

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA

DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA ELABORACIÓN DE PURÉ DESHIDRATADO INSTANTÁNEO A BASE DE PALMITO (*Bactris gasipaes* H.B.K)

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

EVELING ADRIANA BAUTISTA GUERRA
bevelingadriana@hotmail.com

DIRECTORA: JENNY CUMANDA RUALES NÁJERA Ph.D.
jenny.ruales@epn.edu.ec

Quito, octubre de 2016

© Escuela Politécnica Nacional (2016)
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Eveling Adriana Bautista Guerra, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Eveling Adriana Bautista Guerra

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Eveling Adriana Bautista Guerra, bajo mi supervisión.

Jenny Ruales, Ph.D.
DIRECTORA DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A mis padres Victor Hugo Bautista y Fanny Guerra por ser el pilar de mi vida y apoyarme en todo momento, por creer en mí. Porque gracias a su esfuerzo pude culminar con esta etapa de mi vida. A mis hermanas Mabel, Mayra y Amparo y a mis hermanos Victor Hugo y Héctor, a quienes quiero mucho.

A la Dra. Jenny Ruales y la Ing. Cristina Sotomayor por su constante apoyo, sus sabios consejos y su tiempo compartido.

A Carlos Tapia con quien puedo contar en todo momento, quien me impulsa a seguir adelante y forma una parte importante en mi vida. A Jess, Andre, Sol, Faby y Juan con quienes compartí momentos felices y que de una u otra forma participaron en la finalización de este proyecto.

DEDICATORIA

A mis padres, porque son mi ejemplo de vida y por su apoyo incondicional

ÍNDICE DE CONTENIDOS

		PÁGINA
	RESUMEN	xi
	INTRODUCCIÓN	xiii
1	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1	Generalidades del palmito (<i>Bactris gasipaes</i> H.BK)	1
1.1.1	Origen y taxonomía	1
1.1.2	Descripción botánica	2
1.1.3	Requerimientos edafoclimáticos	3
1.1.4	Propagación	4
1.1.4.1	Propagación sexual	4
1.1.4.2	Propagación asexual	5
1.1.5	Preparación del terreno y transplante	5
1.1.5.1	Preparación del terreno	5
1.1.5.2	Transplante	6
1.1.6	Fertilización y abono	6
1.1.7	Control de malezas	7
1.1.8	Podas	8
1.1.9	Plagas y enfermedades	8
1.1.9.1	Plagas	8
1.1.9.2	Enfermedades	9
1.1.10	Cosecha	11
1.1.11	Poscosecha	13
1.1.12	Composición química	13
1.1.13	Producción nacional	15
1.2	Alimentos funcionales con alto contenido de fibra	16
1.2.1	Alimentos funcionales	16
1.2.2	Fibra dietética	18
1.2.2.1	Definición de la fibra dietética	18
1.2.2.2	Clasificación de la fibra dietética	18
1.2.2.3	Componentes de la fibra dietética	21
1.2.2.4	Fibra dietética y salud	23
1.2.2.5	Recomendaciones para la ingesta de fibra dietética	25
1.3	Preservación de alimentos: Secado	26
1.3.1	Secado	26
1.3.2	Secador de rodillos	30
2	PARTE EXPERIMENTAL	33
2.1	Caracterización físico-química del palmito (<i>Bactris gasipaes</i> H.B.K)	33
2.1.1	Análisis físicos	33
2.1.1.1	Diámetro basal y diámetro superior	33
2.1.1.2	Longitud	33

2.1.1.3	Peso	34
2.1.1.4	Color	34
2.1.2	Análisis físico-químico	34
2.2	Definición de las mejores condiciones de secado para la obtención de una base deshidratada de palmito	35
2.2.1	Preparación de la materia prima	35
2.2.2	Selección del tratamiento antipardeante en muestras de palmito	36
2.2.3	Desarrollo de una base deshidratada de palmito (<i>Bactris gasipaes</i> H.B.K)	37
2.3	Evaluación de la estabilidad del producto obtenido en dos tipos de empaque	40
2.3.1	Análisis físico	40
2.3.2	Análisis físico - químico	41
2.3.3	Análisis microbiológicos	41
2.3.4	Pruebas de rehidratación	42
2.3.5	Caracterización de la base deshidratada de palmito	42
2.3.6	Estimación del tiempo de vida útil	42
2.4	Determinación de la aceptabilidad del consumidor a través de pruebas sensoriales	43
2.4.1	Funcionalidad de la base deshidratada de palmito	43
2.4.2	Pruebas de aceptabilidad	44
2.5	Diseño de una planta de producción para la elaboración de puré deshidratado instantáneo a base de palmito	45
2.5.1	Ingeniería conceptual	45
2.5.1.1	Definición del producto	45
2.5.1.2	Alternativas tecnológicas	45
2.5.1.3	Localización y capacidad de la planta	45
2.5.1.4	Disponibilidad de materia prima e insumos	45
2.5.1.5	Identificación de servicios industriales	46
2.5.2	Ingeniería básica	46
2.5.3	Diseño higiénico de la planta	46
2.5.3.1	Caracterización de los locales de producción, áreas sanitarias y servicios generales	46
2.5.3.2	Seguridad de la planta	47
2.6	Estudio de prefactibilidad técnico-económico de la unidad productora de puré deshidratado instantáneo de palmito	47
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
3.1	Caracterización físico-química del palmito (<i>Bactris gasipaes</i> H.B.K)	48
3.2	Definición de las mejores condiciones de secado para la obtención de una base deshidratada de palmito	50

3.2.1	Selección del tratamiento antipardeante en muestras de palmito	50
3.2.2	Desarrollo de una base deshidratada de palmito (<i>Bactris gasipaes</i> H.B.K)	53
3.3	Evaluación de la estabilidad del producto obtenido en dos tipos de empaque	55
3.3.1	Análisis físico	56
3.3.2	Análisis físico-químico	60
3.3.3	Análisis microbiológicos	61
3.3.4	Pruebas de rehidratación	62
	3.3.4.1 Índice de absorción de agua (IAA)	62
	3.3.4.2 Poder de hinchamiento (PH)	64
3.3.5	Caracterización de la base deshidratada de palmito	65
3.3.6	Estimación del tiempo de vida útil	67
3.4	Determinación de la aceptabilidad del consumidor a través de pruebas sensoriales	69
3.5	Diseño de una planta de producción para la elaboración de puré deshidratado instantáneo a base de palmito	71
3.5.1	Ingeniería conceptual	71
	3.5.1.1 Definición del producto	71
	3.5.1.2 Análisis de las alternativas tecnológicas	71
	3.5.1.3 Capacidad y localización de la planta	72
	3.5.1.4 Disponibilidad de materia prima e insumos	74
	3.5.1.5 Identificación de servicios industriales	74
3.5.2	Ingeniería básica	75
	3.5.2.1 Diagrama de procesos	75
	3.5.2.2 Balance de materiales	82
	3.5.2.3 Balance de energía	84
	3.5.2.4 Cronograma de trabajo	85
	3.5.2.5 Distribución de la planta (Layout)	86
3.5.3	Diseño higiénico de la planta	86
	3.5.3.1 Caracterización del área de producción, área sanitaria y servicios generales	86
	3.5.3.2 Seguridad de la planta	90
3.6	Estudio de prefactibilidad técnico-económico de la unidad productora de puré deshidratado instantáneo de palmito	91
3.6.1	Inversión	92
	3.6.1.1 Capital de trabajo	92
	3.6.1.2 Precio de venta	93
3.6.2	Punto de equilibrio	94
3.6.3	Flujo de fondos	94
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
4.1	Conclusiones	97

4.2 Recomendaciones

98

BIBLIOGRAFÍA

99

ANEXOS

112

ÍNDICE DE TABLAS

		PÁGINA
Tabla 1.1.	Taxonomía del palmito	1
Tabla 1.2.	Densidad de siembra del palmito	6
Tabla 1.3.	Fórmula de fertilización del cultivo de palmito	7
Tabla 1.4.	Clasificación de los tallos de palmito de acuerdo al diámetro basal	12
Tabla 1.5.	Información nutricional del palmito industrial	14
Tabla 1.6.	Contenido de componentes de fibra dietética en harina de palmito (incluye todas las capas)	14
Tabla 1.7.	Producción anual de palmito en Ecuador	16
Tabla 1.8.	Ejemplos de componentes de los alimentos funcionales	17
Tabla 1.9.	Contenido de fibra total en alimentos	20
Tabla 1.10.	Recomendación para la ingesta de fibra dietética	26
Tabla 2.1.	Ánalisis aplicados en la materia prima	34
Tabla 2.2.	Factores y niveles de las variables de proceso de secado	39
Tabla 2.3.	Tratamientos para determinar las mejores condiciones de secado	39
Tabla 2.4.	Condiciones de almacenamiento de la base deshidratada	40
Tabla 2.5.	Ánalisis microbiológicos y métodos realizados en puré deshidratado a base de palmito	41
Tabla 2.6.	Puntajes numéricos utilizados para el análisis sensorial de puré deshidratado instantáneo a base de palmito	44
Tabla 3.1.	Ánalisis físicos en tallos de palmito frescos	48
Tabla 3.2.	Ánalisis físico-químicos realizados en tallos de palmito fresco (base húmeda)	49
Tabla 3.3.	Parámetros de color L*, a*, b* y variación de color (ΔE) para muestras de palmito	51

Tabla 3.4.	Tiempos y contenidos de humedad obtenidos durante el proceso de secado para los diferentes tratamientos	54
Tabla 3.5.	Análisis microbiológicos en base deshidratada de palmito durante el tiempo de almacenamiento en dos tipos de empaque	62
Tabla 3.6.	Análisis físico-químico en muestras de base deshidratada de palmito	67
Tabla 3.7.	Velocidad de deterioro del contenido de humedad en muestras deshidratadas de palmito	68
Tabla 3.8.	Energía de activación, constante de deterioro y tiempo de vida útil para la base deshidratada de palmito empacado en PM y PA	68
Tabla 3.9.	Análisis sensorial en muestras de puré deshidratado instantáneo a base de palmito	70
Tabla 3.10.	Frecuencia de consumo del producto	70
Tabla 3.11.	Selección de la microlocalización de la planta	73
Tabla 3.12.	Dimensionamiento de las áreas en la planta de elaboración de puré deshidratado instantáneo a base de palmito	77
Tabla 3.13.	Codificación de los equipos según el área de producción	77
Tabla 3.14.	Simbología de los equipos utilizados en la planta de producción	78
Tabla 3.15.	Resumen del balance de masa en la línea de producción de base deshidratada de palmito empacado en fundas de PM y PA	82
Tabla 3.16.	Cronograma de trabajo en una planta producto de puré deshidratado instantáneo a base de palmito	85
Tabla 3.17.	Número de equipos sanitarios instalados en la planta	87
Tabla 3.18.	Caracterización de los servicios generales	88
Tabla 3.19.	Escala de valoración para relacionar las actividades y proximidades de las áreas	89
Tabla 3.20.	Tabla relacional de actividades en las áreas de producción y servicios generales	89
Tabla 3.21.	Niveles de ruido, iluminación, temperatura y aireación en diferentes áreas de la planta productora	90
Tabla 3.22.	Tipo de indumentaria de personal según el área	91

Tabla 3.23.	Inversión total del proyecto para la producción de base deshidratada de palmito	92
Tabla 3.24.	Capital de trabajo requerido para la producción de base deshidratada de palmito	93
Tabla 3.25.	Flujo de fondos	95
Tabla 3.26.	Indicadores financieros para la elaboración de puré deshidratado instantáneo a base de palmito	96
Tabla AIV.1.	Contenido de humedad en fundas de PA y PM durante el almacenamiento	117
Tabla AV.1.	Capacidad calorífica del palmito	118
Tabla AIX.1.	Amortización de crédito	134
Tabla AX.1.	Salarios de la mano de obra directa, mano de obra indirecta, personal administrativo y de ventas	135
Tabla AX.2.	Costo de mantenimiento y seguro	135
Tabla AX.3.	Costo de materiales directos e indirectos	136
Tabla AXI.1.	Depreciación de activos fijos operativos y activos fijos de administración y ventas	137

ÍNDICE DE FIGURAS

		PÁGINA
Figura 1.1.	Planta adulta de palmito	2
Figura 1.2.	Fruto de palmito	2
Figura 1.3.	Ácaro de follaje (<i>Retracus johnstoni</i>)	8
Figura 1.4.	<i>Colletotrichum</i> sp. en hoja de palmito	9
Figura 1.5.	<i>Phytophthora palmivora</i>	10
Figura 1.6.	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	10
Figura 1.7.	Componente del palmito cosechado	11
Figura 1.8.	Corte transversal del tallo de palmito con las cuatro envolturas y el corazón de palmito	12
Figura 1.9.	Tallos de palmito a los que se ha eliminado la capa externa (capa 1)	12
Figura 1.10.	Ubicación geográfica de producción de palmito en Ecuador	15
Figura 1.11.	Clasificación de la fibra según el grado de fermentación y solubilidad	19
Figura 1.12.	Tipos de secador de rodillo con diferente alimentación	31
Figura 1.13.	Partes principales del secador de rodillos	31
Figura 2.1.	Diagrama de bloques para la obtención de una base deshidratada de palmito	38
Figura 3.1.	Variación del parámetro L* de la base deshidratada de palmito empacado en fundas PM y PA durante el tiempo de almacenamiento	56
Figura 3.2.	Variación del parámetro a* de la base deshidratada de palmito empacado en fundas PM y PA durante el tiempo de almacenamiento	57
Figura 3.3.	Base deshidratada de palmito almacenada por 45 días a temperatura: A) Ambiente (20 °C), B) Estufa (40 °C) y C) Refrigeración (8 °C) en fundas de PA	58

Figura 3.4.	Base deshidratada de palmito almacenada por 45 días a temperatura: A) Ambiente (20 °C), B) Estufa (40 °C) y C) Refrigeración (8 °C) en fundas de PM	58
Figura 3.5.	Variación del parámetro b^* de la base deshidratada de palmito empacado en fundas PM y PA durante el tiempo de almacenamiento	59
Figura 3.6.	Variación de la humedad de base deshidratada de palmito empacado en fundas PM y PA durante el tiempo de almacenamiento	60
Figura 3.7.	Variación del índice de absorción de agua para dos tipos de empaque durante el almacenamiento a temperatura ambiente, refrigeración y estufa	63
Figura 3.8.	Variación del poder de hinchamiento en dos tipos de empaque durante el almacenamiento a temperatura ambiente, refrigeración y estufa	65
Figura 3.9.	Diagrama de bloques para la producción de base deshidratada de palmito envasada en fundas de PM y PA	79
Figura 3.10.	Diagrama de flujo para la producción de base deshidratada de palmito envasada en fundas de PM y PA	80
Figura 3.11.	Punto de equilibrio para la elaboración de puré deshidratado instantáneo a base de palmito	94

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I Determinación del contenido de humedad	113
ANEXO II Determinación de las propiedades funcionales del almidón, índice de absorción de agua, solubilidad y poder de hinchamiento	114
ANEXO III Evaluación del análisis sensorial	116
ANEXO IV Contenido de humedad en los dos tipos de empaque PA y PM durante el estudio de estabilidad	117
ANEXO V Balance de energía	118
ANEXO VI Hojas de especificación técnica de los equipos	120
ANEXO VII Distribución de la planta Layout	132
ANEXO VIII Cortes y elevaciones del área de producción	133
ANEXO IX Amortización del crédito	134
ANEXO X Capital de trabajo	135
ANEXO XI Depreciación	137

RESUMEN

En el presente estudio se realizó el diseño de una planta para la elaboración de puré deshidratado instantáneo a base de palmito (*Bactris gasipaes* H.B.K).

Los tallos de palmito fueron adquiridos de la finca “El Paraíso” ubicada en la parroquia Pedro Vicente Maldonado. Posteriormente, los tallos fueron transportados a las instalaciones de la Escuela Politécnica Nacional para su acondicionamiento y procesamiento. En la caracterización de los tallos de palmito se midió la longitud, el diámetro basal y superior, color en el espacio CIELab. Se realizó un análisis proximal de humedad, cenizas, proteína, grasa y minerales, además, análisis de carbohidratos, fibra soluble e insoluble.

Durante el proceso se aplicó tres tratamientos antipardeantes: químico (metabisulfito 0,1 %), térmico (agua caliente a 90 °C) y combinado (metabisulfito 0,1 % y agua caliente 90 °C). Previamente se seleccionó el tratamiento antipardeante que presentó la menor variación de color (ΔE). Posteriormente, el palmito se desintegró en un molino coloidal, se eliminó el exceso de agua en una prensa y se deshidrató empleando un secador de rodillos.

La base deshidratada de palmito obtenida se empacó (125 g aproximadamente) en fundas multicapa de PET/BOPP/PEBD (PA) y PA/PEBD (PM). Se evaluó la estabilidad de las muestras a tres temperaturas de almacenamiento: 8, 20 y 40 °C durante 45 días. Cada 15 días se realizaron: análisis de color en el espacio CIELab, contenido de humedad, análisis microbiológicos y pruebas de rehidratación mediante dos indicadores: índice de absorción de agua (IAA) y poder de hinchamiento (PH), además, del análisis proximal. Con base al estudio de estabilidad se estableció el tiempo de vida útil de 158 y 129 días, en los tipos de empaque PA y PM, respectivamente.

Para el diseño de la planta destinada a la elaboración de puré deshidratado instantáneo a base de palmito; se consideró una capacidad de procesamiento de dos toneladas de tallos por día. El 20 % de la producción obtenida se empacará

en fundas multicapa de PA y el 80 % restante en PM.

Los índices financieros calculados fueron: VAN (575 618,11 USD), TIR (39,95 %) y un punto de equilibrio igual a 149 030,40 unidades de 125 g. Se calculó el precio de venta al público en 3,42 y 3,76 USD en empaques de PM y PA, respectivamente. En base a los resultados obtenidos, se acepta la implementación de una planta procesadora de puré deshidratado instantáneo de palmito como un proyecto factible.

INTRODUCCIÓN

El palmito es un vegetal de la familia *Palmaceae* cuyo tallo puede alcanzar hasta 25 metros de altura. Su cultivo requiere suelos arcillosos con buen drenaje y clima húmedo tropical, por lo cual, está distribuido en países de América del Sur como Bolivia, Perú, Ecuador, Brasil y Costa Rica (Mora y Gainza, 1999, pp. 26-28).

En Ecuador, la superficie sembrada de palmito es de aproximadamente 15 359 hectáreas. Su producción mayoritariamente está distribuida en las regiones de: Nanegalito, Puerto Quito, La Concordia, San Lorenzo, Macas, Tena, Esmeraldas, Zamora, Muisne, Bucay, Coca y Santo Domingo de los Tsáchilas (CICO, 2009, p. 3; MAGAP, 2012). El 2,2 % del total de las exportaciones no tradicionales corresponde a las ventas de este producto. Su principal mercado es América Latina y Europa, principalmente Francia (INEC, 2012).

Los corazones de palmito son de color marfil, suaves y de textura firme. El contenido de fibra dietética en corazones de palmito fresco (crudo) es de 0,9 %, mientras que, la harina de palmito alcanza un 12,01 % de fibra dietética (Clement et al., 2004, p. 197; Sam y Vásquez, 2002, p.197). La fibra dietética es uno de los ingredientes fundamentales de un alimento funcional y entre sus propiedades más importantes se encuentra la capacidad de retención de agua, la adsorción de compuestos orgánicos, la capacidad de intercambio catiónico y la degradación bacteriana. En el estómago forma soluciones de alta viscosidad y retrasa el vaciamiento gástrico, aumentando la sensación de saciedad que lleva a una menor ingesta de alimentos (Valencia y Román, 2004, pp. 1-6; Escudero y Gonzales, 2006, p. 65; Valenzuela y Maiz, 2006, pp. 2-7).

La tendencia de los consumidores con respecto a su alimentación ha cambiado en los últimos años, ahora prefieren alimentos de fácil preparación y conservación, que tengan una mayor vida útil en las estanterías, además del valor nutritivo que puedan aportar, favorezcan a la salud y disminuyan el riesgo de contraer enfermedades (Alvédrez, Gonzales y Jiménez, 2002, pp. 1-3).

Por lo antes mencionado, el objetivo de esta investigación es estudiar el efecto de la deshidratación y el uso de diferentes tipos de empaques en el puré instantáneo de palmito para aumentar el tiempo de vida útil, asegurar la inocuidad del producto y brindar una nueva alternativa de consumo para personas que padecen enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes, etc.

1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 GENERALIDADES DEL PALMITO (*Bactris gasipaes* H.B.K)

1.1.1 ORIGEN Y TAXONOMÍA

El palmito es originario de las zonas tropicales de América Latina (Costa Rica, Panamá, Venezuela, Brasil, Ecuador, Colombia y Perú). Especies silvestres de palmito fueron identificadas y mediante procesos de hibridación se obtuvo una variedad doméstica: *Bactris gasipaes* Kunth (variedad más cultivada) (Mora y Gainza, 1999, pp. 17-18; Escobar, Zuluaga, Molina, Yasno y Cárdenas, 1998, p. 9). Comúnmente se la conoce como pejibaye de palmito (Costa Rica); pupunha (Brasil); pipire y pupuña (Colombia); chontaduro y palmito (Colombia y Ecuador); pijuayo (Perú) (Mora y Gainza, 1999, p. 17).

Su clasificación taxonómica se muestra a continuación:

Tabla 1. 1 Taxonomía del palmito

Reino	Vegetal
División	Fanerógamas
Subtipo	Angiospermas
Clase	Monocotiledónea
Familia	Arecaceae (Palmae)
Género	Bactris
Especie	Gasipaes

Fuente: Escobar, 2002, p.5

1.1.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA



Figura 1. 1 Planta adulta de palmito

Fuente: Escobar et al., 1998, p.10

El palmito presenta un tallo en forma cilíndrica, puede alcanzar una altura de hasta 25 m con diámetros entre 10 a 25 cm. Presenta espinas que pueden llegar a medir hasta 8 cm que evitan la acumulación de agua lluvia y posterior desarrollo de hongos que podría provocar enfermedades (Escobar, 2002, p. 4; Villachica, 1996, p. 8).

Las hojas tienen forma pinnada llegando a medir entre 2 y 4 m, con raquis espinoso y resistente. Los frutos se agrupan en racimos que tienen entre 10 y 120 frutos; presentan colores desde el amarillo hasta el rojo, con forma cónica, ovoide o elipsoidal, miden entre 3 a 5 cm de largo y cada fruto contiene una semilla aceitosa de color blanco. Un fruto puede llegar a pesar 100 g y el racimo hasta 15 kg. El sistema radicular es fibroso, formando una red tupida que puede alcanzar diámetros de hasta 10 m (Escobar, 2002, p. 5; Escobar et al., 1998, p. 10; Villachica, 1996, p. 8).



Figura 1. 2 Fruto del palmito

Fuente: Mora, Weber y Clement, 1997, p. 15

1.1.3 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

El palmito se puede adaptar a la mayoría de topografías y suelos. Sin embargo, no crece satisfactoriamente en áreas inundables o con niveles freáticos superficiales, suelos compactos o bajo heladas prolongadas (Escobar et al., 1998, p. 11; Mora et al., 1997, p. 14).

Humedad y precipitación

El palmito se encuentra con mayor frecuencia en zonas con precipitaciones anuales entre 2 000 y 5 000 mm y concentraciones elevadas de humedad atmosférica (80 %). Durante periodos secos, su crecimiento se retrasa y el palmito se deshidrata reduciendo significativamente su rendimiento debido a la pérdida de peso (Mora et al., 1997, p. 14).

Suelo

Se adapta bien en suelos ácidos con pH entre 4 - 7,2 con adecuada profundidad (> 50 cm), buen drenaje, permeables y de textura franco arenoso o franco arcillosa (Escobar et al., 1998, p. 11; Villachica, 1996, p. 35).

Temperatura y luminosidad

Las temperaturas ambientales requeridas para un buen desarrollo oscilan entre los 26 a 28 °C y 2 000 horas luz al año, durante su crecimiento no requiere sombra (Escobar et al., 1998, p. 11; Villachica, 1996, p. 33).

1.1.4 PROPAGACIÓN

El palmito es destinado al cultivo de fruto o palmito. Para la producción del fruto el tallo debe desarrollarse hasta su madurez (3 a 4 años), mientras que, para la obtención de palmito los tallos se cosechan en estado juvenil (16 a 18 meses) (Mora y Gainza, 1999, p. 30).

El palmito es un cultivo que se puede propagar de forma sexual y asexual. La vía sexual consiste en el uso de las semillas, y la vía asexual por medio de los hijuelos. Generalmente, se utiliza las semillas por ser un método más fácil (Villachica, 1996, p. 40).

1.1.4.1 Propagación sexual

La selección de semillas depende si el cultivo se destina a la producción de frutos o de tallos. En la producción de fruto se requiere menor número de plantas para la siembra (270 a 400 planta/ha), mientras que para la producción de tallos requiere mayor número de plantas en la siembra (4 444 a 5 000 plantas/ha).

Las semillas deben provenir de plantas en buen estado, con alta productividad de frutos, tallo robusto y vigoroso (Escobar et al., 1998, p. 9; Villachica, 1996, p. 40).

Durante la cosecha de frutos se debe evitar que los racimos sufran daños y se deben seleccionar frutos que hayan alcanzado la madurez fisiológica. Las semillas (con la pulpa adherida) son retiradas manualmente y son sumergidas en agua por dos o tres días, descartando las semillas que floten. Durante este periodo, la pulpa logra fermentarse, facilitando su remoción. Además, es aconsejable añadir hipoclorito de sodio al 2,5 % en el agua de remojo para evitar el ataque de hongos. Al tercer día las semillas se lavan y elimina la pulpa restante, y se sumergen en una solución fúngica por 10 a 15 min. Luego, se secan en un lugar aireado a la sombra y limpio (Escobar, 2002, p.10; Villachica, 1996, p. 41).

Las semillas pueden ser germinadas en fundas plásticas sin sustrato (75% de germinación), en aserrín, arena o tierra (con una germinación del 80%) (Escobar, 2002, p. 10).

1.1.4.2 Propagación asexual

La propagación *in vitro* consiste en extraer de la planta madre hijuelos o explantes. Los hijuelos antes de su separación deben tener un diámetro de 7 cm en la base y de 20 a 40 cm de alto para ser removidos exitosamente. La extracción consiste en introducir una pala recta en el lugar donde se va a separar el hijuelo, se aplica una solución fúngica en el hoyo que se formó. Una vez separado, se cubre con tierra, hasta que forme su propio sistema radical. Después de 30 a 60 días, puede ser extraído para llevarlo al sitio de plantación definitivo (Villachica, 1996, p. 45).

Este método no es comúnmente usado debido a que después del trasplante en el campo su supervivencia es baja (< 10 %), al igual que la tasa de multiplicación (Mora et al., 1997, p. 42).

1.1.5 PREPARACIÓN DEL TERRENO Y TRASPLANTE

Una de las partes fundamentales para el buen desarrollo de este cultivo es la preparación del terreno, se debe evitar el desmonte mecanizado puesto que produce la compactación del suelo, lo cual conduce a un mal drenaje (Villachica, 1996, p. 49).

1.1.5.1 Preparación del terreno

El terreno debe presentar un alto contenido de materia orgánica (< 2 %), bajos niveles de fósforo (< 6 ppm), contenido de potasio mayor a 0,15 meq/100 g de

suelo y un buen drenaje. Se debe evitar suelos con pH menor a 4, de lo contrario se debe corregir la acidez (Villachica, 1996, p. 52).

1.1.5.2 Trasplante

El trasplante de las plántulas se realiza en época lluviosa cuando éstas hayan alcanzado una altura de 25 cm, entre los 3 y 6 meses de edad. Se recomienda que los hoyos sean de 40 x 40 x 40 cm (Escobar et al., 1998, p. 15).

Tabla 1. 2 Densidad de siembra de palmito

Largo (m)	Ancho (m)	Plantas/ ha
2	1, 5	4 000
1,5	1,5	4 444
2	1	5 000

Fuente: Villachica, 1996, p. 54

1.1.6 FERTILIZACIÓN Y ABONO

Según Villachica (1996), la fertilización dependerá de varios factores como: características del suelo, la densidad de siembra, número de tallos por cepa, clima, suministro de agua, control de malezas, etc. (p. 80). En la Tabla 1.3 se presentan algunos programas de fertilización según la fórmula 18-5-15-6-2, la cual es la más utilizada en suelos que presentan deficiencia de potasio y bajos niveles de magnesio y boro (Molina, 1999, p. 329).

Además, se puede utilizar enmiendas orgánicas: abonos verdes, lombricompost, bocashi, estiércol y gallinaza que presentan un buen complemento energético. Aunque este tipo de abonamiento tiene como desventaja, que la cantidad de ciertos nutrientes no cumplen con los requerimientos del cultivo (Mora y Gainza, 1999, p. 100).

Tabla 1. 3 Fórmula de fertilización del cultivo de palmito

Fórmula	Nutrientes (kg/ha/ año)					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	B ₂ O ₃	Sugerencias
18-5-15-6-2	288	80	240	96	36	12 ciclos de aplicación anual
	200	20	160	50	-	6-8 ciclos de aplicación anual
	250	-	200	100	-	-
	75	46	100	10	-	3-4 ciclos de aplicación anual

Fuente: Molina, 1999, p. 330

Se recomienda utilizar fertilizantes líquidos, por su facilidad durante la aplicación y su menor exposición sobre la superficie del suelo (Molina, 1999, p. 330)

1.1.7 CONTROL DE MALEZAS

La competencia por agua, luz y nutrientes con otras plantas se controla de la siguiente manera:

Control físico y químico

Las deshierbas se las realiza con un machete evitando el daño de raíces superficiales y del tallo. Generalmente, se recomienda 4 deshierbes en el primer año, 3 en el segundo, dos en el tercero, así sucesivamente (Escobar et al., 1998, p. 16; Villachica, 1996, p. 61). Las labores culturales son un complemento del control físico, que consiste en el uso de coberturas con leguminosas. Se colocan alrededor de las plantas, para retrasar el rebrote de malezas (Mora y Gainza, 1999, p. 130). No se recomienda el uso de herbicidas, puesto que puede dañar raíces superficiales impidiendo su crecimiento (Villachica, 1996, p. 61).

1.1.8 PODAS

Existen dos tipos de poda para este cultivo: manejar la plantación con el número de hijuelos que emerjan naturalmente de cada cepa o manejar las plantaciones controlando el número de hijuelos.

La forma más usada por el menor costo es la primera, utilizando los hijuelos que brotan naturalmente (entre 1 a 6) y evitando durante la cosecha eliminar los hijuelos vegetativos que nacen en la parte aérea del tallo (Villachica, 1996, p. 62).

1.1.9 PLAGAS Y ENFERMEDADES

Durante el tiempo de desarrollo de la planta se pueden presentar enfermedades y plagas causadas por varios factores como: humedad, drenaje del suelo, distancia de siembra, etc. (Arroyo, Arauz y Mora, 2004, p. 60).

1.1.9.1 Plagas

Entre las principales plagas se pueden nombrar (Villachica, 1996, pp. 66-67):

- Ácaro de follaje: causada por el insecto *Retracus johnstoni*, ataca los folios y produce manchas cloróticas cubriendo la hoja en su totalidad. Se desarrolla mejor cuando son temporadas con pocas lluvias.

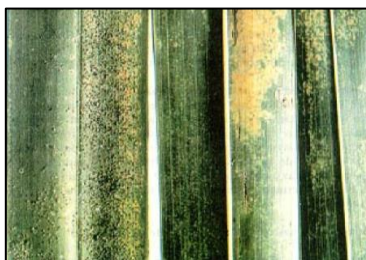


Figura 1.3 Ácaro de follaje (*Retracus johnstoni*)

Fuente: Villachica, 1996, p. 66

- Escarabajo de la base del tallo: causada por *Strategus aloeus*, produce túneles en el rizoma en las plantas jóvenes y pueden causar la muerte de la planta si no se la trata.
- Chinche del fruto: ocasionado por *Leptoglossus lonchoides* Allen, provoca la caída de temprana e intermedia de frutos.
- Picudo del coco: También conocido como papaso es causado por el nematodo *Rhynchophorus palmarum* L., provoca los “anillos rojos” atacando los rizomas subterráneos de plantas jóvenes después de la cosecha.

1.1.9.2 Enfermedades

Entre las principales enfermedades se encuentran (Arroyo et al., 2004, pp. 64-65; Villachica, 1996, pp. 72-73):

- Mancha negra de las hojas: el causante es el hongo *Colletotrichum* sp, presenta manchas negras en las hojas. Conforme avanza la infección se necrosa la lámina foliar.



Figura 1. 4 *Colletotrichum* sp. en hoja de palmito

Fuente: Arroyo et al., 2004, p. 64

- Pudrición del cogollo o de la flecha: producida por el patógeno *Phytophthora palmivora*, las hojas del cogollo se tornan cloróticas y se marchitan debido a la pudrición que se presenta en la base, la cual se extiende al corazón del tallo,

que toma un color pardo oscuro. El exceso de humedad en el suelo favorece el desarrollo de esta enfermedad.



Figura 1. 5 *Phytophthora palmivora*

Fuente: Arroyo et al., 2004, p. 64

- Hoja deshilachada: ocasionado por el hongo *Lasiodiplodia theobromae*, empieza con rasgaduras en los folios y progresivamente se produce un desintegrado del tejido intervenal en las puntas de los folios. Se puede controlar aplicando aminoácidos por vía foliar.



Figura 1. 6 *Lasiodiplodia theobromae*

Fuente: Arroyo et al., 2004, p. 65

- Pudrición blanca: causada por el hongo *Monilla* sp., los frutos afectados presentan una consistencia blanda, manchas amarillas y un mal olor característico, provocando la caída del fruto.
- Pudrición basal del fruto: ocasionado por *Diplodia* sp., produce necrosis de las brácteas, afectando a la semilla y provocando la caída temprana del fruto.

1.1.10 COSECHA

El palmito adquiere el estado óptimo para la cosecha entre los 16 a 19 meses después del trasplante al campo. En la Figura 1.7 se presentan las partes del tallo de palmito cosechado con una longitud entre 60 a 80 cm.

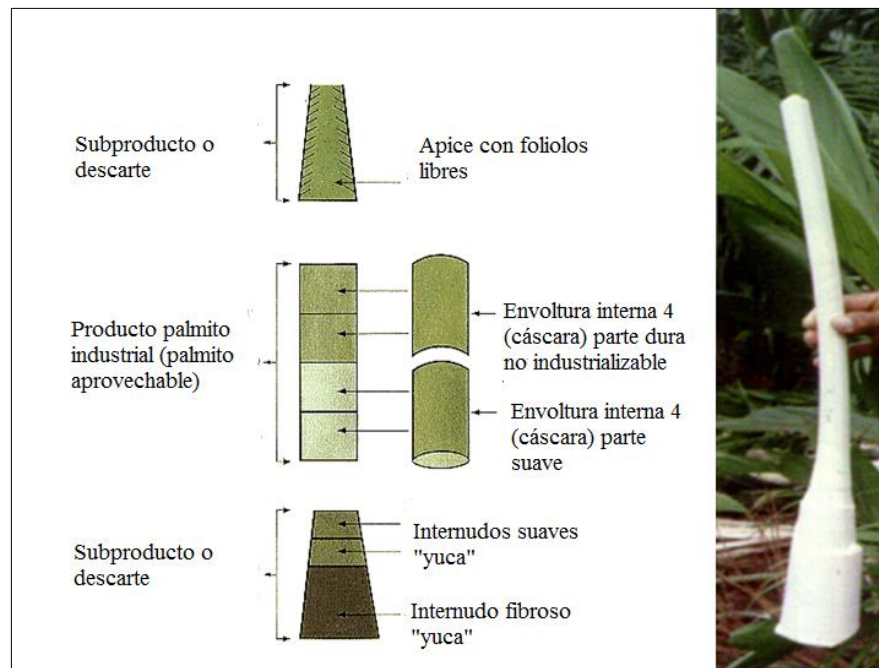


Figura 1. 7 Componentes del palmito cosechado

Fuente: Villachica, 1996, p. 23

La cosecha inicia con el deshojado, que consiste en remover las hojas de la palma con un machete afilado. Se realiza un corte al bisel del tallo a 30 o 40 cm sobre el nivel del suelo. Los tallos son separados de las hojas y se eliminan dos envolturas externas (Figura 1.8), la capa 1 (si no procesa inmediatamente) y la capa 2 (si el procesamiento es inmediato). De igual forma, se eliminan las partes terminales, para dejar los tallos con las envolturas internas y una longitud de 60 a 80 cm (Figura 1.9), con un peso aproximado de 1 000 a 1 200 g (Escobar et al., 1998, p. 18; Villachica, 1996, p. 87).

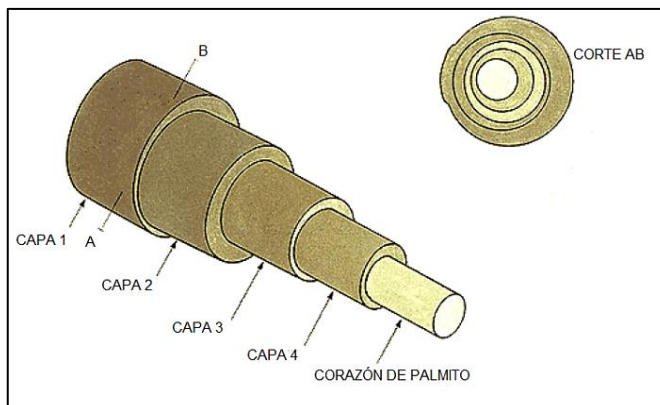


Figura 1. 8 Corte transversal del tallo de palmito con las cuatro envolturas y el corazón de palmito

Fuente: Villachica, 1996, p. 23



Figura 1. 9 Tallos de palmito a los que se ha eliminado la capa externa (capa 1)

Fuente: Villachica, 1996, p. 103

Una vez cosechados los tallos pueden ser clasificados en base al diámetro basal, en la Tabla 1.4 se detalla la clasificación:

Tabla 1. 4 Clasificación de los tallos de palmito de acuerdo al diámetro basal

Categoría	Diámetro basal (cm)	Diámetro superior (cm)
Delgado	2,5-3,0	< 1,9
Medio	3,0-4,0	1,9 – 2,2
Grueso	4,5-4,8	>2,2

Fuente: Villachica, 1996, p. 86.

1.1.11 POSCOSECHA

El manejo poscosecha consta de tres procedimientos (Villachica, 1996, pp. 93-98):

- Los tallos cosechados son amarrados en grupos de 10 unidades (“tercios”), aproximadamente de 9,5 kg.
- Se acondiciona los tallos en un lugar a la sombra, seco y limpio. Se apilan hasta una altura máxima de 2 m, se recomienda colocarlos sobre una base de madera.
- Se recomienda que para el transporte a distancias largas, se aplique parafina en los extremos de los tallos cortados, para evitar pérdidas de peso y ataque de hongos. No es aconsejable el transporte de los tallos en sacos de yute, debido a que se concentra el calor y aumenta la transpiración de tallos y a la vez aumenta la rapidez de deterioro.

1.1.12 COMPOSICIÓN QUÍMICA

En la Tabla 1.5 se muestra la composición química expresada en base húmeda del corazón del palmito (palmito industrial) que no incluye las capas 1, 2, 3 y 4

Tabla 1. 5 Información nutricional del palmito industrial

Componente químico	Corazón del palmito
	Unidad 100 g ⁻¹
Calorías (kcal)	47,6
Proteínas (g)	1,5
Grasas	1,3
- Saturadas (g)	0,73
- Monosaturadas (g)	0,35
- Polisaturadas (g)	0,22
Carbohidratos (g)	5,2
Fibra (g)	0,9
Vitamina A (β caroteno-mg)	-
Vitamina C (mg)	3,2
Tiamina (vit. B1-mg)	-
Riboflavina (vit. B2-mg)	-
Niacina (mg)	-

Fuente: Clement et al., 2004, p. 197

Con respecto al contenido de fibra dietética, en la Tabla 1.6 se detallan los componentes presentes en harina de palmito (5,3 %).

Tabla 1. 6 Contenido de componentes de fibra dietética en harina de palmito (incluye todas las capas)

Componente (g/100g)	Valor
Fibra dietética total	71,1
Fibra dietética insoluble	68,6
Fibra dietética soluble	2,5
Almidón resistente	0,9
Hemicelulosa	15,9
Celulosa	32,6
Lignina	1,5

Fuente: Godoy y Del Pino, 2014, p. 55

1.1.13 PRODUCCIÓN NACIONAL

La producción de palmito mayoritariamente se encuentra distribuida en las regiones de Nanegalito, La Concordia, Santo Domingo de los Colorados, San Lorenzo, Lago Agrio, Puerto Quito, Bucay, Macas, Esmeralda, Muisne, Tena, Zamora y el Coca (Pro Ecuador, 2015, p. 5).

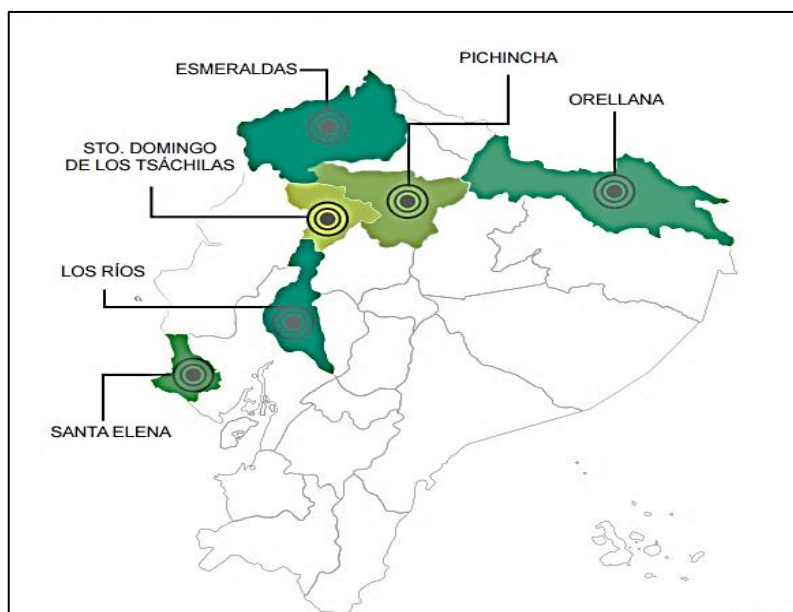


Figura 1. 10 Ubicación geográfica de producción de palmito en Ecuador

Fuente: Pro Ecuador, 2015, p. 5

En Ecuador, la superficie sembrada de palmito es de aproximadamente 15 359 ha. El tamaño de los terrenos dedicados a este cultivo se puede clasificar en micro con menos de 10 ha, pequeño entre 10 y 50 ha, y grande con superficies mayores a 50 ha (MAGAP, 2012; Pro Ecuador, 2015, p. 4). La Tabla 1.7 detalla la superficie cosechada, producción y rendimiento total anual del cultivo de palmito.

Tabla 1. 7 Producción anual de palmito en Ecuador

Año	Superficie cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
2006	15 359	142 903	9,31
2007	15 680	145 301	9,27
2008	16 061	153 473	9,56
2009	15 914	182 035	11,44
2010	16 106	197 758	12,28

Fuente: MAGAP, 2012

1.2 ALIMENTOS FUNCIONALES CON ALTO CONTENIDO DE FIBRA

1.2.1 ALIMENTOS FUNCIONALES

Alrededor de los años 80's en Japón surge el término FOSHU (Food For Specified Health Use), refiriéndose a alimentos que contienen ingredientes que cumplen con funciones específicas sobre los procesos fisiológicos del organismo, por ejemplo un crecimiento y desarrollo óptimo, buen funcionamiento del sistema cardiovascular y gastrointestinal, etc. (Alvédrez, Gonzáles y Jiménez, 2002, p. 1).

Los alimentos funcionales (AF) son alimentos naturales o procesados que además de su valor nutritivo contienen componentes bioactivos que actúan de manera positiva sobre la salud, disminuyendo el riesgo de enfermedades (Alvédrez et al., 2002, p. 2; Olagnero et al., 2007, p. 21). Se puede citar como ejemplo de alimentos funcionales, aquellos que contienen vitaminas, ácidos grasos, minerales, fibra alimenticia o a aquellos que se les ha añadido sustancias bioactivas como antioxidantes o probióticos (Tabla 1.8). Según este enfoque, los alimentos funcionales se pueden clasificar en (EUFIC, 2006):

- Alimentos naturales
- Alimentos con algún componente añadido o eliminado

- Alimentos modificados (1 o más componentes)
- Alimentos en los que la biodisponibilidad de cierto componente fue modificado (1 o más componentes)
- Combinación de los anteriores

Tabla 1. 8 Ejemplos de componentes de los alimentos funcionales

Componente funcional	Origen	Beneficio
Beta caroteno	Zanahoria	Podría reducir el riesgo de a contraer algunos tipos de cáncer, ya que neutraliza a los radicales libres
Flavononas	Cítricos	
Luteína	Vegetales verdes	Disminuir el riesgo de degeneración muscular
Licopeno	Tomate, sandía	Reduce el riesgo de padecer cáncer de próstata
Fibra insoluble	Cascara de trigo, salvado integral	Reduce el riesgo de padecer cáncer de colon y mamas
Fibra soluble	Frijoles, manzana, cítricos	Podría reducir el riesgo de enfermedades coronarias, cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer
Beta glucano	Avena	
Ácido linoleico	Queso, productos cárnicos	
Prebiótico (<i>Lactobacillus</i> sp) y Prebiótico (oligofructosa)	Yogures, azúcar	Mejora el funcionamiento intestinal y el equilibrio microbiano intestinal

Fuente: EUFIC, 2006; Ford y Dahl, 2012, p. 2

1.2.1.1 Alimentos funcionales y la salud

Según el ILSI Europe (2002), la ingesta de alimentos como oligosacáridos, glicoproteínas, vitaminas, antioxidantes, ácidos grasos, probióticos, prebióticos, puede tener efectos favorables sobre las funciones neuronales y el desarrollo de la respuesta inmune. El consumo de una dieta equilibrada que contenga fibra dietética provoca una lenta absorción de la glucosa hacia el torrente sanguíneo, disminuyendo el riesgo de contraer enfermedades como la obesidad y diabetes

tipo 2. Además, aminoácidos como la tirosina y el triptófano pueden mejorar el rendimiento cognitivo y mental.

1.2.2 FIBRA DIETÉTICA

1.2.2.1 Definición de la fibra dietética

El CODEX Alimentarius (2008), define a la fibra dietética como polímeros de carbohidratos (10 o más unidades monoméricas) que no son hidrolizadas por las enzimas endógenas presentes en el intestino delgado. Según Health Canada (2012), la fibra dietética se categorizan en:

- Carbohidratos de 3 o más unidades de sacáridos que se producen naturalmente en alimentos de origen vegetal y no son absorbidos ni digeridos por el intestino delgado; y
- Nuevas fibras aceptadas, que son ingredientes fabricados para ser fuente de fibra dietética y que consisten en carbohidratos de 3 o más unidades de sacáridos. Pueden ser producidas de forma sintética u obtenidas de fuentes naturales como subproductos agrícolas, sustancias de origen animal o bacteriano, materia prima vegetal. Éstas tienen al menos un efecto fisiológico demostrado por pruebas científicas aceptadas.

1.2.2.2 Clasificación de la fibra dietética

La fibra dietética se clasifica según el grado de fermentación en el organismo, viscosidad y solubilidad como se presenta en la Figura 1.11 (Escudero y Gonzales, 2006, p. 64).

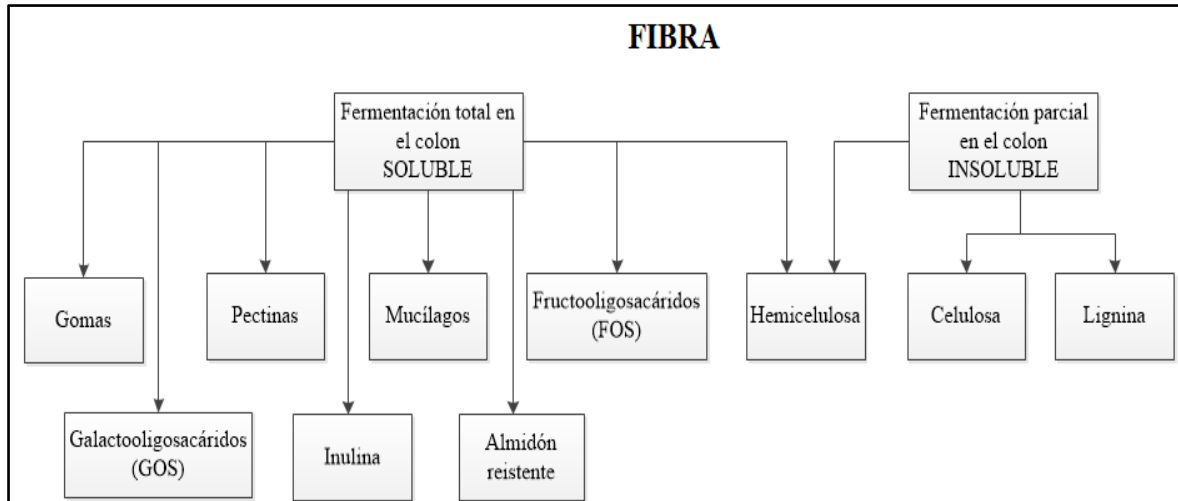


Figura 1. 11 Clasificación de la fibra según el grado de fermentación y solubilidad
Fuente: Escudero y Gonzáles, 2006, p. 65

➤ **Fibras fermentables, solubles y viscosas**

Las fibras solubles se caracterizan por la capacidad de aumentar la viscosidad, al captar el agua forman un retículo en el cual el agua queda atrapada provocando soluciones de alta viscosidad. Debido a esta capacidad de retener agua, formar geles y de actuar como sustrato para la fermentación de bacterias en el colon, induce a un incremento en la masa microbiana y producción de gas, aumentando la masa fecal. Los principales componentes de la fibra soluble son los polisacáridos no celulósicos como las gomas, pectina y mucilagos que se encuentran en la avena, frutas, cebada y legumbres. La fibra soluble además de retener el agua, reduce la absorción de grasas y azúcares disminuyendo la respuesta glicémica y el nivel de colesterol en el torrente sanguíneo (Dreher, 2001, p. 14; Escudero y Gonzales, 2006, p. 65; Ferreira, 2015, p. 19).

➤ **Fibra parcialmente fermentable, insoluble y no viscosa**

Las fibras insolubles o parcialmente fermentables consisten principalmente en componentes de la pared celular como la celulosa, lignina y hemicelulosa presente en el trigo, la mayoría de granos y algunos vegetales. Además, por su

alta porosidad, baja densidad y la capacidad de aumentar la masa fecal, facilita el tránsito intestinal puesto a que son escasamente degradadas por bacterias del colon. Dentro de la composición de los alimentos el 75 % de la fibra dietética constituye la fibra dietética insoluble (Dreher, 2001, p. 15; Escudero y Gonzales, 2006, p. 65).

Tabla 1. 9 Contenido de fibra total en alimentos

Alimento	Fibra dietética (g/100 g de parte comestible)			Alimento	Fibra dietética (g/100 g de parte comestible)		
	Total	Insoluble	Soluble		Total	Insoluble	Soluble
Lentejas				Frutas			
Secos, crudos	11,4	10,3	1,1	Manzana	2,0	1,8	0,2
Secos, cocidos	5,3	4,7	0,6	Plátano	1,7	1,2	0,5
Habas, enlatados	4,2	3,8	0,4	Naranja, jugo	0,4	0,1	0,3
Frijoles, enlatados	6,3	4,7	1,6	Manzana; jugo	0,1	0,1	0,0
Verduras y hortalizas				Higos secos	9,3	0,0	0,0
Alcachofa	7,6	4,4	3,2	Cereales			
Coles de Bruselas	4,1	3,6	0,5	Amaranto	15,2	-	-
Zanahoria	2,4	1,1	1,3	Cebada, salvado	70,0	67,0	3,0
Apio	1,5	1,0	0,5	Maíz, salvado	82,4	80,4	2,0
Lechuga	0,7	0,5	0,2	Avena, salvado	22,2	11,7	10,5
Papa, sin piel	1,3	1,0	0,3	Trigo, salvado	70,0	67,0	3,0
Corazón de palmito	0,9	-	-	Arroz, salvado	21,7	-	-

Fuente: Clement et al., 2004; Dreher, 2001, p. 17

Un alimento con alto contenido de fibra debe aportar como mínimo con 6 g/100 g en alimentos sólidos y 3 g/ 100 mL en alimentos líquidos, mientras que, un alimento como fuente de fibra debe contener mínimo 3 g/ 100 g (sólidos) o 1,5 g/

100 mL (líquidos) (CAA, 2006). La Tabla 1.9 presenta algunos ejemplos de contenido de fibra dietética, soluble e insoluble en alimentos.

1.2.2.3 Componentes de la fibra dietética

Polisacáridos no amiláceos

Los polisacáridos no amiláceos (no α - glucanos) no se parecen química ni estructuralmente al almidón, no son degradados por enzimas digestivas pero sí por la flora bacteriana. Constituyen la mayor parte de la fibra dietética y se clasifican en (Escudero y Gonzales, 2006, p. 63; ILSI Europe, 2006, pp. 17-13):

- Gomas y mucilagos: Hidrocoloides que se caracterizan por su capacidad de interactuar con el agua; en concentraciones altas forman geles mientras que, a concentraciones bajas forman soluciones viscosas. Las gomas generalmente, se derivan de exudados de plantas, semillas y extractos de algas. Los mucilagos se los puede encontrar en semillas y algas. Se los utiliza como espesantes, agentes estabilizantes, gelificantes y emulsionantes.
- Celulosa: Polisacárido lineal conformado de hasta 10 000 unidades de glucosa por molécula. Entre sus propiedades principales está el ser insoluble en agua. Componente principal de las paredes celulares vegetales. La principal fuente es el salvado de cereales.
- Hemicelulosa: Polisacárido lineal o ramificado, que contiene azúcares diferentes a la glucosa. Es otro constituyente de las paredes celulares vegetales. Presente en vegetales y salvados.
- Pectinas: Polisacáridos solubles en agua caliente, mientras que, en agua fría forman geles. Presentes en la laminilla media de la pared celular. Las fuentes principales son la manzana y cítricos.

- B-glucanos: Polímeros de glucosa, forman soluciones viscosas. Presentes en la pared celular de la avena, granos de cebada y algunos vegetales.

Almidón resistente

Es el conjunto de almidón y los productos de la degradación del almidón que fueron completamente absorbidos por el intestino delgado. Se han identificado cuatro tipos de almidón resistente (resistant starch RS) (Escudero y Gonzales, 2006, p. 63; ILSI Europe, 2006, p. 15):

- Almidón físicamente inaccesible o atrapado (RS1): La principal fuente son las legumbres, debido a que tienen paredes celulares gruesas, impidiendo que actúen ciertas enzimas sobre el almidón.
- Gránulos de almidón nativo (RS2): Entre las principales fuentes están el plátano verde, patatas crudas y la harina de maíz. Este tipo de almidón, para poder ser hidrolizado enzimáticamente debe ser gelatinizado, normalmente la cocción permite la gelatinización del almidón
- Almidón retrogradado (RS3): Este tipo de almidón cambia su conformación frente a fenómenos como el calor y frío. Cuando se calienta el almidón en agua se gelatiniza, puesto que las cadenas de polisacáridos se distorsionan modificando su estructura. Mientras que, al enfriar se produce una retrogradación es decir que vuelve a darse una cristalización. El endurecimiento del pan, es un claro ejemplo de este fenómeno.
- Almidón modificado químicamente (RS4): Son almidones que de manera industrial han sido modificados utilizando químicos. Generalmente, son utilizados como ingredientes para alimentos de bebé.

Oligosacáridos resistentes

Carbohidratos con un menor grado de polimerización, entre 3 y 10 moléculas de monosacáridos. Se clasifican en (Escudero y Gonzales, 2006, p. 63):

- Fructooligosacáridos (FOS): Dentro de este tipo de oligosacáridos están la inulina, carbohidrato no digerible con 10 monómeros y presente en cebolla, ajo y alcachofa; y levanos que son producidos por ciertas bacterias.
- Galactooligosacáridos (GOS): presente principalmente en leche de vaca (Lactosa) y legumbres.

Ligninas

La lignina no es un polisacárido, pero está unido químicamente a la hemicelulosa en la pared celular vegetal, haciéndola más rígida. No es digerida ni absorbida por el organismo. Además no es degradada por la microflora bacteriana presente en el colon. Una de sus funciones es retrasar la absorción del colesterol y ácidos biliares en el intestino delgado (Escudero y Gonzales, 2006, p. 63).

1.2.2.4 Fibra dietética y la salud

El consumo de una dieta equilibrada en fibra dietética tiene un efecto positivo sobre la salud, ya que previene o reduce el riesgo de adquirir enfermedades como diabetes, obesidad, cardiovasculares, cáncer del intestino grueso y otros tipos de cáncer (ILSI Europe, 2006, p. 24).

➤ **Fibra dietética y cáncer de colon**

El funcionamiento del tracto intestinal va a ser afectado según el tipo de fibra que se consuma, el estado físico y los demás componentes de la dieta. La fibra dietética tiene la capacidad de captar los ácidos biliares que pueden generar metabolitos secundarios probablemente agentes cancerígenos. Por otro lado, al disminuir el pH del colon se inhibe la actividad enzimática de la 7- α - hidroxilasa causante de convertir los ácidos biliares en metabolitos primarios o secundarios (Escudero y Gonzales, 2006, p. 69).

➤ **Enfermedades cardiovasculares**

Un estudio realizado en Europa y Estados Unidos demostró que la ingesta de fibra dietética tiene efectos beneficiosos sobre enfermedades coronarias como lípidos en la sangre y presión arterial. Probablemente, por la disminución de colesterol total y lipoproteína de baja densidad (LDL), pues la fibra dietética retrasa la absorción de grasas y carbohidratos en el intestino delgado. Por otro lado, el consumo de β - glucanos, pectinas y gomas disminuyen los niveles de colesterol en la sangre. Un alto consumo de granos enteros, frutas, verduras y una dieta mínima en grasa redujo los niveles de triglicéridos (ILSI Europe, 2006, p. 28).

➤ **Diabetes**

Posiblemente, la fibra soluble mediante diversos mecanismos es la responsable en el control de la glucemia: retrasa el vaciamiento gástrico, disminuye la absorción de glucosa y producción de ácidos grasos de cadena corta como el butirato responsable de reducir a la resistencia periférica de la insulina. La ingesta de granos enteros y leguminosas, podrían reducir posibles síntomas (Babio, Balanza, Basulto, Bullo y Salas, 2010, p. 331).

➤ **Estreñimiento**

El consumo equilibrado de fibra mejora y/o previene el estreñimiento, debido al aumento del volumen y peso de la masa fecal; puesto que, el aumento del volumen provoca un estiramiento de la pared intestinal estimulando reflejos de propulsión y evacuación. El salvado de trigo presenta buenos resultados en el aumento de la masa fecal (Escudero y Gonzales, 2006, p. 68).

➤ **Saciedad y peso corporal**

La acción de la fibra soluble a través de tracto digestivo provoca una absorción lenta, disminución en el vaciamiento y distensión gástrica como consecuencia se produce un mayor efecto de saciedad. Así, la fibra es un componente importante en las dietas que ayudan a disminuir de peso (Burton, 2000, p. 273).

1.2.2.5 Recomendaciones para la ingesta de fibra dietética

Según The American Dietetic Association (2002), recomienda un ingesta de fibra dietética diaria para adultos entre 20 a 35 g, en una proporción de 3:1 entre fibra insoluble y soluble (p. 993). La Tabla 1.10 presenta las recomendaciones de la ingesta de fibra dietética según la edad y sexo del individuo.

En general, se recomienda una ingesta diaria de 3 raciones de verduras, frutas, cereales (pan, arroz, pasta) y semanalmente entre 4 y 5 raciones de legumbres para alcanzar un consumo adecuado de fibra dietética (Escudero y Gonzales, 2006, p. 70).

Una ingesta de fibra dietética en niveles altos (75 - 80 g/día) puede producir problemas en la salud como flatulencia, distensión abdominal, dolor abdominal y una disminución de la biodisponibilidad de minerales como hierro, calcio, magnesio y zinc (ILSI Europe, 2006, p. 33).

Tabla 1. 10 Recomendación para la ingesta de fibra dietética

Edad (años)	Sexo	Fibra dietética (g/día)
1-3	M/F	19
4-8	M/F	25
9-13	F	26
	M	31
14-18	F	26
	M	38
19-50	F	25
	M	38
>50	F	21
	M	30

Fuente: Dilzer, Jones y Latulippe, 2013, p.114.

1.3 PRESERVACIÓN DE ALIMENTOS: SECADO

1.3.1 SECADO

El secado probablemente es el método más antiguo y usado para la preservación de alimentos. El objetivo de secar un alimento, es que el producto sea más estable y aumente su tiempo de vida útil. Durante la deshidratación se elimina la humedad, reduciendo la actividad microbiana y reacciones químicas de deterioro del producto. Al secar un alimento se disminuye el volumen y peso, por lo que, se facilita su manipulación, transporte y almacenamiento (Chen y Mujumdar, 2008, p. 4; Farias y Ratti, 2009, p. 3; Ibarz y Barbosa, 2014, p. 588).

1.3.1.1 Cambios en las características de calidad durante el proceso de secado

Cuando se deshidrata los alimentos se producen cambios deseables o

indeseables en sus características químicas, físicas, nutricionales y microbiológicas.

Calidad microbiológica

Al reducir la actividad de agua, ciertamente se disminuye el crecimiento de microorganismos, pero no resulta en un producto estéril. Los tratamientos con altas temperaturas pueden maximizar la muerte térmica, debido a la desnaturalización de las proteínas, que destruyen la actividad enzimática y metabólica de los microorganismos; y en ciertos alimentos se ha obtenido mejores resultados sobre las características organolépticas.

Las condiciones durante el tratamiento térmico es uno de los factores que influyen sobre la resistencia térmica de los microorganismos, entre las condiciones más importantes:

- El pH del alimento, las bacterias patógenas y saprófitas son más termoresistentes a pHs próximos a la neutralidad, mientras que los hongos y levaduras soportan mejor pHs más bajos.
- Actividad de agua del alimento, el calor húmedo es más eficaz que el calor seco para la destrucción de esporas.
- Composición del alimento, las proteínas, grasas y concentraciones elevadas de sacarosa en el medio aumentan la termoresistencia (Fellows, 2000, p. 47; Shafiur, 2007, p. 420).

Reacciones enzimática y no enzimática

Las reacciones de pardeamiento enzimáticas y no enzimáticas influyen directamente sobre el cambio de color, disminución del valor nutricional, desarrollo de malos olores y cambios en la textura. En el pardeamiento enzimático

las enzimas implicadas son las polifenoloxidasas, que ocasionan alternaciones principalmente cuando los vegetales han sufrido algún daño en su tejido. Entre las reacciones no enzimáticas están la caramelización, oxidación del ácido ascórbico y las reacciones de Maillard. Entre los factores que favorecen la generación de las reacciones no enzimáticas están el porcentaje de humedad, temperatura, pH y la composición del alimento (Shafiur, 2007, p. 421).

El cambio de color en los vegetales se debe a los cambios químicos de los pigmentos como la clorofila y el caroteno durante el secado; mientras más dure el proceso de secado y se apliquen temperaturas más altas, la pérdida de los pigmentos es mayor. Las reacciones de caramelización están asociadas a los cambios en el aroma y sabor de los alimentos. Por otro lado, la actividad enzimática residual de la polifenoloxidasa favorece el pardeamiento durante el almacenamiento. Para prevenir los cambios producidos por las reacciones de pardeamiento se puede utilizar inhibidores como ácido ascórbico, ácido cítrico, sulfitos o procesos como el escaldado y eliminación de oxígeno (Fellows, 2000, p. 411).

Retención de vitaminas

El contenido de ácidos grasos esenciales y vitaminas liposolubles como A, D, E y K durante el proceso de secado no varía, puesto que su mayor parte se encuentra en la materia seca del alimento (Fellows, 2000, p. 412). La pérdida de vitamina A y ácido ascórbico en alimentos deshidratados puede estar relacionada con la ausencia de oxígeno. Por otro lado, la vitamina C se destruye durante el proceso de secado por ser sensible al calor (Shafiur, 2007, p. 426).

Oxidación lipídica

Alimentos que contienen grasas son propensos a desarrollar rancidez, y aún más si el contenido de agua se reduce demasiado. Además, el proceso de oxidación

lipídica causa un deterioro del color, textura, desarrollo de sabores extraños y pérdida de pigmentos. Al minimizar los niveles de oxígeno durante el procesamiento y almacenamiento, y al adicionar compuestos antioxidantes se puede prevenir o reducir la oxidación lipídica (Shafiur, 2007, p. 422).

Textura

Los cambios de la estructura van a depender del porcentaje de humedad, composición, variedad o especie, pH, método de deshidratación, pre-tratamientos y estados de madurez de los vegetales (Shafiur, 2007, p. 426). La velocidad y temperatura de secado tienen un efecto directo sobre la textura del alimento; así, alimentos deshidratados a temperaturas altas y velocidades rápidas provocan cambios mayores, que al deshidratar a temperaturas bajas y velocidades lentas. Puesto que, al secar a temperaturas altas se produce el fenómeno de acortezamiento donde el alimento se seca en la superficie pero al interior aún está húmedo (Fellows, 2000, p. 408).

Rehidratación

Los productos deshidratados que fueron tratados en condiciones óptimas se rehidratan en un tiempo corto y conservan características estructurales y químicas similares del alimento original. Aunque, esto dependerá del pretratamiento, el método de secado, la temperatura y velocidad de secado (Marín, Lemus, Flores y Vega, 2006, p. 4). Al deshidratar un alimento se disminuye el grado de hidratación del almidón y la elasticidad de las paredes celulares, por lo que la capacidad de retención de agua también disminuye (Fellows, 2000, p. 413). Factores como las condiciones de procesamiento, almacenamiento, composición, pH y tamaño de partícula influyen sobre la solubilidad de un producto; al incrementar la temperatura de secado existe una mayor degradación de la proteína disminuyendo la solubilidad del alimento (Shafiur, 2007, p. 426).

Durante el proceso de rehidratación ocurren simultáneamente tres procesos: el producto deshidratado absorbe agua, se produce una lixiviación de solutos y finalmente el producto se hincha, este hinchamiento es proporcional a la cantidad de agua absorbida (Marín et al., 2006, p. 3).

Las condiciones de procesamiento afectan de manera importante la calidad final de un producto rehidratado. Para evaluar este efecto, se utilizan generalmente indicadores numéricos: poder de hinchamiento, solubilidad e índice de absorción de agua. El aumento o disminución de estos indicadores puede ser por la agregación o desnaturalización de proteínas por efecto de calor, desorción del agua, concentración de sales, destrucción de pectinas o de la membrana celular, etc. (Marín et al., 2006, p. 4).

1.3.2 SECADOR DE RODILLOS

El secador de rodillos está conformado por un cilindro metálico hueco por el cual circula vapor saturado entre 120 y 170 °C. El diámetro de rodillo puede ser de hasta 2 m y longitud de 5 m, su capacidad entre 5 a 30 kg de producto por m² por hora, velocidad de rotación entre 1 y 30 rpm, y presión máxima de vapor de 203 psi. Los diferentes tipos de secadores de rodillos según la alimentación se presentan en la Figura 1.12. Debido al tiempo corto y temperaturas altas de procesamiento, la carga microbiana es reducida. Además, el riesgo de que los alimentos se oxiden es menor, puesto que la deshidratación puede realizarse en ausencia de oxígeno.

Generalmente, el uso de este tipo de secador es para alimentos en suspensión o forma líquida. Los productos obtenidos del secado son: puré de papa en hojuelas, alimentos para bebé, leche en polvo y cereales instantáneos (Barbosa, Ortega, Juliano y Yan, 2005, p. 300; Curtois, 2013, p. 86; Fellows, 2000, p. 403; Sharma, Mulvaney y Rizvi, 2003, p. 203).

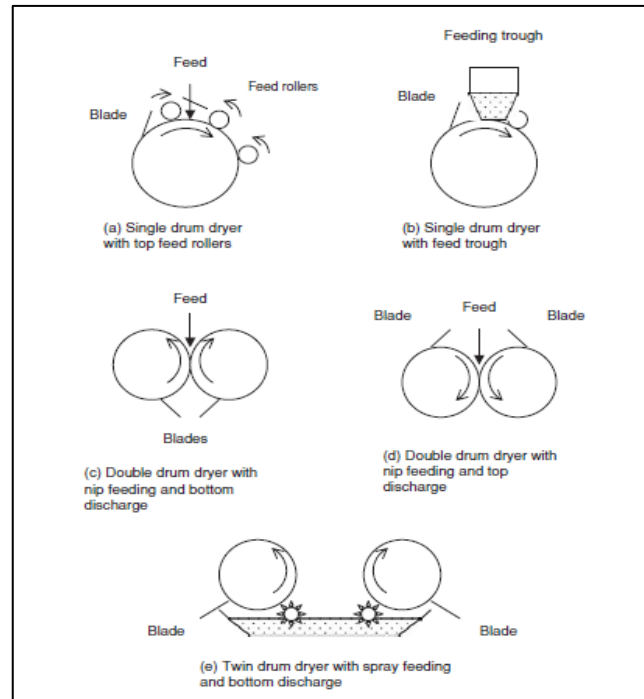


Figura 1. 12 Tipos de secador de rodillo con diferente alimentación

Fuente: Barbosa et al., 2005, p. 302

Una vez distribuido uniformemente el producto sobre la superficie del tambor (Figura 1.13), se adhiere y forma una película alrededor de las paredes del tambor. El espesor de las películas va a depender del espacio entre los rodillos. La película seca se raspa con cuchillas desprendiéndola de la pared del tambor, obteniéndose polvo u hojuelas.

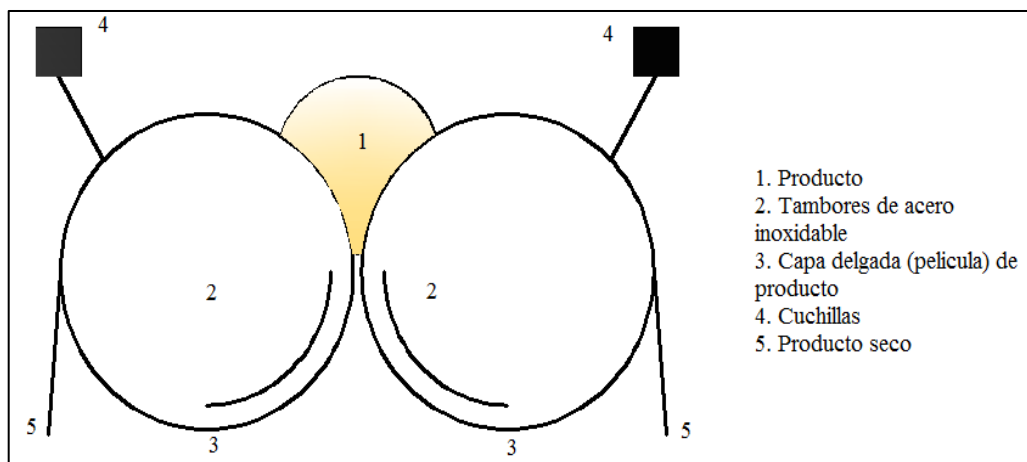


Figura 1. 13 Partes principales del secador de rodillos

Fuente: Fellows, 2000, p. 404

La velocidad de deshidratación de los alimentos puede variar por diferentes factores (Sharma et al., 2003, p. 204):

- Contenido de sólidos en el alimento
- Velocidad de los rodillos (tiempo de residencia)
- Espacio inter-rodillos
- La presión de vapor
- Pre-tratamientos a la alimentación (pre-calentamiento)
- Tipo de material de los rodillos
- Nivel de la piscina entre los tambores

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL PALMITO *(Bactris gasipaes H.B.K)*

El palmito, fue adquirido de la finca “El Paraíso”, situada en el cantón Pedro Vicente Maldonado, entre la ciudad de San Miguel de los Bancos y Pedro Vicente Maldonado, Vía Cala – Cali - La Independencia, km 104.

La materia prima fue recibida y almacenada en una cámara fría a 8 °C en el Departamento de Ciencias de Alimentos y Biotecnología (DECAB) de la Escuela Politécnica Nacional.

2.1.1 ANÁLISIS FÍSICOS

Las características físicas medidas a la materia prima fueron: diámetro basal y superior, longitud, peso y color.

2.1.1.1 Diámetro basal y diámetro superior

Se procedió al muestreo aleatorio de 20 tallos, donde se midió el diámetro basal y diámetro superior con un calibrador VERNER CALIPER, 20 cm, 0,01cm.

2.1.1.2 Longitud

La longitud de 20 tallos se midió con una cinta métrica desde la base hasta el extremo superior.

2.1.1.3 Peso

El peso se determinó mediante una balanza electrónica TIGER, 15 kg, 5 g. Los datos se obtuvieron de 20 tallos de palmito.

2.1.1.4 Color

Para la medición del color se usó un colorímetro triestímulo (Minolta, CR-200, Japón). El espacio de color usado fue CIELab determinado por los parámetros L*, a* y b*. La medición de color se realizó en 3 muestras en 6 regiones diferentes del empaque.

Previamente, los tallos fueron pelados con cuchillos de acero inoxidable, rallados en un procesador de alimentos (SKIMSEN, PAIE, Brasil), se empacó (200 g) en fundas multicapa de poliamida y polietileno de baja densidad, para facilitar la medición del color.

2.1.2 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

En la caracterización físico - química de la materia prima se midieron los parámetros que se muestran en la Tabla 2.1. Los análisis se realizaron en dos muestras.

Tabla 2. 1 Análisis aplicados en la materia prima

Análisis	Método
Humedad	AOAC 034.01, 2007
Proteína	AOAC 2001.11, 2007
Grasa	AOAC 920.85, 2007
Cenizas	AOAC 923.03, 2007
Fibra soluble e insoluble	Asp et al., 1983
Hierro, Calcio y Zinc	DECAB 01, 2007

2.2 DEFINICIÓN DE LAS MEJORES CONDICIONES DE SECADO PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BASE DESHIDRATADA DE PALMITO

2.2.1 PREPARACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Lavado

El lavado se realizó con agua potable a presión con ayuda de una manguera, asegurándose que se elimine todo tipo de impureza como tierra, hojas, etc.

Pelado

Se removió la capa exterior o capa 2 de forma manual usando cuchillos de hoja de acero inoxidable. Luego, se procedió a eliminar la base (entre 2 y 4 cm) y punta de los tallos (entre 8 y 10 cm).

Rallado

Los tallos se dividieron en fracciones de aproximadamente 10 cm, para posteriormente ser rallados en un procesador de alimentos (SKIMSEN, PAIE, Brasil) equipado con un disco desilachador cuadrado de 2,5 mm.

El proceso de pelado y rallado se lo hizo en una cámara fría a 8 °C, que previamente fue desinfectada.

2.2.2 SELECCIÓN DEL TRATAMIENTO ANTIPARDEANTE EN MUESTRAS DE PALMITO

Se llenó en fundas de malla de tela aproximadamente 300 g de muestras de palmito previamente preparadas según el Acápite 2.2.1, se sometieron a tres tratamientos antipardeantes: químico (solución de metabisulfito de sodio), físico (precocción a 90 °C) y combinado (precocción e inmersión en metabisulfito de sodio).

Tratamiento químico

El tratamiento químico consistió en sumergir la muestra de palmito en una solución de metabisulfito de sodio al 0,1 % durante 10 minutos.

Tratamiento físico

El tratamiento físico consistió en una precocción, para lo cual se sumergió la muestra en una marmita HAMILTON, 20 L, con agua a 90 °C durante 1 minuto.

Tratamiento combinado

La muestra se sumergió en agua a 90 °C durante un minuto, para posteriormente ser sometida a una inmersión en solución de metabisulfito de sodio al 0,1 % durante 10 minutos.

Para la selección del método antipardeante, se midió la variación de color (ΔE) a los 20, 40 y 60 minutos mediante un colorímetro triestímulo (Minolta, CR-200, Japón) en muestras tratadas (tratamiento químico, físico y combinado) y en una muestra control (sin ningún tratamiento) empleando la ecuación 2.1. Se hicieron tres repeticiones para cada tratamiento.

Se eligió el tratamiento que presentó la mínima variación de color (ΔE) en el tiempo, según la ecuación 2.1.

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L_o^*)^2 + (a^* - a_o^*)^2 + (b^* - b_o^*)^2} \quad [2.1]$$

Donde:

L*: Luminosidad de color

a*: Posición entre verde y rojo

b*: Posición entre amarillo y azul

El parámetro L* indica luminosidad (100 % presenta color blanco y 0 color negro). Valores negativos y positivos en el parámetro a* indican una coloración verde a roja. Mientras que, el valor negativo y positivo del parámetro b* indica una coloración de azul a amarillo.

2.2.3 DESARROLLO DE UNA BASE DESHIDRATADA DE PALMITO (*Bactris gasipaes* H.B.K)

El tratamiento antipardeante que presentó la mínima variación de color (ΔE), según el acápite 2.2.2, se empleó para el desarrollo de la base deshidratada. En la Figura 2.1 se describen las operaciones unitarias realizadas para la obtención de la base deshidratada.

Después de la recepción de la materia prima, los tallos de palmito fueron lavados, pelados y rallados según el acápite 2.2.1. Se aplicó el tratamiento antipardeante que presento la mínima variación de color. Luego, se los desintegró en un molino coloidal (PRYMA, BB) con apertura 0,9. Se llenó en fundas de lona el material húmedo para posteriormente prensarlo en una prensa neumática (S/M MM-PPA-79) a 551,6 kPa, eliminando el exceso de agua. Enseguida, aproximadamente 2 kg del material prensado fueron deshidratados en un secador de rodillos con

presión de vapor de 137,9 kPa hasta obtener una humedad del 8 % según la norma NTE INEN 2602:2011.

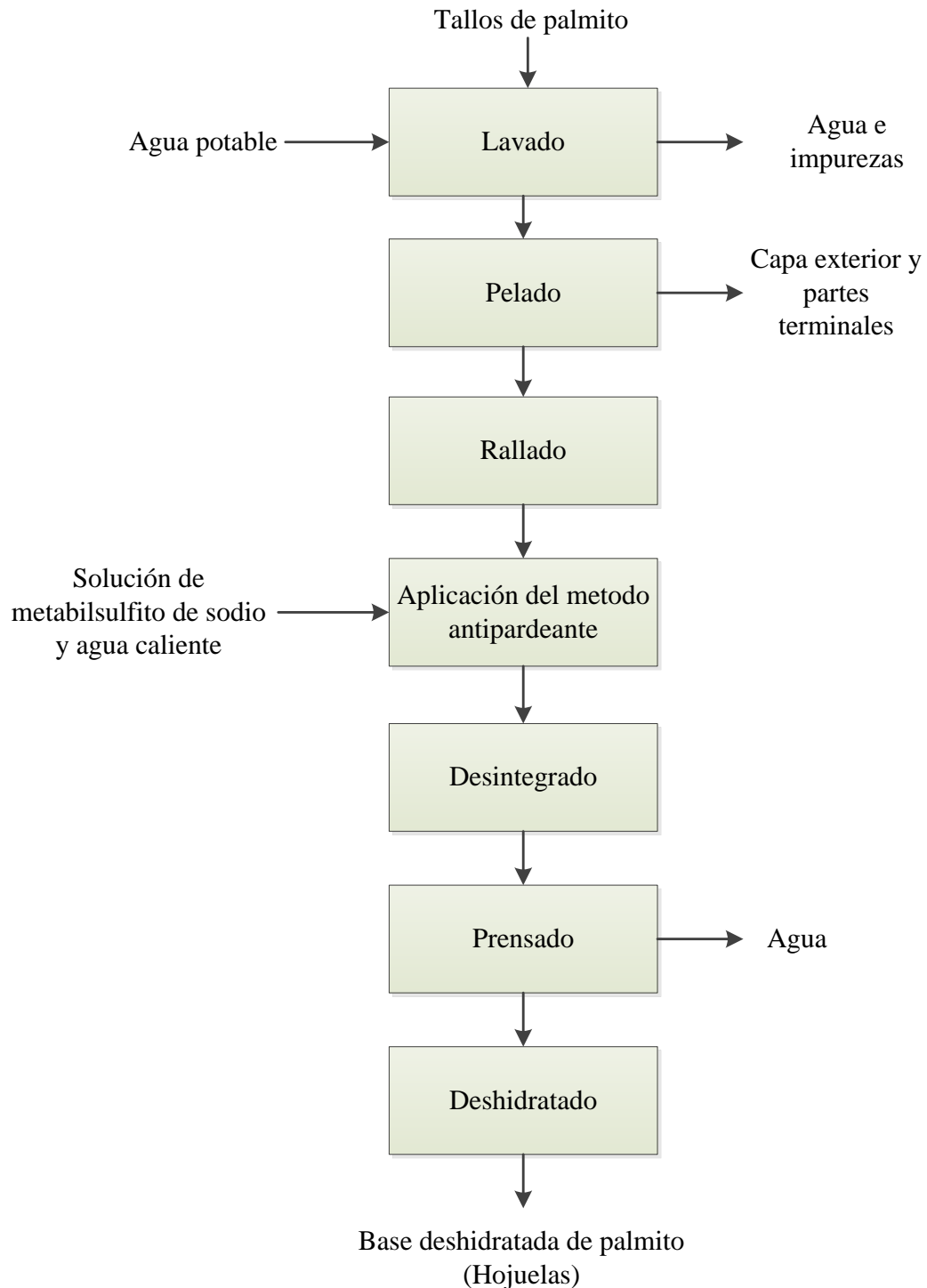


Figura 2. 1 Diagrama de bloques para la obtención de una base deshidratada de palmito

2.2.3.1 Diseño experimental durante el proceso de secado

Se evaluaron dos factores en el proceso de secado: la velocidad de rotación de los rodillos y el espacio inter-rodillos. La Tabla 2.2 muestra los factores con los niveles respectivos aplicados en el proceso.

Tabla 2. 2 Factores y niveles de las variables del proceso de secado

Factor	Nivel
Velocidad de rotación de rodillos (A)	A ₁ : 11 rpm
	A ₂ : 20 rpm
Espacio inter-rodillos (B)	B ₁ : 0,05 mm
	B ₂ : 0,5 mm

Se aplicó un diseño factorial 2² con tres réplicas, los tratamientos se describen en la Tabla 2.3. Las variables de control para cada tratamiento fueron el tiempo de proceso y la humedad final que se determinó según el método AOAC 934.01 (2007).

Tabla 2. 3 Tratamientos para determinar las mejores condiciones de secado

Tratamientos		Descripción
T ₁	A ₁ B ₁	Velocidad de rotación 11 rpm, espacio inter-rodillos 0,05 mm
T ₂	A ₁ B ₂	Velocidad de rotación 11 rpm, espacio inter-rodillos 0,5mm
T ₃	A ₂ B ₁	Velocidad de rotación 20 rpm, espacio inter-rodillos 0,05mm
T ₄	A ₂ B ₂	Velocidad de rotación 20 rpm, espacio inter-rodillos 0,5mm

Para todos los análisis estadísticos de los diferentes datos se empleó el programa STATGRAPHICS CENTURION XVI versión 16.1.18. Se seleccionó el tratamiento que presentó el menor tiempo de secado y humedad de 8 %.

2.3 EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL PRODUCTO OBTENIDO EN DOS TIPOS DE EMPAQUE

Se seleccionó el mejor tratamiento durante el proceso de secado y se evaluó la estabilidad de las base deshidratada de palmito en dos tipos empaques: fundas multicapa de polietileno tereftalato, polipropileno biorientado y polietileno de baja densidad (PA) y fundas multicapa de poliamida y polietileno de baja densidad (PM) con un espesor de 110 y 70 micras, con una barrera alta y media a la humedad y oxígeno, respectivamente.

La Tabla 2.4 describe las condiciones de almacenamiento para la base deshidratada de palmito.

Tabla 2. 4 Condiciones de almacenamiento de la base deshidratada

Condiciones	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
Refrigeración	8	60
Ambiente	20	60
Estufa	40	60

El tiempo de almacenamiento en los dos tipos de empaque fue de 45 días. Se realizaron análisis de color, porcentaje de humedad, análisis microbiológicos y pruebas de rehidratación usando dos indicadores: poder de hinchamiento e índice de absorción de agua. Las muestras se tomaron cada 15 días (0, 15, 30 y 45 días) de las diferentes condiciones de almacenamiento.

2.3.1 ANÁLISIS FÍSICO

Color

Se utilizó un colorímetro triestímulo marca Minolta con el espacio de color CIELAB y se determinaron los parámetros L*, a* y b*. Las muestras que fueron

empacadas en PET/BOPP/PEBD fueron colocadas en fundas transparentes para facilitar la medición de color. Se realizó tres repeticiones en cada salida: día 0, 15, 30 y 45.

2.3.2 ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

Humedad

El porcentaje de humedad se determinó según el método AOAC 934.01 (2007) incluido en el Anexo I. El análisis se realizó en tres muestras, para cada tipo de empaque y temperatura.

2.3.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Se evaluó el contenido de *Escherichia coli* y coliformes totales, aerobios mesófilos, mohos y levaduras según las normas FDA- CSFAN BAM, 2001.

Los análisis se realizaron en los dos tipos de empaques a los 0, 15, 30 y 45 días a las tres temperaturas de almacenamiento. Los métodos realizados para el conteo de microorganismos se muestran en la Tabla 2.5.

Tabla 2. 5 Métodos del análisis microbiológico realizado en puré deshidratado a base de palmito

Análisis	Método
<i>Escherichia coli</i>	FDA-CSFAN BAM Cap. 4 2002
Coliformes totales	FDA-CSFAN BAM Cap. 4 2002
Aerobios mesófilos	FDA-CSFAN BAM Cap. 3 2001
Mohos	FDA-CSFAN BAM Cap. 18 2001
Levaduras	FDA-CSFAN BAM Cap. 18 2001

2.3.4 PRUEBAS DE REHIDRATACIÓN

Se procedió a determinar el poder de hinchamiento e índice de absorción de agua en los dos tipos de empaques a los diferentes tiempos de almacenamiento: 0, 15, 30 y 45 días. Los análisis se realizaron con el método de determinación de las propiedades funcionales de Anderson et al. (1969), incluido en el Anexo II.

2.3.5 CARACTERIZACIÓN DE LA BASE DESHIDRATADA DE PALMITO

Se determinó el contenido de humedad, proteína, grasa, cenizas, fibra dietética soluble e insoluble y contenido de minerales (hierro, calcio y zinc) en dos muestras de la base deshidratada de palmito. Los análisis se realizaron con los métodos detallados en acápite 2.1.2.

2.3.6 ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL

En base a la Norma Técnica INEN 2602:2011, se midió el contenido de humedad y se realizó el conteo de microorganismos. Para la estimación del tiempo de vida útil se consideró el contenido de humedad como indicador de deterioro del puré instantáneos deshidratado a base de palmito en los diferentes empaques (PA y PM).

Para predecir la velocidad de incremento del contenido de humedad en la base deshidratada en los dos tipos de empaques se aplicó la ecuación 2.2.

$$\log A = \log A_o - \frac{kt}{2,303} \quad [2.2]$$

Dónde:

A: Contenido de humedad durante el tiempo de almacenamiento (%)

A_o: Contenido de humedad inicial (%)

k: velocidad de incremento del contenido de humedad (días⁻¹)
 t: Tiempo de almacenamiento (días)

Puesto que la constante de velocidad de incremento del contenido de humedad (k) es función de la temperatura, la ecuación de Arrhenius describe dicha relación mediante la ecuación 2.3.

$$\ln k = \ln k' - \frac{E_a}{R} \times \frac{1}{T} \quad [2.3]$$

Dónde:

k: Constante de velocidad del incremento del contenido de humedad

k': Factor de frecuencia para cada temperatura

E_a: Energía de activación

R: Constante de los gases ideales

T: Temperatura absoluta (K)

La temperatura de almacenamiento fue de 20 °C y el contenido de humedad máximo de 10 %.

2.4 DETERMINACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD DEL CONSUMIDOR A TRAVES DE PRUEBAS SENSORIALES

2.4.1 FUNCIONALIDAD DE LA BASE DESHIDRATADA DE PALMITO

La base deshidratada de palmito fue rehidratada según las indicaciones de preparación de un puré de papa comercial: en un recipiente se colocó 1 ½ tazas de agua en ebullición (90 °C), 2 g de sal y 25 g de mantequilla (se espera hasta que la mantequilla se disuelva). Inmediatamente, se añadió 1 ½ tazas de leche fría y el contenido del puré instantáneo (125 g). Se mezcló suavemente y se dejó reposar por un minuto aproximadamente.

Mediante la Tabla 2.6 los datos categóricos obtenidos en las encuestas se convirtieron en puntajes numéricos para el análisis estadístico. Además, para el análisis se consideró el género y edad de los participantes.

Tabla 2. 6 Puntajes numéricos utilizados para el análisis sensorial de puré deshidratado instantáneo a base de palmito

Categorías	Puntajes numéricos
Me disgusta extremadamente	1
Me disgusta mucho	2
Me disgusta moderadamente	3
Me disgusta levemente	4
No me gusta ni me disgusta	5
Me gusta levemente	6
Me gusta moderadamente	7
Me gusta mucho	8
Me gusta extremadamente	9

2.4.2 PRUEBAS DE ACEPTABILIDAD

Para medir el grado de aceptabilidad del puré instantáneo de palmito se realizó una prueba hedónica de 9 puntos donde se midieron atributos como: olor, color, sabor, textura del producto y frecuencia de consumo.

Se entregó 30 g aproximadamente de las muestras del producto previamente preparado según el acápite 2.4.1 a 120 encuestados (consumidores potenciales). Las edades de los participantes estuvieron entre 15 y 60 años. El formato del análisis sensorial entregado a cada participante se detalla en el Anexo III. El análisis sensorial se lo realizó durante horas de la mañana (9h00 - 11h00) y tarde (15h00 - 17h00).

2.5 DISEÑO DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE PURÉ DESHIDRATADO INSTANTANEO A BASE DE PALMITO

2.5.1 INGENIERÍA CONCEPTUAL

2.5.1.1 Definición del producto

Se establecieron las características físicas, químicas y microbiológicas del producto obtenido (base deshidratada de palmito).

2.5.1.2 Alternativas tecnológicas

Del estudio realizado, se identificaron y especificaron los procesos unitarios principales para la producción de la base deshidratada de palmito.

2.5.1.3 Localización y capacidad de la planta

Se establecieron la macro y microlocalización de la planta productora de puré deshidratado instantáneo a base de palmito tomando en cuenta la disponibilidad de materia prima.

2.5.1.4 Disponibilidad de materia prima e insumos

Se consideraron los proveedores de materia prima según la cercanía a la planta de producción, costos de transporte y la facilidad de entrega de materia prima e insumos.

2.5.1.5 Identificación de servicios industriales

Se consideraron como servicios industriales: el vapor saturado como fluido de calentamiento, agua, aire y energía eléctrica.

2.5.2 INGENIERÍA BÁSICA

2.5.2.1 Diagrama de procesos

Para la representación de los diagramas de bloques (BFD) y diagrama de flujo (PFD) para la producción de base deshidratada de palmito empacada en fundas multicapa de PA y PM, se utilizaron las Normas PDVSA (2009).

El plano de la distribución de equipos en el área de producción (Layout) se lo realizó en el programa AutoCAD Desktop 2012 para Windows. Además, se realizaron cortes laterales para visualizar la altura y ancho de los equipos dentro del área de producción.

2.5.3 DISEÑO HIGIÉNICO DE LA PLANTA

2.5.3.1 Caracterización de los locales de producción, áreas sanitarias y servicios generales

Para la caracterización de los locales de producción, áreas sanitarias y servicios generales, se consideró el material de construcción de pisos, paredes y techos, la forma de puertas y ventanas.

2.5.3.2 Seguridad de la planta

En el estudio de seguridad de la planta se consideró el entorno de trabajo y la inocuidad del producto. Se evaluó factores ambientales como el nivel de ruido, iluminación, temperatura y aireación de cada puesto de trabajo. Además, se determinó el tipo de indumentaria de los trabajadores para cada área de producción.

2.6 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA UNIDAD PRODUCTORA DE PURÉ DESHIDRATADO INSTANTANEO DE PALMITO

Se consideró un volumen de producción 2 t/día de tallos de palmito, y que 20 % de la producción se empaca en fundas multicapa de polietileno tereftalato, polipropileno biorientado y polietileno de baja densidad (PA) y el 80 % en fundas multicapa de poliamida y polietileno de baja densidad (PM).

Para determinar la viabilidad del proyecto se calcularon los costos de implementación de la planta que incluyen: materia prima, mano de obra, insumos, equipos, etc., y se evaluó tres indicadores financieros: VAN, TIR y Punto de Equilibrio, utilizando el programa Microsoft EXCEL 2010.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL PALMITO (*Bactris gasipaes* H.B.K)

La Tabla 3.1 detalla los resultados de los análisis físicos realizados en los tallos de palmito. El peso y longitud promedio de los tallos de palmito sin la capa externa son similares a los medidos por Villachica (1996) entre 1 - 1,2 kg y 60-80 cm, respectivamente. Según las medidas de los diámetros basal (4,5 – 4,8 cm) y superior (> 2,2 cm), los tallos analizados se clasifican como tallos gruesos (p. 86).

En un estudio realizado por Bolanho, Danesi y Beléia (2013) en tallos de palmito, se obtuvieron valores similares de los parámetros de color L*, a* y b*, 85,7, -3,4 y 21,3, respectivamente. Valores que indican una tonalidad cremosa típica de los tallos de palmito (p. 1064).

Tabla 3. 1 Análisis físicos en tallos de palmito frescos

Parámetro	Valor
¹ Peso (kg)	1,12 ± 0,18
¹ Diámetro basal (cm)	5,00 ± 0,53
¹ Diámetro superior (cm)	3,42 ± 0,41
¹ Longitud (cm)	77,54 ± 3,20
² Color	
L*	84,3 ± 1,74
a*	-3,47 ± 1,03
b*	16,88 ± 3,57

¹ $\bar{x} \pm \sigma$ (n = 20)

² $\bar{x} \pm \sigma$ (n = 3)

La Tabla 3.2 presenta los resultados de los análisis físico-químicos realizados en los tallos de palmito frescos. Clement et al., (2004) reportaron un contenido de fibra total de 0,9 g (p. 197); mientras que en el estudio realizado se cuantificó 2,22 g de fibra total; posiblemente, porque en el estudio realizado por Clemet, se utilizó

el corazón del palmito sin incluir la capa 2, 3 y 4. Además, Sam y Vásquez (2002) reportaron valores similares de proteína, carbohidratos, grasa y cenizas, 2,94; 6,27, 0,36 y 0,89, respectivamente (p. 197).

La muestra de palmito presentó un bajo valor energético (33,40 kcal) probablemente debido al bajo contenido de grasa (0,28 g), valores similares se presentaron en verduras y hortalizas como el apio, col y acelga que aportan 31, 37 y 34 kcal, respectivamente; con un contenido de grasa de 0,2, 0,4 y 0,2 g respectivamente (Stevens, 2002, p. 24).

Tabla 3. 2 Análisis físico-químico realizado en tallos de palmito frescos (base húmeda)

Parámetro	Valor
¹ Calorías (kcal)	33,40 ± 2,71
¹ Humedad (%)	88,83 ± 0,65
¹ Proteína(g)	2,08 ± 0,31
¹ Grasa (g)	0,28 ± 0,03
¹ Cenizas(g)	0,95 ± 0,04
¹ Carbohidratos (g)	5,65 ± 0,89
¹ Fibra soluble (g)	0,25 ± 0,05
¹ Fibra insoluble (g)	1,97 ± 0,09
Hierro (mg/100 g)	0,49
Calcio (mg/100 g)	9,63
Zinc (mg/100 g)	0,97

¹ $\bar{x} \pm \sigma$ (n = 2)

Con respecto al contenido de hierro en tallos de palmito frescos fue similar al apio, berenjena, lechuga y nabos (0,5 mg/100g). El contenido de calcio en relación a la mayoría de hortalizas es menor; sin embargo, el maíz y papa contiene valores menores de calcio 6 y 7 mg/100 g, respectivamente. El contenido de zinc en palmitos en conserva es de 1,15 mg/100g similar al obtenido en el presente estudio (Licata y Macek, 2015, p.2).

3.2 DEFINICIÓN DE LAS MEJORES CONDICIONES DE SECADO PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BASE DESHIDRATADA DE PALMITO

Para la definición de las mejores condiciones de secado, previamente se procedió a seleccionar el tratamiento antipardeante que presente la menor variación de color (ΔE).

3.2.1 SELECCIÓN DEL TRATAMIENTO ANTIPARDEANTE EN MUESTRAS DE PALMITO

Se aplicaron tres tratamientos para el control y prevención del pardeamiento en muestras de palmito. Tratamiento químico (M) con el empleo de una solución de metabisulfito al 0,1 % por 10 minutos, un tratamiento físico (P) mediante precocción a 90 °C por 1 minuto y un tratamiento combinado (PM) con precocción e inmersión en metabisulfito de sodio al 0,1 %. Se midió la variación de color (ΔE) por medio de los parámetros L^* , a^* y b^* durante 60 minutos.

Los resultados obtenidos de los parámetros L^* , a^* y b^* a los 20, 40 y 60 minutos después de aplicar los diferentes tratamientos se presentan en la Tabla 3.3. La variación de color (ΔE) se evaluó mediante la Fórmula 2.1 (acápite 2.2.2).

Las letras a y b representan al factor tratamiento utilizando la prueba de rangos múltiples LSD. Los valores iniciales de los parámetros de color L^* , a^* y b^* se muestran en la Tabla 3.1.

Tabla 3. 3 Parámetros de color L*, a*, b* y variación de color (ΔE) en muestras de palmito.

Tratamientos	P	M	PM	C
	20 min			
L*	81,30 \pm 1,41 ^a	81,39 \pm 1,92 ^a	81,57 \pm 1,55 ^a	85,45 \pm 1,14 ^b
a*	-4,39 \pm 0,70 ^a	-4,31 \pm 0,89 ^a	-4,47 \pm 0,66 ^a	-4,36 \pm 0,22 ^a
b*	15,47 \pm 2,5 ^b	15,40 \pm 2,13 ^b	14,95 \pm 2,02 ^{ab}	12,91 \pm 0,80 ^a
ΔE	3,60 \pm 0,16 ^a	3,36 \pm 0,31 ^a	3,46 \pm 1,30 ^a	4,28 \pm 0,39 ^a
40 min				
L*	81,63 \pm 0,94 ^a	81,43 \pm 2,99 ^a	80,70 \pm 2,12 ^a	84,59 \pm 0,94 ^b
a*	-4,21 \pm 0,72 ^a	-3,97 \pm 0,34 ^a	-4,24 \pm 0,60 ^a	-4,16 \pm 0,46 ^a
b*	15,1 \pm 2,30 ^a	14,17 \pm 1,37 ^a	14,36 \pm 2,22 ^a	12,98 \pm 1,30 ^a
ΔE	3,32 \pm 0,31 ^a	4,07 \pm 1,32 ^a	4,23 \pm 1,70 ^a	4,05 \pm 1,25 ^a
60 min				
L*	82,00 \pm 0,94 ^{ab}	79,97 \pm 3,58 ^a	80,69 \pm 2,30 ^a	84,18 \pm 1,02 ^b
a*	-4,23 \pm 0,47 ^{ab}	-3,92 \pm 0,65 ^b	-4,51 \pm 0,46 ^a	-3,96 \pm 0,40 ^b
b*	15,31 \pm 1,63 ^b	14,01 \pm 2,11 ^{ab}	15,19 \pm 1,86 ^b	13,13 \pm 0,77 ^a
ΔE	2,88 \pm 0,30 ^a	5,16 \pm 3,06 ^a	4,04 \pm 0,50 ^a	3,80 \pm 0,43 ^a

$\bar{x} \pm \sigma$ ($n = 3$)

Las letras minúsculas corresponden al factor tratamiento, utilizando la prueba de rangos múltiples para determinar que medias muestrales son significativamente diferentes.

C: Tratamiento control

P: Tratamiento con precocción a 90 °C durante 1 minuto

M: Tratamiento con metabisulfito de sodio al 0,1% durante 10 minutos

PM: Tratamiento combinado con precocción y metabisulfito de sodio

Transcurridos los 20 minutos después de la aplicación de los diferentes tratamientos, existió diferencia significativa ($P < 0,05$) para el parámetro de color L*. El tratamiento control presentó un ligero aumento con respecto al día 0 (84,3), mientras que en los tratamientos P, M y PM se observó una disminución aproximadamente del 4 %. El oscurecimiento del producto, probablemente se debe a la oxidación de compuestos fenólicos causantes del cambio de coloración a tonos pardos, rojizos o negros (Rivera, Vázquez, Ayala y Gonzáles, 2005, p. 86). Con respecto, a los valores del parámetro de color a*, no existió diferencia significativa ($P > 0,05$), pero se observó un aumento en el valor de a* de aproximadamente 24 % en todos los tratamientos. En relación al parámetro de color b*, existió diferencia estadística significativa ($P < 0,05$), el tratamiento control

presentó una disminución de 23,5 % con respecto al valor inicial (16,88), lo que podría ser un indicativo de un proceso de decoloración o pérdida del color característico del producto (González, Ruiz, Cruz, Rodríguez y Wang, 2004, p. 373).

Después de los 60 minutos de la aplicación de los tratamientos existió diferencia estadística significativa ($P < 0,05$) para el parámetro de color L^* . El tratamiento químico (M) presentó una mayor disminución del valor de L^* en 5,14 % lo que sugiere una pérdida de luminosidad con respecto al valor inicial (84,3). Un comportamiento similar se presentó en rebanadas de papa tratada con metabisulfito de sodio al 0,1 % y almacenada a 20 °C (García, Monti y Huarte, 2014, p. 13). Mientras que, el tratamiento físico (P) presentó un ligero incremento en la luminosidad, probablemente a que el escaldado hace que la superficie del alimento sea más brillante, ya que se elimina el polvo de la superficie y el alimento adquiere otra tonalidad (Fellows, 2000, p. 284).

Con respecto al parámetro a^* y b^* existió diferencia estadísticamente significativa ($P < 0,05$). Los tratamientos físico (P) y combinado (PM) presentaron una disminución del valor del parámetro a^* de 21,9 % y 29,9 %, respectivamente, con respecto al valor inicial (-3,47). Probablemente, por la destrucción de pigmentos durante el tratamiento térmico (Thuwapanochayanan, Phowong, Jaisut y Stencl, 2014, p. 1113). Se observó una disminución del 22 % del valor de b^* con respecto al valor inicial, cambio asociado a la disminución de las tonalidades amarillas. Durante los 60 minutos de evaluación el parámetro de color b^* fue un buen indicativo del desarrollo de pardeamiento, puesto que presentó una mayor disminución del valor en las muestras control que en muestras tratadas con los métodos antipardeantes.

Con respecto a la variación de color (ΔE) no existió diferencia estadística significativa ($P > 0,05$). El tratamiento químico (M) presentó la mayor variación de color (5,16), probablemente por la disminución del parámetro L^* durante la inmersión en metabisulfito de sodio al 0,1 %. Mientras que, el tratamiento físico (P) presentó la mínima variación con respecto a los demás tratamientos con un

valor de 2,88. En general, los tratamientos térmicos han sido empleados en la inactivación vegetales, presentando efectos beneficiosos sobre la retención de color (Koukounaras, Diamantidis y Stakiotakis, 2007, p. 36). En un estudio realizado por Galdino y Clemente (2008) en tallos de palmito utilizando el método de inmersión en agua a 80 °C por 2 minutos como tratamiento antipardeante, se observó una disminución del 70 % de la actividad enzimática causante del cambio de color (p. 543).

Si bien no se inhibió totalmente el proceso de pardeamiento en las muestras, con la aplicación del tratamiento físico (precocción con agua a 90 °C durante 1 minuto) se minimizó el cambio de color durante el tiempo de evaluación.

3.2.2 DESARROLLO DE UNA BASE DESHIDRATADA DE PALMITO (*Bactris gasipaes* H.B.K)

Para el desarrollo de la base deshidratada se aplicó como método antipardeante el tratamiento físico (P): precocción con agua a 90 °C durante 1 minuto.

3.2.2.1 Diseño experimental durante el proceso de secado

Para seleccionar las mejores condiciones de secado, la materia prima fue previamente lavada, pelada y rallada según el acápite 2.2.1. Se colocó las muestras ralladas en mallas de tela para sumergirlas en agua a 90 °C por 1 min e inmediatamente se sumergió en agua a temperatura ambiente durante 5 min. Posteriormente, las muestras se desintegraron en un molino coloidal donde se obtuvo una mezcla homogénea. La mezcla se llenó en fundas de lona y se colocó en una prensa para eliminar el exceso de agua. Se pesó aproximadamente 2 kg de material prensado para luego efectuar los diferentes tratamientos durante el secado (Acápite 2.2.3.1).

La Tabla 3.4 detalla los datos obtenidos de tiempo de secado y el porcentaje de humedad alcanzando para cada tratamiento. La letras a y b representan al factor velocidad de rotación de rodillos en (11 y 20 rpm) y las letras A y B representan al factor espacio inter-rodillos (0,05 y 0,5 mm) analizados mediante la prueba de rangos múltiples utilizando el método LSD.

Tabla 3. 4 Tiempos y contenidos de humedad obtenidos durante el proceso de secado para los diferentes tratamientos

TRATAMIENTO	Humedad (%)	Tiempo (min)
T ₁	6,77 ± 0,26 ^{aA}	16,34 ± 0,19 ^a
T ₂	7,56 ± 0,22 ^{aB}	16,44 ± 0,06 ^a
T ₃	8,17 ± 0,18 ^{bA}	17,29 ± 0,22 ^b
T ₄	8,29 ± 0,03 ^{bb}	17,11 ± 0,01 ^b

$\bar{x} \pm \sigma (n = 3)$

T₁: 11 rpm y 0,05 mm

T₂: 11 rpm y 0,5 mm

T₃: 20 rpm y 0,05 mm

T₄: 20 rpm y 0,5 mm

Las letras minúsculas corresponden al factor tratamiento, utilizando la prueba de rangos múltiples para determinar que medias muestrales son significativamente diferentes.

Los factores velocidad de rotación y espacio inter-rodillos influyeron significativamente ($P < 0,05$) sobre contenido de humedad en las muestras analizadas. Mientras que para el tiempo de secado solo la velocidad de rotación influyó significativamente ($P < 0,05$). En los tratamientos (T1 y T2) a una velocidad de rotación de 11 rpm se obtuvo valores menores de humedad y tiempo de secado que los conseguidos en los tratamientos (T3 y T4) con velocidad de rotación de 20 rpm. Vallous, Gavrielidou, Karapantsios y Kostouglou (2002), señalaron que al aumentar la velocidad de rotación de los rodillos la temperatura superficial de los tambores disminuye al igual que el tiempo de residencia del film sobre la superficie del tambor, dando como resultado un mayor porcentaje de humedad en el producto final (p. 178). A mayor velocidad de rotación el producto absorbe más calor para eliminar mayor contenido de humedad (Kiat et al., 2010, p. 346).

El factor espacio inter-rodillos afectó de manera significativa ($P < 0,05$) el contenido de humedad en las muestras analizadas. Sin embargo, este factor no influyó de manera significativa ($P > 0,05$) sobre el tiempo de secado. El tratamiento T1 con espacio inter-rodillos de 0,05 mm presentó el menor valor de humedad y tiempo de secado. Islam, Thaker y Mujumdar (2007) señalaron que la disminución del espesor del film (espacio inter-rodillos) disminuye significativamente el contenido final de humedad, debido al aumento de la transferencia de calor por conducción del tambor hacia la superficie de la película (p. 1049).

Se definió las mejores condiciones de secado para la obtención de una base deshidratada de palmito en el anterior procedimiento. El tratamiento T1 con velocidad de rotación de los rodillos de 11 rpm y espacio inter-rodillos de 0,05 mm presentó el menor valor de humedad y tiempo de secado.

3.3 EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL PRODUCTO OBTENIDO EN DOS TIPOS DE EMPAQUE

Para evaluar la estabilidad del producto se pesó 125 g de base deshidratada de palmito y se empacó en dos tipos empaques: fundas multicapa de polietileno tereftalato, polipropileno biorientado y polietileno de baja densidad (PA) y fundas multicapa de poliamida y polietileno de baja densidad (PM). La base deshidratada se almacenó durante 45 días a tres temperaturas (8, 20 y 40 °C) y 60 % de humedad relativa. Se realizaron análisis físicos, químicos, microbiológicos y pruebas de rehidratación usando dos indicadores: poder de hinchamiento e índice de absorción de agua. Además, se caracterizó la base deshidratada de palmito según los análisis físico-químicos: contenido de proteínas, grasa, cenizas, fibra dietética soluble e insoluble y contenido de minerales (hierro, calcio y zinc).

3.3.1 ANÁLISIS FÍSICO

3.3.1.1 Color

Se observa en la Figura 3.1 la variación del parámetro de color L^* en la base deshidratada de palmito empacada en fundas multicapa de poliamida y polietileno de baja densidad (PM) y fundas multicapa de polietileno tereftalato, polipropileno biorientado y polietileno de baja densidad (PA), almacenada a tres temperaturas: ambiente ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$), refrigeración ($8\text{ }^{\circ}\text{C}$) y estufa ($40\text{ }^{\circ}\text{C}$).

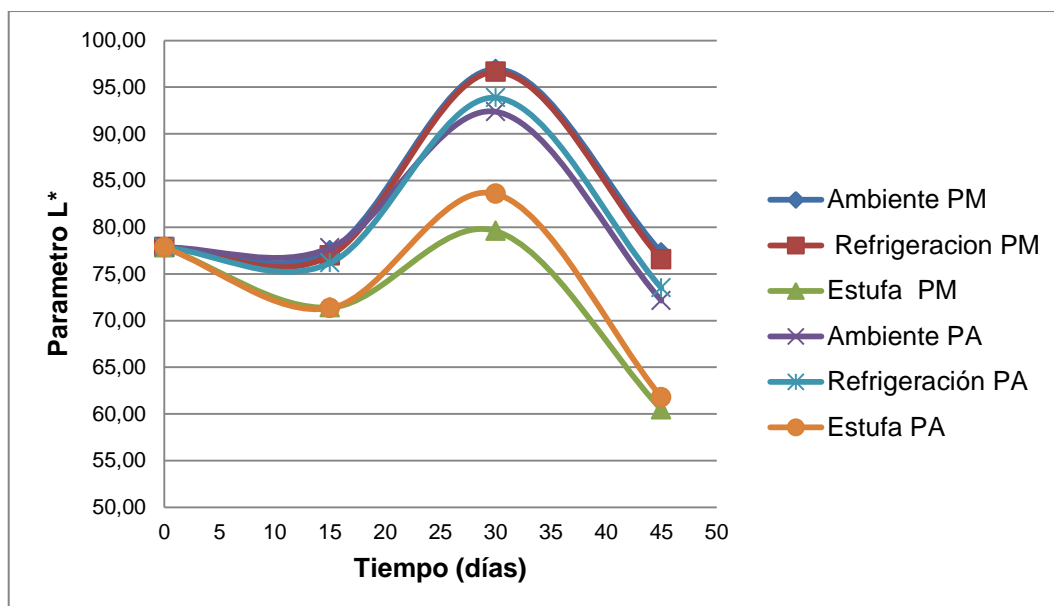


Figura 3. 1 Variación del parámetro L^* de la base deshidratada de palmito empacado en fundas de PM y PA durante el tiempo de almacenamiento

La luminosidad (L^*) se incrementó aproximadamente un 25 % (respecto al valor inicial 77,85) en las muestras empacadas en PM y almacenadas a temperatura ambiente y refrigeración durante los primeros 30 días de almacenamiento. Conforme transcurrió el tiempo de almacenamiento el valor de L^* disminuyó progresivamente como se muestra en la Figura 3.1. La disminución del parámetro L^* puede estar relacionado con la destrucción de pigmentos debido a la presencia de oxígeno o luz (Barreiro y Sandoval, 2006, p. 45; Charanjiv y Sharma, 2015, p. 43).

Se observó una disminución del valor de L^* de aproximadamente 22 % al final del almacenamiento en las muestras almacenadas a 40 °C (estufa) y empacadas en PM y PA. Posiblemente, porque un tiempo prolongado y temperaturas altas de almacenamiento degradan los carotenoides y se forman isómeros cis, causantes del cambio de color en los alimentos (Tang y Chen, 2000, p. 16).

La Figura 3.2 presenta la variación del parámetro a^* en muestras de base deshidratada de palmito empacadas en fundas de PM y PA almacenadas a tres temperaturas: ambiente (20 °C), refrigeración (8 °C) y estufa (40 °C).

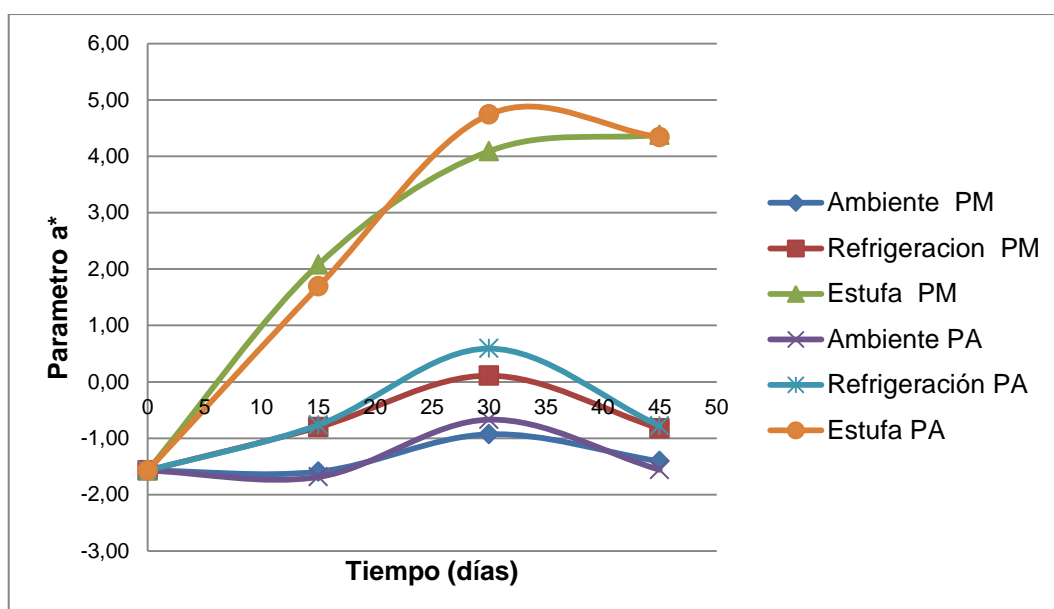


Figura 3. 2 Variación del parámetro a^* de la base deshidratada de palmito empacado en fundas de PM y PA durante el tiempo de almacenamiento

Las muestras empacadas en fundas de PM y PA y almacenadas a 40 °C, presentaron un incremento en el parámetro a^* de 4,38 y 4,34, respectivamente, en relación al valor obtenido al día 0 (-1,57), lo que indica un aumento de coloraciones rojizas durante el almacenamiento. Posiblemente, debido a las reacciones de pardeamiento, descomposición de la clorofila y pigmentos como los carotenoides (Charanjiv y Sharma, 2015, p.44).

Existió un diferencia del color más visible cuando las muestras de base deshidratada de palmito se almacenaron a temperaturas altas que a temperaturas

de refrigeración y ambiente como se observa en la Figura 3.3 y 3.4, debido a que el almacenamiento a altas temperaturas aumenta las tasas de reacción (caramelización o reacciones de Maillard), mientras que el almacenamiento a temperaturas bajas disminuye o retarda la velocidad de reacción. (Barreiro y Sandoval, 2006, p. 35; Liu, Cao, Wang y Liao, 2010, p. 163).

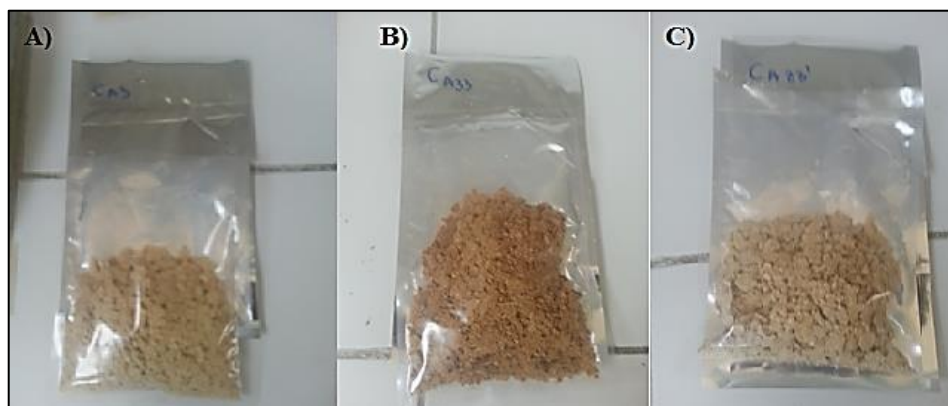


Figura 3. 3 Base deshidratada de palmito almacenada por 45 días a temperatura: A) Ambiente (20 °C), B) Estufa (40 °C) y C) Refrigeración (8 °C) en fundas de PA



Figura 3. 4 Base deshidratada de palmito almacenada por 45 días a temperatura: A) Ambiente (20 °C), B) Estufa (40 °C) y C) Refrigeración (8 °C) en fundas de PM

Se observa en la Figura 3.5 la variación del parámetro b^* en muestras de base deshidratada de palmito en dos tipos de empaque y almacenadas a diferentes temperaturas durante 45 días.

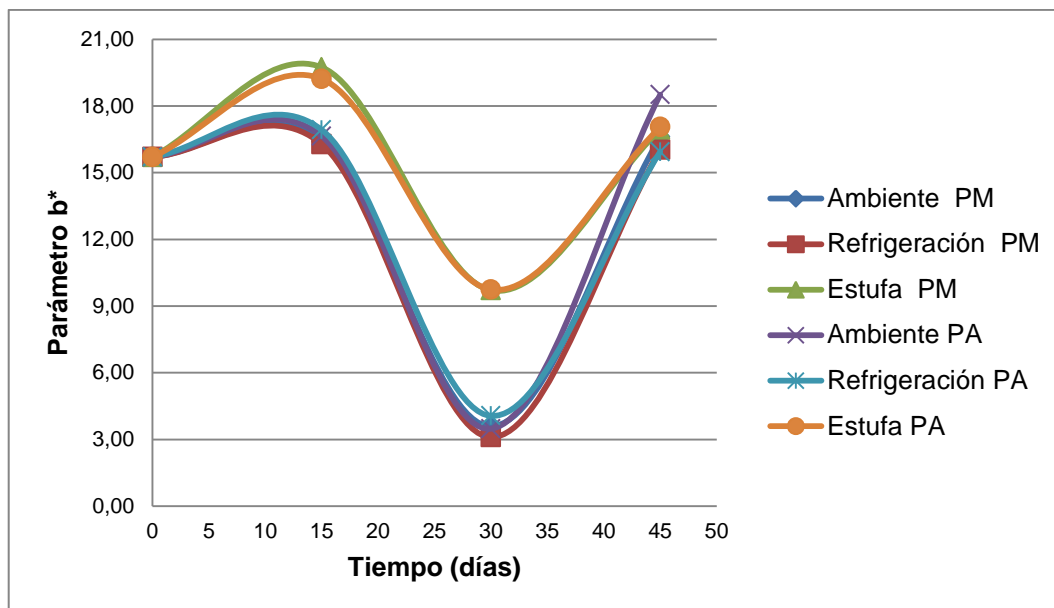


Figura 3.5 Variación del parámetro b^* de la base deshidratada de palmito empacado en fundas de PM y PA durante el tiempo de almacenamiento

Al inicio del almacenamiento para todas las muestras se observa un ligero incremento del valor del parámetro b^* aproximadamente hasta el día 15. Posteriormente se refleja una disminución alrededor de 38 %, en las muestras empacadas en fundas multicapa de PM y PA a 40 °C. Mientras que, las muestras empacadas en fundas de PM y PA y almacenadas a 8 y 20 °C, presentaron una mayor disminución del parámetro b^* de aproximadamente 78 % con respecto al valor inicial, que se refleja por la pérdida de las coloraciones amarillentas. Las muestras almacenadas a 40 °C presentaron un mayor contenido de humedad que las muestras almacenadas a 8 y 20 °C; probablemente esto influyó sobre el cambio de color en el parámetro b^* , puesto que, si el contenido de humedad es elevado en alimentos deshidratados, el agua actúa como inhibidor de las reacciones de pardeamiento que se ven reflejadas en el cambio de coloración del producto (Miranda, 2004, p. 147).

A partir del día 30, los valores del parámetro b^* en todos los tratamientos aumentan progresivamente, probablemente fue por el cambio del contenido de humedad (Figura 3.6) en las muestras. Al finalizar el almacenamiento, todas las muestras almacenadas en fundas multicapa de PM y PA a diferentes temperaturas, presentaron un valor de b^* entre 15 y 18 % aproximadamente.

3.3.2 ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

Humedad

La Figura 3.6 presenta la variación del contenido de humedad en muestras de base deshidratada de palmito en dos tipos de empaque PM y PA almacenados a diferentes temperaturas durante 45 días.

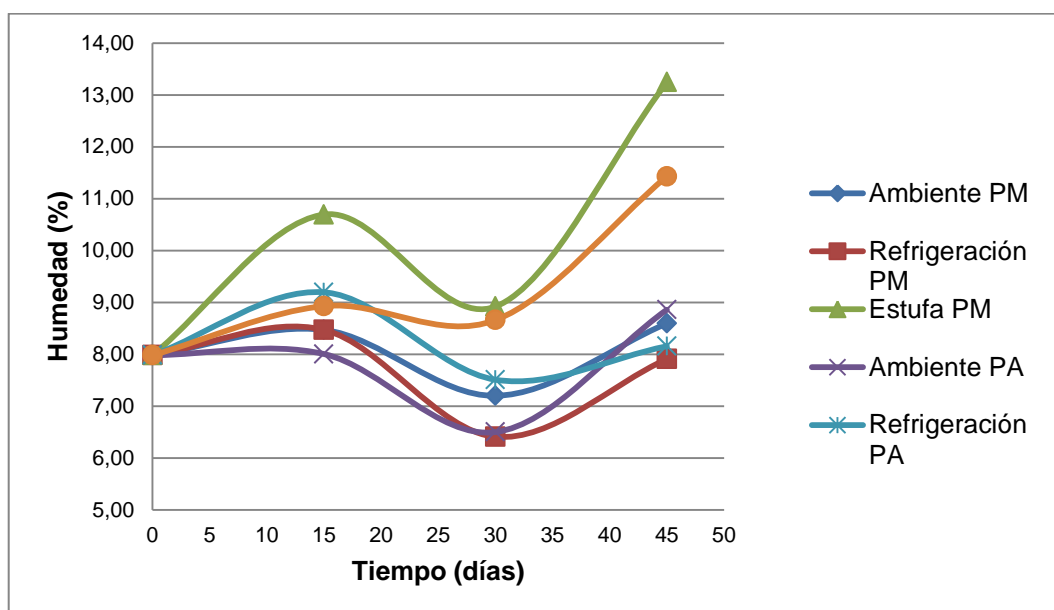


Figura 3. 6 Variación de la humedad de base deshidratada de palmito empacada en fundas de PM y PA durante el tiempo de almacenamiento

Las muestras almacenadas a 40 °C (estufa) en fundas de PM presentaron un mayor incremento (66 %), al finalizar el almacenamiento con respecto al valor inicial (7,98 %). Posiblemente, por la alta permeabilidad de vapor de agua del empaque PM ($< 15 \text{ g/m}^2/\text{día}/\text{atm}$) que facilita la absorción de agua de la atmosfera (Fellows, 2000, p. 577). Además, las altas temperaturas de almacenamiento aumentan la permeabilidad del empaque (Miranda, 2004, p. 214). Sin embargo, las muestras empacadas en PA, material con menor permeabilidad ($0,15 \text{ g/m}^2/\text{día}/\text{atm}$) no fueron una buena barrera a la humedad durante el almacenamiento a estas condiciones, puesto que existió un aumento del contenido de humedad del 43 % al final del almacenamiento.

Por otro lado, las muestras empacadas en PM y PA y almacenadas a temperatura ambiente y refrigeración, presentaron un ligero incremento de aproximadamente 10 % del contenido de humedad. En general, el tipo de empaque no afectó de manera considerable el cambio del contenido de humedad en muestras almacenadas a estas condiciones.

Además, el alto contenido de humedad en muestras almacenadas a 40 °C, pudo ser debido a las condiciones de almacenamiento, puesto que dentro de la cámara de almacenamiento (estufa) existió una condensación del vapor de agua, que facilitó la absorción de agua en las muestras, lo que no ocurrió en muestras almacenadas a refrigeración y ambiente.

3.3.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

La Tabla 3.5 detalla los resultados de los análisis microbiológicos realizados durante 45 días en base deshidratada de palmito empacada en fundas multicapa PM y PA y almacenada a tres temperaturas: 8, 20 y 45 °C.

Con respecto al conteo total de aerobios mesófilos para los dos tipos de empaque, los valores durante el tiempo de almacenamiento estuvieron dentro del rango establecido por la Norma Técnica INEN 2602, en la cual el límite máximo permisible es de 10^4 UFC/g. Sin embargo, a los 15 días de almacenamiento las muestras empacadas en PA y almacenadas a 8 y 40 °C presentaron un ligero aumento, probablemente existió contaminación durante el análisis de las muestras.

En relación al conteo de coliformes totales, los valores para los dos empaques almacenados por 45 días a temperaturas diferentes (8, 20 y 40 °C) estuvieron por debajo del límite máximo permisible (10^3 UFC/g); mientras que, para el conteo de hongos y levaduras los valores de conteos fueron menores que el límite superior requerido (10^2 UFC/g). Se consideró que la base deshidrata de palmito, es apta para el consumo.

Tabla 3. 5 Análisis microbiológicos en base deshidratada de palmito durante el tiempo de almacenamiento en dos tipos de empaques

Temperatura de almacenamiento	Tipo de empaque	Tiempo (Días)	Contaje total aerobios UFC ^(a) /g	Coliformes totales NPM ^(b) /g	Hongos y Levaduras UFC/g
Ambiente (20 °C)	PM	0	<1x10 ²	<3x10 ¹	<1x10 ²
	PA	0	<1x10 ²	<3x10 ¹	<1x10 ²
	PM	15	<1x10 ²	<3x10 ¹	<1x10 ²
	PA	15	<1x10 ²	<3x10 ¹	<1x10 ²
	PM	30	<1x10 ²	<3x10 ¹	<1x10 ²
	PA	30	<1x10 ²	<3x10 ¹	<1x10 ²
	PM	45	<1x10 ²	<3x10 ¹	<1x10 ²
	PA	45	<1x10 ²	<3x10 ¹	<1x10 ²
Refrigeración (8 °C)	PM	15	<1x10 ²	<3x10 ¹	<1x10 ²
	PA	15	3,0x10 ³	<3x10 ¹	<1x10 ²
	PM	30	<1x10 ²	<3x10 ¹	<1x10 ²
	PA	30	<1x10 ²	<3x10 ¹	<1x10 ²
	PM	45	<1x10 ²	<3x10 ¹	<1x10 ²
	PA	45	<1x10 ²	<3x10 ¹	<1x10 ²
Estufa (40 °C)	PM	15	<1x10 ²	<3x10 ¹	<1x10 ²
	PA	15	1,4x10 ³	<3x10 ¹	<1x10 ²
	PM	30	<1x10 ²	<3x10 ¹	<1x10 ²
	PA	30	<1x10 ²	<3x10 ¹	<1x10 ²
	PM	45	<1x10 ²	<3x10 ¹	<1x10 ²
	PA	45	<1x10 ²	<3x10 ¹	<1x10 ²

(a) U.F.C Unidades Formadoras de Colonias

(b) N.P.M Número Más Probable

3.3.4 PRUEBAS DE REHIDRATACIÓN

3.3.4.1 Índice de Absorción de Agua (IAA)

La Figura 3.7 presenta la variación del índice de absorción de agua (IAA) durante 45 días de almacenamiento a diferentes temperaturas (8, 20 y 40 °C) para dos tipos de empaque (fundas de PM y PA).

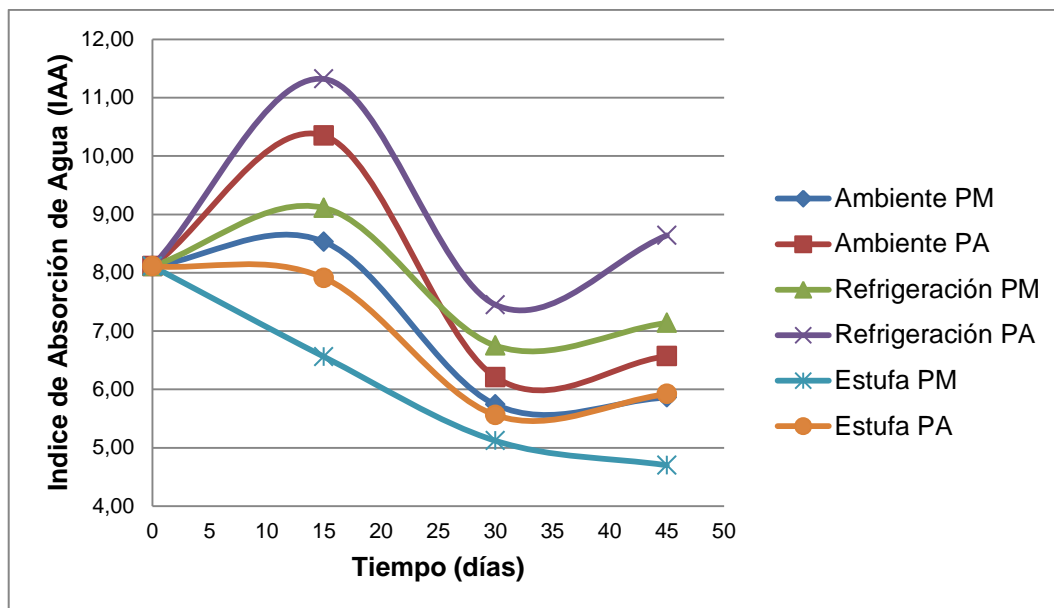


Figura 3. 7 Variación del índice de absorción de agua para dos tipos de empaque durante el almacenamiento a temperatura ambiente, refrigeración y estufa

El valor de IAA inicial para la base deshidratada de palmito fue de 8,11 con un contenido de humedad del 7,98 %. En un estudio realizado en puré de papa instantáneo se obtuvo un valor del índice de absorción de agua de 6,13 con un contenido de humedad de 8,5 % a una temperatura de secado de 60 °C (Angulo y Montenegro, 2006, p. 91). El índice de absorción de agua varía según el método y temperatura de secado que se utilice, a una mayor temperatura de secado se produce un mayor daño en la membrana celular y pared celular de los vegetales, lo que provoca un aumento en la capacidad de absorción de agua (Marín et al., 2006, p. 6; Puttongsiri, Choosakul y Sakulwilaingam, 2012, p.93).

Se observó un incremento aproximado de 40 y 28 % del IAA hasta los 15 días de almacenamiento, en muestras almacenadas en PA a 8 y 20 °C, respectivamente. El alto valor de IAA probablemente fue por el bajo contenido de humedad y las fuerzas asociativas dentro de los gránulos de almidón durante el almacenamiento (Abiodun, Akinoso y Oluoti, 2014, p. 338).

Mientras que, las muestras empacadas en PM almacenadas a 40 °C presentaron la mayor disminución en el IAA del 42 % al final del almacenamiento. Probablemente, por la alta temperatura de almacenamiento que provocó cambios

estructurales y composicionales de los polisacáridos disminuyendo la capacidad de absorción de agua (Marín et al., 2006, p. 7).

En general, se puede observar que en las muestras almacenadas a temperaturas altas (40 °C) disminuyó la capacidad de absorción de agua a medida que transcurrió el tiempo de almacenamiento, conforme se aumenta la temperatura de almacenamiento los daños en la estructura del alimento son más severos y menor es el IAA (Marín et al., 2006, p. 6). A partir del día 30, se observa que el IAA en las muestras tienden a estabilizarse, probablemente porque el alimento almacenado alcanza un equilibrio en el contenido de humedad, es decir, se saturan de agua los espacios inter e intracelulares lo que influye directamente en la absorción de agua (Marín et al., 2006, p. 4)

3.3.4.2 Poder de Hinchamiento (PH)

La Figura 3.8 muestra la variación del poder de hinchamiento con respecto al tiempo de almacenamiento a diferentes condiciones. El valor inicial (día 0) de PH fue de 8,60 con un contenido de humedad de 7,98 %; mientras que, se ha reportado que el puré de papa instantáneo presenta un valor de 5,27 (Angulo y Montenegro, 2006, p. 91). Probablemente, las diferencias se deben al alto contenido de fibra presente en la base deshidratada de palmito (32,59 %) el cual aumenta el poder de hinchamiento del alimento y a la vez aumenta la sensación de saciedad (Villarroel, Acevedo, Yáñez y Biolley, 2003, p. 7).

Después de 15 días de almacenamiento las muestras empacadas en fundas multicapa de PA y almacenadas a 8 y 20 °C, mostraron un incremento de 28 % aproximadamente con respecto al valor inicial del PH, probablemente, por el bajo contenido de humedad durante el almacenamiento. García y Pacheco (2010), señalan que a temperatura ambiente de almacenamiento los alimentos deshidratados instantáneos mantienen un bajo contenido de humedad por lo cual las características funcionales (PH, IAA) no se ven alteradas en gran medida (p. 490)

Las muestras empacadas en fundas PM a 40 °C presentaron una disminución progresiva hasta finalizar el tiempo de almacenamiento llegando a una reducción del 37 % con respecto al valor inicial de PH, probablemente por el relativamente alto contenido de humedad durante el almacenamiento como se muestra en la Figura 3.6.

El comportamiento de las muestras con respecto al poder de hinchamiento (PH) fue similar al índice de absorción de agua (IAA). Estos dos indicadores presentan una alta correlación, puesto que el poder de hinchamiento indica la cantidad de agua que puede captar o absorber el almidón (Garnica, Romero, Socorro y Prieto, 2010, p. 7).

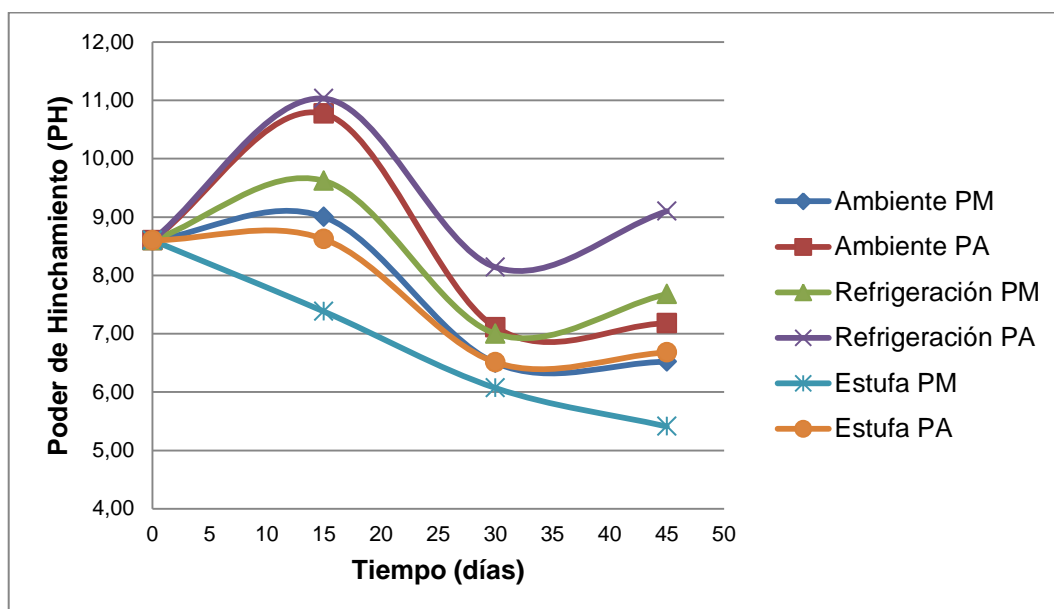


Figura 3. 8 Variación del poder de hinchamiento en dos empaques durante el almacenamiento a temperatura ambiente, refrigeración y estufa

3.3.5 CARCATERIZACIÓN DE LA BASE DESHIDRATADA DE PALMITO

La Tabla 3.6 detalla los resultados del análisis físico-químico en muestras de base deshidratada de palmito. En un estudio realizado por Salazar (2015) en harina de palmito con un contenido de humedad de 11 %, se presentaron valores similares en el contenido de proteína, grasa y cenizas: 20,15, 4,40 y 6,83 %, respectivamente.

respectivamente, mientras que el contenido de carbohidratos (50,20 %) fue mayor al obtenido en el presente estudio (25,71 %). Considerando el contenido de proteínas, grasa y carbohidratos se obtuvo un valor energético de 225,59 kcal menor al reportado por Salazar (321,08 kcal), probablemente por bajo contenido de grasa (3,15 %) y de carbohidratos (25,71 %). Por otro lado, el puré instantáneo de papa tiene un mayor valor energético de 350 kcal, si bien mostro menor contenido de grasa (1,49 %) y proteína (6,63 %), el contenido de carbohidratos (79,07 %) fue superior a la base deshidratada de palmito (Angulo y Montenegro, 2006, p. 113).

Los niños y adultos deben consumir entre 45 a 65 % de hidratos de carbono en la ingesta total de calorías, es decir al menos 130 g por día, para cubrir las necesidades energéticas del cerebro. Mientras que, el consumo diario de proteínas en adultos es de 46 y 56 g, en mujeres y hombres respectivamente. (Krieger, Sitren, Daniels y Langkamp, 2006; EUFIC, 2016). Una funda de 100 g de puré instantáneo de palmito cubriría el 20 % de la ingesta total diaria de carbohidratos y el 40 % de proteína, mientras que 100 g de puré de papa cubriría el 61 % y 13 %, respectivamente.

En relación al contenido de fibra total, una funda de 100 g de base deshidratada de palmito presentó un alto contenido de fibra dietética 35,29 % en comparación con el puré de papa instantáneo 2,31 % (Angulo y Montenegro, 2006, p. 101). Posiblemente, porque para producir la base deshidratada se procesó el corazón de palmito incluido las capas 2, 3 y 4. En general, en personas adultas se recomienda un consumo entre 25 a 30 g con una proporción entre fibra insoluble y soluble de 3:1 para mantener una buena salud cardiovascular (The American Dietetic Association, 2002, p. 993).

Con respecto al contenido de minerales, Mora y Gainza (1999, p. 38) presentaron un contenido de hierro, calcio y zinc de 4,3, 114,0 y 7,9 mg/100g, respectivamente, similares a los resultados conseguidos en el presente estudio.

La UNED (2015), recomienda una ingesta diaria de 8 mg de hierro, 1 000 mg de calcio y entre 8 a 11 mg de zinc para mujeres y hombres desde los 19 años. El aporte de minerales por cada 100 g de base deshidratada de palmito lograría cubrir el 58 % de hierro, el 10 % de calcio y la totalidad de zinc en la ingesta diaria. Además, se recomienda la incorporación de productos lácteos, vegetales de hojas verdes, carne de res, hígado, salvado de trigo en la dieta para suplir el contenido de minerales.

Tabla 3. 6 Análisis físico- químico en muestras de base deshidratada de palmito

Parámetro	Valor
¹ Calorías (Kcal)	225,59 ± 0,52
¹ Humedad (%)	8,01 ± 0,05
¹ Proteína (%)	23,45 ± 0,14
¹ Grasa (%)	3,15 ± 0,07
¹ Cenizas (%)	7,15 ± 0,07
¹ Carbohidratos (%)	25,71 ± 0,17
¹ Fibra soluble (%)	7,37 ± 0,62
¹ Fibra insoluble (%)	25,22 ± 0,66
Hierro (mg/100 g)	4,61
Calcio (mg/100 g)	103,46
Zinc (mg/100 g)	9,63

$\bar{X} \pm \sigma$ (n = 1)

¹ $\bar{X} \pm \sigma$ (n = 2)

3.3.6 ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL

Durante los 45 días de almacenamiento la base deshidratada de palmito no presentó un crecimiento microbiano considerable. El conteo de coliformes totales, aerobios, hongos y levaduras se mantuvo dentro del rango permitido (NTN INEN 2602, 2011). Por ello, el contenido de humedad fue el único factor para evaluar el tiempo de vida útil. En el Anexo IV se detallan los datos del contenido de humedad en los empaques PM y PA durante el almacenamiento.

Por medio de la ecuación 2.2 (acápite 2.3.6), se calculó el incremento del contenido de humedad como parámetro para la determinación del tiempo de vida útil en base deshidratada de palmito en dos tipos de empaque (PM y PA) almacenados a diferentes temperaturas, como se muestra en la Tabla 3.7.

Se observó un incremento en la velocidad de deterioro (k) a temperaturas mayores de almacenamiento, las muestras almacenadas en empaques PM presentaron el valor mayor de k .

Tabla 3. 7 Velocidad de deterioro del contenido de humedad en muestras deshidratadas de palmito

Tipo de empaque	PM	PA
Temperatura (°C)	$k(\text{días}^{-1})$	
8	0,00203	0,00091
20	0,00041	0,00070
40	0,00893	0,00698

Mediante la ecuación 2.3 (acápite 2.3.6) se calculó la energía de activación, la constante de deterioro y el tiempo de vida útil (Tabla 3.8).

Tabla 3. 8 Energía de activación, constante de deterioro y tiempo de vida útil para la base deshidratada de palmito empacado en PM y PA

Tipo de empaque	PM	PA
Energía de activación (kJ/mol)	40,34	49,86
k (días ⁻¹)	0,00174	0,00142
Tiempo de vida útil (días)	129,53	158,79

El tiempo de vida útil de la base deshidratada a base de palmito empacada en fundas multicapa PM fue de 129 días, mientras que para las muestras empacadas en PA fue de 158 días; además se consideró una temperatura óptima de almacenamiento de 20 °C.

El tiempo de vida útil de un puré instantáneo de papa comercial (puré de papa deshidratado Garum) es de aproximadamente 12 meses, probablemente por el uso de estabilizadores y conservantes dentro de su formulación

3.4 DETERMINACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD DEL CONSUMIDOR A TRAVES DE PRUEBAS SENSORIALES

Se midió el grado de aceptabilidad del puré deshidratado instantáneo de palmito mediante una prueba hedónica de 9 puntos (Acápite 2.4) a 120 encuestados, de los cuales el 50 % fueron del género femenino y el 50 % del género masculino.

Las edades de los encuestados comprendieron entre 15 y 60 años, el 53 % de los encuestados estuvo entre 20 y 40 años, el 30 % entre 41 y 60 años y 17 % restantes entre edades de 15 y 19 años.

La Tabla 3.9 detalla los resultados obtenidos del análisis sensorial de muestras de puré instantáneo a base de palmito. No existió diferencia significativa ($P > 0,05$) entre género y edad para los atributos de olor, color, sabor y textura. Es decir el género y la edad no fueron factores que influyeron en la aceptabilidad del producto. Mientras que, para el atributo de apariencia general existió diferencia estadística ($P < 0,05$) entre género para las edades de 20 a 40 años. En general, se obtuvieron calificaciones entre 6 y 7, me gusta levemente y moderadamente, respectivamente. Una de las causas de las calificaciones obtenidas se debe a los hábitos alimentarios, en Ecuador el consumo de palmito es menos del 1 % de la producción nacional (Moreno, 2014, p. 86), por lo que los atributos probablemente fueron desconocidos para la mayoría de panelistas. El bajo consumo de palmito posiblemente se debe al alto costo en el mercado. Para aumentar el grado de aceptabilidad, el puré se lo podría aumentar la intensidad del sabor utilizando potenciadores de sabor, o durante la rehidratación utilizar caldos saborizados, las especias también pueden ser añadidas para aumentar la aceptabilidad. La textura del puré se podría mejorar utilizando espesantes si es necesario.

Tabla 3. 9 Análisis sensorial en muestras de puré deshidratado instantáneo a base de palmito

Atributos	Género					
	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino
	15-19 años		¹ 20-40 años		² 41-60 años	
General	6,50 ± 0,70 ^a	6,50 ± 0,70 ^a	6,97 ± 0,89 ^a	6,31 ± 1,37 ^b	7,00 ± 0,68 ^a	6,83 ± 0,92 ^a
Olor	6,20 ± 0,63 ^a	6,00 ± 0,47 ^a	6,31 ± 1,33 ^a	6,00 ± 1,07 ^a	6,66 ± 0,76 ^a	6,28 ± 0,95 ^a
Color	6,70 ± 0,94 ^a	7,10 ± 0,73 ^a	7,00 ± 0,95 ^a	7,43 ± 0,87 ^a	7,22 ± 0,73 ^a	7,10 ± 0,72 ^a
Sabor	6,50 ± 0,70 ^a	7,10 ± 0,56 ^a	6,53 ± 1,21 ^a	6,22 ± 1,67 ^a	6,72 ± 0,66 ^a	6,50 ± 0,85 ^a
Textura	7,10 ± 1,19 ^a	7,00 ± 0,81 ^a	6,94 ± 1,04 ^a	6,84 ± 1,79 ^a	6,83 ± 0,98 ^a	6,83 ± 1,04 ^a

$\bar{X} \pm \sigma$ (n = 10)

¹ $\bar{X} \pm \sigma$ (n = 32)

² $\bar{X} \pm \sigma$ (n = 18)

La Tabla 3.10 presenta los resultados obtenidos sobre la frecuencia de consumo del puré deshidratado instantáneo a base de palmito. Si bien, la aceptabilidad del producto estuvo entre me gusta levemente y moderadamente, el 45,65 % de los panelistas indicaron una frecuencia de consumo 3 veces por semana. El 8,69 % de los panelistas consumiría el producto 1 vez al mes, probablemente por el olor y sabor característico del palmito.

Tabla 3. 10 Frecuencia de consumo del producto

Consumo	%
1 vez/semana	21,73
2 veces/semana	23,91
3 veces/semana	45,65
1 vez/mes	8,69
TOTAL	100

3.5 DISEÑO DE UNA PLANTA DE PRODUCCION PARA LA ELABORACIÓN DE PURÉ DESHIDRATADO INSTANTANEO A BASE DE PALMITO

3.5.1 INGENIERÍA CONCEPTUAL

3.5.1.1 Definición del producto

El puré deshidratado instantáneo a base de palmito se comercializará en forma de hojuelas con un contenido de humedad y fibra dietética total del 8 y 32,59 % (g/100 g), respectivamente. Se empaquetará 125 g de puré deshidratado en fundas multicapa (15 x 18 cm) de poliamida y polietileno de baja densidad (PM) y fundas multicapa de polietileno tereftalato, polipropileno biorientado y polietileno de baja densidad (PA); y como empaque secundario se utilizarán cajas de cartón de 15 x 20 x 5 cm, las mismas que contendrán la información nutricional, los ingredientes y la preparación.

3.5.1.2 Análisis de las alternativas tecnológicas

De acuerdo a los resultados obtenidos en la aplicación del método antipardeante en los tallos de palmito, se seleccionó la precocción que presentó la mínima variación de color (ΔE).

Con base a los resultados obtenidos de la velocidad de rotación de los rodillos y el espacio inter-rodillos sobre la humedad y el tiempo de secado, se seleccionó como alternativa tecnológica una velocidad de rotación de rodillo de 11 rpm y un espacio inter-rodillos de 0,05 mm, puesto que a estas condiciones se presentó un porcentaje de humedad mínimo en un tiempo corto de secado.

Las operaciones unitarias que serán empleadas en la planta productora de puré deshidratado instantáneo de palmito tendrán la siguiente secuencia: lavado, pelado de la primera y segunda capa si es necesario, eliminación de la punta y la

base de los tallos de palmito, rallado, precocción, desintegrado, prensado, deshidratado de los tallos rallados y finalmente empacado de 125 g de la base deshidratada de palmito en fundas multicapa de PA y PM en cajas de cartón.

3.5.1.3 Capacidad y localización de la planta procesadora

Capacidad

En cuanto a la capacidad de la planta se consideró el consumo diario de cremas instantáneas (2 814 unidades) en la ciudad de Quito como principal mercado (ENIGHU, 2012). Además, se pretendió cubrir entre el 20 y 30 % de la demanda, tomando en consideración que el proyecto sea seguro y rentable.

Se consideró una capacidad de 2 toneladas de tallos de palmito por día, de las cuales la base deshidratada obtenida se empacara el 20 % en fundas multicapa de PA y el 80 % en PM y cajas de cartón.

Macrolocalización y microlocalización

Para la selección de la microlocalización de la planta se utilizó el método cualitativo por puntos, que se basa en asignar valores ponderados de peso relativo a factores cualitativos que influyen en la determinación de la localización. Entre los factores determinantes se seleccionó la materia prima disponible, cercanía al mercado, el costo de insumos, mano de obra disponible y la posibilidad de desprenderse de los desechos (Sapag y Sapag, 2008, p. 209).

Entre las localizaciones opcionales están: Santo Domingo de los Tsáchilas y Pedro Vicente Maldonado. La Tabla 3.11 presenta el método cualitativo por puntos aplicado para ambos lugares.

Tabla 3. 11 Selección de la microlocalización de la planta

Factor	Peso	Santo Domingo de los Tsáchilas		Pedro Vicente Maldonado	
		Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
Materia prima disponible	0,45	8	3,60	7	3,15
Cercanía mercado	0,20	5	1,00	8	1,60
Costo de terreno	0,15	4	0,60	7	1,05
Mano de obra disponible	0,10	5	0,50	4	0,40
Manejo de Desechos	0,10	5	0,50	5	0,50
Total	1,00		6,20		6,70

El cantón de Pedro Vicente Maldonado cuenta con una producción de 3 365 ha de palmito, siendo la segunda provincia de mayor producción a nivel nacional. El primer productor es la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas con 4 444 ha de palmito (MAGAP, 2012).

Considerando como mercado principal de puré deshidratado instantáneo a base de palmito la ciudad de Quito; las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas y Pedro se encuentran ubicadas a una distancia de 167 y 130 km de la ciudad de Quito, respectivamente.

El área superficial de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas es de 3 532 km²; de los cuales el 51 % es utilizado en el área pecuaria, un 26 % en el área agrícola y un 16 % es vegetación natural, el costo aproximado del m² es de alrededor 30 USD. Mientras que el cantón de Pedro Vicente Maldonado consta de 656,50 km², aproximadamente el 50,7 % del suelo se usa en la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, el costo del m² es de alrededor 23 USD (INEC, 2010)

La provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas cuenta con 368,013 habitantes del cual el 7,4 % está en situación de desempleo, mientras que el cantón de

Pedro Vicente Maldonado presenta una tasa de desempleo del 2,5 % de 12, 924 habitantes (INEC, 2010).

Con respecto al manejo de desechos agroindustriales, tanto en Santo Domingo de los Tsáchilas como en Pedro Vicente Maldonado no existe algún plan de manejo de desechos agroindustriales. Sin embargo empresas como Ecuaconservas, Tropical Foods e Inaexpo, utilizan las cascarras y restos de palmito para el compost y alimentación animal.

De acuerdo al método aplicado se eligió como microlocalización al cantón de Pedro Vicente Maldonado, el cual acumuló un mayor puntaje. Mientras que, la macrolocalización será la provincia de Pichincha.

3.5.1.4 Disponibilidad de la materia prima e insumos

La empresa productora de puré deshidratado instantáneo a base de palmito se abastecerá de la materia prima producida en la finca “El Paraíso” ubicada en el cantón de Pedro Vicente Maldonado que cuenta con 37 ha de palmito, ubicada en la ciudad de Pedro Vicente Maldonado. Además, los potenciales proveedores de palmito serían las demás fincas productoras en Pedro Vicente Maldonado, San Miguel de los Bancos, Nanegalito y Puerto Quito.

Las fundas multicapa de PA y PM (15 x 18 cm) se adquirirán en la empresa Alitecno, las cajas de cartón (15 x 20 x 5 cm) se obtendrán en la empresa MacroPack. Las dos empresas se encuentran ubicadas en la ciudad de Quito.

3.5.1.5 Identificación de los servicios industriales

Entre los servicios industriales requeridos para el funcionamiento de la planta están: agua para calentamiento y lavado, aire comprimido, vapor, diésel, energía eléctrica para el funcionamiento de equipos e iluminación.

3.5.2 INGENIERÍA BÁSICA

3.5.2.1 Diagrama de procesos

Los diagramas de procesos que se utilizaron en el diseño de planta de producción para la elaboración de puré deshidratado instantáneo a base de palmito fueron: Diagrama de Bloques (BFD) y Diagrama de Flujo (PFD). Se consideró una producción diaria de 2 toneladas.

Descripción del proceso

La capacidad de producción de la planta para la elaboración de puré deshidratado instantáneo a base de palmito será de 2 toneladas por día, la planta estará ubicada en la ciudad de Pedro Vicente Maldonado. Se propone comercializar un producto con 8 % de humedad y un 32,39 % de fibra dietética, brindando una nueva alternativa a los consumidores para prevenir enfermedades no transmisibles gracias al alto contenido de fibra del producto. La materia prima se adquirirá en la finca “El Paraíso” y demás fincas productoras de Pedro Vicente Maldonado.

Inicialmente se realizará un conteo y pesaje de los tallos de palmito en una balanza BE-101, los tallos serán lavados con agua potable a presión y se almacenarán en una cámara fría a 8° C (si no se procesan inmediatamente). Posteriormente, los tallos serán pelados o descascarados de forma manual, se eliminará entre 4 y 5 cm de las puntas y entre 2 y 4 cm de la base del tallo.

Se trocearan manualmente los tallos pelados en fracciones de aproximadamente 10 cm, para posteriormente rallarlos en un procesador de alimento RA-201 equipado con un disco desilachador cuadrado de 2,5 mm. Durante este proceso, se considerará un 1,14 % de desperdicios.

Los tallos rallados pasaran al proceso de pre-cocción o escaldado en una marmita MA-301 durante 1 minuto a 90 ° C, se considerara una relación 1:1,4 de volumen de agua. Inmediatamente, los tallos rallados y pre cocidos se enfriaran en un tanque de enfriamiento TE-302 durante 5 minutos con agua potable.

Luego de enfriar y escurrir los tallos rallados, se desintegrarán en un molino coloidal MC-401. Los tallos desintegrados se llenarán en fundas de lona y se eliminará aproximadamente un 29 % de agua en una prensa neumática PR-501. Posteriormente, se alimentaran los tallos desintegrados y prensados previamente en un secador de rodillos SR-601. La base deshidratada de palmito se envasará en fundas multicapa de PA/PEBD Y PET/BOPP/PEBD mediante una envasadora dosificadora.

Diagrama de bloque (BFD)

La Figura 3.9 presenta el diagrama de bloques para la producción de puré deshidratado instantáneo a base de palmito empacado en fundas de PM y PA.

Diagrama de flujo (PFD)

En el diagrama de flujo se considerarán los equipos principales y equipos auxiliares, empleados en las operaciones unitarias del proceso. La Figura 3.10 muestra el diagrama de flujo para la producción diaria de base deshidratada de palmito y empacada en fundas multicapa de PM y PA.

Dimensionamiento de las áreas de la planta de producción

El dimensionamiento de las áreas en la planta de producción se definirá según el criterio de limpieza: tipo de material a limpiar (Casp, 2005, p. 193). En la Tabla 3.12 se presenta las diferentes áreas de la planta de producción.

Tabla 3. 12 Dimensionamiento de las áreas en la planta de elaboración de puré deshidratado instantáneo a base de palmito

Área	Número del área en la planta
Zona lavado y pelado	1
Zona de troceado y rallado	2
Zona de escaldado y enfriamiento	3
Zona de desintegrado	4
Zona de prensado	5
Zona Deshidratado	6
Empacado en fundas PET/BOPP/PEBD y PA/PEBD	7
Almacenamiento de producto terminado	8
Caldero	9
Compresor	10

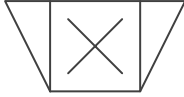


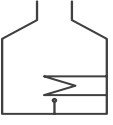

Detalle de equipos

Los equipos se clasificaran según el área de la planta y el proceso. La Tabla 3.13 presenta la clasificación y codificación de los equipos. La Tabla 3.14 muestra la simbología de los equipos para el diagrama de flujo (PFD).

Tabla 3. 13 Codificación de los equipos según el área de producción

Número de área en la planta	Proceso	Equipo	Codificación
1	Recepción de tallos	Balanza electrónica	BE-101
	Lavado	Tanque de lavado	TE-102
	Transporte de tallos	Banda transportadora	BT-103
	Transporte de tallos troceados	Banda transportadora	BT-104
2	Rallado de tallos	Procesador de alimentos	RA-201
3	Pre-cocción del material rallado	Marmita	MA-301
	Enfriamiento	Tanque de enfriamiento	TE-302
4	Desintegrado del material rallado	Molino coloidal	MC-401
5	Prensado	Prensa neumática	PR-501
6	Deshidratado	Secador de rodillos	SR-601
7	Empacado	Empacadora	EP-701

Tabla 3. 14 Simbología de los equipos utilizados en la planta de producción

 <p>Balanza</p>	 <p>Procesador de alimentos</p>	 <p>Marmita</p>
 <p>Tanque</p>	 <p>Banda transportadora</p>	 <p>Molino coloidal</p>
 <p>Prensa Neumática</p>	 <p>Secador de rodillos</p>	 <p>Empacadora</p>
 <p>Caldero</p>	 <p>Compresor</p>	 <p>Mesa</p>

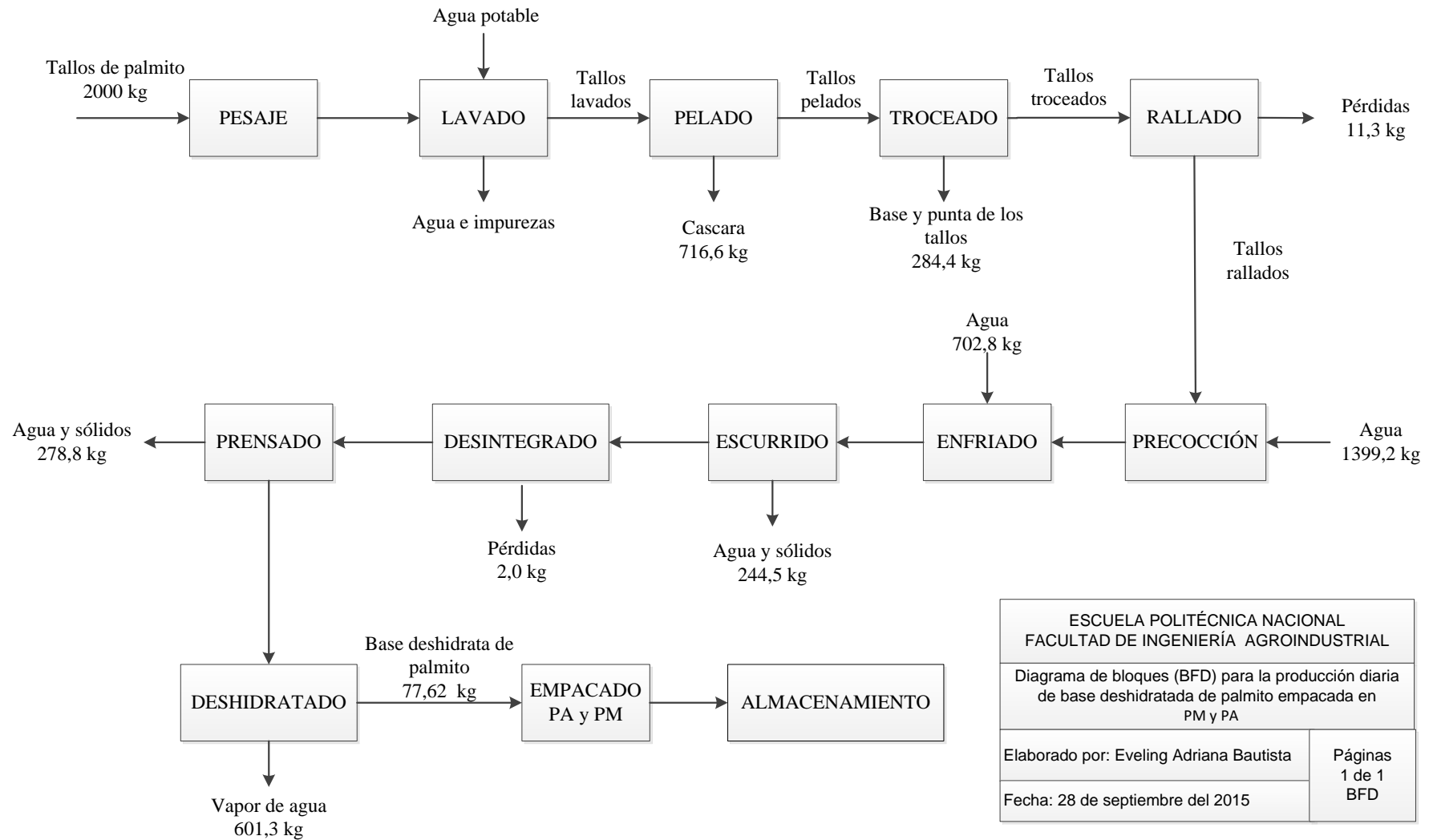
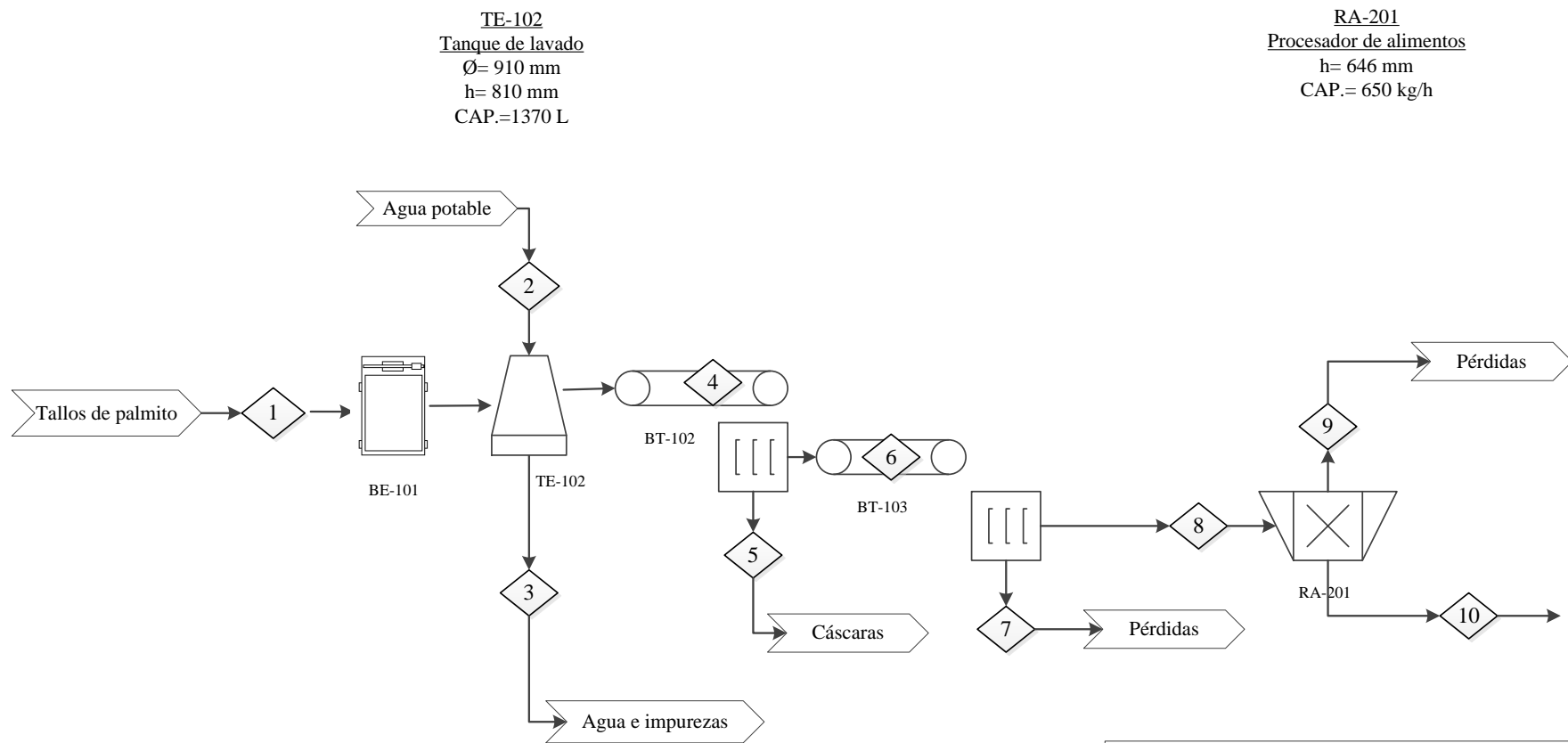


Figura 3. 9 Diagrama de bloques para la producción de base deshidratada de palmito envasada en fundas de PM y PA



TE-102
Tanque de lavado
Ø= 910 mm
h= 810 mm
CAP.=1370 L

RA-201
Procesador de alimentos
h= 646 mm
CAP.= 650 kg/h

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL	
Diagrama de flujo (PFD) para la producción diaria de base deshidratada de palmito empacada en PET/BOPP/PEBD y PA/PEBD	
Elaborado por: Eveling Adriana Bautista	Páginas 1 de 1 PFD
Fecha: 28 de septiembre del 2015	

Figura 3. 10 Diagrama de flujo para la producción de base deshidratada de palmito empacada en fundas de PM y PA

MA-301
Marmita a vapor
Ø = 1400 mm
CAP.= 2000 L
Q= 11451,04 BTU/h
T= 90 °C

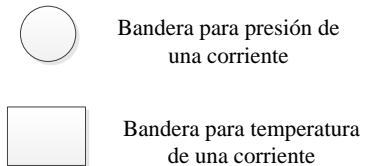
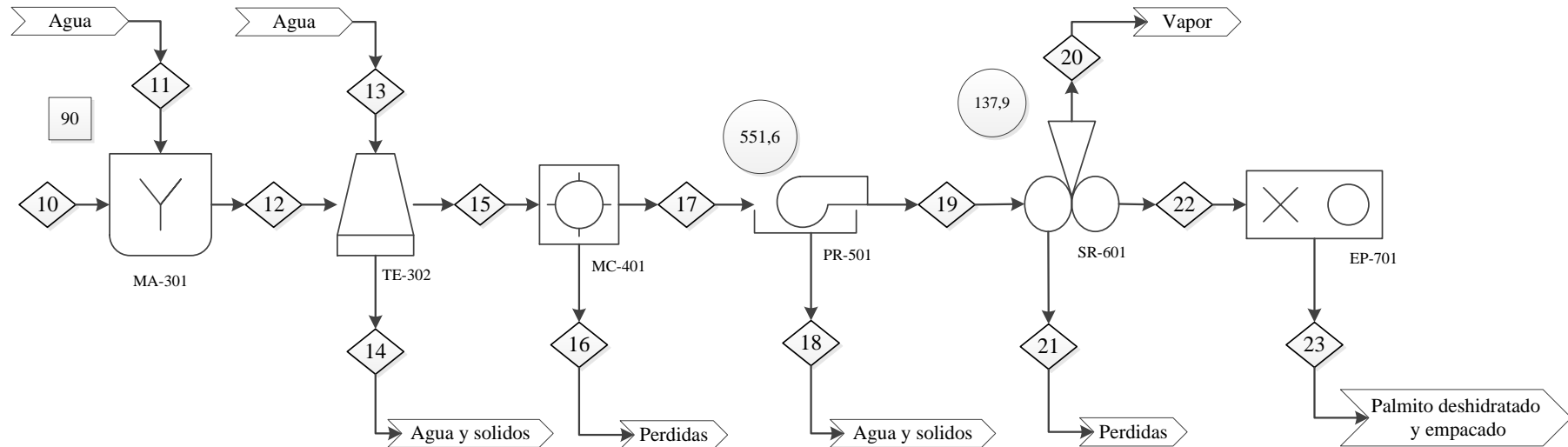
TE-302
Tanque de enfriamiento
Ø= 1000 mm
h= 1000 mm
CAP.=1000 L

MC-401
Molino coloidal
l= 389 mm
h= 646 mm
CAP.= 650 kg/h

PR-501
Prensa neumática
l= 1000 mm
h= 11400 mm
ΔP= 290 – 1150 psi

SR-601
Secador de rodillos
Ø tambor=500 mm
l= 1000 mm
h= 11400 mm
ΔP= 290 – 1150 psi
Q= 66982,49 BTU/h

EP-701
Empacadora
l= 3370 mm
h= 650 mm
V= 40-230 bolsas/min



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL	
Diagrama de flujo (PFD) para la producción diaria de base deshidratada de palmito empacada en PET/BOPP/PEBD y PA/PEBD	
Elaborado por: Eveling Adriana Bautista	Páginas 2 de 1
Fecha: 28 de septiembre del 2015	PFD

Diagrama de flujo para la producción de base deshidratada de palmito empacada en fundas de PM y PA (continuación...)

3.5.2.2 Balance de materiales

En la Tabla 3.15 se presenta el resumen del balance de masa para la elaboración de base deshidratada de palmito empacada en fundas de PA/PEBD y PET/BOPP/PEBD.

Tabla 3. 15 Resumen del balance de masa en la línea de producción de base deshidratada de palmito empacado en fundas de PM y PA

Número de corriente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Temperatura (° C)	18	17	17	18	-	-	-	-		17	90,20
Presión (kPa)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estado	S	L	L	S	S	S	S	S	S	S	L
Flujo másico (kg/día)	2 000	3 600	3 602,20	1 997,80	716,60	1 281,20	284,42	996,72	11,35	985,36	1 399,21
Tallos de palmito (kg/día)	2 000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agua (kg/día)	-	3 600	-	-	-	-	-	-	-	-	1 399,21
Agua e impurezas (kg/día)	-	-	3 602,20	-	-	-	-	-	-	-	-
Tallos lavados (kg/día)	-	-	-	1 997,80		-	-	-	-	-	-
Cascara (kg/día)	-	-	-	-	716,60	-	-	-	-	-	-
Tallos pelados (kg/día)	-	-	-	-	-	1 281,20	-	-	-	-	-
Base y punta de tallos (kg/día)	-	-	-	-	-	-	284,42	-	-	-	-
Tallos troceados (kg/día)	-	-	-	-	-	-	-	996,72	-	-	-
Pérdidas (kg/día)	-	-	-	-	-	-	-	-	11,35	-	-
Palmito rallado (kg/día)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	985,36	-

Continuación....

Resumen del balance de masa en la línea de producción de base deshidratada de palmito empacado en fundas de PM y PA
(continuación...)

Número de corriente	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Temperatura (° C)	87,60	17	42,70	37,20	-	-	-	27	82	-	-
Presión (kPa)	-	-	-	-	-	551,60	-	-	137,9	-	-
Estado	S	L	L	S	S	S	S	S	G	S	S
Flujo másico (kg/día)	1 079,07	702,87	2 44,56	962,22	2,01	960,21	278,83	681,38	601,31	2,45	77,62
Agua (kg/día)	-	702,87	-	-	-	-					
Palmito rallado (kg/día)	-	-	-	-	-	-					
Palmito precocido (kg/día)	1 079,07	-	-	-	-	-					
Agua y solidos (kg/día)	-	-	244,56	-	-	-	278,83				
Palmito enfriado (kg/día)	-	-	-	962,22	-	-					
Pérdidas (kg/día)	-	-	-	-	2,01	-				2,45	
Palmito desintegrado (kg/día)	-	-	-	-	-	960,21					
Palmito prensado (kg/día)								681,38			
Vapor (kg/día)									601,31		
Palmito desintegrado (kg/día)											77,62

La producción diaria total será de 77,6 kg; de los cuales el 80 % de la producción será empacado en fundas multicapa PM (469 empaques) y el 20 % en fundas PA (124 empaques). Cada empaque tendrá un contenido de 125 g de base deshidratada de palmito.

3.5.2.3 Balance de energía

Para el cálculo de la energía necesaria, se consideró los procesos que requieren para su funcionamiento vapor saturado como fluido de calentamiento. Los procesos son precocción y deshidratación del palmito. Los cálculos respectivos se presentan en el Anexo IV.

El calor requerido para el proceso de precocción será de 289 955,97 kJ/día y para el procesos de deshidratación será 1 696 086,60 kJ/día. La energía necesaria total será 1 986 042,57 kJ/día.

Para el cálculo del vapor saturado se utilizó la ecuación 3.1, para los procesos de precocción y deshidratado a una presión de vapor de 20 psi.

$$m_{vs} = \frac{Q}{h_{fg}} \quad [3.1]$$

Dónde:

m_{vs} : masa de vapor necesario (kg/día)

Q: Calor requerido (kJ/día)

h_{fg} : Calor latente de vaporización (kJ/kg)

$$m_{vs} = \frac{1\,986\,042,57 \frac{kJ}{día}}{2\,233,19 \frac{kJ}{kg}}$$

$$m_{vs} = 889,33 \frac{kg}{día}$$

El vapor necesario para la producción de base deshidratada de palmito será 889,33 kg por día.

3.5.2.4 Cronograma de trabajo

En la Tabla 3.16 se presenta el cronograma de trabajo diario mediante un diagrama de Gantt. Una jornada laboral de acuerdo al código de trabajo ecuatoriano es de 8 horas diarias. La hora de entrada será a las 8h00, hora de salida 16h00 y el almuerzo de 13H00 a 14:00.

Tabla 3. 16 Cronograma de trabajo en una planta productora de puré deshidratado instantáneo a base de palmito

Operación Unitaria	Horas																						
	8	8:35	8:40	9:10	9:15	9:50	10:45	11	11:20	11:25	11:30	11:45	11:50	11:55	12:25	12:30	12:55	14	15:25	15:28	15:53	16	
Recepción y pesaje	■	■																					
Lavado			■	■																			
Pelado					■	■	■																
Troceado						■	■	■															
Rallado								■	■														
Precocción										■	■	■											
Enfriado											■	■	■										
Desintegrado														■	■								
Prensado																■	■						
Deshidratado																		■	■				
Empacado																				■	■		
Almacenamiento																						■	■
Lavado de gavetas																■	■						
Lavado de equipos																		■				■	■
Limpieza																						■	■

3.5.2.5 Distribución de la planta (Layout)

La distribución de la planta se la realizó según la distribución del producto en forma de L donde los materiales fluyen de manera continua desde una estación de trabajo a la siguiente. Una de las ventajas en este tipo de disposición para la distribución de la planta es la ampliación de la planta sobre las cuatro caras (Casp, 2005, p. 198). En el Anexo VII y VIII se presentan el plano de la distribución de equipos en el área de producción y los cortes laterales de los mismos, respectivamente.

3.5.3 DISEÑO HIGIÉNICO DE LA PLANTA

La planta de puré deshidratado instantáneo de palmito está conformada por el área de producción, área sanitaria y área de servicios generales.

3.5.3.1 Caracterización del área de producción, área sanitaria y área de servicios generales

Caracterización del área de producción

El área de producción está conformada por los locales de producción, bodega de producto terminado y materia prima. Según la FDA (2009) y la norma CPE INEN 5 (1984) en cuanto a instalaciones de fábricas alimenticias sugieren que:

- *Pisos:* deben ser de concreto, lisos, durables, impermeables, anti-derrapantes, con esquinas cóncavas y con una separación no mayor a 1 mm para facilitar su limpieza.
- *Paredes:* Deben ser lisas, homogéneas, impermeables, pintadas con colores claros para facilitar la limpieza.

- *Puertas y ventanas:* Las puertas y ventanas deben ser construidas con materiales impermeables y lisos que impidan la acumulación de suciedad, además deben contar con un sistema de protección para evitar el posible ingreso de plagas. Las puertas deben tener una altura y ancho mínimo de 2 y 1 m, respectivamente.
- *Techos:* deben ser construidos de manera que reduzca al mínimo la acumulación de suciedad. Si se utiliza cielos falsos estos deben ser lisos.

Caracterización del área sanitaria

- *Sanitarios y duchas:* El área de un inodoro no debe ser menor a 1,1 m², debe contar un piso impermeable, baldosa, con una ligera pendiente para facilitar el desagüe, con buena iluminación. Además, los cuartos de baño deben contar con jabón líquido, antibacterial y ubicado en un dispensador, toallas de papel y desinfectante (CPE INEN 5, 1984)

Tabla 3. 17 Número de equipos sanitarios instalados en la planta

Equipo	Número
Inodoro	2
Orinales	1
Duchas	2
Lavamanos	3

El número de inodoros, orinales y duchas estará dispuesto según el número de trabajadores: 1 inodoro, orinal y duchas por cada 15 trabajadores; 1 lavamanos por cada 10 trabajadores (Casp, 2005, p. 281; Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente).

Caracterización del área de servicios generales

El área de servicios generales de la planta productora de puré deshidratado instantáneo de palmito está conformada por oficinas, laboratorios y bodegas de insumos. En la Tabla 3.18 se muestra la caracterización del área de servicios generales.

Tabla 3. 18 Caracterización de los servicios generales

Servicio general	Número	Descripción
Oficinas	1	Generalmente cuentan con techo falso y piso de madera.
Laboratorio de control de calidad	1	Estará ubicado dentro del área de producción , con ventanas que permitan visualizar el área de producción, puertas corredizas y transparentes, con paredes de baldosa
Bodega de insumos	1	Pisos impermeables, antideslizantes y sin grietas, con pendiente (1 %) para facilitar la limpieza,

Con una correcta relación de proximidad entre las diferentes actividades productivas, medios auxiliares y los diferentes servicios de la planta se tratan de conseguir distribuciones organizadas. Para ello, se debe considerar ciertos criterios como la necesidad de inspección o control, organización de la mano de obra, seguridad e higiene, abastecimiento de energía, etc. (Casp, 2005, p. 105).

Se utilizó como criterio de estudio la utilización del personal en común (organización de mano de obra). Para ello se aplicó la escala de valoración que se detalla en la Tabla 3.19.

3.5.3.2 Seguridad de la planta

Para el estudio de la seguridad de la planta se consideró el entorno de trabajo e inocuidad el producto, como los dos factores más importantes. Teniendo en cuenta que un entorno seguro y confortable permiten una máximo desempeño del personal, se consideraron entre los factores ambientales el nivel de ruido, iluminación, temperatura y aireación en los puestos de trabajo (Casp, 2005, p. 273; Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, p. 27). En la Tabla 3.21 se presenta los niveles adecuados para cada área de trabajo.

Tabla 3. 21 Niveles de ruido, iluminación, temperatura y aireación en diferentes áreas de la planta productora

Área	Ruido	Iluminación	Temperatura	Aireación
	dB(A)/8horas	Luxes	° C	m ³ /hora
Producción	85	220	15-17	45
Laboratorio de control de calidad	85	500	15-17	45
Bodega de insumos	-	100	-	45
Oficina	85	300	18-20	25
Servicios higiénicos	-	50	18-20	60

Además, es de suma importancia la inocuidad del producto, equipo y envases. Teniendo en cuenta que el personal tiene contacto con el producto desde que inicia el proceso hasta el almacenamiento del mismo. Se debe capacitar al personal como llevar su higiene personal antes, durante y después del procesamiento de alimentos para evitar la contaminación del producto, además del uso adecuado del vestuario en cada área del procesamiento. En la Tabla 3.22 se presenta el tipo de indumentario del personal para cada área específica.

Tabla 3. 22 Tipo de indumentaria del personal según el área

Área	Descripción
Recepción y pesaje de materia prima	Overol, botas de caucho (blanco), guantes de nylon, cofia y mascarilla
Lavado y pelado tallos de palmito	Guantes de nylon, botas y mandil de caucho (blanco), cofia, mascarilla y overol
Troceado y rallado tallos de palmito	Guantes de nylon, botas y mandil de caucho (blanco), cofia, mascarilla y overol
Precocción o escaldado	Guantes de nitrilo con relieve antideslizante (blanco), botas y mandil de caucho (blanco), cofia, mascarilla y overol
Desintegrado	Overol, botas de caucho (blanco), guantes, cofia y mascarilla
Prensado	
Deshidratado	Botas punta de acero, cofia, mascarilla y overol
Laboratorio de control de calidad	Mandil, botas de caucho (blanco), guantes, cofia y mascarilla

3.6 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA UNIDAD PRODUCTORA DE PURÉ DESHIDRATADO INSTANTANEO DE PALMITO

Se empacó aproximadamente 125 g de puré deshidratado instantáneo de palmito en fundas multicapa de PET/BOPP/PEBD y PA/PEBD (15 x 18 cm), para posteriormente colocarlas individualmente en cajas de cartón con dimensiones de 15 x 20 x 5 cm. Se consideró una producción diaria de 620 fundas de puré deshidratado instantáneo de palmito, con la cual se proyectó cubrir el 22 % de la demanda en la ciudad de Quito. .

El estudio de prefactibilidad técnico-económico permitió determinar el valor de los recursos necesarios para la ejecución del proyecto. El objetivo del estudio de prefactibilidad es establecer si el proyecto es rentable o no, y para ello se utilizarán indicadores como el VAN, TIR y punto de equilibrio. La evaluación del proyecto se la realizará durante un periodo de 10 años.

3.6.1 INVERSIÓN

En la Tabla 3.24 se detalla la inversión total para el desarrollo del proyecto, se consideró que el 60 % será financiado por inversionistas y el 40 % por una entidad financiera con una tasa de interés efectiva referencial productiva de 11,80 % (BCE, 2015). En el Anexo VIII se presenta la amortización de la deuda generada en la entidad financiera.

El 80,23 % de la inversión total representa los costos de activos fijos de producción que corresponden a los costos de terreno y construcción, maquinarias, equipos y vehículos. El 19,77 % corresponde al capital de trabajo que permitirá el funcionamiento de la empresa durante tres meses.

Se consideró el costo de la construcción de un área de 171,64 m² con un costo de 137,67 USD por m². El proyecto requerirá 390 134,46 USD para su ejecución.

Tabla 3. 23 Inversión total del proyecto para la producción de base deshidratada de palmito

Descripción	Valor Total (USD)	%
Inversión de activos fijos de producción	313 001,38	80,23
Capital de trabajo	77 133,07	19,77
TOTAL	390 134,46	100

3.6.1.1 Capital de trabajo

La Tabla 3.25 detalla el capital de trabajo para tres meses de funcionamiento de la planta procesadora de puré deshidratado instantáneo de palmito. El rubro de materiales directos e indirectos corresponde al 82,45 % del capital de trabajo que representa a los costos unitarios de los tallos de palmito y empaques, respectivamente. Para el cálculo de los salarios se consideró lo dispuesto en el

Código de trabajo (2005). Para la mano de obra directa se consideró los salarios de cinco trabajadores.

Tabla 3. 24 Capital de trabajo requerido para la producción de base deshidratada de palmito

Descripción	Valor (USD)	%
Capital de Trabajo Operativo		
Materiales directos	42000,00	54,45
Materiales indirectos	21594,50	28,00
Suministros y servicios	2387,00	3,09
Mano de obra directa	5822,98	7,55
Mantenimiento y seguros (activos fijos operativos)	5328,59	6,91
TOTAL	77133,07	100,00

En el Anexo X se presenta el desglose del capital de trabajo requerido para la producción de puré instantáneo deshidratado a base de palmito.

3.6.1.2 Precio de venta

Se estimó un margen de utilidad del 40 % de puré deshidratado instantáneo de palmito. El 80 % de las unidades producidas fueron empacadas en fundas de PA/PEBD y el 20 % en PET/BOPP/PEBD. Además, se consideraron los costos de venta, gastos de administración, gastos de ventas y gasto financiero.

Con los valores obtenidos del costo de producción (229 426,09 USD) y la producción anual de puré deshidratado instantáneo de palmito (149 030,40 unidades de 125 g) se procedió a calcular el precio de venta al público.

El precio de venta del puré deshidratado instantáneo empacado en fundas PET/BOPP/PEBD y PA/PEBD fue de 3,76 y 3,42 USD, respectivamente. Por otro lado, el puré de papa instantáneo comercial con un contenido de 125 g, tiene un precio de venta de 2,50 USD.

3.6.2 PUNTO DE EQUILIBRIO

En la Figura 3.12 se observa el punto de equilibrio en el cual los costos totales se iguala a las ventas. El punto de equilibrio indica las unidades producidas que se deben vender para evitar pérdidas.

Con base a los resultados del punto de equilibrio se debe producir 149 030,40 unidades de 125 g de puré deshidratado instantáneo a base de palmito empacado en fundas PET/BOPP/PEBD y PA/PEBD a un precio de venta de 3,76 y 3,42 USD, respectivamente, para cubrir 331 390,48 USD de los costos totales.

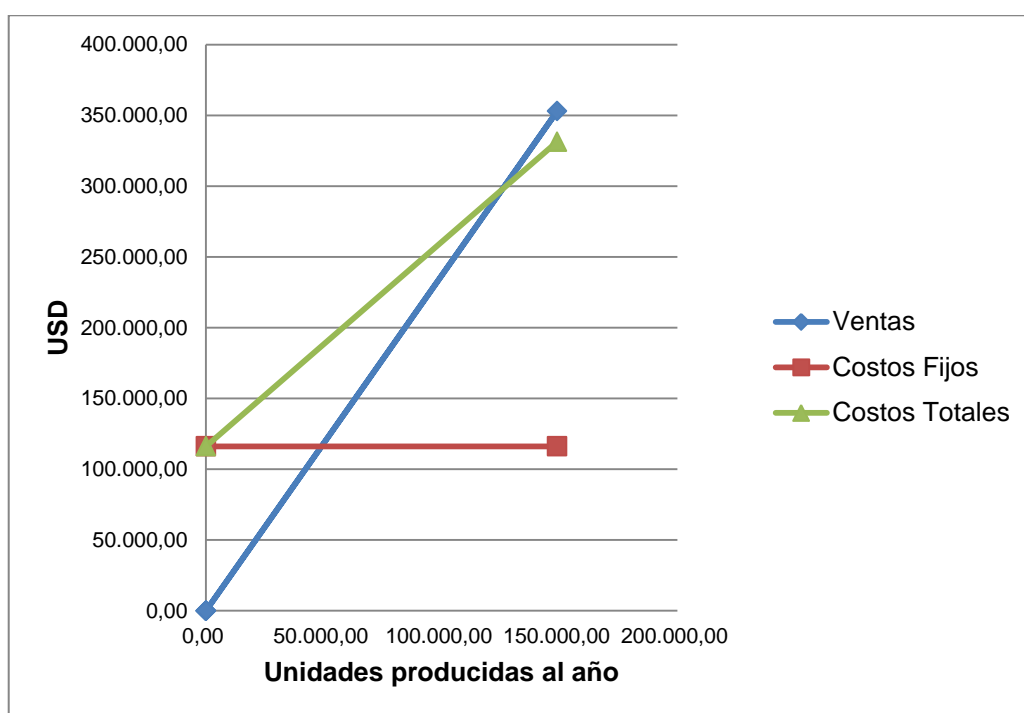


Figura 3. 11 Punto de equilibrio para la elaboración de puré deshidratado instantáneo a base de palmito

3.6.3 FLUJO DE FONDOS

En la Tabla 3.26 se detalla el flujo de fondos proyectado para 10 años. Se estimó una tasa de inflación 3,48 % (BCE, 2015). En el Anexo XI se muestra el desglose de la depreciación de activos de la empresa.

Tabla 3. 25 Flujo de Fondos

Flujo de Fondos											
Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos de venta		545 594,04	564 580,71	584 228,12	604 559,25	625 597,92	647 368,72	669 897,16	693 209,58	717 333,27	742 296,47
Costos de producción		229 426,10	274 949,04	282 113,21	289 526,69	297 198,15	305 240,59	313 351,28	322 366,13	330 648,23	339 750,73
Gasto financiero (Interés)		18 414,35	17 354,83	16 170,29	14 845,97	13 365,38	11710,08	9 859,46	7 790,47	5477,33	2 891,24
Utilidad antes de impuestos y Participación de trabajadores		297 753,59	272 276,84	285 944,62	300 186,60	315 034,38	330418,05	346 686,41	363 052,98	381 207,71	399 654,50
Participación Trabajadores 15%		44 663,04	40 841,53	42 891,69	45 027,99	47 255,16	49 562,71	52 002,96	54 457,95	57 181,16	59 948,17
Utilidad antes de impuestos		253 090,55	231 435,31	243 052,93	255 158,61	267 779,23	280 855,34	294 683,45	308 595,03	324 026,55	339 706,32
Impuesto a la Renta 25%		63 272,64	57 858,83	60 763,23	63 789,65	66 944,81	70 213,84	73 670,86	77 148,76	81 006,64	84 926,58
Utilidad o Pérdida del Ejercicio		189 817,91	173 576,49	182 289,70	191 368,96	200 834,42	210 641,51	221 012,59	231 446,27	243 019,92	254 779,74
Inversión Inicial	390 134,46										
Depreciación		18 514,08	18 514,08	18 514,08	18 514,08	18 514,08	18 618,08	18 514,08	19 028,37	18 514,08	18 514,08
Valor Residual											
Aporte al capital		8 978,97	10 038,49	11 223,03	12 547,35	14 027,94	15 683,23	17 533,86	19 602,85	21 915,99	24 502,07
Flujo de fondos neto	390 134,46	162 324,86	145 023,91	152 552,58	160 307,52	168 292,40	176 340,19	184 964,65	192 815,05	202 589,84	211 763,58

Para el cálculo de VAN y TIR se utilizó una tasa referencial tomada de las PYMES de 11,83 %.

Tabla 3. 26 Indicadores financieros para la elaboración de puré deshidratado instantáneo a base de palmito

Indicadores financieros	Valor
Valor actual neto (VAN)	575 618,11
Tasa interna de retorno (TIR)	39,95 %

De acuerdo a los resultados obtenidos, un valor actual neto positivo y una tasa interna de retorno superior al interés pagado por la entidad financiera, se acepta la inversión como un proyecto factible para la implementación de una planta procesadora de puré deshidratado instantáneo de palmito.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. En el análisis físico-químicos se clasificó a los tallos de palmito (*Bactris gasipaes* H.B.K) como tallos gruesos (diámetro basal entre 4,5 - 4,8 cm y diámetro superior mayor 2,2 cm). Los parámetros de color L*, a* y b* indicaron una tonalidad cremosa típica del tallos. Se reportó un bajo valor calórico 33,40 Kcal y una bajo contenido de grasa 0,28 g/100g. Un alto contenido de fibra total 2,22 g/100g con respecto a otros estudios realizados.
2. El tratamiento antipardeante que presento la mínima variación de color durante el tiempo (ΔE) fue el tratamiento con precocción (90 °C durante 1 minuto) con un valor de 2,88.
3. Se seleccionó la velocidad de rotación de los rodillos de 11 rpm y espacio inter-rodillos de 0,05 mm, debido a que presentó el menor valor de humedad y tiempo de secado.
4. Durante la evaluación de la estabilidad de la base deshidratada de palmito en dos empaques PET/BOPP/PEBD y PA/PEBD a tres temperaturas 8, 20 y 40 °C, se observó el mayor cambio de los parámetros de color L*, a* y b* en muestras empacadas a 40 °C.
5. Durante la evaluación de la estabilidad durante 45 días en la base deshidrata de palmito, los resultados microbiológicos reportaron valores dentro de los límites permitidos.
6. Se reportó un máximo incremento del contenido de humedad de 66 % en empaques de PA/PEBD almacenado a 40 °C, al finalizar el tiempo de almacenamiento.

7. El tiempo estimado de vida útil en los dos tipos de empaque (PET/BOPP/PEBD y PA/PEBD), fue de 158 y 129 días, respectivamente.
8. En el estudio de prefactibilidad técnico-económico de la unidad productora de puré deshidratado instantáneo de palmito, se obtuvo un TIR de 39,95 % y una VAN de 575 618,11 USD, lo que indica que el proyecto es rentable.
9. El punto de equilibrio indica que se deben producir 149 030,40 unidades de 125 g de puré deshidratado instantáneo a base de palmito empacado en fundas PET/BOPP/PEBD y PA/PEBD a un precio de venta de 3,76 y 3,42 USD, respectivamente, para cubrir 331 390,48USD de los costos totales.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Desarrollar nuevos productos a partir de la base deshidratada de palmito.
2. Proporcionar un valor agregado a los desechos (cáscaras) de la producción de palmito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abiodun, A., Akinoso, R. y Oluoti, O. (2014). Changes in Functional and Psting Properties of Trifoliolate Yam Flour during Storage. *Journal of Applied Scienses and Environmental Management*. 18(2). 337-340. Recuperado de <http://www.bioline.org.br/pdf?ja14046> (Julio, 2015)
2. Alvédrez, A., Gonzáles, B. y Jiménez, Z. (2002). Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales. *RESPYN*. 3(3). 1-6. Recuperado de http://www.respyn.uanl.mx/iii/3/ensayos/alimentos_funcionales.html (Julio, 2015)
3. American Dietetic Association (ADA). (2002). Health implications of dietary fiber. *Journal of THE AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION*. 109(2). 993-1000. doi: 10.1016/j.jada.2008.08.007
4. Anderson, R. Conway, H., Pheiser, V. y Griffin, E. (1969). Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. *Cereal Science Today*, 14. 4-12. doi: 10.1002/star.19700220408
5. Angulo, D. y Montenegro, E. (2006). *Estudio técnico económico en la elaboración de papa precocida congelada, puré y tortilla de papa a partir de tres variedades de papas nativas ecuatorianas*. (Trabajo previo a la obtención del título de Ingeniería Agroindustrial no publicado). Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.
6. AOAC. (2007). *Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists*. Arlington, USA.
7. Arroyo, C., Arauz, L. F. y Mora, U. J. (2004). Incidencia de enfermedades en pejibaye (*Bactris gasipaes* KUNTH) para palmito. *Agronomía Mesoamericana*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43715109> (Septiembre, 2015)

8. Asp, N. G., Johansson C., Hallmer, H. y Siljeström, M. (1983). Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. *Journal Agricultural and food chemistry*. 31, 476-482. doi: 10.1021/jf00117a003
9. Babio, N., Balanza, R., Basulto, J., Bullo, M. y Salas, J. (2010). Dietary fibre: influence on body weight, glycemic control and plasma cholesterol profile. *Nutrición Hospitalaria*. 25 (3). 327-340. Recuperado de <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v25n3/revision1.pdf> (Septiembre, 2015)
10. Barbosa, G., Ortega, E., Juliano, P. y Yan, H. (2005). *Food Powders. Physical Properties, Processing and Functionality*. (1ra. ed.). New York: Kluwer Academic.
11. Barreiro, J. y Sandoval, A. (2006). *Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas*. (1ra. ed.). Venezuela: Equinoccio Universidad Simón Bolívar.
12. BCE. (2015). Banco Central del Ecuador. Recuperado de http://contenido.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=inflacion (Octubre, 2015).
13. Bolanho, B., Danesi, E. y Beléia, A. (2013). Peach Palm (*Bactris gasipaes* Kunth) Characterization and the Potential of by Products Flour Processing. *Food Science and Technology Research*. 19(6). 1061-1069. doi: 10.3136/fstr.19.1061
14. Burton, B. (2000). Dietary Fiber and Energy Regulation. *The Journal of Nutrition*. 22(13). 272-275. Recuperado de <http://jn.nutrition.org/content/130/2/272.long> (Agosto, 2015)
15. CAA. (2006). Código Alimentario Argentino. Normas para la rotulación y publicidad de alimentos. Recuperado de:

http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/Capitulo_V.pdf (Enero, 2015).

16. Casp. A. (2005). *Diseño de Industrias Agroalimentarias*. Madrid, España. Mundi-Presa.
17. Charanjiv, S. y Sharma, H. (2015). Kinetics of color change and quality parameters of uncoated and sodium alginate coated dehydrated pineapple samples during storage. *International Journal Of Food And Nutritional Sciences*. 4(3). 41-49. Recuperado de <http://www.ijfans.com/Volume%204%20Issue%203/7.%20IJFANS%20A0398-15.pdf> (Agosto, 2016)
18. Chen, X. y Mujumdar, A. (2008). *Drying Technologies in Food Processing*. (1ra. ed.). United Kingdom: Blackwell.
19. Clement, C., Weber, J., Van Leeuwen, J., Domian, C. Cole, D., Arévalo, L. y Arguello, H. (2004). Why extensive research and development did not promote use of peach palm fruit in Latin America. *Agroforestry Sistem*. 61(1). 195-206. doi: 10.1023/B:AGFO.0000028999.84655.17
20. CICO. (2009). Centro de Información e Inteligencia Comercial- CICO de CORPEI. Perfil del Palmito. Ecuador.
21. CODEX Alimentarius. (2008). *Definition of dietary fibre*. Recuperado de <http://www.codexalimentarius.org/> (Mayo, 2015)
22. Código del trabajo (2005). Recuperado de <http://www.justicia.gob.ec/wp-content/uploads/2015/05/CODIGO-DEL-TRABAJO.pdf> (Diciembre, 2015)
23. CPE INEN 5 (1984). Código de Practica Ecuatoriana. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Recuperado de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.cpe.5.5.1984.pdf> (Diciembre, 2015)

24. Curtois, F. (2013). Roller and drum drying for food powder production. En Bresh Bhandari (Ed.). *Handbook of food powders. Processes and properties*, (pp. 80-104). Filadelfia: Woodhead.
25. Decab 01. (2007). Determinación de hierro, zinc, calcio y sodio en alimentos por espectrofotometría de absorción atómica. Quito, Ecuador.
26. Dilzer, A., Jones, J. y Latulippe, M. (2013). The Family of Dietary Fibers: Dietary Variety for Maximun Health Benefit. *Nutrition and Food*. 48(3). 108-118. doi: 10.1097/NT.0b013e3182941d82
27. Dreher, M. (2001). Dietary Fiber Overview. En Susan Sungsoo Cho (Ed.). *Dietary Fiber*, (pp. 13-28). Estados Unidos de América, Indiana: Marcel Dekker
28. ENIGHU. (2012). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los hogares urbanos y rurales. Recuperado de <http://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/291/datafile/F99/V3116> (Noviembre, 2015)
29. Escobar, A. C. (2002). *El cultivo de chontaduro (Bactris gasipaes H.B.K) para palmito con manejo agroforestal*. (1ra. ed.). Florencia: Corpoica
30. Escobar, A. C., Zuluaga, P. J., Molina, R. J., Yasno, C. C. y Cárdenas, G. C. (1998). *El cultivo de chontaduro (Bactris gasipaes H.B.K) para fruto y palmito*. (2da. ed.). Florencia: Corpoica.
31. Escudero, E. y Gonzales, P. (2006). La fibra dietética. *Nutrición Hospitalaria*. 21(2). 61-72. Recuperado de <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v21s2/original6.pdf> (Mayo, 2015)
32. EUFIC. (2006). European Food Information Council. Alimentos funcionales. Recuperado de

<http://www.eufic.org/article/es/nutricion/grasas/expid/basics-alimentos-funcionales/> (Mayo, 2015)

33. EUFIC (2016). European Food Information Council. Carbohidratos. Recuperado de <http://www.eufic.org/article/es/expid/basics-carbohidratos/> (Febrero, 2016)
34. Farias, M. y Ratti, C. (2009). Dehydration of Foods: General Concepts. En Da-Wen Sun (Ed.). *ADVANCES in FOOD DEHYDRATION*, (pp. 1-36). Irlanda: CRC Press
35. FDA. (2009). Food and Drug Administration. Capítulo 6: Instalaciones físicas. Recuperado de <http://www.fda.gov/downloads/Food/GuidanceRegulation/UCM283609.pdf> (Noviembre, 2015)
36. FDA-CSFAN BAM (2001). Food and Drug Administration-Center for Food Safety and Applied Nutrition- Bacteriological Analytical Manual. Washington, USA.
37. Fellows, P. (2000). *Tecnología del procesado de alimentos: Principios y práctica*. (2da. ed.). Zaragoza, España: ACRIBA, S.A.
38. Ferreira, R. (2015). Role of Dietary Fibers on Health of the Gastro-Intestinal System and Related Types of Cancer. En Marvin E. Clemens (Ed.). *DIETARY FIBER Production Challenges, Food Sources and Health Benefits*, (pp. 19-42). Estados Unidos de América, New York: Nova
39. Ford, A. y Dahl, W. (2012). Functional Foods. *Food Science and Human Nutrition*, 12(17). 1-3. Recuperado de <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/FS/FS21000.pdf> (Septiembre, 2015)

40. Galdino, N. y Clemente, E. (2008). Palmito de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) composición mineral e cinética de enzimas oxidativas. *Ciencia e Tecnología de Alimentos*. 28(3). 540-544. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n3/a06v28n3.pdf> (Septiembre, 2015)
41. García, O., Infante, R. y Rivera, C. (2008). Hacia una definición de fibra alimentaria. *Anales Venezolanos de Nutrición*. 21(1). 25-30. Recuperado de <http://www.scielo.org.ve/pdf/avn/v21n1/art05.pdf> (Mayo, 2015)
42. Garcia, L., Monti, M. y Huarte, M. (2014). Utilización de compuestos químicos para mantener la calidad en productos mínimamente procesados de papa. *Revista Latinoamericana de la Papa*. 18(2). 1-19. Recuperado de <http://ojsbolivia.org.bo/index.php/apal/article/viewFile/562/541> (Julio, 2015)
43. García, A. y Pacheco, E. (2010). Evaluación de una bebida láctea instantánea a base de harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) con la adición de ácido fólico. *Revista Chilena Nutrición*. 37(4). 480-492. Recuperado de <http://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v37n4/art09.pdf> (Junio, 2015)
44. Garnica, A., Romero, A., Socorro, M. y Prieto, L. (2010). Características funcionales de almidones nativos extraídos de clones promisorios de papa (*Solanum tuberosum* L. subespecie andigenak) para la industria de alimentos. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos-AlimentosHoy*. 19(21). 1-14. Recuperado de <http://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/43/41> (Septiembre, 2015)
45. Godoy, E. y Del Pino, A. (2014). Characterization of flours made from peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) by products as a new food ingredient. *Journal of Food and Nutrition Research*. 53(1). 51-59. Recuperado de <http://agris.fao.org/content/characterization-flours-made-peach-palm-bactris-gasipaes-kunth-products-new-food-ingredient> (Noviembre, 2015)

46. González, G., Ruiz, S., Cruz, R., Rodríguez, A. y Wang, C. (2004). Physiological and quality changes of fresh-cut pineapple treated with antibrowning agents. *Food Science and Technology*. 37(3). 369-376. doi: 10.2016/j.lwt.2003.10.007
47. Health Canada. (2012). *Policy for Labelling and Advertising of Dietary Fibre-Containing Food Products*. Recuperado de http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/alt_formats/pdf/legislation/pol/fibre-label-etiquetage-eng.pdf. (Mayo, 2015)
48. Ibarz, A. y Barbosa, G. (2014). *Introduction to Food Process Engineering*. (1ra. ed.). USA: CRC Press
49. ILSI Europe (2002). The International Life Sciences Institute. *Concepts of functional foods*. Recuperado de http://www.ilsa.org/Europe/Publications/C2002Con_Food.pdf (Mayo, 2015)
50. ILSI Europe (2006). The International Life Science Institute. *Dietary Fibre*. Recuperado de http://www.ilsa.org/Europe/Publications/C2006Diet_FibEng.pdf (Mayo 2015).
51. INEC. (2010). Instituto Nacional de Estadística y Censo. Población y Demografía. Recuperado de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/> (Junio, 2015)
52. INEC. (2012). Instituto Nacional de Estadística y Censo. Sistema Integrado de Consulta de Clasificación y Nomenclaturas. Ficha Técnica de Agricultura. Palmito Ecuador. Recuperado de http://www.inec.gob.ec/estadisticas/SIN/co_agricola.php?id=01990.01.01 (Junio, 2014)

53. Islam, R., Thaker, K. y Mujumdar, A. (2007). A Diffusion Model for Drum Dryer Subjected to Conduction, Convection, and Radian Heat Input. *Drying Technology*. 25(1). 1043-1053. doi: 10.1080/07373930701397467
54. Kiat, C., Hamid, N., Ping, C. , Mirhoesseini, H., Rahman, R. y Rusul, G. (2010). Optimization of drum drying processing parameters for production of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) powder using reponse surface methodology. *LWT- Food Science and Technology*.43 (2) 343-349. doi: 10.1016/j.lwt.2009.08.011
55. Koukounaras, A., Diamantidis, G. y Stakiotakis, E. (2007). The effect of heat treatment on quality retention of fresh-cut peach. *Postharvest Biology and Technology*. 48(1).30-36. doi: 10.1016/j.postharvbio.2007.09.011
56. Krieger, J., Sitren H., Daniels, M. y Langkamp, B. (2006). Effects of variation in protein and carbohydrate intake on body mass and composition during energy restriction. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 83(2). 260-274. Recuperado de <http://ajcn.nutrition.org/content/83/2/260.full.pdf> (Agosto, 2015)
57. Law, C., Chen, H. y Mujumdar, A. (2014). Food Technologies: Drying. *Encyclopedia of Food Safety*. 1(13). 156-167. doi: 10.1016/B978-0-12-378612-8.00268-7
58. Licata, M. y Macek, M. (2015). Aporte Nutricional de las hortalizas y verduras. Recuperado de: <http://www.zonadiet.com/tablas/hortalizas.htm> (Enero, 2016)
59. Liu, F., Cao, X., Wang, H. y Liao, X. (2010). Changes of tomato powder qualities during storage. *Powder Technology*. 204 (1). 159-166. doi: 10.1016/j.powtec.2010.08.002

60. MAGAP. (2012). Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Superficie, Producción y Rendimiento. Palmito. Ecuador. Recuperado de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/component/content/article/21-personalizada/297-estadisticas-spr> (Junio, 2014).
61. Marín, E., Lemus, R., Flores, V. y Vega, A. (2006). La rehidratación de alimentos deshidratados. *Revista chilena de nutrición*. 33(3). 1-13. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182006000500009 (Diciembre, 2014)
62. Martínez, J., Muñoz, C., Urrialde, R., Fontecha, J., Murcia, M., Gómez, C. y Villarino, A. (2003). *Nutrición y salud: Nuevos alimentos para nuevas necesidades* (3ra. ed.). España: Instituto de Salud Pública
63. Miranda, G. (2004). *Influencia de la temperatura, el envase y la atmósfera en la conservación de uvas pasas y de albaricoques deshidratados*. (Trabajo previo a la obtención del título de Doctor en Ciencias Químicas no publicado). Universidad de Valencia. Valencia, España.
64. Molina, E. (1999). Manual de suelos y nutrición de pejibaye para palmito. *XI Congreso Nacional Agronómico*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
65. Mora, U. J., Arroyo, O. C., Mexzón, V. C. y Bogantes, A. A. (2008). Diseminación de la "bacteriosis del palmito" de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth). *Agronomía Mesoamericana*. 19(2). 155-166.
66. Mora, U. J. y Gainza, E. J. (1999). *Palmito de pejibaye (Bactris gasipaes Kunth): su cultivo e industrialización*. (1ra. ed.). Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

67. Mora, U. J., Weber, J. C. y Clement, C. R. (1997). *Peach Palm Batris gasipaes Kunth*. (1ra. ed.). Italia: Bioversity International.
68. Moreno, S. (2014). *“Los Exportadores más Grandes del Mundo”:* *Caracterización de los Primeros Eslabones de la Cadena de Suministro del Palmito Ecuatoriano en el Noroccidente del País*. (Trabajo previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial). Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.
69. NTE INEN. (2011). Norma Técnica Ecuatoriana. Instituto Ecuatoriano de Normalización. 2602:2011. Sopas, caldos y cremas. Recuperado de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2602.2011.pdf> (Mayo, 2015)
70. Olagnero, G., Abad, A., Bendersky, S., Genevois, C., Granzella, L. y Montonati, M. (2007). Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. *DIAETA*. 25 (121). 20-33. Recuperado de http://www.fmed.uba.ar/depto/nutrnormal/funcionales_fibra.pdf (Mayo, 2015)
71. PDVSA. (2009). Manual de Ingeniería de Diseño. Procedimiento de Ingeniería. Preparación de diagramas de procesos. 15(1)
72. Pro Ecuador. (2015). Perfil Sectorial. Alimentos procesados. Perfil de Palmito. Recuperado de <http://www.proecuador.gob.ec/exportadores/publicaciones/perfiles-sectoriales/#squelch-taas-accordion-shortcode-content-7> (Junio, 2014)
73. Puttongsiri, T., Choosakul, N. y Sakulwilaingam, D. (2012). Moisture content and physical properties of instant mashed potato. *International Conference on Nutrition and Food Sciences*. 39(1). 92-95. Recuperado de <http://www.ipcbee.com/vol39/018-ICNFS2012-N030.pdf> (Marzo, 2015)

74. Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente. Recuperado de <http://www.trabajo.gob.ec/seguridad-y-salud-en-el-trabajo/> (Marzo, 2016)
75. Rivera, J., Vázquez, F., Ayala, J. y Gonzáles, G. (2005). Efecto del corte y temperatura de almacenamiento en la calidad de papaya fresca cortada (Carica papaya L. cv. "maradol"). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. 6 (2). 83-94. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81360204> (Julio, 2015)
76. Salazar, J. (2015). *Estudio de la adición de harina de palmito (Bactris gasipaes) en pasta larga a base de harina de trigo duro*. (Trabajo previo a la obtención del título de Ingeniería de Alimentos no publicado). Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador.
77. Sam, G. y Vásquez, O. (2002). Harina de los subproductos de Bactris gasipaes HBK y su uso en panificación. *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*. 2(1). 39-47. Recuperado de <http://www.unapiquitos.edu.pe/pregrado/facultades/alimentarias/descargas/vol2/4.pdf> (Agosto, 2015)
78. Sapag, N. y Sapag, R. (2008). *Preparación y evaluación de proyectos*. (5ta. ed.). Bogotá: McGraw-Hill Interamericana.
79. Shafiur, R. (2007). *Food Preservation*. (2da. ed.) London: Taylor y Francis Group.
80. Sharma, S., Mulvaney, S. y Rizvi, S. (2003). *Ingeniería de alimentos: Operaciones unitarias y prácticas de laboratorio*. (1ra. ed.). Nueva York, Estados Unidos: LIMUSA WILEY.
81. Stevens, N. (2002). *Tabla de calorías*. (2da. ed.). Buenos Aires, Argentina: Sirio S.A.

82. Tang, Y. y Chen, B. (2000). Pigment change of freeze-dried carotenoid powder during storage. *Food Chemistry*. 69 (1). 11-17. doi: 10.1016/S0308-8146(99)00216-2
83. Thuwapanichayanan, R., Phowong, C., Jaisut, D. y Stencl, J. (2014). Effects of pretreatments and drying temperatures on drying characteristics, antioxidant properties and color of ginger slice. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 62(119). 1125-1134. doi: 10.11118/actaun201462051125
84. UNED. (2015). Universidad de Educación a Distancia. Facultad de Ciencias, Nutrición y Dietética. Recuperado de http://www.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-l/guia/guia_nutricion/index.htm?ca=n0 (Noviembre, 2015)
85. Valencia, A. y Román, M. (2004). La fibra dietaria como alimento funcional. *VITAE*. 11(2). 1-6. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169817839003> (Noviembre, 2014)
86. Valenzuela, A. y Maiz, A. (2006). El rol de la fibra dietética en la nutrición enteral. *Revista Chilena de Nutrición*. 2(33). 342-351. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182006000400002 (Octubre, 2014)
87. Vallous, N., Gavrielidou, M., Karapantsios, T. y Kostoglou, M. (2002). Performance of a double drum dryer for producing pregelatinized maize starches. *Journal Of Food Engineering*. 3 (51). 171-183. doi: 10.1016/S0260-8774(01)00041-3
88. Villachica, H. (1996). *El cultivo de pijuayo (Bactris gasipaes Kunth) para palmito en la Amazonía*. (1ra. ed.). Lima: Undp.

89. Villarroel, M., Acevedo, C., Yáñez, E. y Biolley, E. (2003). Propiedades funcionales de la fibra del musgo *Sphagnum magellanicum* y su utilización en la formulación de productos de panadería. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 53(4). 1-15. Recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222003000400011(Septiembre, 2015)

ANEXOS

ANEXO I

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (AOAC 034.01, 2007)

Equipos y materiales

- Crisoles
- Estufa
- Desecador

Método

1. Lavar los crisoles con agua destilada y dejar secar durante 8 horas en una estufa a 100 °C
2. Pesar 5 g de muestra en los crisoles (secos)
3. Dejar secar en una estufa a 100 °C durante 5 horas

Cálculos

$$\text{contenido de humedad (\%)} = \frac{p1 - p2}{p1 - pc}$$

Donde:

P1: peso del recipiente más muestra húmeda

P2: peso del recipiente más muestra seca

Pc: peso del crisol

ANEXO II

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DEL ALMIDÓN. ÍNDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA, SOLUBILIDAD Y PODER DE HINCHAMIENTO (Anderson et al., 1969)

Equipos y materiales

- Cajas Petri
- Tubos de centrifuga (50 mL) de plástico
- Agitadores magnéticos
- Probeta de 50 mL
- Plancha de agitación
- Baño a temperatura controlada a 30 °C
- Centrifuga
- Tubos de centrifuga graduados
- Papel filtro de poro delgado
- Embudos
- Vasos de precipitación
- Pipetas de 10 mL
- Desecador

Método

1. Tarar las cajas Petri a 90 °C por 4 horas
2. Pesar 2,5 g de muestra en un tubo de centrifuga que contiene un agitador magnético. Realizar el análisis por duplicado.
3. Mientras se pesa las muestras, calentar 30 mL de agua destilada a 30 °C, y también tener el baño a temperatura controlada de 30 °C.
4. Agregar 30 mL de agua a cada tubo, y agitar bien en el equipo de agitación.
5. Incubar en el baño con agitación durante 30 minutos.
6. Secar bien los tubos y ponerlos en la centrifuga.

7. Centrifugar a 5 000 rpm durante 20 minutos.
8. Centrifugar por 10 minutos más a 6 000 rpm. Se deben tener separados el gel y el sobrenadante.
9. Decantar el sobrenadante en un tubo de centrifuga graduado y medir el volumen. No descartar el gel del tubo.
10. Filtrar el sobrenadante.
11. Descartar lo que queda en el papel filtro
12. Tomar 10 mL del filtrado y secar por 4 horas a 90 °C en las cajas Petri
13. Pesar el gel que quedo en el tubo
14. En caso de que no se haya separado el sobrenadante, pesar todo lo que queda en el tubo.

Cálculos

$$\text{Índice de absorción de agua (IAA)} = \frac{\text{Peso del gel (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}}$$

$$\text{Poder de hinchamiento (PH)} = \frac{\text{Peso del gel (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)} - \text{peso de solubles (g)}}$$

ANEXO III



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS SENSORIAL

Nombre: _____ Fecha: _____

Género: Femenino () Masculino () Hora: _____

Edad: 15-19 años () De 20 a 40 años () De 41 a 60 años ()

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presenta un muestra de puré de palmito. Por favor, observe y pruebe la muestra e indique su nivel de agrado para cada una de las características marcando con una X en el punto de la escala que mejor describa el producto.

CATEGORÍA	GENERAL	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
Me disgusta extremadamente					
Me disgusta mucho					
Me disgusta moderadamente					
Me disgusta levemente					
No me gusta ni me disgusta					
Me gusta levemente					
Me gusta moderadamente					
Me gusta mucho					
Me gusta extremadamente					

¿Cuál sería la frecuencia de consumo de producto?

Semana () veces

Mensual () veces

OBSERVACIONES: _____

¡Gracias por su colaboración!

ANEXO IV

CONTENIDO DE HUMEDAD EN LOS DOS TIPOS DE EMPAQUE PA Y PM DURANTE EL ESTUDIO DE ESTABILIDAD

Tabla AIV. 1 Contenido de humedad en fundas de PA y PM durante el almacenamiento

Temperatura de almacenamiento (°C)	Tiempo de almacenamiento (días)	Contenido de humedad en PM (%)	Contenido de humedad en PA (%)
8	0	7,98	7,98
	15	8,47	9,20
	30	6,41	7,51
	45	7,91	8,16
20	0	7,98	7,98
	15	8,47	8,01
	30	7,20	6,50
	45	8,60	8,86
40	0	7,98	7,98
	15	10,7	8,93
	30	8,92	8,66
	45	13,25	11,43

ANEXO V

BALANCE DE ENERGÍA

1. Para el cálculo de la energía requerida en la marmita se utilizó la ecuación AIV.1

$$Q = mcp\Delta T \quad [\text{AIV.1}]$$

Para el cálculo de la capacidad calorífica se consideró la composición de los tallos. En la Tabla AIV.1 se presenta cp de la mezcla:

Tabla AV.1 Capacidad calorífica del palmito

Componente	Composición (%)	cp (kJ/kg °C)
Humedad	88,83	4,31
Proteína	2,08	2,03
Grasa	0,28	2,01
Cenizas	0,95	1,13
Carbohidratos	5,65	1,58
Fibra	2,22	1,88
Total		4,02



$$Q = m_{\text{palmito rallado}} \times c_{p_{\text{palmito}}} \times \Delta T$$

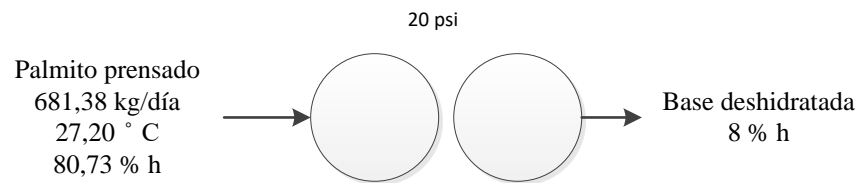
$$Q = 985,36 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \times 4,02 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \times (90,2 - 17)^\circ\text{C}$$

$$Q = 289\,955,97 \frac{\text{kJ}}{\text{día}}$$

2. La energía requerida por el secador de rodillos fue de:

$$Q = mcp\Delta T + m_{H_2O}h_{fg} \quad [\text{AIV.1}]$$

El poder calorífico a 27,20 °C para el palmito fue de 4,22 kJ/kg °C




$$Q = m_{\text{palmito prensado}} \times c_{p_{\text{palmito}}} \times \Delta T + m_{H_2O}h_{fg}$$


$$Q = 681,38 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \times 4,22 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \times (108,86 - 27,20)^\circ\text{C} + 601,31 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \times 2430,16 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$


$$Q = 1\,696\,086,60 \frac{\text{kJ}}{\text{día}}$$

ANEXO VI

HOJAS DE ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS

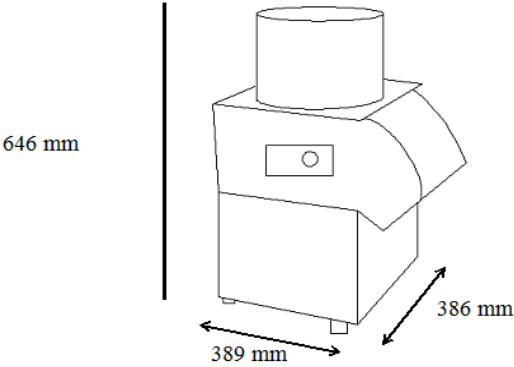
HOJA DE ESPECIFICACIÓN No. 1	
Nombre del equipo: Balanza electrónica EQM-1000/2000	
Fabricante: BACSA	Material de construcción: Acero inoxidable
	No. requerido: 2
	Fecha: 28 de septiembre 2015
Función: Pesaje de materia prima	
Operación: Batch	
Dimensiones: Longitud: 650 mm Altura: 920 mm Ancho: 500 mm Capacidad: hasta 1 000 kg Precisión: desde 5 g hasta 50 g. Peso bruto: 89 kg	
Modalidad de operación: Equipo utilizado para el pesaje de materia prima. Con alimentación eléctrica de 110 V e indicador de batería con 100 horas de uso continuo/ 8 hora de recarga.	
Esquema del Equipo:	
 <p>El diagrama muestra una balanza electrónica con una plataforma de pesaje y un indicador digital. Un paquete de muestra está colocado sobre la plataforma. Las dimensiones indicadas son: una altura total de 920 mm desde la base hasta el indicador, una longitud de 650 mm para la plataforma y un ancho de 500 mm.</p>	

HOJA DE ESPECIFICACIÓN No. 2	
Nombre del equipo: Carro plataforma	
Fabricante: BACCO	Material de construcción: Acero inoxidable
	No. requerido: 2
	Fecha: 28 de septiembre 2015
Función: Transporte de materia prima y producto terminado	
Operación: Batch	
Dimensiones: Longitud: 900 mm Altura: 1140 mm Ancho: 610 mm Capacidad: hasta 500 kg	
Modalidad de operación: Equipo utilizado para el transporte de material pesado. Equipado con dos parachoques.	
Esquema del Equipo:	
 <p>El diagrama muestra un carro plataforma de metal con un mango curvado y cuatro ruedas. Se indican tres dimensiones clave: el ancho de la plataforma es de 610 mm, la longitud es de 900 mm y la altura total del carro es de 1140 mm.</p>	

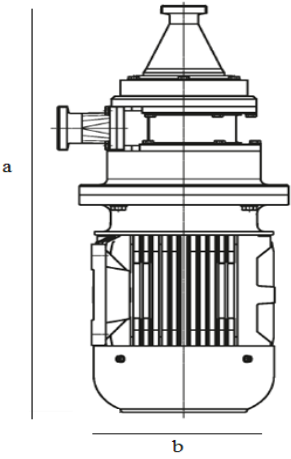
HOJA DE ESPECIFICACIÓN No. 3	
Nombre del equipo: Tanque de lavado	
Fabricante: THERMOCON	Material de construcción: Acero inoxidable
	No. requerido: 1
	Fecha: 28 de septiembre 2015
Función: Transporte de material	
Operación: Continuo	
Dimensiones: Longitud: 1 830 mm Altura: 810 mm Ancho: 910 mm Capacidad nominal: 1 370 L	
Modalidad de operación: Equipo utilizado para facilitar el lavado de materia.	
Esquema del Equipo:  <p>El diagrama muestra un tanque de lavado rectangular de color gris oscuro con un borde superior más grueso. El tanque está montado sobre un chasis con dos ruedas visibles en la parte inferior. Se indican tres dimensiones con líneas de medición: la longitud superior es de 1830 mm, la altura lateral es de 810 mm y el ancho superior es de 910 mm.</p>	

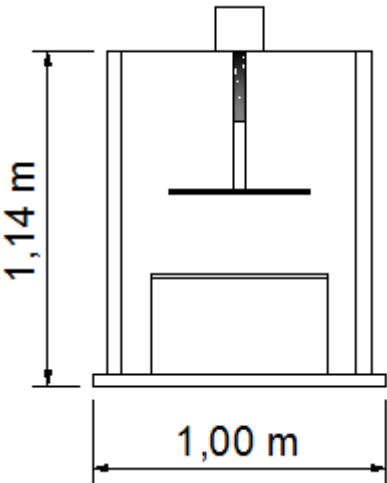
HOJA DE ESPECIFICACIÓN No. 4	
Nombre del equipo: Banda Transportadora	
Fabricante: CITALSA	Material de construcción: Acero inoxidable
	No. requerido: 2
	Fecha: 28 de septiembre 2015
Función: Transporte de material	
Operación: Continuo	
Dimensiones: Longitud: 1 900 mm Altura: 950 mm Ancho útil: 600 mm	
Modalidad de operación: Equipo utilizado para facilitar el transporte de materia prima a través de una superficie con distancia definida. Banda de poliuretano color azul, y velocidad media de 15m/min. Con voltaje de 220 voltios 3 fases.	
Esquema del Equipo: <div style="text-align: center;"> </div>	

HOJA DE ESPECIFICACIÓN No. 5	
Nombre del equipo: Mesa de trabajo	
Fabricante: MACONS	Material de construcción: Acero inoxidable
	No. requerido: 2
	Fecha: 28 de septiembre 2015
Función: Pelado y troceado de materia prima	
Operación: Continuo	
Dimensiones: Longitud (b): 2 800, 1 900 mm Altura (c): 900 mm Ancho (a): 700 mm	
Modalidad de operación: Equipo utilizado para facilitar el pelado y troceado de la materia prima.	
Esquema del Equipo:	
 <p>El diagrama muestra una mesa de trabajo rectangular con un estante inferior. Las dimensiones están etiquetadas como 'a' para el ancho, 'b' para la longitud y 'c' para la altura total de la mesa.</p>	

HOJA DE ESPECIFICACIÓN No. 6	
Nombre del equipo: Procesador de alimentos	
Fabricante: SAMMIC	Material de construcción: Acero inoxidable AISI 304
	No. requerido: 1
	Fecha: 28 de septiembre 2015
Función: Cortar y tajar los tallos de palmito	
Operación: Continuo	
Dimensiones: Longitud: 389 mm Altura: 646 mm Ancho: 386 mm Capacidad: hasta 650 kg/h Peso neto: 24 kg	
Modalidad de operación: Equipo utilizado para cortar y tajar tallos. Con alimentación eléctrica de 220 V monofásico. Equipado con 12 diferentes tipos de discos.	
Esquema del Equipo:	
 <p>El diagrama muestra un procesador de alimentos con un diseño compacto y cuadrado. A la izquierda, una línea vertical indica una altura de 646 mm. En la parte inferior, una línea horizontal indica una longitud de 389 mm y una línea diagonal indica un ancho de 386 mm. El equipo tiene un depósito superior cilíndrico, un panel de control con un botón circular en la parte frontal superior, y una base con un cajón de almacenamiento.</p>	

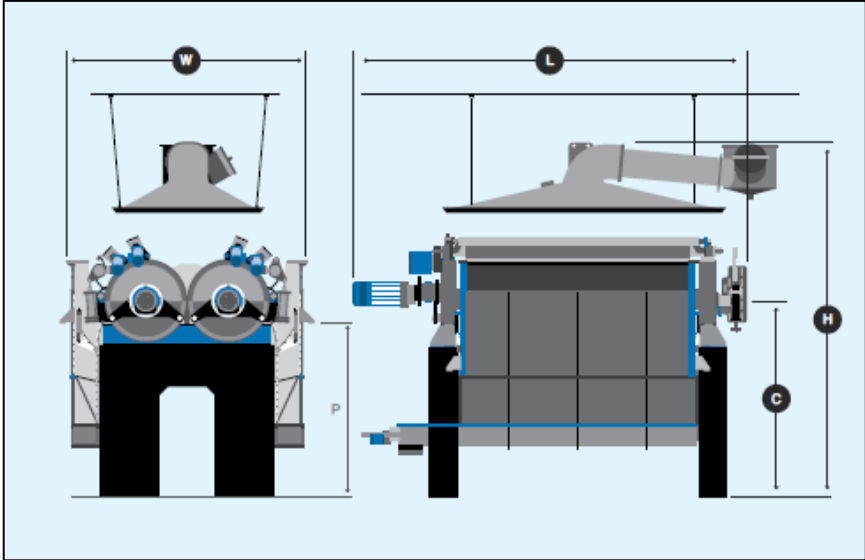
HOJA DE ESPECIFICACIÓN No. 7	
Nombre del equipo: Tanque de enfriamiento	
Fabricante: THERMOCON	Material de construcción: Acero inoxidable AISI 304
	No. requerido: 1
	Fecha: 28 de septiembre 2015
Función: Enfriar	
Operación: Batch	
Dimensiones: Longitud: 1 000 mm Altura: 1 000 mm Ancho: 1 000 mm Capacidad nominal: 1 000 L Peso neto: 24 kg	
Modalidad de operación: Equipo utilizado para enfriar la materia prima inmediatamente después de la precocción.	
Esquema del Equipo: <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>1000 mm 1000 mm</p> <p>1000 mm</p> </div>	

HOJA DE ESPECIFICACIÓN No. 8	
Nombre del equipo: Molino Coloidal	
Fabricante: FRYMAKORUMA	Material de construcción: Acero inoxidable AISI 304
	No. requerido: 1
	Fecha: 28 de septiembre 2015
Función: Desintegrar	
Operación: Batch	
Dimensiones: Longitud : 450 mm Altura (a): 1 050 mm Ancho (b): 450 mm Producción : 2 500 (L/h) Peso neto: 85 kg Potencia instalada: 30 kW	
Modalidad de operación: Equipo utilizado para reducir el tamaño de partícula de la materia prima hasta obtener un producto pastoso.	
Esquema del Equipo:	
	

HOJA DE ESPECIFICACIÓN No. 9	
Nombre del equipo: Prensa neumática	
Fabricante: CITALSA	Material de construcción: Acero inoxidable AISI 304
	No. requerido: 1
	Fecha: 28 de septiembre 2015
Función: Eliminar agua en exceso	
Operación: Batch	
Dimensiones: Longitud : 1 000 mm Altura (a): 1 1400 mm Ancho (b): 700 mm Presión de prensado: 290 – 1 150 psi Bomba hidráulica: 4 Hp Suministro eléctrico 440V/3F	
Modalidad de operación: Equipo utilizado para eliminar el exceso de agua. Facilidad a la hora de limpiar el equipo, minimiza el tiempo de prensado	
Esquema del Equipo:	
 <p>The diagram is a technical drawing of a pneumatic press. It shows a vertical rectangular frame with a horizontal bar across the middle. A vertical rod or piston extends from the top of the frame down to the bar. Below the bar, there is a rectangular base or platform. Dimension lines indicate the overall height of the frame is 1,14 m and the width of the base is 1,00 m.</p>	

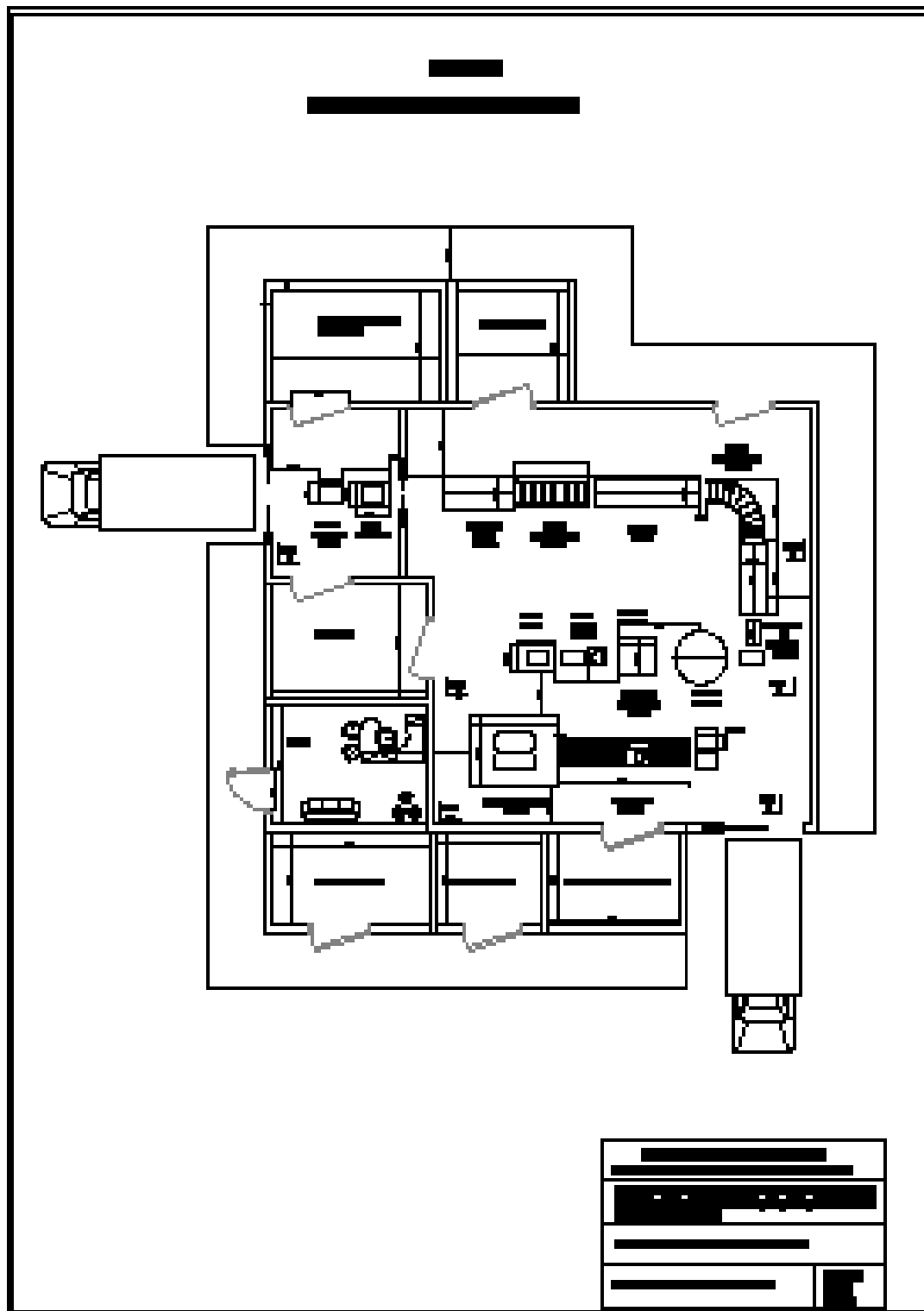
HOJA DE ESPECIFICACIÓN No. 10	
Nombre del equipo: Marmita a vapor	
Fabricante: MIMSA	Material de construcción: Acero inoxidable AISI 304
	No. requerido: 1
	Fecha: 28 de septiembre 2015
Función: Precocción de alimentos	
Operación: Batch	
Dimensiones: Diámetro: 1 400 mm Longitud : 1 480 mm Espesor: 50 mm Capacidad 2 000 L Suministro a vapor: 20 psi Suministro eléctrico: 220V/3F	
Modalidad de operación: Equipo utilizado para la cocción rápida de los alimentos. El calentamiento se realiza haciendo circular el vapor a cierta presión por la cámara de calefacción, en cuyo caso el vapor es suministrado por la caldera.	
Esquema del Equipo: <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>El diagrama muestra una marmita a vapor con un cuerpo principal que tiene un diámetro de 1 400 mm y una longitud total de 1 480 mm. El cuerpo tiene una forma similar a un cuenco con un borde superior plano y una base curva que se estrecha hacia abajo. Está sostenida por tres patas verticales. Una línea horizontal superior indica el diámetro de 1 400 mm, y una línea vertical a la izquierda indica la longitud de 1 480 mm.</p> </div>	

HOJA DE ESPECIFICACIÓN No. 11	
Nombre del equipo: Empacadora vertical para gránulos	
Fabricante: PIDCO	Material de construcción: Acero inoxidable AISI 304
	No. requerido: 1
	Fecha: 28 de septiembre 2015
Función: Empaque de productos solidos	
Operación: Continuo	
Dimensiones: Longitud total : 3 370 mm Ancho: 670 mm Altura total: 1580 mm Largo bolsa: 80 - 150 mm Ancho bolsa: 30-180 mm Alto producto: 25 - 70 mm Velocidad: 50 - 220 bolsas por minuto Potencia: 1700 W Peso neto: 350 kg	
Modalidad de operación: El producto se deposita en la tolva donde se adopta un control de llenado volumétrico ajustable, posteriormente las fundas son selladas.	
Esquema del Equipo:	

HOJA DE ESPECIFICACIÓN No. 12	
Nombre del equipo: Secador de doble tambor	
Fabricante: ANDRITZ	Material de construcción: Acero inoxidable AISI 304
	No. requerido: 1
	Fecha: 28 de septiembre 2015
Función: Secado	
Operación: Continua	
Dimensiones: Área de superficie de secado: 3,1 m ² Diámetro del tambor: 500 mm Longitud del tambor: 1 000 mm Longitud total (L): 2,3 m Ancho total (W): 1,9 m Altura total (H): 1,7 m	
Modalidad de operación: Equipo utilizado para deshidratar suspensiones o líquidos. Se distribuye uniformemente el producto sobre la superficie del tambor por el cual circula vapor saturado. El material se seca por el calor transferido a través del espesor del metal del medio de calentamiento dentro del tambor.	
Esquema del Equipo:	
 <p>The diagram illustrates the equipment from two perspectives. The left view is a front elevation showing two horizontal drums mounted on a central support structure. Dimension 'W' indicates the total width of the machine. The right view is a side elevation showing the length of the drums and the height of the support structure. Dimension 'L' represents the total length, 'H' represents the total height, and 'C' represents the height of the base. The drums are shown with internal components and a motor drive mechanism.</p>	

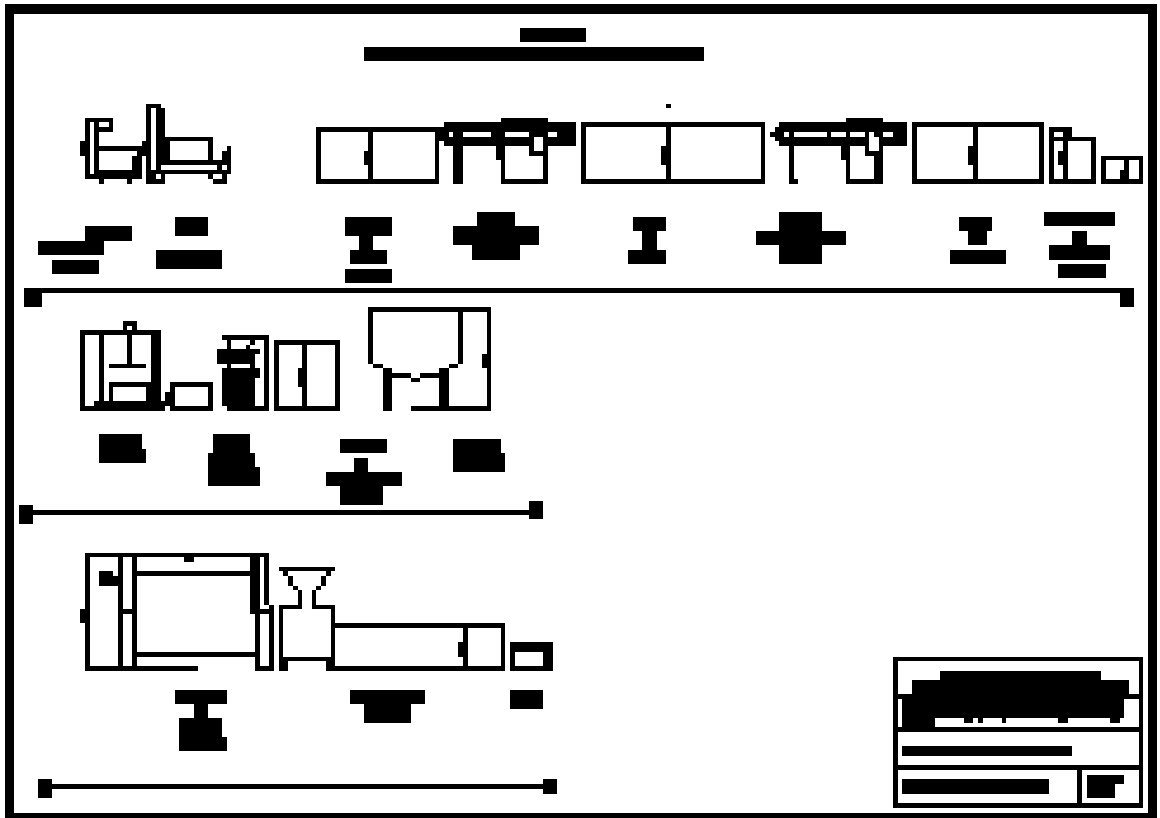
ANEXO VII

DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA LAYOUT



ANEXO VIII

CORTES Y ELEVACIONES DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN



ANEXO IX

AMORTIZACIÓN DEL CRÉDITO

En la Tabla AIX.1 se presenta la amortización del crédito de 156 053,78 USD para un periodo de 10 años con una tasa de interés de 11,80 %. Los pagos serán de 27 393,32 USD durante todo el periodo.

Tabla AIX. 1 Amortización del crédito

Periodo	Interés	Pago	Aporte del capital	Saldo
1	18 414,35	27 393,32	8 978,97	147 074,81
2	17 354,83	27 393,32	10 038,49	137 036,32
3	16 170,29	27 393,32	11 223,03	125 813,29
4	14 845,97	27 393,32	12 547,35	113 265,94
5	13 365,38	27 393,32	14 027,94	99 238,00
6	11 710,08	27 393,32	15 683,23	83 554,77
7	9 859,46	27 393,32	17 533,86	66 020,91
8	7 790,47	27 393,32	19 602,85	46 418,06
9	5 477,33	27 393,32	21 915,99	24 502,07
10	2 891,24	27 393,32	24 502,07	\$0,00

ANEXO X

CAPITAL DE TRABAJO

En la Tabla AX.1 se presenta los salarios de la mano de obra directa, indirecta, el personal administrativo y de ventas. Se detalla los beneficios adicionales anuales que recibe cada trabajador.

La mano de obra directa consta de 6 operarios los mismos que reciben un salario mensual de 354 USD cada uno.

Tabla AX. 1 Salarios de la mano de obra directa, mano de obra indirecta, personal administrativo y de ventas

Descripción	Cargo	Salario mensual (USD)	Aporte IESS (USD)	Fondo de reserva (USD)	13° (USD)	14° (USD)	Total anual por trabajador (USD)
Mano de obra directa	Operarios	354,00	39,47	29,50	393,47	354,00	23 291,93
TOTAL							23 291,93

En la Tabla AX.2 se presenta el costo de mantenimiento y seguro de los equipos, construcción e instalaciones, vehículo, muebles, enseres y equipos de oficina.

Tabla AX. 2 Costo de mantenimiento y seguro

Descripción	Valor Mantenimiento (USD)	Valor Seguro (USD)
Construcción e instalaciones	590,74	354,44
Maquinaria y equipo	11 868,58	3 560,57
Vehículo	2 600	2 340

En la Tabla AX.3 se presenta el desglose de los materiales directos e indirectos utilizados en la producción de la base deshidratada de palmito. El principal material directo son los tallos de palmito que serán obtenidos a un costo de 0,35 USD.

Tabla AX. 3 Costo de materiales directos e indirectos

Descripción	Costo unitario (USD/ u)	Unidades por año (u)	Costo anual (USD)
Tallos de palmito	\$ 0,35	480 000	\$ 168 000,00
Funda multicapa PA/ PEBD	\$ 0,04	119 224,32	\$ 5 126,65
Funda multicapa PET/BOPP/PEBD	\$ 0,09	29 806,08	\$ 2 712,35
Cajas de cartón (15x20x5 cm)	\$ 0,53	149 030,4	\$ 78 539,02
TOTAL			\$ 86 378,02

ANEXO XI

DEPRECIACIÓN

Tabla AXI. 1 Depreciación de activos fijos operativos y activos fijos de administración y ventas

Descripción	Depreciación									
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Activos Fijos Operativos										
Construcción e instalaciones	525,10	525,10	525,10	525,10	525,10	525,10	525,10	525,10	525,10	525,10
Maquinaria y equipo	12 788,98	12 788,98	12 788,98	12 788,98	12 788,98	12 892,98	12 788,98	13 303,27	12 788,98	12 788,98
Vehículo	5 200,00	5 200,00	5 200,00	5 200,00	5 200,00	5 200,00	5 200,00	5 200,00	5 200,00	5 200,00
TOTAL	18 514,08	18 514,08	18 514,08	18 514,08	18 514,08	18 618,08	18 514,08	19 028,37	18 514,08	18 514,08