-2006/MINSA el 17 de Mayo del 2006. Se fundamenta en lo establecido en la Quinta Disposición Complementaria, Transitoria y Final del Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas, aprobado por Decreto Supremo N°007-98-SA y está en concordancia con lo establecido

en la Norma Códex Alimentarius "Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control" y directrices para su aplicación.

4.5.1 BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA

Son requerimientos mínimos de higiene y procesamiento necesarios para asegurar la producción de un alimento sano. Involucran al personal, la infraestructura, el equipo y los utensilios y los controles de producción y proceso. A continuación, se dan algunas recomendaciones generales (Cumpa, 2008):

Personal

- Utilizar uniformes completos y limpios (tapaboca, guantes, etc.).
- No está permitido el uso de joyas ni maquillaje.
- Prohibido comer, beber o fumar dentro de las instalaciones de la planta de producción.
- Lavarse las manos con jabón desinfectante al entrar y salir de las áreas.

Infraestructura

- Mantenimiento de las estaciones de lavado de manos (agua, jabón desinfectante, papel toalla, etc.).
- Almacenamiento adecuado de insumos.
- Almacenamiento adecuado de productos terminados.

Equipo y utensilios

- Limpieza y desinfección de herramientas.
- Establecer un programa de sanitización.

Controles de producción y proceso

- Control de temperatura.
- Control de tiempo.
- Elaboración de registros.
- Identificación del lote y códigos.
- Control de peso del producto.

4.5.2 Principios del sistema HACCP

El procedimiento para la aplicación del sistema HACCP comprende 12 pasos y 7 principios. El paso 1 consiste en la formación de un equipo que debe estar integrado entre otros, por los jefes o gerentes de las diferentes áreas. En los pasos 2 y 3 se realizan la descripción del producto alimenticio y la determinación del uso previsto del alimento, respectivamente.

A continuación, en el cuadro 29, se muestra información detallada acerca del producto.

Cuadro 29: Descripción y utilización del producto.

Producto: Cocona (Solanum Sessiliflorum Dunal) deshidratada	
1. Nombre común	Cocona
2. Uso	Producto semi-terminado
3. Características microbiológicas del producto final	Límites críticos: Salmonella: Ausencia/25g Mohos: $10^2 - 10^3$ Levaduras: $10^2 - 10^3$ Escherichia coli: $10 - 5 \times 10^2$
4. Composición química (en 100 g de producto)	Agua: Máx 8% Niacina: Min. 49.9mg/100g
5. Tipo de empaque	Envasado al vacío en recipientes impermeables al vapor de agua y opaco.

6. Tiempo de vida útil	6 meses
7. Destino	Mercado local y Francia
8. Almacenamiento	Almacenar en lugares secos, con buena ventilación y sin exposición a la luz.

El paso 4 corresponde a la elaboración de un diagrama de flujo. En la figura 36 se indican todas las etapas de la secuencia de operaciones, desde la recepción de la materia prima hasta la comercialización, para la producción de un lote de cocona deshidratada correspondiente al trabajo de un día. El balance de materia se indica con mayor detalle en el anexo 5.

El paso 5 consiste en confirmar el diagrama de flujo en el lugar de proceso a fin de estar de acuerdo con el procesamiento del producto en todas sus etapas.

El primer principio y paso 6 corresponde a la enumeración de todos los peligros posibles relacionados con cada fase, la realización de un análisis de peligros y la determinación de las medidas para controlar los peligros identificados. Toda esta información se muestra en el cuadro 30.

El segundo principio y paso 7 es la determinación de los puntos críticos de control (PCC) que se muestran en el cuadro 31. Para determinar un PCC se debe aplicar una secuencia de decisiones que sigue un enfoque de razonamiento lógico (ver anexo 7).

El tercer principio y paso 8 es el establecimiento de límites críticos para cada PCC. El cuarto principio y paso 9 es el establecimiento de un sistema de vigilancia para cada PCC, el cual se muestra en el cuadro 32.

El quinto principio y paso 10 consiste en el establecimiento de medidas correctivas, con el fin de hacer frente a posibles desviaciones o pérdidas de control en un PCC. Estas medidas deben aplicarse hasta que el PCC vuelva a

estar controlado y el producto afectado, será eliminado o reprocesado a fin de evitar la comercialización de un producto dañino para la salud.

El sexto principio y paso 11 es el establecimiento de procedimientos de verificación que incluyen exámenes, tanto del sistema y plan HACCP como de las desviaciones y sistemas de eliminación de productos alimenticios rechazados. Todo esto se hace para comprobar que el sistema HACCP funciona correctamente.

Finalmente, el séptimo principio y paso 12, es el establecimiento de un sistema de documentación y registro. Los documentos a diseñar y mantener son el análisis de peligros, la determinación de los puntos críticos y la determinación de los límites críticos. Las actividades de vigilancia de los PCC, las desviaciones y las medidas correctivas correspondientes y las modificaciones introducidas en el sistema HACCP permanecen como registros.

Cuadro 30: Análisis de peligros de las operaciones identificadas en el diagrama.

Etapas del proceso	Identificación de peligros	¿Existen peligros significativos para la inocuidad del alimento?	Justifique su decisión para la columna 3	Qué medida(s) preventiva se pueden aplicar para prevenir peligros significativos	Este es un punto crítico de control (si o no)
Recepción de la materia prima	<u>Biológico</u> Presencia de virus u hongos en su sistema. <u>Químico</u> Ninguno. <u>Físico</u> Mala manipulación.	Si. Si.	Materia prima con virus u hongos que se desarrollan alterando la salud de los cultivos y en consecuencia, de los productos. Materia prima dañada por la mala manipulación del personal.	<ul style="list-style-type: none"> Sólo recepcionar materia prima proveniente de lugares certificados por el Ministerio de Agricultura. Capacitar al personal en manipulación de materia prima. 	Si.
Selección	<u>Biológico</u> Supervivencia de bacterias patógenas. <u>Químico</u> Ninguno.	Si.	Contaminación por errores en la manipulación e higiene del personal y utensilios.	Controlado por un programa de BPM.	No.

	<u>Físico</u> Ninguno.				
Lavado y desinfección	<u>Biológico</u> Supervivencia de bacterias patógenas. <u>Químico</u> Exceso de cloro. <u>Físico</u> Ninguno.	Si. No.	Eliminación insuficiente de microorganismos patógenos. Controlado por un programa BPM.	<ul style="list-style-type: none"> Personal capacitado. Control de tiempo de operación. 	Si.
Escaldado	<u>Biológico</u> Ninguno. <u>Químico</u> Degradación de componentes. <u>Físico</u> Pardeamiento.	Si. No.	Exposición prolongada de la materia prima en el escaldado. Controlado por un programa BPM.	<ul style="list-style-type: none"> Personal capacitado. Control de tiempo de operación. 	Si.
Pulpeado	<u>Biológico</u> Supervivencia de bacterias patógenas. <u>Químico</u> Ninguno. <u>Físico</u> Ninguno.	Si.	Eliminación insuficiente de microorganismos patógenos	<ul style="list-style-type: none"> Personal capacitado. 	No.
Deshidratación	<u>Biológico</u> Supervivencia de bacterias patógenas. <u>Químico</u> Ninguno. <u>Físico</u> Ninguno.	Si.	Eliminación insuficiente de microorganismos patógenos	<ul style="list-style-type: none"> Personal capacitado. 	No.
Envasado	<u>Biológico</u> Ninguno. <u>Químico</u> Degradación acelerada del producto. <u>Físico</u> Pardeamiento.	Si. No	Producto mal envasado que como consecuencia reduce el tiempo de vida útil del producto. Controlado por un programa de BPM.	<ul style="list-style-type: none"> Personal capacitado. Mantenimiento de equipos. 	Si.

Cuadro 31: Determinación de los puntos críticos.

Etapa del proceso	Categoría y peligro identificado	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Número de PCC
Recepción de la materia prima	<u>Biológico</u> Materia prima con virus u hongos que se desarrollan alterando la salud de los cultivos y en consecuencia, de los productos.	Si	No	Si	No	1
Lavado y	<u>Biológico</u>					2

desinfección	Supervivencia de bacterias patógenas en la materia prima alterando la salud de los productos.	Si	Si			
Escaldado	<u>Químico</u> Exposición prolongada de la materia prima en el escaldado que como consecuencia produce la degradación de componentes.	Si	No	Si	Si	
Envasado	<u>Químico</u> Producto mal envasado que como consecuencia reduce el tiempo de vida útil del producto.	Si	Si			3

Cuadro 32: Sistema de vigilancia o monitoreo del control de los PCC.

Punto crítico de control	Peligro significativo	Límites críticos	Vigilancia				Acciones correctivas	Registro
			¿Qué?	¿Cómo?	Frecuencia	¿Quién?		
Recepción de la materia prima	Materia prima con hongos o virus que se desarrollan alterando la salud de los cultivos y en consecuencia la de los productos.	Se acepta sólo materia prima proveniente de lugares habilitados por el Ministerio de Agricultura.	Identificar el lugar de propagación y desarrollo de la cocona.	Información del Ministerio de Agricultura sobre el lugar. Solicitud de certificados que acrediten que la materia prima se encuentra en óptimas condiciones.	Cada lote recibido.	El responsable de la recepción.	Si no es del lugar habilitado y/o no acreditan certificados, se rechaza el lote.	Registro de recepción de certificados hábiles.
Lavado y desinfección	Supervivencia de bacterias patógenas en la materia prima alterando la salud de los productos.	Utilizar hipoclorito de sodio a una concentración que varía entre 15 y 75 ppm. El tiempo de desinfección es de 5 minutos.	Controlar la temperatura del agua, la concentración del desinfectante y el tiempo de desinfección.	Evaluar el olor y color del desinfectante y el recipiente que lo contiene. Controlar la concentración de cloro y el tiempo de desinfección. Tomar muestras.	Monitorear cada 30 minutos el agua donde se realiza la desinfección y se mide la concentración de cloro y el tiempo.	Responsable de aseguramiento de la calidad.	Si la desinfección no se hizo a una concentración menor a 15 ppm, volver a desinfectar todo el producto que haya pasado por la línea de proceso hasta el	Registro de control de desinfección.

				del producto			último control correcto. Proceder de igual manera si el tiempo de desinfección fue menor a lo establecido.	
Envasado	Producto mal envasado que como consecuencia reduce el tiempo de vida útil del producto.	Se acepta sólo productos correctamente envasados sin evidencias de escape/ingreso de aire y luz del empaque.	Controlar el sellado a vacío y hermético del producto sellado.	Controlar el tiempo de sellado y encaje adecuado del equipo con el empaque. Tomar muestras del producto.	Monitorear cada 30 minutos el correcto funcionamiento del sellado a vacío.	Responsable de aseguramiento de la calidad.	Si el sellado a vacío fue defectuoso, volver a sellar el producto que haya pasado por la línea de proceso hasta el último control correcto.	Registro de control de funcionamiento del sellado a vacío. Registro de unidades defectuosas por lote.

CAPÍTULO V EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA

5.1 ESTUDIO DE MERCADO

5.1.1 PRECIOS DE MATERIA PRIMA

A continuación se indican los precios de la cocona en los diferentes departamentos donde es cultivada.

Cuadro 33: Precio promedio en chacra de cocona por departamento (Nuevos soles/ kg)

REGIÓN	AÑO			
	2005	2006	2007	2009
Amazonas			0,47	0,56
Huánuco	0,36	0,32	0,38	0,49
Junín	0,32	0,43	0,38	0,52
San Martín	0,29	0,22	0,25	0,32
Loreto	0,31	0,38	0,25	0,22
Ucayali	0,25	0,13	0,24	0,29
Madre de Dios				1,21
NACIONAL	0,27	0,23	0,26	0,32

FUENTE: Direcciones Regionales Agrarias-Dirección de Información Agraria

ELABORACIÓN: Ministerio de Agricultura-Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos-Unidad de Estadística

5.1.2 MERCADOS POTENCIALES DE CONSUMO

El extracto deshidratado de *Solanum Sessiliflorum* Dunal, es en algunos casos un producto semiterminado ya que se utiliza en la formulación de diferentes formas farmacéuticas como por ejemplo las cápsulas; sin embargo hay casos en los que se comercializa el extracto deshidratado como tal.

El mercado interno consume la cocona en su estado natural, cocida, etc.; mientras que la exportación de productos de cocona se lleva a cabo en diferentes formas: polvo, cápsulas, pulpa, follaje, jugo, congelado, natural, mermelada y en otras presentaciones.

El cuadro siguiente muestra la demanda de la cocona en sus diferentes presentaciones.

Cuadro 34: Variación en la demanda de diferentes formas de cocona (kg)

	2007	2008	2009	2010
Polvo	0,00	0,00	0,00	3 300,00
Capsulas	0,00	12,00	312,50	68,20
Pulpa	13,01	4 699,44	285,00	0,00
Follaje	0,00	0,00	1 585,65	0,00
Jugo	1 853,64	1 430,40	1 703,80	0,00
Congelado	0,00	6,00	0,00	0,00
Deshidratado	1 440,00	0,00	1 288,75	0,00
Natural	284,02	0,00	436,96	0,00
Mermelada	1 551,50	535,00	0,00	0,00
Otras Presentaciones	10 997,49	10 607,19	66,52	782,80

FUENTE: SUNAT
Elaborado por PROMPERU

La demanda del extracto deshidratado ha venido incrementándose en los últimos años; sin embargo no tiene un crecimiento muy marcado, debido a la falta de políticas de promoción de productos tropicales.

Los siguientes cuadros muestran los principales países importadores de cocona entre los años 2006 al 2011.

Cuadro 35: Exportación del producto Cocona según sus principales mercados en US\$ 2006-2011

PAÍS	2006		2007		2008		2009		2010		2011	
	US\$	%	US\$	%	US\$	%	US\$	%	US\$	%	US\$	%
Canadá	0,00	0,00%	2150,1	13,32%	0	0,00%	2,7	0,05%	3847,1	92,68%	0	0,00%
Bélgica	5,35	0,15%	273,27	1,69%	0	0,00%	24,72	0,44%	215,57	5,19%	0	0,00%
Francia	872,60	23,77%	3370,18	20,88%	6344,25	36,69%	2017,3	35,52%	68,2	1,64%	1368,6	100,00%
Chile	363,89	9,91%	0	0,00%	0	0,00%	40,8	0,72%	20,13	0,48%	0	0,00%
Ecuador	0,00	0,00%	44,16	0,27%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Estados Unidos	57,50	1,57%	1440	8,92%	6	0,03%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Reino Unido	0,00	0,00%	12,56	0,08%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Italia	0,00	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Países Bajos	2120,96	57,78%	6762,14	41,90%	2515,8	14,55%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Suecia	0,00	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Alemania	0,00	0,00%	0	0,00%	3724,54	21,54%	1648,65	29,03%	0	0,00%	0	0,00%
Suiza	0,00	0,00%	2087,25	12,93%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Bolivia	238,24	6,49%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Aguas Internacionales	11,92	0,32%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
España	0,00	0,00%	0	0,00%	4699,44	27,18%	1945,01	34,25%	0	0,00%	0	0,00%
Total	3670,46	100,00%	16139,66	100,00%	17290,03	100,00%	5679,18	100,00%	4151	100,00%	1368,6	100,00%

* Nota: Marzo del 2011. La información que se muestra es una versión preliminar aproximada al mes de Marzo, sin embargo se encuentra sujeta a actualizaciones.

FUENTE: SUNAT
ELABORADO POR: PROMPERU

Cuadro 36: Exportación del producto Cocona según sus principales mercados en kg 2006-2011

PAÍS	2006		2007		2008		2009		2010		2011	
	Kg	%	Kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
Canada	0,00	0,00%	681	9,23%	0	0,00%	1,19	0,03%	289,03	57,37%	0	0,00%
Bélgica	5,00	0,40%	352,58	4,78%	0	0,00%	10,69	0,30%	176,25	34,99%	0	0,00%
Chile	38,58	3,10%	0	0,00%	0	0,00%	5,53	0,15%	28,22	5,60%	0	0,00%
Francia	370,00	29,73%	2281,92	30,93%	2307,61	32,78%	1572,78	43,66%	10,27	2,04%	800,22	100,00%
Ecuador	0,00	0,00%	10	0,14%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Estados Unidos	40,61	3,26%	1201,49	16,29%	3,5	0,05%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Reino Unido	0,00	0,00%	6,8	0,09%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Italia	0,00	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Países Bajos	734,00	58,97%	2037	27,61%	880	12,50%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Suecia	0,00	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Alemania	0,00	0,00%	0	0,00%	1203	17,09%	350,72	9,73%	0	0,00%	0	0,00%
Suiza	0,00	0,00%	806	10,93%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Bolivia	21,44	1,72%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Aguas Internacionales	35,00	2,81%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
España	0,00	0,00%	0	0,00%	2646,12	37,59%	1661,8	46,13%	0	0,00%	0	0,00%
Total	1244,63	100,00%	7376,78	100,00%	7040,23	100,00%	3602,71	100,00%	503,77	100,00%	800,22	100,00%

* Nota: Marzo del 2011. La información que se muestra es una versión preliminar aproximada al mes de Marzo, sin embargo se encuentra sujeta a actualizaciones.

FUENTE: SUNAT
ELABORADO POR: PROMPERU

5.1.3 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

La cocona es cultivada principalmente en el Amazonas Occidental, ya sea de Brasil, Colombia y Perú, en Ecuador y Venezuela se produce en menor cantidad. Perú es el país que más produce y comercializa la cocona, no sólo se comercializa en el mercado interno sino que también se exporta a países como Estados Unidos, España, Francia, Italia, Suecia entre otros.

Se analiza la demanda externa según los datos proporcionados por el Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior "SIICEX".

Cuadro 37: Evaluación de las Exportaciones de la Cocona

Año	Valor FOB US\$	Volumen Bruto kg	Valor Unitario Promedio US\$/kg
1999	5 286,88	4 556,14	1,16
2000	122,57	140,16	0,87
2001	104,62	120,00	0,87
2002	59,66	67,00	0,89
2003	665,90	162,00	4,11
2004	8 880,00	8 350,18	1,06
2005	8 462,00	3 745,00	2,26
2006	3 670,46	1 244,63	2,95
2007	16 139,66	7 376,78	2,19
2008	17 290,03	7 040,23	2,46
2009	5 679,18	3 602,71	1,58
2010	4 151,00	503,77	8,24
2011	1 368,60	800,22	1,71
TOTAL	71 880,56	37 708,82	1,91

Nota: Marzo del 2011. La información que se muestra es una versión preliminar aproximada al mes de marzo, sin embargo, se encuentra sujeta a actualizaciones.

FUENTE: SUNAT
laborado por PROMPERU

Entre los años 1999 al 2003 se exportó aproximadamente 5,5TM de cocona; el año 2004 fue el “boom” de la cocona lográndose exportar 8,4TM, las cuales fueron dirigidas a Estados Unidos.

Entre los años 2005 y 2007 los niveles exportados entre los países importadores de cocona no siguieron un crecimiento constante, sin embargo se exportó 12,4TM.

En el 2008 se exportó 7TM las cuales fueron dirigidas en su totalidad a la comunidad europea, se concluye que Estados Unidos no importó cocona debido a que fue en este año que se inició la crisis económica mundial, la misma que empezó en este país con una grave crisis crediticia en el sector hipotecario.

En el 2009 las exportaciones continuaron dirigidas hacia la comunidad europea pero en menor cantidad, debido a que ya se empezaban a sentir los efectos de la crisis mundial; sin embargo se exportó 3,6TM.

Fue en el año 2010 que las salidas de la cocona al extranjero alcanzaron su nivel más bajo, y esto se debió a que fue en este año que la crisis mundial se asentó de gran manera en la comunidad europea; sin embargo en el presente año 2011, tanto los Estados Unidos como la Comunidad Europea se vienen recuperando de esta terrible crisis, como lo demuestra el hecho que a la fecha (30 de marzo) Francia haya importado 1TM aproximadamente, por lo que se estima que las exportaciones de cocona volverán a tener auge.

A. DEMANDA POTENCIAL

Francia es uno de los mercados más importantes; ya que es el país que más cocona viene importando en los últimos 10 años.

Para obtener la demanda potencial de cocona deshidratada, se considerarán las exportaciones de cocona en todas sus variedades a Francia y la producción interna de la misma.

B. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA EXTERNA

En la proyección de la demanda a Francia, se analizan las estadísticas de enfermedades como la diabetes y problemas de colesterol elevado.

Para lo cual se toman proyecciones de la población francesa del 2011 al 2020, 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.

Las variables independientes son:

X1: Nuevos casos de DIABETES estimados en Francia (miles de personas)

X2: Nuevos casos de COLESTEROL estimados en Francia (miles de personas)

La variable dependiente:

Y: Demanda de cocona liofilizada (Kg) de Francia

Ecuación: $Y = a + b * (X_1) + c * X_2$

$a = -5351,383$

$b = 0,044$

$c = 0,006$

$r = 0,842$

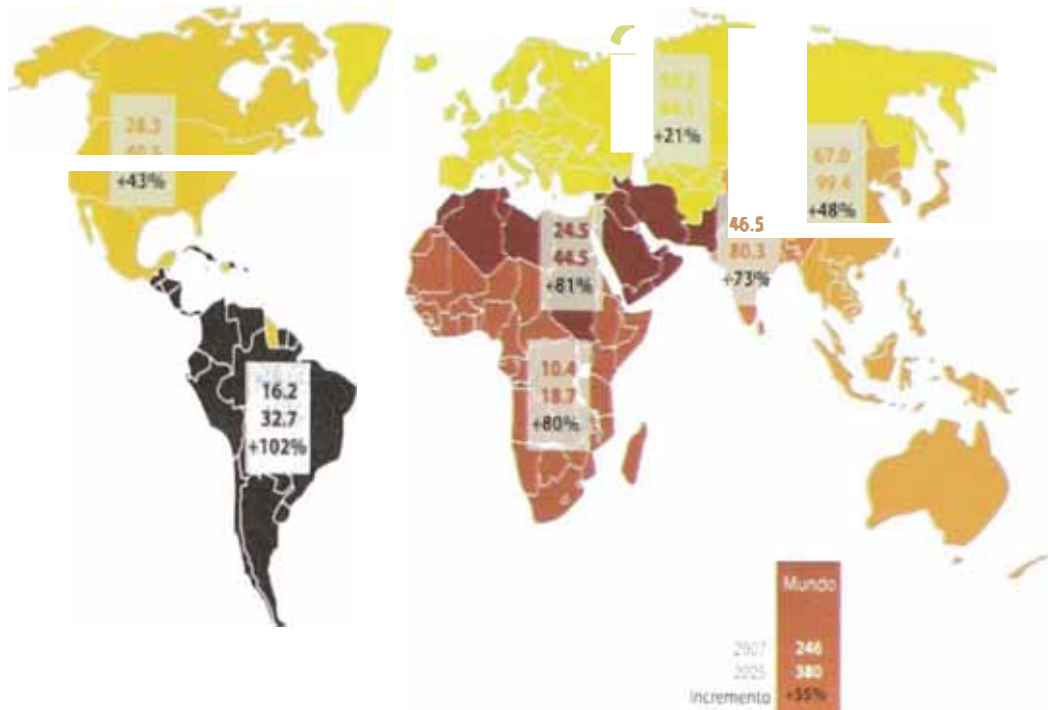
Finalmente la ecuación de la demanda que correlaciona mejor las variables

es:

$Y = -5\ 351,383 + 0,044*(X_1) - 0,006*(X_2)$

Figura 39: Diabetes en el mundo

Proyecciones mundiales de las personas con diabetes (grupo de edad entre 20 y 79 años), 2007-2025 (millones)



Fuente: Diabetes Atlas third edition, C. International Diabetes Federation, 2006

Cuadro 38: Nuevos casos de enfermedades de diabetes y colesterol en Francia

AÑO	POBLACIÓN FRANCIA (#habitantes)		DEMANDA POTENCIAL (Kg)
	DIABETES	COLESTEROL	
	X ₁	X ₂	
2002	125 570	92 064	4,00
2003	135 388	89 979	0,00
2004	134 491	84 829	0,00
2005	146 792	91 223	0,00
2006	154 793	114 646	370,00
2007	177 720	126 958	2281,92
2008	184 862	126 739	2307,61
2009	189 234	141 592	1572,78

La demanda proyectada se muestra en el cuadro 39:

Cuadro 39: Demanda Externa proyectada

AÑO	POBLACIÓN FRANCIA (miles hab.)		DEMANDA POTENCIAL (Kg)
	DIABETES	COLESTEROL	
	X ₁	X ₂	
2010	202 129	144 949	2 672,60
2011	212 079	153 048	3 061,81
2012	222 029	161 146	3 451,02
2013	231 979	169 245	3 840,22
2014	241 929	177 344	4 231,63
2015	251 880	185 443	4 618,68
2016	261 830	193 542	5 007,89
2017	271 780	201 641	5 397,09
2018	281 730	209 740	5 786,30
2019	291 681	217 839	6 175,55
2020	301 631	225 938	6 564,75

C. MERCADO INTERNO:

Cuadro 40: Demanda Total proyectada

AÑO	DEMANDA EXTERNA (kg)	DEMANDA INTERNA (TM)	Cocona deshidratada (TM)
2010	2 672,6	866,8	28,4
2011	3 061,8	965,7	31,7
2012	3 451,0	1 064,6	34,9
2013	3 840,2	1 163,5	38,2
2014	4 231,6	1 262,4	41,4
2015	4 618,7	1 361,3	44,7
2016	5 007,9	1 460,3	47,9
2017	5 397,1	1 559,2	51,2
2018	5 786,3	1 658,1	54,4
2019	6 175,5	1 757,0	57,7
2020	6 564,8	1 855,9	60,9
2021	6 858,8	1 954,8	64,1

5.1.4 ANÁLISIS DE LA OFERTA

El cuadro 41 muestra la producción nacional de cocona por departamentos; el año 2005 la producción nacional fue de 4 510 TM siendo el departamento con mayor producción Ucayali, con aproximadamente el 60% de la producción total. El año 2006, la producción nacional ascendió a 39 290 TM, llegando a su pico más alto si tenemos en cuenta los últimos cinco años, el departamento con mayor producción aquel año San Martín con casi el 53% de la producción total seguido por Ucayali con aproximadamente el 26%. El año 2007 la producción descendió y se obtuvo 5 868 TM en todo el año siendo el principal productor Ucayali con el 51% aproximadamente de la producción total. En el año 2009 la producción anual volvió a incrementarse llegando a 7 063 TM, siendo los principales productores, Ucayali y Loreto con aproximadamente el 43% y 31% respectivamente.

Cuadro 41: Producción de cocona por departamentos (TM)

REGIÓN	AÑO			
	2005	2006	2007	2009
Amazonas			196	429
Huánuco	273	798	261	299
Junín	76	41	86	105
San Martín	826	20 743	942	840
Loreto	619	7 467	1 394	2 196
Ucayali	2 715	10 241	2 989	3 079
Madre de Dios				115
TOTAL	4 510	39 290	5 868	7 063

FUENTE: Direcciones Regionales Agrarias-Dirección de Información Agraria

ELABORACIÓN: Ministerio de Agricultura-Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos-Unidad de Estadística

A continuación se muestra el cuadro con los rendimientos de cocona por hectárea:

Cuadro 42: Rendimiento de cocona por departamentos (kg/ha)

REGIÓN	AÑO			
	2005	2006	2007	2009
Amazonas			6 533	7 263
Huánuco	3 957	13 759	3 955	3 987
Junín	4 242	10 300	4 804	6 587
San Martín	5 622	24 204	6 177	6 589
Loreto	6 585	14 089	3 707	3 728
Ucayali	10 316	16 206	10 338	7 175
Madre de Dios				7 090
NACIONAL	7 629	18 881	6 299	5 384

FUENTE: Direcciones Regionales Agrarias-Dirección de Información Agraria

ELABORACIÓN: Ministerio de Agricultura-Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos-Unidad de Estadística

5.1.5 ANÁLISIS DE MERCADO

Patrones de consumo

Hoy en día, la demanda por productos naturales es mayor que en años anteriores. Esto se debe a que las personas tienen dietas más saludables al consumir alimentos ricos en vitaminas y minerales es decir, con mayor valor nutricional. En la actualidad, los consumidores demandan productos con valor agregado que no sólo se limita al carácter nutricional sino a la suma de otros atributos tal como los efectos beneficiosos para combatir ciertas enfermedades.

Competencia en el mercado

La cocona es cultivada principalmente en el Amazonas Occidental, ya sea de Brasil, Colombia y Perú, en Ecuador y Venezuela se produce en menor cantidad. Perú es el país que más produce y comercializa la cocona,

exportando también la cocona a países como Estados Unidos, España, Francia, Italia y Suecia (8).

Analizando las exportaciones de los países productores de cocona se tiene:

- Ecuador: No exporta cocona. (18)
- Colombia: No exporta cocona a Francia (22).
- Venezuela: No exporta cocona a Francia. (1)
- Brasil: Exporta a Francia (1)

Mercado local e internacional

La cocona deshidratada es comercializada a otras empresas que se encargarían de transformarla como presentarla en cápsulas, mezclas nutricionales y otros. Para el mercado local, se tendría la posibilidad de contratar el servicio de encapsulamiento para vender la cocona deshidratada directamente al consumidor.

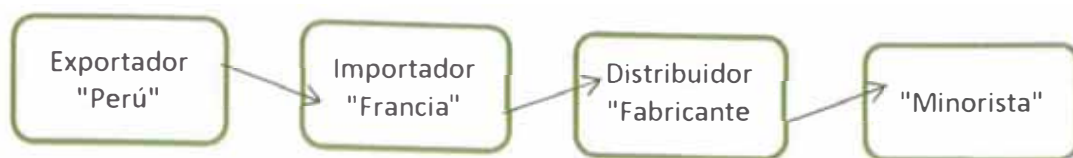
5.1.6 DEMANDA DEL PROYECTO

De la proyección de la demanda, se considera el 82% de la demanda proyectada en Francia, que equivale a 50 TM de cocona deshidratada.

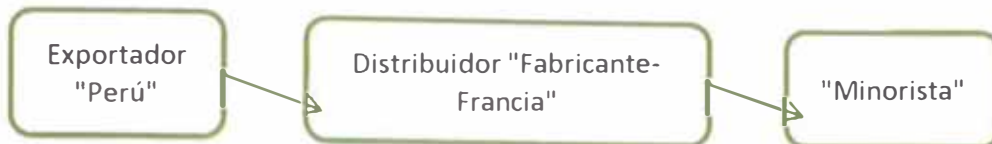
Luego la capacidad nominal máxima de la planta deshidratadora será de 50 TM/año. Finalmente para el año 1, se desarrolló el diseño de planta considerando una producción de 31,7 TM anual.

5.1.7 CANALES DE COMERCIALIZACIÓN

En la exportación de la cocona deshidratada, la comercialización se lleva a cabo de la siguiente manera:



El distribuidor también puede importar directamente:



Por lo general, el importador es un trader. El distribuidor es quien asume el costo de la publicidad y es quien solicita el servicio de encapsulado al fabricante (laboratorio) en caso de vender la cocona deshidratada en cápsulas. En los establecimientos minoristas (herboristerías y tiendas naturistas) se expenden las cápsulas.

En general, los principales canales de comercialización en Francia para los productos agroindustriales son los laboratorios y centros naturistas.

5.1.8 PRECIO ACTUAL

En el siguiente cuadro se detallan los precios de la cocona deshidratada por métodos diferentes a la liofilización y los de la cocona liofilizada.

Cuadro 43: Precios de la cocona deshidratada

	\$FOB/Kg						
	1999	2004	2006	2007	2008	2009	2010
Deshidratado	1,17	1,1			1,27	1,27	
Cápsula			6,35	6,5	6,1	6,1	6,64
Polvo							26,4

Se puede observar que el precio de la cocona deshidratada y vendida como cápsula, ha tenido un precio casi constante entre los años 1999 al 2009. Al

ser exportada como polvo el precio es mucho más elevado ascendiendo a 26,4 \$/Kg.

El cuadro 44 presenta precios de cocona liofilizada en cápsulas en el mercado de diferentes orígenes, estas cápsulas son consumidas como suplemento alimenticio con el fin de reducir colesterol en la sangre.

Cuadro 44: Precios de cocona liofilizada en diferentes presentaciones

ORIGEN	CONTENIDO NETO	PRECIO (US\$)	EMPRESA	Contenido de cocona
Italia	60 cápsulas de 500mg	25.4	Mc Bio	30.0 g cocona liofilizada
Brasil	90 cápsulas de 250mg	12.9	Vital Natus	22.5 g cocona liofilizada
Brasil	100 cápsulas de 450mg	25.4	Loja do Jardim	45.0 g cocona liofilizada

5.2 INVERSIÓN

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

5.2.1 INVERSIÓN EN CAPITAL FIJO

La inversión en capital fijo asciende a 185 973,85US\$ del año 2012, de los cuales el 79% corresponde al activo fijo y el 21% a intangibles.

Los rubros que componen el capital fijo se detallan en el cuadro de inversión en capital fijo (ver cuadro 45).

Se hicieron las siguientes consideraciones:

- Se considera la adquisición de un terreno de 450m² en la ciudad de Loreto.
- Los gastos por concepto de construcción civil corresponden a la infraestructura necesaria para poner operativa la planta.
- Los costos de construcción se refieren a la construcción tanto de áreas que ascienden a 370m² y también de veredas, pistas y loza; también incluyen toda el área de producción.

- Los costos de instrumentación incluyen los medidores y controladores de los equipos.

Los costos de maquinarias y equipos se detallan en el cuadro 46.

Cuadro 45: Inversión en Capital Fijo

ACTIVO FIJO	Costo (US\$)	% CF
Costo de equipo	122 605,00	66%
Instalación	2 000,00	1%
Instrumentación y control	3 000,00	2%
Tubería y accesorios	1 000,00	1%
Instalaciones eléctricas	1 200,00	1%
Construcción	8 000,00	4%
Terreno	10 000,00	5%
Total activo fijo	147 805,00	79%
Intangibles		
Ingeniería y supervisión	5 000,00	3%
Gastos de construcción	8 000,00	4%
Habilitación sanitaria	3 085,71	2%
Implementación HACCP	3 083,14	2%
Utilidad del contratista	4 000,00	2%
Imprevistos	15 000,00	8%
Total intangibles	38 168,85	21%
Total inversión en capital fijo	185 973,85	100%

Cuadro 46: Costo de Maquinaria y Equipos (US\$)

A. Departamento de Producción

Maquinarias y equipos	Unid.	Costo Unit. (US\$)	Costo Total (US\$)
Marmita 150 L	1	6 500,00	6 500,00
Tanque 1000 L	1	7 500,00	7 500,00
Faja transportadora	1	5 000,00	5 000,00
Hervidor de AGUA 500 L	1	3 000,00	3 000,00
Pulpeadora	1	6 000,00	6 000,00
Cámara de congelamiento 3 TM	1	30 000,00	30 000,00
Deshidratador 3 TM	1	8 000,00	8 000,00
Bombas centrífugas de acero inoxidable	2	600,00	1 200,00
Selladora de bolsa	1	1 000,00	1 000,00
Carro transportador	5	1 500,00	7 500,00
Báscula	1	345,00	345,00
TOTAL			76 045,00

B. Laboratorio de Control de Calidad

Equipos	Unid.	Costo Unit. (US\$)	Costo Total (US\$)
Balanza analítica (220 g)	1	2 100,00	2 100,00
Balanza (2200 g)	1	1 500,00	1 500,00
Estufa 39 L	1	1 300,00	1 300,00
Refractómetro	1	680,00	680,00
Cocina	1	100,00	100,00
Autoclave 16 L	1	2 000,00	2 000,00
Material de vidrio		600,00	600,00
HPLC	1	35 000,00	35 000,00
Medidor de Humedad	1	3 280,00	3 280,00
TOTAL			46 560,00

5.2.2 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 (fruta de cocona), se ha considerado un inventario de 5 días operativos por encontrarse cercana a las áreas de extracción.

Para el producto terminado (cocona deshidratada), 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 y en las cuentas por pagar se considera un monto correspondiente a 12 días de materia prima, para asegurar el abastecimiento de cocona.

Los rubros y montos del capital de trabajo se detallan en el cuadro 52.

5.2.3 CRONOGRAMA DE INVERSIONES

El cronograma de inversiones propuesto para el proyecto considera 10 meses para la etapa preoperativa (año 2011) y comprende: los últimos estudios, la recepción de maquinarias y equipos, y otro (ver cuadro 47) de modo que la planta inicie sus operaciones en el año 2011.

Cuadro 47: Cronograma de Inversiones

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT
Últimos estudios y aprobación	XXXX									
Construcción de obras civiles		XXXX	XXXXX	XXXX	X					
Recepción de maquinaria					XXXX	XXXXX	XXXX	XXXXX	X	
Recepción de equipo					XXXX	XXXXX	X			
Instalación eléctrica							XXXX	XXXXX	XX	
Contrat. /Entrenam. de personal									XXXX	XXX
Arranque de Planta										XX

5.3 FINANCIAMIENTO

El proyecto contempla los fondos del programa multisectorial de créditos proporcionado por el Banco Interamericano de Desarrollo-BID.

Para el financiamiento se hizo las siguientes consideraciones:

- Monto de préstamo: 60% de la inversión
- Período de amortización: 5 años
- Tasa de interés: 12% anual

- Forma de pago: Amortizaciones

Los montos de préstamo, amortizaciones, interés y pagos se especifican en el cuadro 48, se considera una tasa de inflación del 3% anual.

Cuadro 48: Servicios de la Deuda (MUS\$)

MONEDA CORRIENTE						
AÑO	0	1	2	3	4	5
DEUDA	111,584	89,267	66,951	44,634	22,317	0,000
AMORTIZACIÓN		22,317	22,317	22,317	22,317	22,317
INTERÉS		13,390	10,712	8,034	5,356	2,678
PAGO		35,707	33,029	30,351	27,673	24,995
MONEDA CONSTANTE						
AÑO	0	1	2	3	4	5
AMORTIZACIÓN		21,667	21,036	20,423	19,828	19,251
INTERÉS		13,000	10,097	7,352	4,759	2,310
PAGO		34,667	31,133	27,775	24,587	21,561
AMORT. CORRIENTE - AMORT. CONSTANTE		0,650	1,281	1,894	2,489	3,066

5.4 PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS

5.4.1 INGRESOS

Los ingresos se deben especialmente a lo obtenido por las ventas de la cocona deshidratada.

El precio de comercialización de la cocona deshidratada para el proyecto es de 12,5 US\$/kg (ver cuadro 51).

Los ingresos anuales por ventas se pueden observar en el estado de ganancias y pérdidas (ver cuadro 54).

5.4.2 COSTOS DE PRODUCCIÓN O MANUFACTURA

Los costos son del año 2011. Se considera los siguientes rubros:

- Materia prima (ver cuadro 49)

- Costos variables (ver cuadro 52)

* Electricidad

* Agua

- Costos fijos

* Mano de obra. Los sueldos y salarios del personal se indican en el cuadro

25.

A) Directa

- 10 Operarios
- 2 Técnicos de mantenimiento

B) Supervisión

- 1 Ingeniero

C) Laboratorio

- 2 Analistas de laboratorio

D) Costos de superintendencia

- Gerente general
- Logística y Ventas
- Contabilidad
- Recursos humanos
- Recepción

Mantenimiento (3% de la producción)

Seguros (1% de la inversión)

5.4.3 COSTOS GENERALES

Para los gastos generales se consideran los siguientes rubros:

Gastos de administración (1.3% de las ventas), incluyen los sueldos del personal administrativo

Gastos de ventas (0.5% de las ventas)

5.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

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

5.5.1 ESTADOS ECONÓMICOS PROYECTADOS

Determinan la rentabilidad del total de la inversión, estos estados son:

- a) Estados de ganancias y pérdidas (Ver Cuadro 54)
- b) Flujo de caja proyectado (Ver Cuadro 55)
- c) Balance general proyectado (Ver Cuadro 56)

5.5.2 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 presente capítulo.

Son los siguientes:

- a) Estado de ganancias y pérdidas (Ver Cuadro 57)
- b) Flujo de caja proyectado (Ver Cuadro 58)
- c) Balance general proyectado (Ver Cuadro 59)

Cuadro 49: Precio de Materia Prima (US\$/TM)

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MATERIA PRIMA										
COCONA	103,571	103,571	103,571	103,571	103,571	103,571	103,571	103,571	103,571	103,571

Cuadro 50: Programa de Producción y Requerimientos (TM/año)

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PRODUCCIÓN										
DESHIDRATADO	31,680	34,930	38,170	41,420	44,670	45,250	45,250	45,250	45,250	45,250
REQUERIMIENTOS										
COCONA	968,8	1 068,2	1 167,3	1 266,7	1 366,1	1 383,8	1 383,8	1 383,8	1 383,8	1 383,8

Cuadro 51: Valor de Ventas (US\$ del año 0)

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VENTAS TM/AÑO										
Deshidratad.	31,680	34,930	38,170	41,420	44,670	45,250	45,250	45,250	45,250	45,250
PRECIO US\$/TM										
Deshidratad.	12 550	12 550	12 550	12 550	12 550	12 550	12 550	12 550	12 550	12 550
US\$/AÑO	397 584,0	438 371,5	479 033,5	519 821,0	560 608,5	567 887,5	567 887,5	567 887,5	567 887,5	567 887,5

Cuadro 52: Costo de Producción del Deshidratado de Cocona (US\$ del año 0)

COSTOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (US\$)	PORCENTAJE
<u>Costos directos</u>					
Materia Prima	2 935,780	kg	0,104 US\$/kg	304,063	33,32%
<u>Servicios</u>					
Energía eléctrica	1 456,440	kw-h/día	0,163 US\$/kw-h	237,920	26,07%
Agua	16,030	m3/día	0,707 US\$/m3	11,330	1,24%
Mano de Obra	96	h-H	1,400 US\$/h-H	134,400	14,73%
<u>Empaque</u>					
Envases de 1kg	67,200	kg	0,360 US\$/kg	24,192	2,65%
Envases de 5kg	28,800	kg	1,160 US\$/kg	33,408	3,66%
Trámite para exportar	96,000	kg	0,010 US\$/kg	0,987	0,11%
Mantenimiento		3% de la producción		36,144	3,96%
Análisis físicos, químicos y microb.		2144,580	US\$/año	6,499	
<u>Costos indirectos</u>					
Supervisión, laboratorio y superint.	64	h-H	1,930 US\$/h-H	123,514	13,54%
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN POR LOTE (US\$/lote)				912,456	
COSTO DE PRODUCCIÓN TOTAL (US\$/kg)				9,505	

5.5.3 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

$$\text{MARGEN SOBRE LAS VENTAS} = \frac{\text{UTILIDAD NETA}}{\text{VENTAS}} \times 100\%$$

$$\text{RENTABILIDAD SOBRE ACTIVOS} = \frac{\text{RENTA NETA ECONÓMICA}}{\text{ACTIVOS TOTALES}} \times 100\%$$

$$\text{RENTABILIDAD SOBRE EL PATRIMONIO} = \frac{\text{UTILIDAD NETA}}{\text{PATRIMONIO}} \times 100\%$$

b) Índice de operación o actividad

$$\text{ROTACIÓN DE ACTIVOS TOTALES} = \frac{\text{VENTAS}}{\text{TOTAL ACTIVO}}$$

$$\text{ROTACIÓN DE ACTIVOS FIJOS} = \frac{\text{VENTAS}}{\text{CAPITAL FIJO NETO}}$$

$$\text{ROTACION DE INVENTARIO} = \frac{\text{COSTO DE LO VENDIDO}}{\text{INVENTARIO}}$$

$$\text{PLAZO PROMEDIO DE COBRO} = \frac{\text{CUENTAS POR COBRAR}}{\text{VENTAS DIARIAS}}$$

c) Índices de apalancamiento

$$\text{ÍNDICE DE ENDEUDAMIENTO} = \frac{\text{PASIVO TOTAL MENOS PATRIMONIO}}{\text{ACTIVO TOTAL}} \times 100$$

$$\text{VECES GANADOS LOS INTERESES} = \frac{\text{UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS E INTERESES}}{\text{INTERESES PAGADOS}}$$

$$\text{PLAZO DE PAGO A PROVEEDORES} = \frac{\text{CUENTAS POR PAGAR}}{\text{COMPRAS DIARIAS}}$$

d) Índices de liquidez

$$\text{RAZÓN DE CORTO PLAZO (ÍNDICE DE LIQUIDEZ)} = \frac{\text{ACTIVO CIRCULANTE}}{\text{PASIVO CIRCULANTE}}$$

$$\text{RAZÓN DE ALTA DISPONIB. (PRUEBA ÁCIDA)} = \frac{\text{ACTIVO CIRCULANTE} - \text{INVENTARIOS}}{\text{PASIVO CIRCULANTE}}$$

5.6 RENTABILIDAD DEL PROYECTO

La rentabilidad del proyecto se analiza según los criterios de evaluación:

- VPN
- TIR
- B/C
- IVP
- PR

5.6.1 RENTABILIDAD ECONÓMICA

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	-										
ECONÓMICO	185,974	48,217	107,940	127,947	148,007	168,072	172,751	172,990	172,990	172,990	229,573

$$VPN_{0,15} = 492,075 \text{ MUS\$ del año 0}$$

2- Tasa Interna de Retorno (TIR):

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

$$TIR = 55\%$$

3- Relación Beneficio Costo (B/C):

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

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FNF	185,974	48,217	107,940	127,947	148,007	168,072	172,751	172,990	172,990	172,990	229,573
INGRESOS	0,000	397,584	438,372	479,034	519,821	560,609	567,888	567,888	567,888	567,888	567,888

F_{ing} : 2 414,549 MUS\$ del año 0

F_{egr} : 2 022,474 MUS\$ del año 0

B/C = 1,2

4- Índice de Valor Presente (IVP):

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

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FNF	185,974	48,217	107,940	127,947	148,007	168,072	172,751	172,990	172,990	172,990	229,573
INVERS.ECO.	185,974	40,997	1,338	1,334	1,338	1,338	0,239	0,000	0,000	0,000	-56,583

F_{inv} =211,059

IVP= 2,3

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	-185,974	48,217	107,940	127,947	148,007	168,072	172,751	172,990	172,990	172,990	229,573
VPNA	185,974	144,046	-62,428	21,699	106,323	189,884	264,569	329,603	386,154	435,328	492,075

PR = 2,7 años

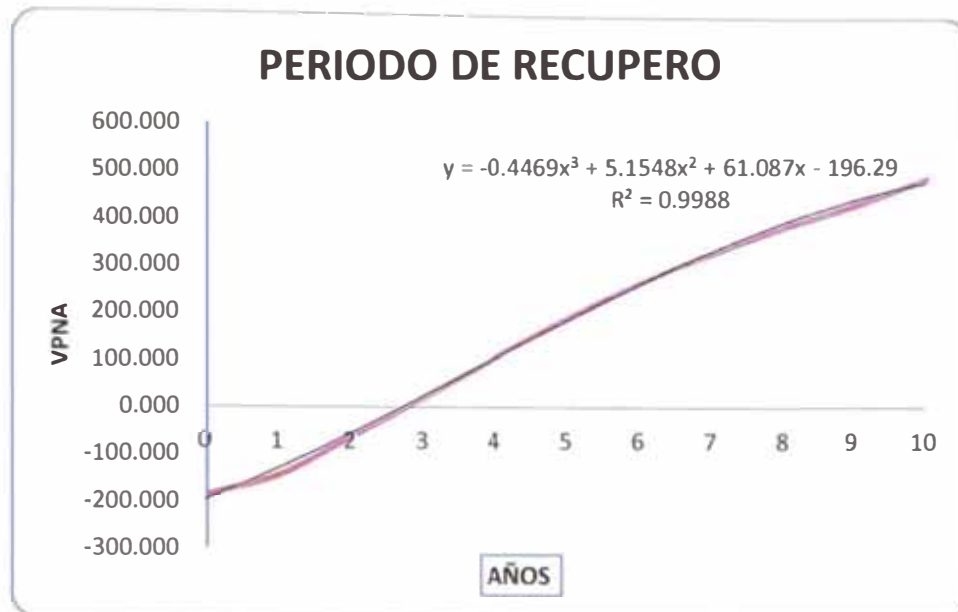


Gráfico 6: Periodo de Recupero – Análisis Económico

5.6.2 RENTABILIDAD FINANCIERA:

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 FINANCIERO	74,390	13,550	76,807	100,172	123,420	146,511	172,751	172,990	172,990	172,990	229,573

VPN = 506,933 MUS\$ del año 0

2- Tasa Interna de Retorno (TIR):

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

TIR = 83%

3- Relación Beneficio Costo (B/C):

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

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FNF	74,390	13,550	76,807	100,172	123,420	146,511	172,751	172,990	172,990	172,990	229,573
INGRESOS	0	397,584	438,4	479,03	519,82	560,61	567,89	567,89	567,89	567,89	567,89

F_{ing} : 2514,549 MUS\$ del año 0

F_{egr} : 2007,616 MUS\$ del año 0

B/C = 1,3

4- Índice de Valor Presente (IVP):

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

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FNF	74,390	13,550	76,807	100,172	123,420	146,511	172,751	172,990	172,990	172,990	229,573
INVERS.FIN.	74,390	62,664	22,374	21,757	21,166	20,588	0,239	0,000	0,000	0,000	-56,583

F_{inv} =168,558

IVP= 3,0

6- 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	74,39	13,55	76,80	100,1	123,42	146,51	172,75	172,99	172,99	172,99	229,57
VPNA	74,39	62,60	4,530	61,33	131,90	204,74	279,42	344,46	401,01	450,18	506,93

PR = 2,0 años



Gráfico 7: Periodo de Recupero – Análisis Financiero

CONCLUSIONES

El proyecto tiene como mercado objetivo Francia, por ser uno de los principales importadores de cocona durante los últimos 10 años, pero del mismo modo se comercializará en el mercado interno; siendo la demanda proyectada total igual a 60,9 TM/año. La producción anual de la cocona deshidratada satisface el 82,1% de la demanda, equivalente a 50 TM/año, para lo que se requiere procesar 4,6 TM/año de fruta cocona, según el rendimiento de la prueba piloto (3,27%).

El precio \$FOB/kg de cocona deshidratada depende del contenido en sus diferentes presentaciones, actualmente el precio varía entre 1,2 (deshidratado en trozos), 6,6 (cápsula) y 26,4 (polvo). El precio \$FOB para este proyecto es 12,5 US\$/kg, encontrándose dentro del rango de los precios antes mencionados. Siendo el costo de producción de 9,5 US\$/kg.

El escaldado de la fruta cocona es la etapa en la cual se desactivan las enzimas causantes del pardeamiento, las condiciones óptimas fueron obtenidas luego de realizar varias pruebas en el laboratorio con agua a 80 °C y poniéndola en contacto con la fruta durante 2 minutos.

De las pruebas realizadas, el contenido de humedad en los extractos liofilizados es menor que en los secados en estufa; sin embargo el análisis de niacina reportó 5,54 (extracto liofilizado) y 49,93 (extracto secado en estufa) mg/100g muestra. Dado que la finalidad de esta tesis es buscar la recuperación máxima de la Niacina en la fruta cocona por favorecer la reducción del colesterol y glucosa en la sangre, se selecciona la técnica de secado en estufa.

De las pruebas de secado en estufa realizadas en el laboratorio, se seleccionan las condiciones de operación de la prueba 2 por resultar con menor tiempo de secado (16,35 horas), mayor rendimiento (6,23%) y menor % humedad en el producto (6,30%), a una temperatura de secado igual a 66 °C.

Se concluye que el proyecto es rentable, teniendo en cuenta el criterio del VPN, ya que éste resulta ser mayor a cero, y lo que es mejor; se logra apreciar el efecto favorable de la palanca financiera al obtenerse un VPN Financiero mayor que el económico.

Tomando en cuenta el criterio de la TIR, se concluye también que el proyecto es rentable, ya que ambas TIR, tanto económica como financiera resultan ser mayores que la tasa de descuento.

La relación Beneficio/Costo indica cuánto dinero ingresa al proyecto por unidad monetaria que sale, en el presente proyecto dicha relación resulta

mayor a 1 tanto en el estudio económico como financiero; razón por la cual se concluye que el proyecto es rentable.

De la comparación de resultados del IVP Financiero y el IVP Económico, se aprecia que el financiero es mayor que el económico por 30,43%, lo cual muestra el efecto de la palanca financiera y la óptima rentabilidad del proyecto.

RECOMENDACIONES

- En el Perú se tiene gran variedad de frutas tropicales con gran valor nutritivo y propiedades beneficiosas para la salud, que por falta de promoción no son comercializadas a lo largo del territorio peruano; por lo que se recomienda fomentar su cultivo de manera que su producción sea sostenida.
- El consumo de energía del Deshidratador eléctrico es elevado, por lo que sería de gran importancia realizar pruebas complementarias con un deshidratador a base de Gas Natural por ser de bajo costo e inocuo.

El estudio de Estabilidad del producto deshidratado es indispensable para asegurar la conservación y el tiempo de vida útil.

- La exportación de la cocona deshidratada se llevará a cabo a granel (polvo). Sería muy beneficioso para el país invertir en darle valor agregado al producto por ejemplo exportándolo en cápsulas, suplementos alimenticios y otros; generando así, empleo y mayores ingresos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALADI; 2010; Sistema de Información de Comercio Exterior – Exportaciones de Venezuela. Obtenida el 28 de Octubre de 2011, de <http://nt5000.aladi.org/siiespanol/>
2. Alarcón J.; 1987; Tratado Práctico de Refrigeración Automática, Barcelona, Marcombo Boixareu Editores.
3. ASHRAE Handbook; 1995; Fundamentals. Tomo I, Atlanta, Publicado por la American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers,
4. Fellows P.; 1994; Tecnología del Procesado de Alimentos: Principios y Prácticas, España, Editorial Acribia S.A.
5. Fernandes da Silva Filho Danilo; 1998; Cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal): Cultivo y Utilización, Caracas, Secretaría Pro-Tempore.
6. Geankoplis C.; 1995; Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias. 2da Edición, México, Editorial Continental S.A.
7. Karel M.; 1975; Heat and Mass Transfer in Freeze drying, Londres, Editores Goldblith S.A.

8. Kern D.; 1986; Procesos de Transferencia de Calor. 19a. Ed., México, Cia. Editorial El Continental.
9. Layana N. y Solís M.; 2007; Proyecto de desarrollo sustentable para la producción de frutas no tradicionales para el mercado Guayaquileño: Caso mermelada de Cocona, Guayaquil.
10. Lewin D.; 1962; Plant Handbook Data Food Engineering.
11. Lewis M.; 1993; Físicas de los Alimentos y de Sistemas Procesados, España, Editorial Acribia.
12. Loncin M.; 1965; Técnicas de Ingeniería Alimentaria, España, Editor Dossat.
13. Meléndez A. y Heredia M.; 2009; Construcción de un deshidratador a base de GLP, para la *Solanum sessiliflorum* Dunal en la Agroindustria de Gamboina, Ecuador, Tesis.
14. Ministerio de Agricultura del Perú; 2005,2006,2007 y 2009; Producción Hortofrutícola, Lima.
15. Ministerio de Agricultura del Perú; 2008; Frutales y Hortalizas promisorias de la Amazonía, Lima.
16. Norma Técnica Peruana; 1980; Frutas Deshidratadas: Uvas secas o pasas, Perú.

17. Pardo María A.; 2004; Efecto de *Solanum sessiliflorum Dunal* sobre el metabolismo lipídico y de la glucosa, Lima, Universidad Particular Norbert Wiener.
18. Paredes D.; 2010; Tesis de grado: Evaluación Nutricional de cocona (*Solanum Sessiliflorum Dunal*) deshidratada por método de bandejas a tres temperaturas, Riobamba – Ecuador.
19. Perry R.; 2001; Manual del Ingeniero Químico. 7ma Ed., Madrid, McGraw-Hill.
20. Pita E.; 1991; Principios y Sistemas de Refrigeración, México, Editorial Limusa.
21. Potter Norman Ph. D.; 2005; Ciencia de los alimentos. Capítulo 10: Deshidratación y concentración de alimentos, Zaragoza, Editorial Acribia.
22. Promoción de Turismo Inversión y Exportaciones - Colombia; 2011; Análisis de exportaciones colombianas, Bogotá.
23. Sanquineti E.; 1996; Sistemas y Equipos de Refrigeración, Refrigerantes presente y futuro.
24. Smith, Van Ness y Abbott; 1989; Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química. 4ta Ed., México, Mc Graw-Hill.

25. T. A. Melgarejo y otros; 2004; Tomato virus infecting cocona (*Solanum sessiliflorum*), tomato and pepper in Peru. Inc. Medline.
26. Treybal R.; 1980; Operaciones de Transferencia de Masa. 2da Ed., México, Mc Graw-Hill.
27. Ulrich G.; 1992; Diseño y Economía de los Procesos de Ingeniería Química, México, Mc Graw-Hill Interamericana de México
28. Villachica H.; 1996; Cocona (*Solanum Sessiliflorum* Dunal) en Frutales y Hortalizas Promisorios del Amazonas, Caracas, Secretaría Pro-Empore.