



# UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

---

“Utilización de residuo fibroso seco obtenido de la cáscara de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes H.B.K*); en la elaboración de barras alimenticias energéticas, (BAE), en la industria Agrícola Exportadora C.A INAEXPO”

---

Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

**Autora:** Angélica María Bayas Aguilar

**Tutor:** Ing. Héctor Aníbal Saltos Saltos

AMBATO – ECUADOR

2010

## APROBACIÓN DEL TUTOR DE TESIS

Ing. Héctor Aníbal Saltos

Siendo el Tutor del Trabajo de Investigación realizado bajo el tema: “Utilización de residuo fibroso seco obtenido de la cáscara de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K); en la elaboración de barras alimenticias energéticas, (BAE), en la industria Agrícola Exportadora C.A - INAEXPO”, por la egresada Angélica María Bayas Aguilar; tengo a bien afirmar que el estudio es idóneo y reúne los requisitos de una tesis de grado de ingeniería en alimentos; y la graduando posee los méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Jurado Examinador que sea designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Ambato, Septiembre de 2010



.....  
Ing. Héctor Aníbal Saltos S.

TUTOR

## AUTORÍA DE LA TESIS

Los criterios emitidos en el trabajo de investigación denominado: “Utilización de residuo fibroso seco obtenido de la cáscara de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K); en la elaboración de barras alimenticias energéticas, (BAE), en la Industria Agrícola Exportadora C.A - INAEXPO”, así como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y recomendaciones, corresponden exclusivamente a Angélica María Bayas Aguilar; e, Ing. Héctor Aníbal Saltos, Tutor del Proyecto de Investigación.



.....  
Angélica Bayas

**AUTORA**



.....  
Ing.Héctor Aníbal Saltos S.

**TUTOR PROYECTO**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Trabajo de Graduación de acuerdo a las disposiciones emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Septiembre de 2010

Para constancia firman:

.....  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

.....  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Técnica de Ambato y por su intermedio a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, a la Unidad Operativa de Investigación de Tecnología en alimentos por las facilidades brindadas a la presente investigación.

A los ingenieros Aníbal Saltos, Mario Álvarez y Giovanni Freire, por el apoyo incondicional de guiarme e instruirme en la realización de esta tesis.

A todos los profesionales de la Facultad que de una u otra manera han contribuido para la realización del presente trabajo de investigación.

**Angélica M. Bayas Aguilar**

## DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y gozar de salud por permitirme alcanzar uno de mis sueños. Gracias por la fortaleza y voluntad que me diste para terminar esta carrera.

A mi madre Nancy, por su

amor, comprensión y paciencia que me ha tenido, porque ha dedicado parte de su vida en brindarme la mejor herencia, una carrera profesional. Hoy puedo decirles que he alcanzado una de mis metas y he hecho realidad uno de sus sueños. Gracias por su apoyo incondicional en cada uno de mis días para ser gran persona de buenos principios y valores.

A mi padre Alberto y tío Oscar, por sus consejos y por el ejemplo tan grande que me dan a través de sus esfuerzos y logros.

A mis hermanas Mirella y María, por el apoyo y cariño que he recibido en todo momento, por ayudarme a no desmayar en tiempos difíciles, ser perseverantes en lograr nuestros objetivos y metas.

Abuelita, Carmen y tío Miltón, a quienes han estado en cada una de las etapas de mi vida, por preocuparse siempre por mí. Por sus consejos, cariño y apoyo incondicional.

A Leonardo por apoyarme a lo largo de mi carrera, estar a mi lado en tiempos buenos y malos dándome ánimos, alegrías, fuerza y aliento para seguir siempre adelante.

A mis grandes amigos de la universidad, a Denise, Galo, Marco y Guido por permitir ser su amiga, demostrando una amistad verdadera, por compartir aventuras y alegrías a lo largo de la carrera en la facultad.

***Con cariño Angélica***

# ÍNDICE GENERAL

## PÁGINAS PRELIMINARES

APROBACIÓN DEL TUTOR DE TESIS.....	II
AUTORÍA DE LA TESIS.....	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VII
LISTA DE ABREVIATURAS.....	XV
RESUMEN.....	XVI

## CAPÍTULO I

EL PROBLEMA.....	1
1.1 TEMA.....	3
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN.....	3
1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO.....	7
1.2.3 PROGNOSIS.....	10
1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	10
1.2.5 INTERROGANTES.....	11
1.2.6 DELIMITACIÓN.....	11
Delimitación espacial.....	11
Delimitación Temporal.....	12
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	12
1.4 OBJETIVOS.....	13
GENERAL.....	13
ESPECÍFICOS.....	13

## CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO.....	15
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	15
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	17
2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA –CIENTÍFICA.....	18
2.4 CATEGORIAS FUNDAMENTALES.....	19
2.4.1 APROVECHAMIENTO DE DESECHOS AGROINDUSTRIALES.....	19
2.4.2 DEFINICIÓN DE FIBRA DIETÉTICA.....	21
2.4.3 CLASIFICACIÓN FIBRA DIETETICA.....	21
2.4.4 COMPONENTES DE LA FIBRA DIETÉTICA INSOLUBLE (FDI).....	22
2.4.5 COMPONENTES DE LA FIBRA DIETÉTICA SOLUBLE (FDS).....	24
2.4.6 EFECTOS TERAPÉUTICOS DERIVADOS DEL CONSUMO DE FIBRA DIETÉTICA.....	24
2.4.7 ALIMENTOS ENRIQUECIDOS CON FIBRA.....	25
2.4.8 SNACKS.....	26
2.4.9 BARRAS DE CEREALES.....	27
2.4.10 INGREDIENTES BASE DE LAS BARRAS ALIMENTICIAS ENERGÉTICAS .....	28
2.4.11 VALOR Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LAS BARRRAS ALIMENTICIAS.....	33
2.4.12 EVALUACION SENSORIAL.....	34
2.4.13 CAMBIOS INDESEABLES: OXIDACIÓN Y RANCIDEZ.....	35
2.4.14 Antioxidantes.....	41
2.4.15 Hidroxibutiltolueno.....	44
2.4.16 Vida útil del producto.....	47
2.4.17 Fundamentación Legal.....	49
2.5 HIPÓTESIS.....	49
2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	50
2.6.1 Independientes:.....	50
2.6.2 Dependiente: Características Organolépticas:.....	50



## **CAPÍTULO III**

METODOLOGÍA.....	51
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	51
3.2 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	51
3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	52
3.3.1 Soporte de Bibliografía .....	53
3.3.2 Ensayos Preliminares .....	53
3.3.3 Intervención empresarial.....	53
3.3.4 Descriptiva .....	54
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	54
3.4.1 Diseño Experimental.....	54
3.4.2 Población y Muestra .....	54
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	55
3.5.1 Variable Independiente: Sustitución del salvado de palmito (material fibroso) con diferentes niveles; 4%,7%, 8%.....	55
3.5.2 Variable Dependiente: Aceptabilidad.....	56
3.6 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DEL MATERIAL FIBROSO FERMENTADO.....	56
3.7 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE BARRAS ALIMENTICIAS ENERGÉTICAS, (BAE).....	59
3.8 MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	61

## **CAPÍTULO IV**

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	63
4.1 FIBRA DE PALMITO EN POLVO .....	63
4.2 TAMAÑO DE LA PARTÍCULA .....	66
4.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO.....	67
4.3.1 Análisis de la barra energética con base en salvado de palmito de granulometría 180 $\mu\text{m}$ .....	68
a) Color .....	68

b)	Olor.....	71
c)	Sabor.....	73
d)	Textura.....	73
4.3.2	Análisis de la barra energética con base en salvado de palmito de granulometría 250 $\mu\text{m}$ .....	76
a)	Color.....	76
b)	Olor.....	77
c)	Sabor.....	78
d)	Textura.....	79
4.3.3	Optimización de múltiples respuestas para la barra energética con salvado de palmito con granulometría 250 $\mu\text{m}$ .....	81
4.4	PERFIL SENSORIAL DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS.....	83
4.5	Análisis fisicoquímico de las barras alimenticias energéticas.....	85
4.6	Análisis microbiológicos de las barras alimenticias energéticas.....	89
4.7	Balance del proceso.....	90
4.8	Estimación de costo.....	90
4.8.1	Costo del salvado de palmito.....	90
4.8.2	Costo de las barras alimenticias energéticas con salvado de palmito 180 y 250 $\mu\text{m}$ .....	91
4.8.3	Estudio de la vida útil del producto.....	92

## **CAPÍTULO V**

	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	97
5.1	CONCLUSIONES.....	97
5.2	RECOMENDACIONES.....	98

## **CAPÍTULO VI**

	PROPUESTA.....	100
5.3	Datos informativos.....	100
5.4	Antecedentes de la propuesta.....	100
5.5	Justificación.....	101
5.6	Objetivos.....	102

Objetivo General .....	102
Objetivos Específicos .....	102
5.7 Análisis de factibilidad.....	102
5.8 Fundamentación .....	103
5.9 Proceso de producción de salvado de palmito .....	104
5.10 Descripción del proceso de elaboración de barras alimenticias energéticas, (BAE) .....	106
5.11 Metodología. Modelo operativo.....	107
5.12 Administración .....	108
5.13 Previsión de la evaluación .....	110

## **CAPÍTULO VII**

BIBLIOGRAFÍA .....	111
--------------------	-----

## **ANEXOS**

ANEXO A : Hojas de Catación .....	117
ANEXO B: Datos Experimentales.....	120
ANEXO C: Analisis Físico-Químico.....	124
ANEXO D: Estimación de Costo de Producción.....	127
ANEXO E: Diagramas de Flujos.....	134
ANEXO F: Programa de Produccion de la Industria Agricola Exportadoras Inaexpo C.A.....	142
ANEXO G: Fotografias .....	144

## **APÉNDICES**

MÉTODOS DE ENSAYOS .....	159
Apéndice No.01 .....	160
DETERMINACION DE HUMEDAD .....	160
Apéndice No.02.....	162
DETERMINACION DE CENIZAS.....	162

Apéndice No.03.....	164
DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA .....	164
Apéndice No.4.....	168
DETERMINACIÓN DE GRASA.....	168
Apéndice No.05.....	172
DETERMINACIÓN DE FIBRA DIETÉTICA INSOLUBLE .....	172
DETERMINACIÓN DE FIBRA DIETÉTICA SOLUBLE.....	173
Apéndice No.6.....	175
ANÁLISIS DE ÍNDICE DE PERÓXIDOS.....	175

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Mezclas de proporciones de componentes.....	52
Tabla 2. Análisis proximal de residuo de palmito .....	63
Tabla 3. Análisis proximal de residuo del palmito fermentado.....	64
Tabla 4. Comparación del material fibroso de la cáscara de palmito .....	65
Tabla 5. Distribución de partícula (%) de la fibra de palmito fermentado .....	66
Tabla 6. Modelos estimados para color. Granulometría180 $\mu\text{m}$ .....	68
Tabla 7. Anova para color .....	69
Tabla 8. Resultados de ajuste de modelo cuadrático para color.....	70
Tabla 9. Respuesta Optimizada. Valor óptimo = 81,5 .....	70
Tabla 10. Modelos estimados para olor. Granulometría180 $\mu\text{m}$ .....	71
Tabla 11. ANOVA para olor.....	71
Tabla 12. Cuadrático resultados de ajuste de modelo para olor .....	72
Tabla 13. Respuesta Optimizada. Valor óptimo = 73,5 .....	72
Tabla 14. Modelos estimados para sabor. Granulometría180 $\mu\text{m}$ .....	73
Tabla 15. Modelos estimados para textura. Granulometría 180 $\mu\text{m}$ .....	74
Tabla 16. ANOVA para textura.....	74
Tabla 17. Respuesta Optimizada. Valor óptimo = 65,9844 .....	75
Tabla 18. Visualización de resultados maximizados en 20 corridas para los cuatros atributos sensoriales: color, olor, sabor y textura.....	76
Tabla 19. Modelos estimados para color. Granulometría 250 $\mu\text{m}$ .....	77

Tabla 20. Modelos estimados para olor. Granulometría 250µm.....	78
Tabla 21. Modelos estimados para sabor. Granulometría 250 µm.....	78
Tabla 22. Modelos estimados para textura. Granulometría 250 µm.....	79
Tabla 23. ANOVA para textura.....	79
Tabla 24. Cuadrático resultados de ajuste de modelo para textura .....	80
Tabla 25. Respuesta Optimizada. Valor óptimo = 95,8695 .....	80
Tabla 26. Visualización de resultados maximizados en 20 corridas para los cuatro atributos sensoriales: color, olor, sabor y textura .....	82
Tabla 27. Resultados optimizados, con granulometría del salvado de palmito 180 µm.....	82
Tabla 28. Resultados optimizados, con granulometría de salvado de palmito 250 µm.....	83
Tabla 29. Promedios de evaluaciones sensoriales realizadas en: color, olor, sabor, friabilidad, crocancia y textura, de las barras energéticas en base a salvado de palmito, escala 0a 5.....	84
Tabla 30. Composición nutricional (g/100g) de barras energéticas alimenticias con salvado de palmito ( <i>Bactris gasipaes H.B.K</i> ) .....	86
Tabla 31. Humedad en las barras alimenticia energética con salvado de palmito granulometrías 180 µm y 250 µm almacenadas en estufa a 37°C .....	88
Tabla 32. Análisis microbiológicos de las barras alimenticias energéticas (BAE), con granulometría de salvado de palmito 180 µm y 250µm inmediatamente después de ser elaborados y luego de 30 días almacenadas .....	89
Tabla 33. Índice de Peróxidos en las barras almacenadas (meq/kg de aceite)....	92
Tabla 34 Logaritmo vulgar del porcentaje Índice de Peróxidos en las barras almacenadas (meq/kg de aceite).....	93
Tabla 35. Modelo Operativo (Plan de acción) .....	108
Tabla 36. Administración de la propuesta .....	109
Tabla 37. Previsión de la Evaluación .....	110

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición nutricional del palmito .....	2
Cuadro 2. Principales países exportadores de palmito 2004 .....	4
Cuadro 3. Evoluciones de las exportaciones de palmito en el Ecuador .....	6
Cuadro 4. Operación de variables independientes.....	55
Cuadro 5.Operacionalización de variables dependientes .....	56
Cuadro 6. Composición centesimal y Valor Energéticos (VE) de Barras de Cereales Comerciales (BCC).....	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del palmito pejibaye ( <i>Bactris gasipaes H.B.K</i> ), y detalle de la porción comestible del palmito con las partes utilizadas.....	1
Figura 2. Cosecha palmito.....	6
Figura 3. Resultados del modelo de negocio del palmito .....	7
Figura 4. Visualización de relleno orgánico.....	12
Figura 5.Curva de velocidad de desarrollo de peróxidos en una grasa vegetal ...	40
Figura 6. Determinación de los defectos de los radicales libres.....	401
Figura 7. Estructura química del Hidroxibutiltolueno, BHT .....	45
Figura 8. Evaluación de los procesos de los productos de degradación en función del tiempo .....	46
Figura 9. Superficie de respuesta estimada, color .....	70
Figura 10. Superficie de respuesta estimada, olor .....	73
Figura 11. Superficie de respuesta estimada, textura .....	75
Figura 12. Superficie de respuesta estimada, textura .....	81
Figura 13. Perfiles de dos tipos de Barras Alimenticias Energéticas.....	83
Figura 14. Logaritmo vulgar de porcentaje de índice de peróxidos [miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de muestra] vs tiempo de almacenamientos [Días], de las barras alimenticias energéticas con granulometría de salvado de palmito 180 $\mu\text{m}$ .....	94
Figura 15Logaritmo vulgar de porcentaje de índice de peróxidos [miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de muestra] vs tiempo de almacenamientos [Días], de las barras alimenticias energéticas con granulometría 250 $\mu\text{m}$ . 94	

## LISTA DE ABREVIATURAS

°C	Grados Centígrados
FD	Fibra Dietética
FDI	Fibra Dietética Insoluble
FDS	Fibra Dietética Soluble
FDT	Fibra Dietética Total
RF	Residuo Fibroso
H	Humedad
h	horas
N	Normalidad
M	Molaridad
Ton	Toneladas
g	gramos
µm	Micrómetros
mg	Miligramos
ml	Mililitros
min	Minutos
p	Probabilidad
UFC/g	Unidades Formadoras de Colonias por gramos
Mz	Mezclas
UTA	Universidad Técnica de Ambato
FCIAL	Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos
BAE	Barras Energéticas Alimenticias
BCC	Barras Cereales Comerciales

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad la utilización de los residuos fibrosos secos obtenido de la cáscara de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes H.B.K*); en la elaboración de barras alimenticias energéticas, (BAE). Para el efecto, se aplicó un diseño de mezclas para identificar la mejor mezcla y elaborar el mejor tratamiento experimental.

El objetivo del estudio fue sustituir parcialmente el salvado de trigo por el material fibroso de la cáscara de palmito, aplicando la tecnología de cultivo *Pleutotus ostreatus* como ablandador de tal material fibroso. Se evaluaron las características fisicoquímicas y funcionales de los residuos fibrosos de la cáscara de palmito (*Bactris gasipaes H.B.K*) provenientes de la industria agrícola exportadora INAEXPO C.A; localizada en la ciudad de Santo Domingo, de los Tsáchilas, obtenidos como desecho del proceso de industrialización en conservas de dicho vegetal.

Los residuos fibrosos procesados de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes H.B.K*), contiene la siguiente composición: un alto contenido de fibra dietética total 75,78%, proteína 7,82%, lípidos totales 3,18%, carbohidratos 3,63%, ceniza 2,65 %, una humedad baja 6,94%. Además contiene la siguiente carga microbiana: Coliformestotales700 (UFC/g); *Echericha coli* <10 (UFC/g); Mohos y Levaduras <10 (UFC/g); es un producto alternativo e inocuo. El experimento se trabajó con dos granulometrías diferentes: 180  $\mu\text{m}$  y 250  $\mu\text{m}$ , de tales residuos.

En las mezclas experimentales se incorporó entre 5-6% de residuo fibroso, de acuerdo a las granulometrías 180 $\mu\text{m}$  y 250 $\mu\text{m}$ . En las barras energéticas, procesadas se evaluaron varias características sensoriales a saber: color, olor, sabor y textura mediante catas en las que participaron jueces consumidores. Para ello se aplicó una escala hedónica de cinco puntos, encontrándose las mejores mezclas óptimas para las dos granulometrías.



Los ensayos con las dos granulometrías de salvado de palmito, arrojaron dos mezclas optimas (0,51 Mz Aditivos; 0,05 Salvado de palmito; 0,31 Mz Avena maní, 0,13 Mz Coco Nueces) con granulometría de salvado de palmito 180µm; y (0,51 Mz Aditivos; 0,06 Salvado de palmito; 0,30 Mz Avena maní, 0,13 Mz Coco Nueces) con granulometría de salvado de palmito 250µm. Estas mezclas engloban la preferencia de los puntajes promedios de cuatros atributos sensoriales evaluados como son color, olor, sabor y textura.

Los mejores tratamientos presentan característica particulares de alto contenido en fibra total; alrededor de 9,36-14,04%, carbohidratos 53,71-52,48%, lípidos totales 24,2-22,1%, proteína 5,21-8,40%; humedad 3,47-1,86% y ceniza 1,05-1,12%. Además, los dos tratamientos están dentro de los parámetros normales de aporte calórico, es decir 465,48 y 442,42 Kcal/100g, para cereales en barra.El costo unitario del producto final, con base en la elaboración de 18 barras de 15 g, es de 0,39 USD por unidad.

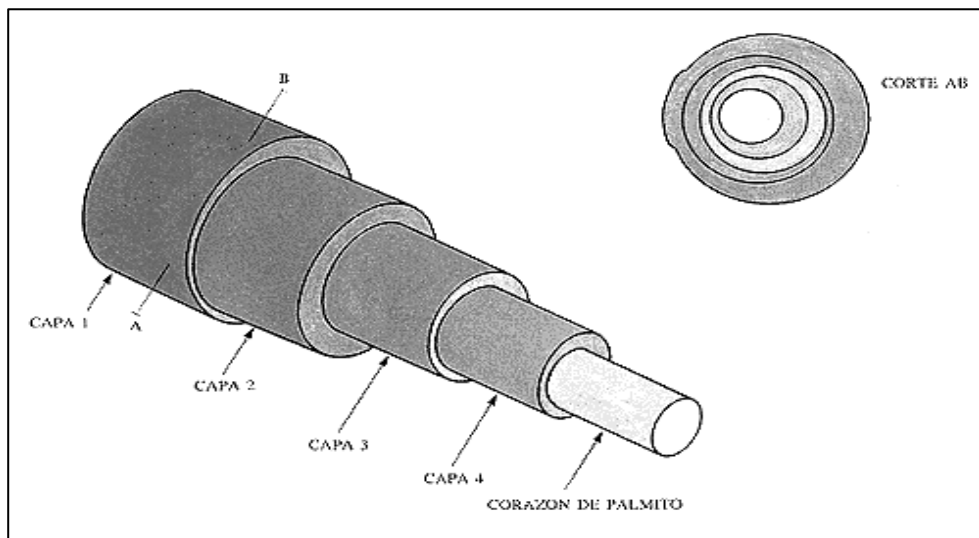
# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

La demanda de palmito a nivel mundial, es muy alta por considerarse un alimento especial que se consume principalmente en segmentos de mercado gourmet. En Ecuador ha crecido de manera moderada pero constante durante los últimos años, por lo que el sector privado está incursionando exitosamente en la siembra, cosecha y procesamiento de productos de palmito. Dado que el fruto de palmito posee una fracción no comestible alta, los desechos industriales, particularmente la cáscara son causantes de problemas ambientales y de contaminación que requieren ser atendidos adecuadamente.

La morfología del palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes H.B.K*); se muestra en la figura 1. La parte central, llamada “palmito industrial” es la que se comercializa y es de color marfil.

**Figura 1.** Esquema del palmito pejibaye (*Bactris gasipaes H.B.K*), y detalle de la porción comestible del palmito con las partes utilizadas



En cuanto a su composición química, que se muestra en la cuadro 1, puede observar que posee 91,70% de humedad y adicionalmente fibra y minerales importantes:

**Cuadro 1. Composición nutricional del palmito**

<b>Componentes</b>	<b>Contenido de 100 g de parte comestible</b>	<b>Valores diarios recomendados (basados en una dieta de 2000 calorías)</b>
Calorías	27,50	300 g
Carbohidratos	2,60 g	
Ceniza	1,0 g	25 g
Fibra	0,70 g	66 g
Grasas (extracto etéreo)	0,60 g	
Humedad	91,70 g	
Proteína	4,10 g	60 mg
Acido ascórbico	13,99 mg	162 mg
Calcio	81,0 mg	5 000 IU
Caroteno	0,12 mg	125 mg
Fosforo	109,0 mg	18 mg
Hierro	1,50 mg	20 mg
Niacina	0,79 mg	1,7 mg
Riboflavina	0,12 mg	
Tiamina	0,04 mg	

Fuente: CORPEI, 2004

Al consumir un alimento de origen vegetal no sólo aprovechamos su contenido, para cubrir gran parte de nuestros requerimientos alimenticios, mediante el aporte de proteínas, grasas e hidratos de carbono; sino que ingerimos su citoesqueleto, es decir, donde se encuentra la fibra vegetal o dietética. Este material fibroso contribuye a mejorar el metabolismo del aparato digestivo y por tanto puede considerarse como una buena alternativa de industrialización a fin de alcanzar mejor eficiencia en el uso del palmito.

Por ejemplo, podría usarse en su forma granular adicionándolo a otras harinas de cereales como trigo, cebada, maíz, quinua, etc. para mejorar el contenido de fibra de origen vegetal, así como puede ser utilizado para la elaboración de barras alimenticias energéticas.

## **1.1 TEMA**

“Utilización de residuo fibroso seco obtenido de la cáscara de palmito de pejobaye (*Bactris gasipaes* H.B.K); en la elaboración de barras alimenticias energéticas, (BAE); en la industria agrícola exportadora C.A - INAEXPO”

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN**

#### **Macro**

El palmito es una palma originaria de América que por varios siglos fue cultivada por pobladores de Centro y Sur de América. Las áreas probables de origen son algunas zonas de Perú, Colombia, Bolivia y Panamá.

Aunque Brasil fue el mayor exportador de palmito en conserva del mundo, su participación en el mercado internacional ha disminuido paulatinamente, debido a que suele presentar una calidad irregular y baja debido a problemas de cosecha, recolección y transporte. Actualmente el Ecuador constituye el principal proveedor de palmito, concentrando cerca del 45% de las exportaciones, en el 2004 alcanzó los 33'071.000 dólares, seguido por Costa Rica con el 27% con 20'046.000 dólares y Brasil con el 10% correspondientes a 7'602.000 dólares.

Les siguen Bolivia (4'713.000), Guyana (3'165.000), Perú (2.136.000) e Italia (888.000). En el cuadro 2 se detalla el orden de exportaciones de países a nivel mundial.

**Cuadro 2. Principales países exportadores de palmito 2004**

<b>Exportaciones</b>	<b>Total exportado en miles de US \$</b>	<b>Participación mundial</b>
Estimación Mundial	73456	100
Ecuador	33071	45
Costa Rica	20046	27
Brasil	7602	10
Bolivia	4713	6
Guyana	3165	4
Perú	2136	3
Italia	888	1
Tailandia	401	1
Guatemala	309	0
España	183	0
Francia	149	0
Bélgica	139	0
Filipinas	128	0
Estados Unidos de América	81	0
Venezuela	69	0
Paraguay	55	0
Finlandia	43	0
Colombia	39	0
Chile	38	0
Singapur	38	0
Sudáfrica	28	0
India	25	0
Reino Unido	23	0
Guinea Ecuatorial	21	0
Panamá	13	0
Côte d'Ivoire (Costa de Marfil)	12	0
Ghana	11	0
Emiratos Árabes Unidos	10	0

**Fuente:** CICO - CORPEI, 2004

El producto proviene de la explotación tradicional de palmeras de diferentes variedades del género *Euterpe*, en estado silvestre. No obstante, el palmito recolectado de palmas silvestres presenta varios problemas de industrialización, entre las que se destaca el oscurecimiento que se produce al cortarlo, causando dificultades en el procesamiento.

Además algunas especies silvestres son de tallo único, razón por la cual solo se obtiene un palmito de cada planta, la misma que fue eliminada, lo que amenaza con la extinción de estos grupos.

Ortiz y colaboradores, (1984). Por lo anterior y con miras al establecimiento de plantaciones comerciales, se han reconocido diferentes especies dentro de las cuales el pejibaye es una de los más prometedores ya que al producir varios estípites se puede obtener el palmito de uno o varios de estos, sin tener que eliminar toda la planta. [32]

De la Asunción, (1992). Los palmitos obtenidos de la planta de pejibaye constituyen un sustituto adecuado de las especies silvestres, ofreciendo ventajas como las de requerir un proceso más sencillo, ofrecer un alto potencial agronómico, ser más suave y apetitosos, y tener un aroma especial y característico. [9]

## **Meso**

Ecuador ha iniciado exitosamente la explotación de la especie con sus primeros cultivos organizados a partir de 1988. Los mismos sirven para la obtención del palmito y representan una alternativa de desarrollo de un producto no tradicional con características especiales. Además representan una buena opción de cultivo alternativo para el trópico húmedo, lo que permitirá diversificar el monocultivo de palma y de banano.

Adicionalmente por la naturaleza del producto, consolidará la agroindustria conservera nacional al ofrecer productos enlatados de exportación, durante todo el año. En la cuadro 3, se muestra la evolución de las exportaciones durante los últimos 6 años, demostrando que el Ecuador ha aumentado sus exportaciones considerablemente.

**Cuadro 3. Evoluciones de las exportaciones de palmito en el Ecuador**

Periodo	Valoración (Miles USD)	Toneladas
2000	24, 168.49	14,760.61
2001	27,978.59	16,900.59
2002	22,266.77	13,461.77
2003	28,066.01	17,738.25
2004	32,927.54	19,390.57
2005	39,335.19	21,181.79

Fuente. CICO -CORPEI, 2004

### Micro

A las industrias procesadoras de palmito se las ha clasificado en el grupo de los vegetales frescos y procesados; ([www.corpei.gov.ec](http://www.corpei.gov.ec)). El aprovechamiento del tallo viene repartido así: Palmito aprovechable 50%; Alimento Animal 16%, y Desecho 34%.

Este producto originario del bosque tropical húmedo americano, se saca del corte central de un árbol de palma como se observa en la figura 2, el palmito es rico en fibra, sin grasa ni colesterol; ideal con la tendencia mundial de salud, además es producto exótico, atractivo para segmentos Gourmet. El consumo local es muy reducido, y alcanza un volumen de apenas 1% de la producción total. El resto se exporta, lo cual involucra normas estrictas en el proceso de industrialización generándose un elevado porcentaje de desechos.

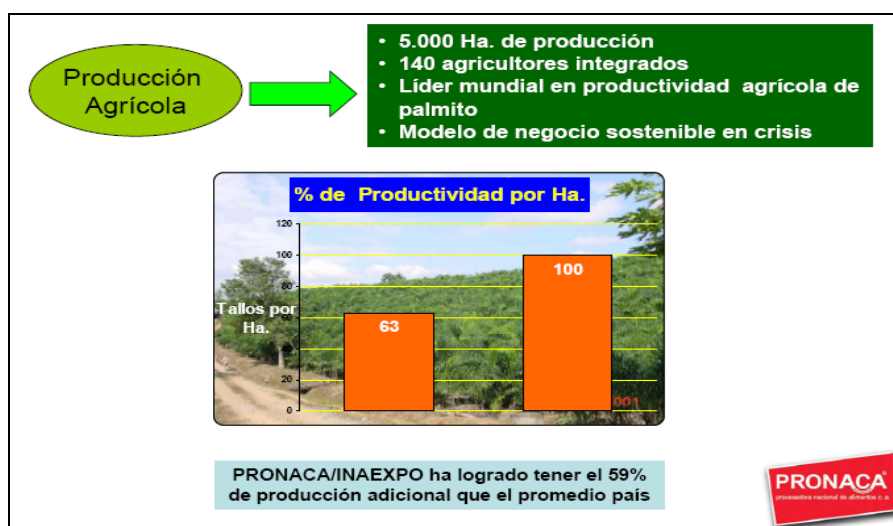
**Figura 2. Cosecha palmito**



Fuente. Industria Exportadora Agrícola INAEXPO C.A

La industria agrícola exportadora INAEXPO C.A, cuenta con cadenas productivas de palmito, ya que esta empresa tiene presencia comercial en 25 países, ubicados en norte América, Europa y Sudamérica. Posee 5 000 Ha de producción, con 140 agricultores integrados, cuya productividad agrícola de palmito es muy alta. Por ello ha logrado tener alrededor del 59% de producción adicional que el promedio de países exportadores, lo cual puede observarse en la figura 3. Además su programa de producción semanal es rotativo como se puede observar en el anexo F en las tablas F1 yF2.

**Figura 3. Resultados del modelo de negocio del palmito**



Fuente:<http://65.111.172.158/upload/pdfs/PRONACAJuanRibadeneira.pdf>

## 1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO

El palmito luego de ser industrializado, genera gran cantidad de cáscara, que se desecha. Por tanto, es evidente la necesidad de implementar una tecnología, para aprovechar estos residuos.

Según Badui, (1984), el mayor constituyente de la fibra dietética en los alimentos son las paredes celulares de los vegetales, frutas y cereales. Cada fuente de fibra tiene contenido diferente y características especiales. Es por



ello que la funcionalidad de un componente o ingrediente puede definirse como cualquier propiedad fisicoquímica de los polímeros que afecta y modifica algunas de las características de un alimento y que contribuye a la calidad del producto final. [4]

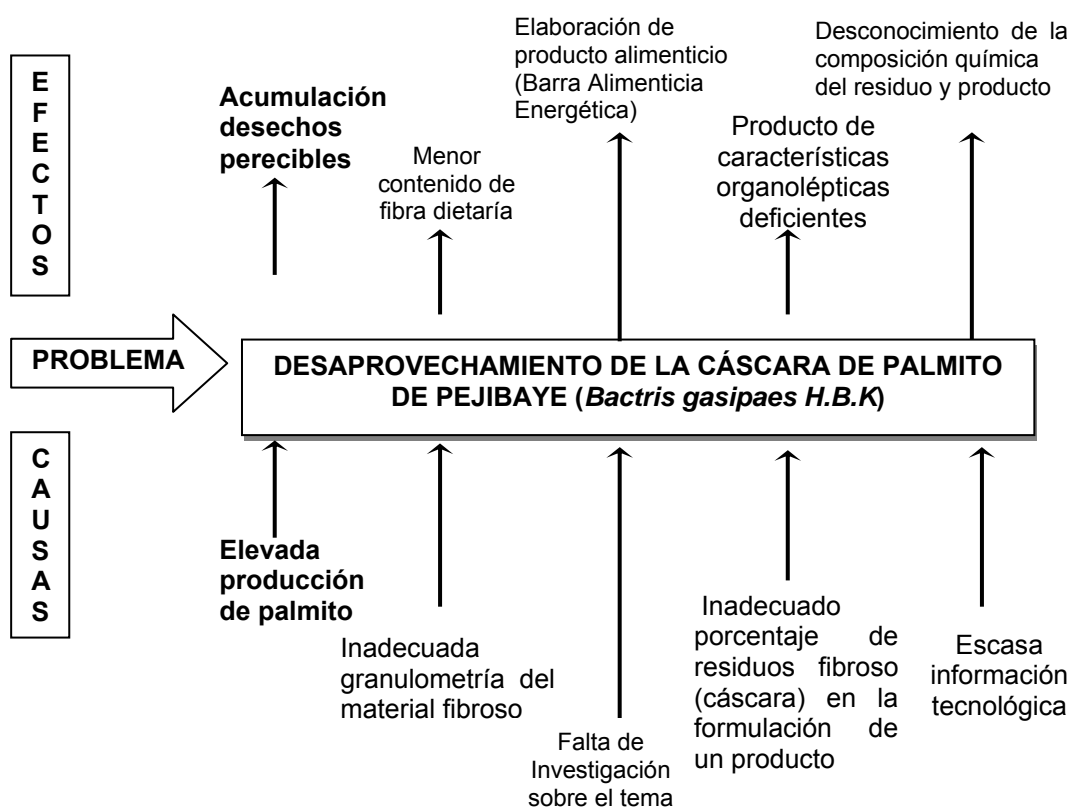
El conocimiento de las propiedades de los residuos fibrosos permite seleccionar la fibra adecuada a las funciones específicas que se requieran en ciertos sistemas alimenticios. Dentro de las características de calidad importantes está el color, pues dependiendo de éste, un residuo fibroso puede adicionarse en alimentos que requieran resaltar su color o enmascararlo.

Grijelmo-Miguel 16 y Martín-Belloso (1999), señalan que la aplicación de la fibra depende del color del producto al cual será añadida, controlándose la cantidad agregada para no afectar las propiedades ópticas, evitándose así el rechazo del producto. [20]

Con base en lo expuesto a través del presente trabajo de investigación, se pretende determinar las condiciones de procesamiento para la obtención de residuos fibrosos (RF) a partir de cáscara de palmito. Se utiliza la tecnología de cultivo del micelio del hongo *Pleurotus ostreatus*, como agente ablandador porque posee una maquinaria enzimática muy compleja que le permite degradar los grandes polímeros (lignina y celulosa) que componen tal desecho, y de mantener el mayor contenido posible de fibra dietética, con excelentes características nutricionales, que luego se emplea en la elaboración de barras alimenticias energéticas.

A través de este estudio se provocarán diversos beneficios económicos al utilizarse residuos ahora desperdiciados. Además contribuirá a disminuir el impacto ambiental negativo que producen las grandes acumulaciones del material vegetativo y también eliminarlos olores desagradables asociados con el proceso de descomposición de la biomasa.

### 1.2.2.1 Árbol del Problema



Elaborado por. Angélica Bayas Aguilar

**Relación:** causa – efecto

**Problema:** Desaprovechamiento de residuos de la cáscara de palmito, en la Industria Agrícola Exportadora C.A- INAEXPO; ubicada en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas Km. 8 ½ vía a Quinindé.

**Causa:** Utilización de residuos fibrosos secos obtenidos al industrializar palmito pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K).

**Efecto:** Elaboración de Barras Alimenticias Energéticas.

### 1.2.3 PROGNOSIS

Como se ha indicado en la sección 1.2.2; la industrialización de palmito, genera gran cantidad de cáscara, que se desecha. Por tanto, es evidente la necesidad de implementar una tecnología, para aprovechar estos residuos, ya que representan el alrededor 50% de desperdicios generados al procesar 728 850 tallos promedios de palmito a la semana en la Industria Agrícola Exportadora INAEXPO C.A.

Según Badui, (1984), el mayor constituyente de la fibra dietética en los alimentos son las paredes celulares de los vegetales, frutas y cereales. El conocimiento de las propiedades de los residuos fibrosos permite seleccionar la fibra adecuada a las funciones específicas que se requieran en ciertos sistemas alimenticios. Dentro de las características de calidad destacada está el color, propiedad muy importante, determina si un residuo fibroso puede o no adicionarse en alimentos que requieran resaltar su color o por el contrario, enmascararlo. [4]

### 1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El presente trabajo de investigación responde a lo siguiente:

¿Cuáles son las condiciones tecnológicas para la utilización del residuo fibroso seco obtenido al industrializar palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes H.B.K*)?; y ¿Cómo se aprovechará mejor la cáscara de palmito en la Industria Agrícola Exportadora C.A INAEXPO, de la ciudad de Santo Domingo, elaborando barras alimenticias energéticas?

### 1.2.5 INTERROGANTES

En consecuencia, son pertinentes las preguntas que a continuación se expresan:

- ✓ ¿Estará la Industria Agrícola Exportadora C.A.-INAEXPO (procesadora de palmito) preparada para respaldar esta investigación, en vez de dejar acumular los desechos de palmito?
- ✓ ¿Qué tiempo se demorará en poner en marcha la propuesta derivada de esta investigación, esto es la manufactura de barras alimenticias energéticas?
- ✓ ¿Qué métodos de elaboración, almacenamiento, transporte y manejo se pueden aplicar en el ámbito industrial para disminuir pérdidas de procesamiento (desechos de palmito) y mejorar la calidad del producto?
- ✓ ¿De qué manera se beneficiará las dos partes sociedad-industria con esta investigación?
- ✓ ¿Cuánto le costaría este proyecto?

### 1.2.6 DELIMITACIÓN

**Campo:** Alimentos

**Aspecto:** Tecnología de Cereales

**Área:** Investigación Aplicada

**Sub.-área:** Agroindustrial

**Sector:** Cáscara de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K)

**Sub-sector:** Barras Alimenticias Energéticas.

#### **Delimitación espacial**

Esta investigación se va a realizar con los desechos de la cáscara de palmito producidos en la Industria Agrícola Exportadora C.A- INAEXPO; ubicada en la provincia de Santo Domingo, Km. 8 1/2 de la vía a Quinindé.

## **Delimitación Temporal**

Este problema será estudiado en el período comprendido entre Mayo 2009 a Septiembre 2010.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

El presente proyecto responde a la necesidad de cubrir un requisito académico para obtener el Título de Ingeniera en Alimentos. En tal ámbito, esta investigación aplicada se desarrolla con la finalidad de resolver el problema de subutilización de los desechos de palmito de la Industria Agrícola Exportadora C.A - INAEXPO. Tal industria no utiliza los desechos de palmito y genera consecuentemente impacto ambiental negativo importante.

En efecto, el volumen de exportación de la misma representa el 59% de producción mayor que el promedio de países exportadores de este producto, generando dicha empresa una producción promedio de 728850 tallos semanales, lo cual genera alrededor de 60 toneladas diarias de desechos de palmito no aprovechables, los mismos que por el momento están siendo depositados en un relleno orgánico a 200 metros de la Planta de Procesos.

**Figura 4. Visualización de relleno orgánico**



**Fuente.** Industria Agrícola Exportadora INAEXPO C.A

Este trabajo permitirá desarrollar tecnología para procesar barras alimenticias energéticas con un alto contenido de fibra, en base a mezclas en las que

intervienen los desechos de palmito al cual llamaremos salvado de palmito. En consecuencia la importancia del mismo radica en la obtención de material fibroso de la cáscara de palmito, como sustituto del salvado de trigo y su aplicación para elaborar barras alimenticias energéticas. Nótese que la elevada cantidad de desecho, determina que esta materia prima sea de bajo costo.

Las conclusiones del estudio serán presentadas en la UTA, y en la industria, por lo que creemos que es un aporte científico importante para la industrialización de subproductos del palmito. Cabe recalcar que esta investigación, es auténtica, porque no existe información sobre un producto que basa en el suministro de fibra en un desecho de palmito de pejibaye.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **GENERAL**

- ✓ Sustituir parcialmente el salvado de trigo, por material fibroso de la cáscara de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes H.B.K*), en la elaboración de barras alimenticias energéticas.

### **ESPECÍFICOS**

- ✓ Aplicar la tecnología de cultivo de *Pleurotus ostreatus*, en los residuos fibrosos de la cáscara de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes H.B.K*), empleando este tipo de hongo comestible como ablandador del material orgánico fibroso, a fin de obtener mayor contenido de fibra dietética en dichos residuos.
- ✓ Realizar un análisis proximal, fisicoquímico y microbiológico, del material fibroso procesado de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes*

- ✓ Determinar algunas propiedades fisicoquímicas en las mezclas y análisis microbiológicos del mejor tratamiento del producto terminado.
- ✓ Desarrollar el producto barras alimenticias energéticas, aplicando un diseño experimental de mezclas, que incluye los siguientes componentes: mezcla<sub>1</sub>, de avena y maní; mezcla<sub>2</sub>, coco rallado y nueces y mezcla<sub>3</sub>, aditivos. El diseño contendrá la restricción de que la suma de las proporciones empleadas es la unidad. Además ensayarán dos granulometrías de salvado de palmito.
- ✓ Evaluar mediante pruebas sensoriales el grado de aceptabilidad del producto final.
- ✓ Determinar el precio o costo unitario del producto final.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Sánchez, (2005), La obtención de concentrados de fibra, así como sus propiedades, está en función de la fuente empleada, es decir: frutas, vegetales, leguminosas o cereales; como de su estado de madurez, época de producción, lugar de cosecha y procesamiento al que sea sometida. Los métodos tradicionales para la obtención del residuo fibroso involucran operaciones como trituración para disminuir el tamaño de la partícula; lavado para eliminar la carga microbiana, residuos y azúcares simples; filtración y secado para prolongar la vida útil y, finalmente, la molienda y el envasado. [42]

Actualmente también son empleadas tecnologías que incluyen la extrusión, el autoclavado e hidrólisis en medios ácidos o alcalinos, que se aplican en fuentes con alto contenido de fibra dietética insoluble, FDI. El propósito es hidrolizar parte de esta fracción para obtener una mejor relación de fibra dietética soluble, FDS; respecto a la fibra dietética insoluble, es decir: una mejor relación FDS/FDI; y para inducir a los residuos fibrosos, RF; propiedades funcionales deseables para un sistema alimenticio específico.

Martínez-Bustos et al., (2005) observaron que al aplicar extrusión en el RF se producen cambios en los contenidos de FDS y FDI debido a la ruptura de enlaces de los polisacáridos constituyentes de ambas fracciones de fibra. Ello condujo a la formación de fragmentos moleculares más solubles, pudiendo ser recomendable este tratamiento para residuo fibroso con alto contenido de fibra dietética insoluble. [29]



Por otra parte Chang y Morris., (1990), reportaron que en el caso de tratamientos en autoclave se produjo un efecto de ruptura en la estructura de la fibra de cáscara de manzana. Al ser observada al microscopio electrónico, encontraron la formación de grietas en la superficie de la fibra, y atribuyeron que dicho efecto pudo deberse a la presión alta generada por el autoclavado. [7]

Este tratamiento puede llegar a cambiar la estructura física de la fibra, por lo que sería poco recomendable para frutas, pues al ser fibras suaves la fracción soluble se vería muy afectada, pudiéndose perder con mayor facilidad llegando a disminuir su calidad.

Fonseca Chum Mireya., (1997), sugieren el aprovechamiento de la parte del bagazo del palmito, esto es la corteza que recubre el corazón del mismo, y que en la industria se desecha en su totalidad. Para ello, la corteza del palmito, se corta, seca y muele, para obtener un material fibroso fino en forma de harina, que después se tamiza con el objeto de obtener una granulometría y homogeneidad adecuada. El proceso ha incluido cuatro moliendas y su respectivo tamizado, con cinco tamices recomendados por el INEN; para harinas. El producto final obtenido fue una harina de color crema y olor similar al pinol. [15]

Cristina Iriarte Hurtado., (2003), a través de la investigación sobre el estudio de la producción y secreción de enzimas celulolíticas en micelios "rápidos" y "lentos" de *P. ostreatus*, en la universidad de pública de Navarra, menciona que el hongo *P. ostreatus* posee una maquinaria enzimática muy compleja que le permite degradar los grandes polímeros (lignina y celulosa) que componen el substrato. Sin embargo, la forma de nutrición de los hongos implica que la capacidad del hongo para producir enzimas hidrolíticas. [23]

Dado que los hongos filamentosos presentan una pared celular rígida exterior a la membrana plasmática, las enzimas hidrolíticas además deben ser secretadas al exterior de la célula, donde degradan los polímeros (lignina y

celulosa) para dar lugar a compuestos de bajo peso molecular más fáciles de ser digeridos. La secreción de enzimas por hongos filamentosos es un proceso muy relacionado con el crecimiento. Y al igual que éste, la secreción está localizada exclusivamente en los ápices de las hifas.

Cohen et al., (2002). *P. ostreatus* es el tercer hongo cultivado más importante para propósitos alimentarios. Nutricionalmente es rico en proteínas, fibra, hidratos de carbono, vitaminas y minerales, además de tener un sabor y olor único. En el área de la medicina se ha encontrado que el género *Pleurotus* lleva a cabo actividades antibacteriales, antivirales, antitumores, hematológicas y que ayuda en la reducción de los niveles de colesterol, más estudios se han hecho en relación a los factores nutricionales de este género.[8]

Dado que este género ha demostrado ser útil y eficaz en la biodegradación de algunos componentes químicos, es que el micelio del hongo *Pleurotus ostreatus* fue escogido para la realización de este estudio. Su aplicación es como agente ablandador de las estructuras celulares de las paredes de los vegetales.

## **2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

El presente trabajo de investigación se considera un paradigma positivista debido a que se ve enfocado exclusivamente a los investigadores donde la población no tiene que conocerlos ni discutirlos, donde también por presentar las mismas características, es considerado el paradigma cuantitativo.

## 2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA –CIENTÍFICA

Según, Eliana Fissore; Eva A. Wider, Ana M. Rojas, Lia N. Gerschenson; (2001); los desórdenes gastrointestinales, la diabetes, la obesidad y ciertas enfermedades cardio vasculares, tienen baja incidencia entre los pueblos que consumen gran cantidad de fibras. Por ello, la adición de fibra a los alimentos es una alternativa para compensar su deficiencia existente en la dieta.

Por otro lado, los desechos de la industrialización de vegetales constituyen un problema sanitario y económico para la industria alimentaria tanto por la acumulación que daña el entorno ambiental y la descomposición biológica que genera malos olores.

AACC, (2001). La Association of Analytical Cereal Chemists [AACC] definió a la fibra dietética como el remanente de la parte comestible de las plantas y carbohidratos análogos resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con completa o parcial fermentación en el intestino grueso. Está constituida por polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias asociadas; con algún efecto laxante, disminución del colesterol sanguíneo o atenuación de la glucosa en sangre. [2]

En ese mismo año la Association of Analytical Chemists [AOAC] la definió como el remanente comestible de células vegetales, polisacáridos, lignina y sustancias resistentes a las enzimas digestivas humanas, incluyendo macronutrientes como celulosa, hemicelulosa, lignina, gomas, celulosa modificada, mucílagos, oligosacáridos, pectinas y sustancias minoritarias como ceras, cutina y suberina.

Gorinstein et al., (2001). La fibra dietética, FD está formada por una mezcla heterogénea de sustancias que por sus propiedades físicas y el efecto que cumplen en el organismo se clasifican en solubles (FDS) e insolubles (FDI). La solubilidad se refiere a las fibras que se dispersan en el agua. Comúnmente, las secreciones de las plantas como pectinas y gomas,

constituyentes como mucílagos y agentes quelantes como los fitatos forman parte de la FDS; mientras que la celulosa, el almidón resistente, compuestos fenólicos como los taninos y estructuras lipídicas como las ceras, suberinas y cutinas constituyen la FDI. [18]

La información sobre como elaborar barras alimenticias energéticas a partir de material fibroso de la cáscara de palmito es escasa. No obstante hay reportes sobre uso de residuos agrícolas a partir de sáculos de naranja para la obtención de fibra dietética. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, realizados por Priego, M. N (2007). [38]

## **2.4 CATEGORIAS FUNDAMENTALES**

### **2.4.1 APROVECHAMIENTO DE DESECHOS AGROINDUSTRIALES**

Actualmente en la industria procesadora de frutas y vegetales los principales destinos de los residuos orgánicos generados son la alimentación animal o el desecho en vertederos, y relleno sanitario. Sin embargo, estos subproductos contienen sustancias como fibra, sustancias colorantes, proteínas, aceites y vitaminas que pueden ser de interés en la industria alimentaria, farmacéutica, química o cosmética.

Pérez (2003). La necesidad de aumentar la ingesta de fibra dietética ha propiciado el desarrollo de procedimientos tecnológicos para obtener mejores concentrados de fibra. La preparación de concentrados, así como sus características dependen del tipo de subproducto industrial empleado (frutas, verduras, legumbres o cereales), así como de la época en que se cosechan.

Para la obtención de productos con alto contenido de fibra dietética se han empleado dos diferentes procedimientos: biotecnológicos y selectivos, este último emplea procedimientos como la molienda y extracción para aumentar la concentración del componente de interés. Según las características de la

materia prima, destino previsto y recursos disponibles se realizan indistintamente las siguientes operaciones tecnológicas.

**Trituración.** Se realiza según las características del subproducto. Con la trituración se logra una reducción adecuada y una mayor uniformidad en el tamaño de los materiales, lo que incide en una mayor eficiencia en el lavado y en el secado.

**Lavado.** Se realiza para purificar la fibra por la extracción de las sustancias no deseables. Se pueden emplear como solventes, soluciones diluidas de ácidos minerales, álcalis, sales de ácido, peróxidos y agua.

**Decantación.** Tiene como fin separar el agua no ligada, elevando la eficiencia del resto de las operaciones.

**Secado.** Tiene como fin reducir la humedad a niveles tales que no pongan en riesgo la vida útil del producto.

**Molienda.** Tiene como fin reducir el tamaño del material hasta su pulverización. El tamaño de partícula dependerá del tipo de fibra y de su campo de aplicación.

**Envasado.** Se pueden utilizar cajas de cartón corrugado con polietileno en su interior, también se emplean sacos de papel multicapa, o envases que posean barreras a la humedad con el fin de evitar la contaminación con hongos. Los desechos agroindustriales forman un problema en la actualidad, por eso debe existir un interés y preocupación por lograr un mejor aprovechamiento de estos a fin de obtener un mayor rendimiento de los recursos actuales. [35]

## **2.4.2 DEFINICIÓN DE FIBRA DIETÉTICA**

Rosado, (1989). Por años se ocupó el término de fibra cruda para describir el residuo de un alimento cuando es tratado en el laboratorio con solventes ácidos y álcalis calientes. Nutriólogos y médicos se han abocado a estudiar el papel de la misma en la fisiología humana y han encontrado que el término de fibra cruda no se apega realmente a lo que sucede en el organismo. [41]

Prosky, (1988). El proceso de digestión involucra la acción de las enzimas y el jugo gástrico sobre los alimentos, de tal manera que no existe un tratamiento alcalino tan drástico como el que se realiza en el análisis de fibra cruda. Debido a estas investigaciones fue introducido el término: fibra dietética para desplazar al de fibra cruda, la fibra dietética es la parte indigerible de las plantas o carbohidratos análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado del ser humano sano, con una completa o parcial fermentación en el intestino grueso. [39]

## **2.4.3 CLASIFICACIÓN FIBRA DIETÉTICA**

Brown, (1996). La fibra dietética puede clasificarse como fibra dietética soluble (FDS) y fibra dietética insoluble (FDI), de acuerdo a su comportamiento en medio acuoso. Mientras la fibra soluble forma una dispersión en agua, la considerada insoluble no lo hace. Como consecuencia de esa diferencia de hidratación, ambos tipos de fibras exhiben efectos fisiológicos distintos. La fibra soluble puede formar geles viscosos en el tracto intestinal mientras que la insoluble aumenta el volumen de las heces.

Dada la capacidad de la fibra soluble o viscosa de formar geles, este tipo de nutriente tiene la propiedad de retardar la evacuación gástrica, lo que a su vez hace más eficientes la digestión y absorción de alimentos, generando una mayor sensación de saciedad. [6]

Liaron, (1987). La fibra insoluble se caracteriza por su capacidad de retención de agua, llega a aumentar la masa fecal hasta 20 veces su peso, por lo que está relacionada a la protección y alivio de algunos trastornos digestivos. Tanto la fibra soluble como la insoluble pueden ser utilizadas por la microflora del colón como sustratos para su fermentación.

Este proceso es denominado fermentación colónica y permite el mantenimiento y desarrollo de la flora bacteriana y las células epiteliales; además produce gases y ácidos de cadena corta (acético, propiónico y butírico) que son absorbidos en su mayor parte (95-99%), disminuyendo la síntesis de colesterol en el hígado. [25]

#### **2.4.4 COMPONENTES DE LA FIBRA DIETÉTICA INSOLUBLE (FDI)**

**Celulosa.** Es el constituyente estructural mayoritario de la pared celular de plantas superiores, representa entre 20-30% y 40-90% del peso seco de las paredes primaria y secundaria, respectivamente. Consiste en un polímero lineal de residuos de D-glucosa unidos por enlaces  $\beta$  (1- 4) que se asocian mediante puentes de hidrógeno formando agregados conocidos como microfibrillas. Esta estructura hace de la celulosa una sustancia virtualmente insoluble en solventes comunes, en particular el agua.

**Hemicelulosa.** Comprende un conjunto de polisacáridos estructurales que pueden variar ampliamente de acuerdo al tipo de célula de la que provengan y que poseen la capacidad de ligarse a las fibrillas de celulosa mediante puentes de hidrógeno.

Es una fracción que no puede extraerse mediante agua o soluciones de agentes quelantes, siendo necesario para ello soluciones alcalinas entre 1 y 4 molar que consiguen eliminar los puentes de hidrógeno que la mantienen ligada a la celulosa. No consiste sólo de un tipo de estructura química pues el nombre se aplica a una variedad de polímeros sacáridos que tienen

características de solubilidad en común y generalmente consiste en polímeros con más de dos azúcares.

Las moléculas tienden a ser pequeñas (50 – 200 unidades de sacáridos) con ramificaciones. Mediante métodos enzimáticos-gravimétricos una parte se cuantifica como FDI y el remanente como FDS. Los componentes principales de esta fracción son Mananos, Galactomananos y Xiloglucanos.

**Almidón resistente.** Es una pequeña porción del almidón total presente en un alimento que es resistente a la hidrólisis enzimática, por lo cual puede clasificarse propiamente como fibra dietética. Se le ha definido como la suma del almidón y productos de su degradación que no son absorbidos en el intestino delgado de individuos sanos. Esta definición incluye a la amilosa retrogradada, almidón físicamente inaccesible, gránulos de almidón resistentes a la digestión y fragmentos de almidones química y térmicamente modificados.

**Lignina.** Es una estructura no sacárida de la fibra dietética insoluble que está íntimamente formada e infiltrada a través de la celulosa de la pared celular, resultando una dura y rígida matriz de gran fuerza. Cuando se encuentra presente suficiente lignina, la estructura resultante llega a ser leñosa e incomedible, por lo cual solamente los tejidos con bajo nivel de lignificación son un importante componente de la fibra dietética.

Peraza *et al.*, (2000). El tejido lignificado es hidrofóbico y resiste el desdoblamiento enzimático en el intestino delgado y el desdoblamiento bacteriano en el intestino grueso, por lo que puede ser completamente recuperado en las heces. [36]



#### 2.4.5 COMPONENTES DE LA FIBRA DIETÉTICA SOLUBLE (FDS)

**Hemicelulosa.** Consiste en una cadena principal de homoglicano (*D-xilanos* y *D-mananos*) con otros residuos de azúcares que aparecen en general como cadenas laterales. Los ácidos urónicos participan frecuentemente en la composición del polímero por lo que posee propiedades ácidas y puede formar puentes de hidrógeno.

**Pectinas.** Incluye un grupo de polisacáridos ricos en ácido galacturónico, ramnosa, arabinosa y galactosa. Son característicos de la laminilla media y de la pared primaria de plantas dicotiledóneas. Los polisacáridos representativos de este grupo son: Ramnogalacturonano tipo I, Poligalacturonanos u homogalacturonanos, Arabinogalactanos tipo II y Arabinanos.

#### 2.4.6 EFECTOS TERAPÉUTICOS DERIVADOS DEL CONSUMO DE FIBRA DIETÉTICA

Badui, (1984). El término funcionalidad de un componente o ingrediente de un alimento ha sido definido como cualquier propiedad fisicoquímica de los polímeros que afecta y modifica algunas de las características de un alimento y que contribuye a la calidad del producto final.

En el caso de la fibra, la evidencia clínica ha establecido que su aporte en la dieta es reducir la concentración de colesterol en la sangre, mejorar el control de la glucemia y la sensibilidad a la insulina en los individuos diabéticos, facilitando la pérdida de peso y la reducción de las necesidades de insulina o de agentes orales en los individuos diabéticos obesos, además del mantenimiento del tracto gastrointestinal. [4]

La alta ingesta de fibra y las comidas ricas en fibra son también sugeridas para la protección contra el cáncer de colon y han demostrado disminuir la presión sanguínea en individuos con una ligera a moderada hipertensión.

Por lo tanto, debido a los beneficios que brinda la fibra a la salud, deberían hacerse mayores esfuerzos para la incorporación de este componente en las terapias nutricionales para diversos padecimientos, así como hacer recomendaciones en planes nutricionales para la protección de la salud de personas sanas.

Lairon, (1987). Una dieta alta en frutas, vegetales y granos es un plan nutricional práctico para elevar la ingesta de fibra diaria. Dada la heterogeneidad de la fibra dietética resulta incorrecto hacer generalizaciones sobre su efecto fisiológico y la relación de éste con las diferentes patologías. No todos los atributos de la fibra se localizan en un mismo tipo de fibra, ni siquiera en una misma fuente de fibra dietética, por eso es importante establecer en la dieta un balance en el consumo de ambas fracciones de fibra. [25]

#### **2.4.7 ALIMENTOS ENRIQUECIDOS CON FIBRA**

Sedó, P. (2002) En los Estados Unidos, el Departamento de Agricultura recomienda que cada individuo ingiera diariamente por lo menos cinco porciones de frutas y verduras ricas en fibra. En realidad son pocas las personas que consumen la porción diaria recomendada, por lo que han aparecido en el mercado productos alimenticios con un considerable contenido de fibra que ayudan a complementar su ingestión diaria. [42]

Las principales tendencias a trabajar en el área de los alimentos es el enriquecimiento de los mismos con fibra dietética, con la finalidad de proveer al público los beneficios fisiológicos que procura una alimentación rica en este componente. Los alimentos así elaborados deben presentarse a un precio conveniente y sobre todo tener un sabor agradable.

Las aplicaciones tecnológicas de la fibra dietética no son restringidas, pues son adicionadas como ingredientes enriquecedores en algunas formulaciones, o buscando algún efecto en la textura en algunas otras. La FDS es utilizada como espesante, pues al sustituir almidón, harina, azúcar, grasas y aceites no sólo se incrementa el contenido de fibra, sino que también disminuye el aporte calórico del producto.

Es usada en helados, salsas, aderezos, refrescos con pulpa y jugos, entre otros productos. Por otro lado, entre los alimentos enriquecidos con FDI se encuentran los productos de panificación y los cereales para desayunos.

Estos pueden tener un enriquecimiento bajo, medio o alto, observándose que, en el caso de la panificación, a mayor contenido de fibra se presenta un color más oscuro, un sabor más fuerte y una textura más áspera.

Una de las formas más atractivas de presentar algún producto novedoso a los consumidores es mediante las golosinas, dentro de las que se encuentran los productos horneados, destacándose las galletas, pues se ha observado que un 39% de las mujeres y un 27% de los hombres adultos suelen consumirlas. En la década de los 90's las ventas aumentaron en un 17,2%, por lo que son las favoritas de los tecnólogos en alimentos para la elaboración de productos enriquecidos o fortificados.

#### **2.4.8 SNACKS**

Según Wikipedia (2005). Un snack es visto en la cultura occidental como un tipo de alimento que no necesariamente hace parte de las comidas principales del día: el desayuno, el almuerzo y la cena. Más bien el alimento es consumido como algo temporal y ligero que sacie el hambre de una persona, proporcione un breve suministro de energía para el cuerpo, o algo para ser comido para el placer del gusto.

Actualmente, con el incremento de las preocupaciones para obtener una buena nutrición, dieta, control de peso y buena salud en general, algunas personas hacen un esfuerzo consciente para comer snacks más sanos y naturales como la fruta (fresca o seca), verduras, granos de cereales (granola o barras de granola, entre otros).

Las barras de frutas o cereales hacen parte de la nueva línea de productos que ha llegado al mercado como parte de las tendencias actuales en alimentación. Las barras de frutas constituye una buena opción de merienda debido a la gran practicidad para transportarla, ya sea en la mochila, cartera o hasta en el bolsillo. [49]

#### **2.4.9 BARRAS DE CEREALES**

Viviant, (2005). Las barras de cereales se definen como un snack natural o snacks dulce, hecho a base de frutas deshidratadas, y otros ingredientes complementarios. Actualmente existen en el mercado un variado número cuya composición posee múltiples ingredientes, aunque los cereales han sido fundamentales para el desarrollo de estos productos. No obstante, otros ingredientes como las frutas deshidratadas y almendras también han sido muy utilizados en la elaboración de barras.

Dentro de ellos mencionamos a las almendras, maní, avellanas; semillas de sésamo, lino y frutas deshidratadas durazno, damasco, manzana, ciruela, pasas de uva; etc. [47]

#### 2.4.10 INGREDIENTES BASE DE LAS BARRAS ALIMENTICIAS ENERGÉTICAS

**Avena.** En la avena existen numerosos componentes que pueden potencialmente modificar los lípidos sanguíneos o producir otros efectos fisiológicos benéficos. Las capas externas de la avena son como los otros cereales una buena fuente de fibra alimentaria insoluble, y tienen, por consiguiente, la capacidad de mejorar la función del colón. Además contienen un gran potencial nutritivo pues proporciona proteína, energía, vitaminas, minerales, y una distribución de aminoácidos equilibrada.

La fibra alimentaria de la avena no es digerida por las enzimas de nuestro cuerpo y crea una masa sólida en el tracto gastrointestinal superior que modifica el medio físico con posibles consecuencias fisiológicas importantes. El  $\beta$ -glucano de la avena puede reducir los niveles de colesterol sérico en personas hipercolesterolemicas, reduciendo por lo tanto el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

**Maní.** El maní, por otro lado, es uno de los frutos secos más consumidos en el mundo, ya que se utiliza para la elaboración de distintos productos que forman parte de la nutrición actual, que van desde el aceite, mantequillas, golosinas, repostería, etc., contando con gran cantidad de beneficios, pero también con ciertas contraindicaciones.

Es muy rico en antioxidantes como la vitamina E y vitaminas B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>; antioxidante fenólicos contenidos también en el vino, por lo cual puede prevenir el accidente cerebro-vasculares y el cáncer de colón, entre un gran número de enfermedades. A ello se suma que esta oleaginosa es buena para la salud por sus propiedades antioxidantes y es económica, como ejemplo se cita que 50 gramos aportan al organismo el 24% de las proteínas necesarias y reducen el colesterol en la sangre.

También contiene minerales muy importantes para el cuerpo. Entre los más significativos están el potasio, sodio, hierro, calcio, magnesio, flúor, zinc, cobre y selenio, porque colaboran en la conformación ósea, funciones del cerebro, formación de dientes sanos, y principalmente en la prevención de agentes anticancerígenos.

El consumo regular de maní ayuda a prevenir enfermedades cardíacas, reduce el colesterol y hasta contribuye a bajar de peso, ya que proporciona sensación de saciedad y altas dosis de energía, haciendo que la persona coma menos. Sin embargo aunque el maní provee grasa de buena calidad y además su sabor puede agradar a muchas personas, cada gramo provee 9 calorías, por lo que se debe tener cuidado con las porciones.

**Nuez.** Las nueces son de la familia de las Juglandáceas y constituyen el fruto del nogal (*Juglans regia*). Es un fruto seco muy nutritivo y energético, rico en proteínas, vitaminas, minerales, fibra y ácidos grasos beneficiosos para el organismo. Cada 100 gramos, proporcionan:

- ✓ Calorías: 688
- ✓ Proteínas: 14 gr
- ✓ Grasas: 59 gr
- ✓ Hidratos de carbono: 4 gr
- ✓ Fibra: 5 gr
- ✓ Vitamina E: 2.92 mg
- ✓ Fitoesteroles: 72.0 mg
- ✓ Calcio: 94 mg
- ✓ Colesterol: 0 mg

Las nueces aportan gran cantidad de fibra, hidratos de carbono, proteínas, un poco de azúcar, pero muchísimas calorías y además contienen:

- ✓ Vitaminas: A, B1, B6, E.
- ✓ Minerales: Potasio, Fósforo, Calcio, Magnesio, Zinc, Cobre, Hierro.

- ✓ Otros: Acido alfa-linolénico, Acido graso Omega-3, Acido Fólico, Aminoácido esencial (metionina), Niacina, Taninos (en su piel).

**Coco Rallado.** La composición del coco varía a medida que éste madura. La grasa constituye el principal componente tras el agua y es rica en ácidos grasos saturados (88,6% del total), por lo que su valor calórico es el más alto de todas las frutas. Aporta una baja cantidad de hidratos de carbono y menor aún de proteínas. Así mismo, el coco es rico en sales minerales que participan en la mineralización de los huesos (magnesio, fósforo, calcio) y en potasio. En cuanto a otros nutrientes, destaca su aporte de fibra, que mejora el tránsito intestinal y contribuye a reducir el riesgo de ciertas alteraciones y enfermedades.

El magnesio se relaciona con el funcionamiento de intestino, nervios y músculos, forma parte de huesos y dientes, mejora la inmunidad y posee un suave efecto laxante. El calcio y el fósforo, también intervienen en la formación de huesos y dientes, y el calcio, colabora además en la transmisión del impulso nervioso y en la actividad muscular normal. El fósforo participa en el metabolismo energético.

El potasio es necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso, para la actividad muscular normal e interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula. Destaca además su contenido de vitamina E, de acción antioxidante y de ciertas vitaminas hidrosolubles del grupo B, necesarias para el buen funcionamiento de nuestro organismo.

La composición típica por 100 gramos de porción comestible es la siguiente: Calorías 351; Grasas (g) 36; Hidratos de carbono (g) 3,7; Fibra (g) 10,5; Potasio (mg) 405; Bitmap Magnesio (mg) 52; Vitamina E (mg) 0,7; Vitamina C (mg) 2; Ácido fólico (mcg) 26 mcg = microgramos.

**Margarina.** Las grasas y los aceites contribuyen a la textura y a las propiedades sensoriales del producto. La función de la mantequilla es proporcionar la blandura, sabor y textura a los productos horneados.

También son responsables de incrementar la vida del producto mediante la inhibición de la pérdida de agua y sustancias volátiles.

Durante la elaboración de la masa la grasa contribuye con la aeración mediante la formación de celdas y burbujas, las cuales retienen el vapor de agua y dióxido de carbono, expandiéndose y dando estructura y volumen al pan.

La grasa que se utiliza para freír tiene efecto sobre la apariencia y textura del producto y a la vez limita la vida de anaquel del mismo.

Una función importante de las grasas es proveer lubricación para prevenir que las partículas de gluten se adhieran unas a otras, también afecta la relación de humedad de los productos. Sin embargo no todas las grasas son iguales pues, por ejemplo, por las grasas saturadas de productos de origen animal se asocian con un mayor riesgo de producir colesterol alto, enfermedad cardiaca y accidente cerebro vascular.

Las grasas no saturadas en cambio, se encuentran en los aceites vegetales, nueces y semillas y éstas no elevan el colesterol sanguíneo y en ciertos casos podrían disminuirlo, por lo que presentan ventajas significativas sobre la salud. Los sustitutos de grasa deben poseer menos calorías que el producto normal y a la vez ser capaces de proporcionar las características normales de las grasas como lo son suavidad, aireación, sabor y uniformidad.

Cabe mencionar que los alimentos horneados, la sustitución de la grasa produce que la masa pierda extensibilidad y sea pegajosa. Además el manejo mecánico se hace más difícil y el producto adquiere una textura seca y por lo general se disminuye el tamaño de los mismos.



**Lecitina de Soya.** Es una sustancia natural, que se encuentra en la mantequilla, leche, yema de huevo y en diversos granos, frutos secos y semillas. Como es un producto natural, está exento de control por la legislación y queda en un apartado respecto de otras sustancias que se describirán más adelante. La lecitina comercial, con disolventes, pero su composición es variable y siempre contiene un porcentaje apreciable de aceite de soya.

Según Duncan J. R. Manley (1987); la composición media siguiente: Aceite de semilla de soya 35%; Lecitina química (fosfatidil colina) 18%; Cefalina (fosfatidiletanolamina) 15%; Fosfoinositol 11%; Otros fosfolípidos y lípidos polares 9%; y Carbohidratos (*esterol, glucósidos*) 12%.

Los componentes eficaces como emulsionantes son los fosfolípidos, los cuales poseen fuertes afinidades polares. Las cantidades varían con las muestras, pero normalmente se especifican como insolubles en acetona. La lecitina comercial es un fluido o pasta plástica que, si se utiliza con exceso, comunica sabor desagradable. Las proporciones útiles se encuentran normalmente entre 0,5-2,0% de la grasa y se disuelve convenientemente en ella antes de añadirla a los componentes de la receta. [11]

**Azúcar Morena.** El azúcar proporciona un sabor dulce al producto, presenta un grado de solubilidad elevado y posee una gran capacidad de hidratación, por lo cual se emplea en la elaboración de diversos productos alimenticios (En el pan también proporciona suavidad a la miga y mejora la textura, además de retener la humedad del producto).

Las azúcares son los responsables del color acaramelado debido a la reacción de Maillard en la cual tienen un papel primordial. El tamaño de las partículas de azúcar tiene efecto sobre las mezclas de panadería, en especial sobre las barras energéticas, ya que, el mismo afecta el esparcimiento de las mismas durante el horneado.

**Miel de maíz.** Es el producto obtenido del maíz a partir de la conversión del almidón a azúcar, procedimiento que se lleva a cabo por hidrólisis ácida y/ o enzimática, adicionada con maple natural. Entre las características físicas, químicas y microbiológicas, que posee, citamos a las siguientes: Humedad 17 %, contenido de azúcar invertido 63 g /100 g; sacarosa 8 g/100 g; glucosa 38 g/100 g; sólidos insolubles en agua 0.3 g/100 g; cenizas 0.6 g/100 g; acidez 40 mEq/kg. No debe contener microorganismos patógenos, toxinas microbianas e inhibidores microbianos.

Las características sensoriales destacadas incluyen su color café oscuro translúcido, olor y sabor característico del maple. Por otro lado, conviene mencionar que 100 g proporciona, 288 kcal y 72 % de hidratos de carbono, 14 mg de sodio, 3 mg de hierro, 166 mg de calcio y 14 mg de fósforo.

La elaboración de miel de maíz se realiza, por hidrólisis parcial del almidón y por hidrólisis completa del azúcar dextrosa. El proceso ácido es la cocción de una pasta de almidón con la cantidad requerida de ácido diluido (ácido clorhídrico), hasta que se alcance el grado deseado de conversión. Las reacciones de la hidrólisis ácida se detienen neutralizando con carbonato de sodio. Las impurezas y los sólidos se filtran del jarabe y posteriormente se blanquea y concentra. Para darle el sabor maple se adiciona maple natural hasta que la savia se concentre hasta un 66% de sólidos.

#### **2.4.11 VALOR Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LAS BARRRAS ALIMENTICIAS**

Según Viviant (2005), a diferencia de otros alimentos, las barritas de cereales y de frutas secas, cuentan con un panel nutricional muy completo. Las barritas de cereal comunes pesan alrededor de 23g y aportan entre 100 y 120 calorías en promedio, en cambio las versiones light suelen ser un poco más livianas y tienen entre 60 y 70 calorías por unidad. En cuanto a las grasas, aportan

entre 2 y 4g por porción y todas son muy bajas en sodio. Las barras proteicas aportan 220 calorías por unidad de 55g y 8g de grasa.

Este tipo de barras, como las “energéticas” (240 calorías por unidad, aproximadamente), tienen un contenido de sodio un tanto más alto. Desde el punto de vista netamente nutricional, las barras son bajas en grasas y no aportan colesterol, aunque idealmente hay que elegir aquellas que tengan menos de 4g de grasa por porción. Los principales macronutrientes que se pueden encontrar en una barra de frutas son grasas, proteínas, carbohidratos y cenizas. [47]

#### **2.4.12 EVALUACION SENSORIAL**

El análisis sensorial se refiere a la medición científica de los atributos de un producto que deben ser percibidos por los sentidos del gusto, olfato, oído, vista y tacto. Se basa en catas en las que pueden participar personas entrenadas o consumidores; y es utilizado para caracterizar y establecer diferencias con respecto a los atributos sensoriales de los productos y esta manera establecer su aceptabilidad por parte de los consumidores.

Pedro, D; Pangborn, R (1989). El análisis sensorial es utilizado para responder preguntas acerca de la calidad de un producto. En el desarrollo de nuevos productos y el control de calidad de productos, el análisis sensorial es una herramienta básica, que permite la identificación, medición, análisis e interpretación de reacciones hacia las características de los alimentos.

El control de variables es indispensable para que los resultados de una evaluación sensorial muestren realmente características o diferencias entre productos. Dentro de los elementos importantes se encuentran el área física, control de producto y control de panelistas. [34]

### 2.4.13 CAMBIOS INDESEABLES: OXIDACIÓN Y RANCIDEZ

La oxidación de los lípidos es una de las principales causas de deterioro de los alimentos, dando lugar a la aparición de olores y sabores desagradables, disminuyendo la calidad nutritiva; además, algunos productos de oxidación son potencialmente tóxicos.

Escobar, et, al, (1998). Esta oxidación ocurre como reacción en cadena debido a que los radicales hidroperóxidos reaccionan con nuevos ácidos grasos generando una mayor cantidad de peróxidos; posteriormente los peróxidos se transforman en aldehídos, cetonas y ácidos grasos de cadena corta que son los responsables del aroma típico a rancio, lo que se manifiesta importante de considerar durante el procesamiento y almacenamiento de alimentos a base de cereales como: el maní, coco rallado y nueces, es la composición de los ácidos grasos del aceite, siendo los ácidos grasos insaturados, como el oleico, el linoleico y el linolenico los más susceptibles a la oxidación, los que el maní asciende 77,4% y en nuez a 88, 6%. [12]

Puesto que los productos primarios de oxidación de los lípidos son hidroperóxidos, es razonable determinar su concentración como una medida de la oxidación. El "índice de peróxidos" refleja la concentración total de peróxidos e hidroperóxidos presentes en un momento determinado. Sin embargo, este enfoque está limitado por la inestabilidad química de estos compuestos, puesto que después de alcanzar un nivel máximo se descomponen como función de la temperatura, la presencia de otros componentes de los alimentos, etc.

Un enfoque alternativo para la determinación del grado de oxidación es la medida de los productos de la degradación de hidroperóxidos, en contraposición a la determinación de peróxidos. Como no está limitado a las primeras etapas de la oxidación, puede reflejar la formación de productos, como los compuestos carbonilo, que contribuyen a la rancidez y formación de otros sabores organolépticos inaceptables.

Según Pearson (1998); los aceites y grasas comienzan a descomponerse desde el momento en que se aíslan de su medio natural. La presencia de ácidos grasos libres indica actividad de la lipasa o actividad hidrolítica de otro tipo. Por otro lado, la estabilidad en almacenamiento de los alimentos, depende además de la humedad presente en un producto y de su actividad de agua, ya que éstas determinan frecuentemente reacciones de deterioro que modifican la calidad final de estos productos. [37]

Los cambios durante el almacenamiento dan como resultado olores y sabores desagradables, que son consecuencia de la rancidez de los aceites, y grasas. En realidad, sí bien las características organolépticas desagradables, en parte, son ocasionadas por la presencia de ácidos grasos libres, el proceso de enranciamiento se debe principalmente a la oxidación atmosférica (auto-oxidación). La rancidez oxidativa se acelera por exposición a la luz y al calor, por la humedad y la presencia de residuos de metales de transición (como cobre, níquel y hierro) y a tintes y pigmentos residuales.

Las grasas toman el oxígeno y forman hidroperóxidos (ROOH). Estos se conocen de manera general como peróxidos. La presencia de antioxidantes naturales, como los tocoferoles o los antioxidantes sintéticos inhiben la formación de peróxidos.

En general, mientras mayor es el grado de insaturación (mayor valor de yodo) hay más posibilidad de que la grasa se enrancie por oxidación. Cuando la concentración del peróxido alcanza determinado nivel, se producen cambios químicos complejos y se forman productos volátiles que generan sabor y olor a rancio.

Por ejemplo los peróxidos en ocasiones se oxidan hasta diperoxidos que dan lugar a formación de polímeros, reacciones de fisión para formar aldehídos, semialdehídos, aldehidoglicéridos, compuestos hidroxilados y posteriormente ácidos orgánicos; las reacciones de deshidratación dan lugar a cetoglicéridos,

y a oxidación de otros dobles enlaces para formar epóxidos, hidroxiglicéridos y dihidroxiglicéridos. Este tipo de compuestos producen el sabor a rancio.

La oxidación de una grasa, en general, es lenta y a una velocidad relativamente uniforme. Esto se conoce como periodo de inducción. Al final de dicho periodo, cuando la cantidad de formación de peróxidos alcanza determinado nivel, la velocidad de oxidación se acelera con rapidez. En este punto o poco después, la grasa comienza a saber rancia.

Schmidt, at., (1984). En la mayoría de los aceites y grasas, la acidez libre aumenta durante el almacenamiento, pero en los aceites refinados el valor de los ácidos grasos libres en general no se correlaciona necesariamente con el grado de rancidez. Por otra parte, aunque los peróxidos posiblemente no sean los responsables directos del sabor y el olor de las grasa rancias, su concentración representada por el valor de peróxidos es la utilidad para determinar el grado de la descomposición de la grasa. [44]

Grindox (1993), manifiesta que la oxidación lipídica es un proceso que tiene lugar en el momento en que los lípidos entran en contacto con el oxígeno y ciertos iniciadores, como es el caso de la mayoría de los alimentos. La presencia de los iniciadores es necesaria para empezar y catalizar el proceso. Los siguientes son los iniciadores más importantes:

- ✓ **Calor:** la oxidación se incrementa de dos a tres veces, cada vez que la temperatura se incrementa en 10 °C (esto es válido entre 50°C y 110 °C aproximadamente).
- ✓ **Luz:** la luz natural puede reducir la estabilidad de igual manera como lo haría el incremento de la temperatura hasta 30 °C. Las lámparas de luz fluorescente o rayos ultravioletas son peores que los bulbos incandescentes.
- ✓ **La presencia de sustancias fotosensibles:** como es la clorofila en aceites vegetales también puede incrementar la sensibilidad a la oxidación, especialmente en el caso del aceite de oliva.

- ✓ **Iones metálicos:** Trazas de iones metálicos, en especial cobre y hierro, pueden iniciar la oxidación lipídica. Una cantidad de ppm de cobre o 1,0 ppm de hierro reducen la estabilidad en un 50%.
- ✓ **Prooxidantes:** otras moléculas orgánicas e inorgánicas, tales como los peróxidos también pueden actuar como iniciadores del proceso de oxidación.

Adicionalmente a estos factores, la resistencia a la oxidación por parte de los alimentos puede ser influenciada por la naturaleza del producto en si, ya sea por la intensidad con la que es procesado o la cantidad de antioxidantes presentes.

**Etapas de la oxidación:** Grindox (1993) sugiere que el proceso de oxidación de los lípidos puede dividirse en tres etapas, inducción, oxidación y terminación. Periodo de inducción también llamado de iniciación, normalmente corresponde a la vida útil del producto. Esta puede ser descrita como el tiempo que toma al proceso de oxidación para cambiar sus características desde un estado de oxidación lenta hasta un intenso consumo de oxígeno y consecuentemente, un rápido incremento del índice de peróxidos.

Durante este período, el contenido del antioxidante naturalmente presente o agregado, disminuye. El período de inducción termina cuando los antioxidantes son utilizados por completo. Durante el periodo de inducción, el aceite mantiene en la mayoría de veces características iniciales, al mismo tiempo que disminuye el contenido del antioxidante. La grasa es levemente influenciada y la formación de los peróxidos es insignificante.

El período de inducción podría, por lo tanto, ser mantenido constante tanto como sea posible. El tiempo de vida útil del alimento no solamente depende de circunstancias externas tales como la temperatura, el equipo de procesamiento y las condiciones de almacenamiento, sino también del origen y calidad de las materias primas. El período de inducción puede ser

prolongado por la influencia de estos factores o por el uso de antioxidantes los cuales pueden ser agregados en esta etapa.

Durante el período de inducción solamente se presenta un leve incremento del índice de peróxidos. Pero, al final de este período, cuando la mayoría de antioxidante se ha consumido, el grado de formación de los peróxidos se incrementa rápidamente y la oxidación empieza. [19]

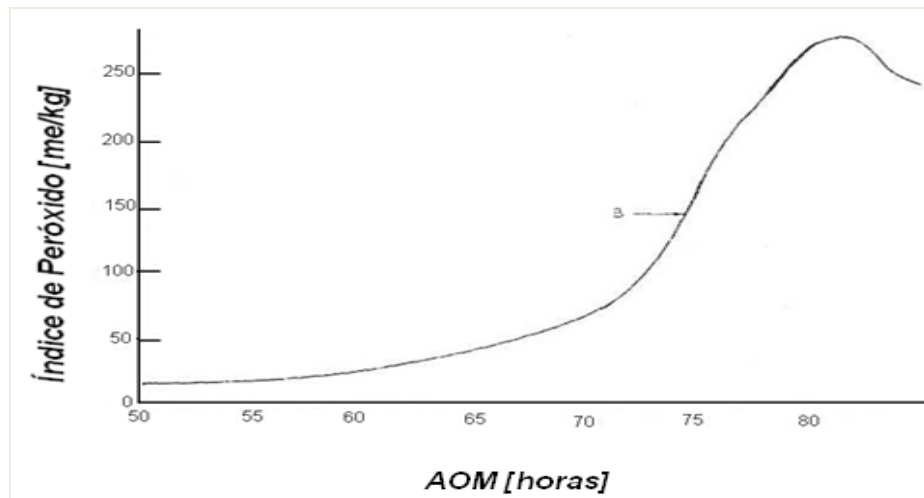
Mehlenbacher, (1979). Señala que durante las primeras fases de la oxidación de una grasa, hay un pequeño o ningún cambio aparente en la composición, sabor u olor, mientras que hay un lento pero generalmente gradual aumento en la concentración de los peróxidos. Este periodo se denomina con frecuencia, periodo de iniciación, cuya relación está relacionada con la resistencia de la grasa a la oxidación.

**Período de Oxidación.** También llamado propagación, se caracteriza porque, la formación del peróxido es auto acelerado, irreversible y alcanza rápidamente su máximo. La adición de los antioxidantes durante este período tiene solo efectos limitados o no tiene efectos, ya que ahora el producto ha alcanzado la etapa de rancidez.

Mehlenbacher, (1979). Indica que representa un estado en el que tiene lugar rápidamente la oxidación, se desarrolla la rancidez y los olores y sabores asociados con ella y el contenido de peróxidos aumenta en proporción acelerada. En la siguiente figura, se representa la velocidad de desarrollo de peróxidos. La curva representa una grasa vegetal, donde se puede ver que el aumento del contenido de peróxidos es gradual, después de lo cual, si el ensayo continúa, dicho contenido empieza a decrecer.



**Figura 5. Curva de velocidad de desarrollo de peróxidos en una grasa vegetal**



Fuente. Mehlenbacher, (1979).

**Período de Terminación:** También llamado “paralización”, empieza cuando el valor de peróxidos alcanza un máximo. Durante el mismo, los peróxidos se transforman en aldehídos, cetonas y ácidos.

El índice de peróxido empieza a disminuir existiendo más rupturas de peróxidos que los que se forman, y, después, el proceso se vuelve más lento. Esto significa que el índice de peróxidos no es siempre una medida correcta del estado de oxidación de determinado material. [28]

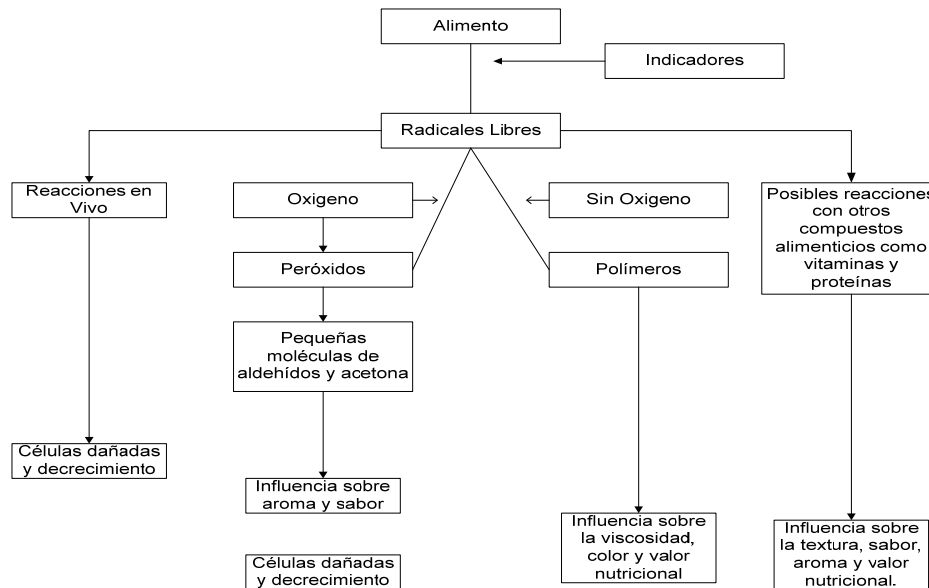
Grindox, (1993). Las condiciones favorables para la ruptura simultánea de los peróxidos en las moléculas que contienen carbonitas a veces prevalecen, resultando en una reducción del valor de los peróxidos. Si la oxidación continúa, las rupturas van más allá pudiendo formarse una variedad de ácidos orgánicos, los cuales eventualmente incrementan la acidez y el deterioro del producto. Este proceso no deberá ser confundido con la degradación hidrolítica de los glicéridos, la que también produce ácidos.

Como se ha descrito anteriormente, los radicales libres y los peróxidos se forman durante la ruptura de las grasas por las reacciones de oxidación.

Aunque estos productos no tengan sabor, olor o color, son reactivos y dañan al producto en posteriores reacciones. [19]

La siguiente figura permite apreciar los efectos de los radicales libres:

**Figura 6. Determinación de los defectos de los radicales libres**



**Fuente:** Grindox, (1993).

#### 2.4.14 Antioxidantes

Coppen P.P. (1989), citado por Alien y Hamilton (1989), dice que el primer problema es definir el término "Antioxidante" de forma clara y precisa, para poder distinguir entre otros aditivos alimenticios en general y de los "preservantes" en particular. En el Reino Unido (UK) el uso de estos productos es controlado por la "Antioxidant in Food Regulation 1978", la cual define a los antioxidantes como:

"...cualquier sustancia que sea capaz de evitar, retardar o prevenir el desarrollo de la rancidez en alimentos o el deterioro del sabor debidos a la antioxidación"

Para propósitos prácticos ninguno de los antioxidantes disponibles previene por completo la auto oxidación, sino que únicamente la retardan. La demora de la rancidez significa que el producto alimenticio es aceptable por mayor tiempo esto es que posee un mejor tiempo de vida útil. La extensión de esta vida útil variará considerablemente dependiendo de la composición del alimento y del procesamiento, el antioxidante, el empaque y de las condiciones de almacenamiento. En casos extremos el tiempo de vida útil puede ser tan largo que parecerá que la rancidez se ha prevenido. [30]

Otra definición de antioxidante es la de Grindox (1993), que lo considera como "una sustancia que mantiene la resistencia a la oxidación de los alimentos, evita la rancidez, minimiza el deterioro, evita la pérdida nutricional y extiende la vida útil considerablemente". Los antioxidantes se adicionan a grasas y aceites para retrasar el ataque de la rancidez oxidativa, la cual es la principal causa del deterioro.

Los cuidados en el proceso y la selección de las condiciones de almacenamiento minimizan el deterioro, pero el incremento más o menos rápido de los peróxidos que siguen a un periodo de inducción causan considerables problemas. Los antioxidantes no hacen agradables al paladar las grasas rancias.

Los mecanismos de la oxidación de los lípidos y su inhibición por los antioxidantes han sido discutidos, entre otros, quienes han hecho notar que los antioxidantes presentan sinergismos; esto es, son más potentes en forma de mezcla que cuando se usan de manera individual. Los constituyentes naturales de alimentos como tocoferoles y ascorbatos también tienen propiedades antioxidantes.

Los desactivadores o antioxidantes son sustancias que, en pequeñas cantidades, interfieren el proceso normal de oxidación y evitan o retardan la creación de productos de degradación. Así mismo, los antioxidantes actúan

interrumpidamente la reacción en cadena productora de peróxidos, por inactivación de los radicales libres iniciales o formados en la cadena.

Los compuestos fenólicos son los principales grupos de sustancias antioxidantes utilizados, debido a la estabilidad del radical fenólico libre. El antioxidante fenólico cede un átomo de hidrógeno, convirtiéndose en radical, que se estabiliza por la formación de quinhidrona. Así pues el antioxidante proporciona los átomos de hidrógeno, para cerrar el mecanismo de iniciación y propagación de la auto-oxidación.

De este modo, el rendimiento multiplicado del mecanismo oxidativo queda anulado y, con sólo pequeñísimas cantidades de fenoles, se retarda considerablemente la auto-oxidación. Los antioxidantes se destruyen durante el período de inducción y, una vez destruidos, hay un rápido aumento en la formación de peróxidos. [19]

### **Características de un antioxidante ideal**

De acuerdo con Coppen (1989), citado por Alien y Hamilton (1989), un antioxidante ideal debe cumplir con las siguientes características:

- ✓ Seguridad en su uso
- ✓ No debe impartir olor, sabor o color
- ✓ Son efectivos a bajas concentraciones
- ✓ Debe ser fácil de incorporar
- ✓ Debe sobrevivir los procesos de cocción como el horneado y fritura
- ✓ Debe estar disponible y a un bajo costo.

Esta lista es exigente, por lo que el número de antioxidantes que cumplen con estas especificaciones es muy limitado. Aunque la seguridad del uso es importante, son las autoridades correspondientes de cada país, las que

juzgan si determinado producto puede o no ser aplicado, pues todo antioxidante implica algún riesgo. [30]

Un antioxidante no puede ser utilizado para prevenir un deterioro microbiano. Sin embargo, como muchos antioxidantes son de naturaleza fenólica, pueden ser presentados como poseedores de cierta actividad antimicrobiana.

Los antioxidantes no previenen la formación de ácidos grasos libres, los cuales se producen por la hidrólisis química de grasas y dan origen a la formación de la rancidez conocida como rancidez hidrolítica. El problema que a menudo se encuentra en los alimentos procesados a altas temperaturas de fritura, es la presencia de agua, y no existe ningún aditivo que pueda prevenir efectivamente esto.

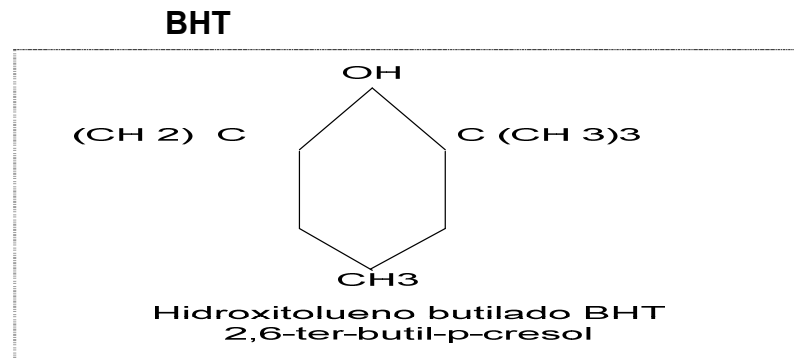
#### **2.4.15 Hidroxibutiltolueno**

Es un antioxidante sintético utilizado en un amplio rango de productos con contenido graso para prevenir la rancidez. El hidroxibutiltolueno contiene no menos del 99,0 por ciento de  $C_{15}H_{24}O$  y posee las siguientes características generales: sólido cristalino blanco, de olor suave insoluble en agua y en propilenglicol. Fácilmente soluble en alcohol, cloroformo y éter. El Hidroxibutiltolueno posee una alta solubilidad en grasas y aceites. Es muy efectivo en grasas animales, pero mucho menos en aceites vegetales.

Pueden sobrevivir las altas temperaturas encontradas durante las operaciones de procesamiento de alimentos. Una desventaja del BHT es que se volatiliza en presencia del vapor de agua.

El Hidroxibutiltolueno (E321) es un antioxidante que fue desarrollado inicialmente para su uso en el tocino, sin embargo actualmente, se utiliza en muchos alimentos grasos, incluyendo galletas, cereales para desayuno, margarinas, shortenings, snacks y aceites vegetales. El BHT no es tan estable al calor como el BHA.

**Figura 7. Estructura química del Hidroxibutiltolueno,**



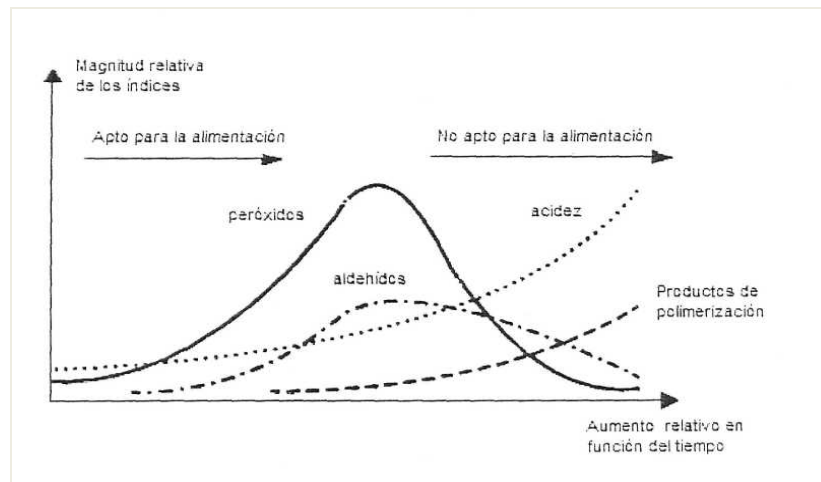
**Fuente:** Grindox, (1993).

#### 2.4.15.1 Índice de Peróxidos

La determinación del índice de peróxidos permite valorar la capacidad oxidativa de un aceite sobre yoduro en medio acético para dar yodo que se valoran con tiosulfato. Sin embargo, la reproducibilidad de los resultados no es buena y además, parámetros tan importantes en cinéticas de este tipo, como la temperatura, no vienen fijados por la norma.

Como se ha descrito antes, el proceso de oxidación se inicia con la formación de hidroperóxidos; se propaga por vía de los radicales, y los hidroperóxidos se descomponen en moléculas de cadena corta, y los radicales libres se acoplan y forman polímeros. Lo anteriormente indicado puede expresarse en forma gráfica en la figura 8.

**Figura 8. Evaluación de los procesos de los productos de degradación en función del tiempo**



**Fuente:** Grindox, (1993).

Arrecís (1985), indica que esta propiedad se refiere al grado de rancidez de una grasa provocada por la adición de moléculas de oxígeno, provenientes de aire, en los puntos de insaturación de los ácidos grasos; esto es, en los dobles y triples enlaces que existen entre sus átomos de carbono. El método analítico determina todas las sustancias, en términos de miliequivalentes de peróxido por 100 gramos de muestra, que oxidan el yoduro de potasio en las condiciones de la prueba.

El primer paso en la oxidación de una grasa, es la adición de oxígeno al enlace doble de la cadena de un ácido graso para formar compuestos inestables que se designan generalmente con el nombre de peróxido. Por otro lado, la facilidad y rapidez con que se oxida un aceite, depende principalmente de su contenido en enlaces dobles activos, pero también está influenciada por la presencia de ciertas sustancias, que pueden encontrarse en el aceite natural o accidentalmente. Las sustancias que favorecen la oxidación de las grasas se denominan precursores, mientras que las que la inhiben se llaman antioxidantes o inhibidores. [3]

Para Schmidt (1982), si bien depende del lípido que se analiza y de la técnica empleada en la determinación, un índice de peróxidos de hasta 5 corresponde

a un aceite fresco o dentro de su periodo de inducción. Además, la rancidez detectada organolépticamente se inicia con índice de peróxido entre 10 y 20. Cabe resaltar que este autor señala que el índice de peróxido solo permite apreciar los compuestos peroxidados lábiles que se forman en las fases iniciales de la rancidez, motivo por el cual sus valores suelen disminuir bruscamente, si la rancidez ya se encuentra muy avanzada. [44]

#### **2.4.16 Vida útil del producto**

Entre otros, se destacan el trabajo y publicaciones del Dr. Theodore T. Labuza (1982) sobre datos de tiempo de vida útil en una gran cantidad de alimentos. Sus conclusiones se basan en que los alimentos de origen vegetal se caracterizan por los cambios físicos, químicos y bioquímicos que permanentemente ocurren, en un ciclo que se inicia y termina con la siembra. [25]

Por ello, la necesidad de comercializar los alimentos en el mejor estado posible, o de conocer el tiempo en que se esperaría mantengan sus propiedades alimenticias en un nivel adecuado, resaltan la importancia que tiene conocer los principios de la cinética.

De acuerdo con Heldman y Singh (1984), cualquier reacción que sea típica en su naturaleza puede ocurrir a una velocidad dependiente de algunos factores. [21]

Para ellos, la velocidad de reacción está indicada por la constante de velocidad (K) y puede ser descrita por la ecuación general siguiente:

$$-\frac{dC}{dt} = KC^m \quad [1]$$



Donde C es la concentración del componente en algún tiempo t, y, m es el orden de la reacción. Los cambios que ocurren en un sistema durante una reacción química pueden ser descritos del modo siguiente: "Para que los componentes del sistema llamados reaccionantes, parte de la reacción, su nivel energético incrementado en una cantidad finita antes que la reacción pueda ocurrir; cuando la reacción ocurre los productos de la reacción se forman."

El cambio de energía que debe ser suministrado a los reaccionantes antes que la reacción pueda ocurrir, se denomina "energía de activación". Aunque muchas de las reacciones observadas en alimentos pueden ser de orden cero, la reacción de primer orden descrito por la ecuación siguiente, también es de suma importancia para procesos de alimentos:

$$-\frac{dC}{dt} = K_1 C \quad [2]$$

Nótese que en este tipo particular de ecuación, la velocidad de cambio es directamente proporcional a la concentración de la sustancia reaccionante. Su aplicación, resulta más evidente si es integrada y expresada de la siguiente manera:

$$\ln \frac{C}{C_0} = -K_1 t \quad [3]$$

Siendo  $C_0$  concentración inicial,  $K_1 t$  la constante de velocidad de reacción de primer orden y t el tiempo. Para facilitar la operación, la ecuación anterior puede ser reescrita y expresada de la siguiente manera:

$$\log C = -\frac{K_1}{2.303} t + \log C_0 \quad [4]$$

#### 2.4.17 Fundamentación Legal

**Emulsificante:** La lecitina comercial es un fluido o pasta plástica que, si se utiliza con exceso, comunica sabor desagradable. Las proporciones útiles se encuentran normalmente entre 0,5-2,0% de la grasa y se disuelve convenientemente en ella antes de añadirla a los componentes de la receta.

**Antioxidante permitido:** Según el Codex Alimentarius el uso del Antioxidante Butilhidroxitolueno con el código 321, para productos de panadería, el nivel máximo permitido es de 200 mg/kg. El archivo completo sobre las restricciones de uso en los diferentes alimentos se encuentra en la página de Internet del Codex Alimentarius [30]

#### 2.5 HIPÓTESIS

##### Hipótesis Nula:

- (1)  $H_0$ : La proporción de “salvado de palmito”, no incide en la calidad sensorial de la barra alimenticia energética.
- (2)  $H_0$ : La proporción de la “Mezcla de Avena-maní”, no incide en la calidad sensorial de la barra alimenticia energética.
- (3)  $H_0$ : La proporción de la “Mezcla de Coco rallado-nueces”, no incide en la calidad sensorial de la barra alimenticia energética.
- (4)  $H_0$ : El tipo de granulometría utilizada, no incide en la calidad sensorial de la barra alimenticia energética.

##### Hipótesis Alternativa:

- $H_1$ : La proporción de “salvado de palmito”, si incide en la calidad sensorial de la barra alimenticia energética.
- $H_1$ : La proporción de “Mezcla de Avena-maní”, si incide en la calidad sensorial de la barra alimenticia energética.
- $H_1$ : La proporción de “Mezcla de Coco rallado-nueces”, si incide en la calidad sensorial de la barra alimenticia energética.
- $H_1$ : El tipo de granulometría utilizada, si incide en la calidad sensorial de la barra alimenticia energética.

**Observación 1:** Los niveles de estudio de los componentes son los porcentajes de sustitución de los componentes utilizados en la mezcla base, las cuales son: Mezcla de aditivos, salvado de palmito, avena-maní y coco rallado-nueces. Ver en la tabla 2.

**Observación 2:** Se emplearán dos tipos de granulometría. Estas son: 180  $\mu\text{m}$  y 250  $\mu\text{m}$

**Observación 3:** En la experimentación se aplicaran dos réplicas.

## **2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES**

### **2.6.1 Independientes:**

- A.** Componente <sub>1</sub>: Mezcla de aditivos
- B.** Componente <sub>2</sub>: Salvado de palmito
- C.** Componente <sub>3</sub>: Mezcla de avena y maní
- D.** Componente <sub>4</sub>: Mezcla de coco rallado y nueces.
- E.** Tipo de granulometría

### **2.6.2 Dependiente: Características Organolépticas:**

- Color
- Olor
- Sabor
- Textura
- Aceptabilidad

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

Se han reportado resultados sobre la obtención de material fibroso de la cáscara de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes H.B.K*); pero no de sus aplicaciones en industriación de galletas. Sin embargo se conoce sobre la producción de barras alimenticias energéticas de origen cereal como la avena, trigo, salvado, etc.

Desarrollar la tecnología para elaborar barras alimenticias energéticas con base al material fibroso de la cáscara de palmito resulta importante. Esto último debido a los altos volúmenes de material residual que producen las industrias agrícolas exportadoras de palmito.

Esta investigación se realiza sobre la base de un diseño experimental para mezclas que involucra todas las variables citadas. En consecuencia, su enfoque es sustancialmente cuantitativo, porque se obtendrán resultados medibles susceptibles de ser analizados estadísticamente. Por otro lado, tendrá también enfoque cualitativo ya que necesariamente se requiere de investigación bibliográfica.

#### **3.2 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

El estudio es aplicado y seguirá una modalidad de campo pues será efectuado en la Industria Agrícola Exportadora C.A - INAEXPO y en los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, de la UTA.

Además, se complementará con la revisión de bibliografía, particularmente para la construcción del marco teórico de la investigación.

### 3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

A través de la investigación se pretende desarrollar un nuevo producto comestible. Para ello, se requiere relacionar las variables con base a un diseño experimental para mezclas. Tal diseño contemplará como tratamientos las siguientes mezclas de las variables señaladas:

**Tabla 1. Mezcla de proporciones de componentes**

<i>Tratamientos experimentales</i>	<i>Mz Aditivos</i>	<i>Salvado Palmito</i>	<i>Mz Avena Maní</i>	<i>Mz Coco Nueces</i>
1	0,52	0,08	0,31	0,09
2	0,52	0,08	0,24	0,16
3	0,50	0,04	0,32	0,14
4	0,52	0,07	0,32	0,09
5	0,52	0,04	0,32	0,12
6	0,51	0,08	0,32	0,09
7	0,50	0,08	0,32	0,10
8	0,50	0,04	0,30	0,16
9	0,52	0,04	0,28	0,16
10	0,50	0,08	0,26	0,16

**Fuente.** Paquete estadístico Statgraphics

El efecto de los diez tratamientos (mezclas) será determinado mediante análisis de varianza apropiado al diseño de mezclas. Una vez identificada la mezcla promisoría se establecerá el perfil sensorial del producto y su calidad microbiológica.

#### **4.1.1 Soporte de Bibliografía**

Se consideran como materiales de soporte bibliográfico diversos libros técnicos de las bibliotecas de la UTA, y otras. Además se revisarán materiales de información desplegada en internet, libros, tesis y artículos publicados. Se enfatizará en los procesos de elaboración de barras alimenticias energéticas, con lo referente a la sustitución parcial o total de harina.

#### **4.1.2 Ensayos Preliminares**

Tienen como propósito establecer o identificar los materiales y métodos adecuados para los distintos análisis y experimentos que se ejecutaron como parte del presente estudio.

#### **4.1.3 Intervención empresarial**

Se elaborará una propuesta viable para solucionar el problema de utilización de los volúmenes de material fibroso de desecho que produce la Industria Agrícola Exportadora C.A – INAEXPO; que se dedica al cultivo y comercialización de palmito enlatado. La empresa está localizada en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas en el Km. 8 1/2 de la vía a Quinindé.

La propuesta consta de las siguientes etapas: Identificación del problema, diagnóstico de necesidades, fundamentación teórica de la propuesta, metodología actividades y recursos necesarios para su ejecución, análisis, resultados, discusión y conclusiones, sobre la viabilidad y realización del proyecto.

#### **4.1.4 Descriptiva**

El tipo de investigación aplicada es de carácter social y descriptivo, porque contribuirá a minimizar los impactos ambientales derivados subutilización de los desechos industriales.

### **4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **4.2.1 Diseño Experimental**

El presente estudio enfatiza la utilización del material fibroso de la cáscara de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes H.B.K*); como sustituto del salvado de trigo; que nos permita elaborar las barras alimenticias energéticas de buena calidad. Se aplicará un diseño experimental para mezclas considerando cuatro componentes: Mezcla de aditivos, salvado de palmito, mezcla de avena y maní; y mezcla de coco rallado y nueces. La restricción impuesta es que la suma de las proporciones de los tres componentes sea la unidad; para todos los tratamientos experimentales. Una vez identificada la mejor mezcla se realizará la determinación de la vida útil.

#### **4.2.2 Población y Muestra**

De acuerdo al diseño experimental planteado, se ha trabajado con 10 tratamientos constituidos por mezclas de las materias primas que han sido indicadas anteriormente. Se corrieron 2 réplicas, y se utilizaron 20 panelistas semi – entrenados, para las evaluaciones sensoriales.

### 4.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 4.3.1 Variable Independiente: Sustitución del salvado de palmito (material fibroso) con diferentes niveles; 4%,7%, 8%

**Cuadro 4. Operación de variables independientes**

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Ítems	Técnicas
La sustitución del salvado de palmito, material fibroso, MF; incluida en la formulación de la barra alimenticias energética	Conservas vegetales	4% 7% 8%	¿El empleo del salvado de palmito, MF; en la formulación de una barra alimenticia energética, BAE; afectará directamente en su aceptabilidad?	Hoja de catación
Granulométrica De salvado de palmito		250 $\mu\text{m}$ 180 $\mu\text{m}$	¿Tendrá el mismo efecto la granulometría, en la elaboración de barras alimenticia energética?	Análisis sensorial

**Elaborado por:** Angélica M. Bayas Aguilar



### 4.3.2 Variable Dependiente: Aceptabilidad

**Cuadro 5. Operacionalización de variables dependientes**

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas
Evaluación sensorial de las barras alimenticias energéticas, BAE.	Conservas vegetales	Atributos Organolépticos: Color Olor Textura Sabor Aceptabilidad	¿Habrán cambios significativos en la aceptabilidad y en otros atributos organolépticos en su evaluación sensorial de las BAE?	Hoja de catación  Análisis sensorial

Elaborado por: Angélica M. Bayas Aguilar

## 4.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DEL MATERIAL FIBROSO FERMENTADO

Durante el proceso de industrialización del palmito se genera una gran cantidad de residuos, los cuales son: manzana dura 2,13 %; bagazo grueso 16,07%, puntas duras 5,45% y cáscara de palmito 28,59 %. En la foto 1 que se incluye en el anexo G, se indica el proceso de industrialización, indicando en la fase del proceso donde se genera el residuo.

En el grafico 1 del anexo E se observa un balance de palmito que ingresa a la industrialización y la cantidad de material fibroso producido, todos estos residuos fueron recolectados para la parte experimental. Cuyos reactivos y equipos a utilizar son los siguientes:

**Reactivos:**

Agua Potable, Solución de benomyl o fundazol al 0,02%, Agar extracto de levadura, glucosa; agar extracto de malta; agar de sabouraud dextrosa, agar de patata-glucosa.

**Equipos:**

Balanza, frascos de vidrio, fundas, cajas petri, bisturí  
Olla de cocción, termómetro, trapiche, secador de túnel, tamiz, autoclave, caldero.

A continuación se describe las diferentes etapas del dicho proceso:

**Recepción y calificación:** en esta operación no se utiliza la primera capa que recubre el palmito y se elimina todas las partículas extrañas existentes.

**Pesado:** se toma el peso de los residuos para determinar rendimiento.

**Cortado:** se reduce el tamaño de las cáscaras de 5 a 10 cm para efectuar las siguientes operaciones.

**Lavado:** se aplica para remover las impurezas como tierra, piedras, etc. Se coloca el residuo en una solución de benomyl o fundazol al 0,02% durante 10 min; y luego se procede a lavarlo con abundante agua.

**Cocción:** se efectuará a temperatura de ebullición, por 3 horas, para inhibir las enzimas presentes en las cáscaras, y evitar la oxidación. Esta actividad tiene por función disminuir la cantidad de organismos sobre todo nocivos, que pueden competir con el hongo *Pleurotus ostreatus* en la utilización del espacio y de los nutrientes en dicho sustratos; y además prepara al sustrato para una eficaz colonización por el hongo.

**Prensado:** la cáscara de palmito se pasa por un trapiche con la finalidad de extraer la humedad de la cáscara que es alrededor de 60 %.

**Semilla:** la preparación de la semilla se observa en el anexo E gráfico 3.

**Siembra:** se mezcla homogéneamente con la semilla (*Pleurotus ostreatus*), en la proporción del 2-5% del peso húmedo del sustrato. Luego de la mezcla se coloca en fundas plásticas de color negro.

**Incubación:** se lo realiza a temperatura ambiente, en cuartos oscuros y una humedad relativa de 70% a 80%. Al quinto día se realiza perforaciones en las fundas con agujeros de 1 mm de diámetro separados por 8 cm c/uno para permitir el acceso al aire. Son aproximadamente 2 semanas del desarrollo del micelio.

**Cocción:** a temperatura de ebullición por 45min, con la finalidad de inhibir el crecimiento del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*.

**Secado:** la masa fermentada, es secada a una temperatura de 60 °C, por 6 horas, hasta alcanzar una humedad de alrededor del 12 %. Tiene como fin reducir la humedad a niveles tales que no pongan en riesgo la vida útil del producto.

**Molienda:** el material fibroso fermentado y secado, es sometido a un proceso de molienda para reducir su tamaño hasta pulverización.

**Tamizado:** en este proceso los tamices utilizados son 60, 80, 180, 250µm, a un sistema de vibración por 30 min, obteniendo como resultado salvado de palmito con un tamaño de partícula de 180 y 250 µm, que es apropiado para la elaboración de subproductos como lo son las barras alimenticias.

**Envasado:** el material fibroso obtenido (fibra dietética) se almacena en recipientes herméticos, para evitar la posible contaminación por

microorganismos. Se pueden utilizar cajas de cartón corrugado con polietileno en su interior, también se emplean sacos de papel multicapa, o envases que posean barreras a la humedad con el fin de evitar la contaminación con hongos.

En el anexo E gráfico 2, se describe el diagrama de proceso de obtención de salvado de palmito.

#### **4.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE BARRAS ALIMENTICIAS ENERGÉTICAS, (BAE)**

**Materia Prima:** salvado de palmito (material fibroso fermentado), hojuelas de avena: maní; coco rallado y nueces, margarina; lecitina de soya; panela; y miel de maíz.

**Recepción:** se seleccionada la materia prima que intervienen en el proceso de elaboración de las BAE.

**Pesado:** se realizó esta operación según las mejores mezclas con granulometría de salvado de palmito 180 $\mu$ m y 250 $\mu$ m cuya formulación respectiva se observa en anexo E gráficos 4 y 5, en forma detallada las cantidades de c/uno de los ingredientes.

**Dosificación:** se prepara la margarina con la lecitina de soya al 1%, con una concentración de 200 ppm de BHT, como antioxidante, para inhibir el proceso de oxidación de las grasas.

**Pre-cocción:** se somete los productos secos a un tostado a fuego lento por 10 min, para dar más aroma a las hojuelas de avena, maní; nueces y el material fibroso (salvado de palmito). Con ello se pretende obtener un producto final inocuo, libre de microorganismos patógenos para el ser

humano; se vuelva crujiente. Además efectúa cambios en la cristalinidad de los almidones y proteína.

**Mezclado:** previo al mezclado se realiza por separado dicha mezcla primero el salvado de palmito con la margarina; luego los demás ingredientes con la miel. El conjunto hay que mezclar bien hasta que se forme la pasta por 5 min a fuego lento.

**Moldeo:** poner en una asadera cuadrada o rectangular, enceradas con lecitina la mezcla, para prevenir el pegamento de la mezcla con el molde, evitando la deformación del producto final.

**Horneo:** empleando un horno eléctrico precalentado por 10 min, colocar las barras durante 15 minutos a una temperatura aproximada de 120 °C, hasta que la masa pierde humedad, se vuelva crujiente y agradable.

**Compresión:** luego de haber transcurrido 5 min en el horno, la mezcla en los moldes sufre un prensado para darle forma cuadrada y de esta manera salga homogénea la barra alimenticia energética, (BAE).

**Enfriado:** se deja enfriar por un tiempo de 15 minutos a temperatura ambiente, luego de esto se procede a retirar los moldes rectangulares de tamaño de 10cm de largo, 4,5cm de ancho y 9mm de grosor.

**Empacado:** las barras energéticas se las empaca en fundas trilaminadas para su conservación. Cuyo diagrama de flujo se observa en el anexo E gráfico 7.

## 4.6 MÉTODOS DE ANÁLISIS

Los análisis que fueron realizados al salvado de palmito y a las dos mejores mezclas de barras alimenticias energéticas con diferentes granulometrías de salvado de palmito:

**Humedad:** Secado en Estufa de aire marca Memmert, modelo M 400 a  $130\pm 3^{\circ}\text{C}$  por una hora. Referencia AOAC, "Official Methods of Analysis" 18<sup>th</sup> Edition, MÉTODO OFICIAL AOAC 925.10. Sólidos Totales y humedad en harinas, Método de estufa de aire. Apéndice No 01.

**Cenizas:** Secado en la mufla marca Barnstead Thermolyne, mod. F6010 a  $550^{\circ}\text{C}$  en aproximadamente 1 hora. Referencia AOAC "Official Methods of Analysis", 18<sup>th</sup> Edition MÉTODO OFICIAL AOAC 923, 03Cenizas en Harinas. Método directo. Apéndice No 02 y Anexo G. Fotos 8

**Proteína:** Someter a un digestor a  $420^{\circ}\text{C}$  por 60 min, la muestra con papel libre de nitrógeno. Referencia AOAC "Official Methods of Analysis", 18<sup>th</sup> Edition, MÉTODO OFICIAL AOAC 2001.11 Proteína (cruda) en Alimento para Animales, Forraje (Tejidos vegetales), Granos y semillas aceitosas. Método del Block de digestión usando cobre como catalizador y destilación por vapor dentro de ácido bórico. Apéndice No 03 y Anexo G. Fotos 9

**Grasa:** Someter a hidrólisis la muestra en elernmeyer de 250 ml a temperatura de ebullición añadiendo 100 ml de HCl 6N y núcleos de ebullición por una hora. Referencia AOAC, "Official Methods of Analysis", 18<sup>th</sup> Edition, MÉTODO OFICIAL AOAC 991,36 Grasa (cruda) en Carnes y Productos Cárnicos. Método de Extracción por solvente (Submersión). Apéndice No 04y Anexo G. Fotos 10

**Fibra dietética soluble e insoluble:** Someter a un proceso enzimático al material fibroso, con diversas enzimas como alfa amilasa, pepsina y pancreatina, para hidrolizar el material fibroso de la cascara de palmito.

Referencia "Asp, et, al Agric Food Chem 1983". Asp N-G, Johansson C-G, Hallmer H, Siljestróm M. Rapid enzymatic assay insoluble and soluble dietary fiber. J. Agric Food Chem. 1983. Apéndice No 05 y Anexo G. Fotos 11

**Fibra dietética total:** Someter a un proceso enzimático. Referencia "Asp, et al, Agric Food Chem 1983". Asp N-G, Johansson C-G, Hallmer H, Siljestróm M. Rapid enzymatic assay insoluble and soluble dietary fiber. J. Agric Food Chem. 1983.

**Índice de Peróxidos,** referencias Métodos Oficiales de Análisis. Tomo I, del libro del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Dirección General de Política Alimentaria. Apéndice No 06 y Anexo G. Fotos 12

#### **Microbiológicas:**

**Preparación de diluciones y muestras microbiológicas,** referencias: NTE ISO/IEC 17025:2006; INTE INEN 1 529-2:99. Control microbiológico de los alimentos. Preparación de muestras para análisis microbiológicos, PE01-5.4-MB Coliformes totales-*E.coli*. Apéndice No 07 y Anexo G. Fotos 14

**Recuento Coliformes totales y E-Coli,** referencias: Norma NTE INEN ISO/IEC 17025:2006; Método Oficial de la AOAC 991.14 Recuento de Coliformes y *Escherichia coli* en alimentos; 3M Petrifilm. *E. coli*/ Coliform Count Plate. Interpretation Guide and reminders for use, 3M Petrifilm Píate. Sample preparation y 3M Petrifilm Píate. Guide to Dilution Preparation.

**Mohos y Levaduras,** referencias: Normas NTE INEN ISO/IEC 17025:2006; Método oficial de la AOAC 997.02 Recuento de mohos y levaduras en alimentos; 3M Petrifilm. *E. coli* / Coliform Count Plate. Interpretation Guide and reminders for use; 3M Petrifilm Plate. Sample preparation y 3M Petrifilm Plate. Guide to Dilution Preparation.

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1 FIBRA DE PALMITO EN POLVO

La industria agrícola exportadora INAEXPO. C.A., procesa 728850 tallos de palmito semanales para producir conservas de palmito en salmuera, en vinagre y en salsa marinada. La mayor parte de la producción exporta a los países de Europa, Canadá y Estados Unidos. Durante su proceso de producción se genera una enorme cantidad de residuos que representa el 50% del palmito, estos residuos se clasifican en: puntas duras, manzana y cáscara. (Anexo G Gráfico 1).

En la tabla 2, se observa el análisis proximal del residuo del palmito seco, nos indica que su mayor contenido es en sólidos 92,86 % y 7,14 % de agua. Estos sólidos tienen una composición de 78,47% en fibra dietética total, seguido de proteína 4,95%; carbohidratos 4,98 %; cenizas 3,85 % y grasa 0,61%.

**Tabla 2. Análisis proximal de residuo de palmito**

Componente (g/100g) <sup>1</sup>	Residuos
Proteína <sup>2</sup>	4,95
Humedad	7,14
Lípidos Totales	0,61
Cenizas	3,85
Fibra total	78,47
Fibra soluble	2,37
Fibra insoluble	76,10
Carbohidratos <sup>3</sup>	4,98

<sup>1</sup> Medida de dos repeticiones; <sup>2</sup> N x 6,25; <sup>3</sup> Calculado por diferencia: 100-(% lípidos totales+% proteínas+% humedad+% cenizas+% fibra total).

**Fuente.** Laboratorios Bromatológicos de la Escuela Politécnica Nacional

Para utilizar los residuos de palmito como fuente de fibra, se procedió a secarle de la siguiente manera se pasó a través de un proceso de prensado



mecánico que retira el agua y parte de las sustancias solubles que tiene los residuos, procediéndole luego a secarle a 60°C utilizando el túnel de secado.

El residuo seco fue sometido a molienda utilizando un molino de piedras, dando como resultado un material fibroso duro de moler, y dificultoso para obtener un salvado de palmito fina partícula, por lo cual se decidió realizar sobre este material el cultivo de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* por fermentación sólida durante 20 días. El propósito es que el hongo ablande los residuos de palmito.

Ello es posible gracias a las enzimas aportadas por las hifas del hongo *P. ostreatus* durante la fermentación de dichos residuos. El *Pleurotus* posee una composición enzimática muy compleja que le permite degradar los grandes polímeros (lignina y celulosa) que componen los residuos de palmito, para dar lugar a compuestos de bajo peso molecular más fáciles de ser digeridos.

La secreción de enzimas por hongos filamentosos es un proceso muy relacionado con el crecimiento de los hongos. Anexos F, Foto 5. Los residuos de palmito fermentado fueron cocinados, secados a 60 °C y finalmente molidos para obtener una harina.

**Tabla 3. Análisis proximal de residuo del palmito fermentado**

Componente (g/100g) <sup>1</sup>	Residuos
Proteína <sup>2</sup>	7,82
Humedad	6,94
Lípidos Totales	3,18*
Cenizas	2,65
Fibra total	75,78*
Fibra soluble	7,37
Fibra insoluble	68,41
Carbohidratos <sup>3</sup>	3,63

<sup>1</sup> Medida de dos repeticiones; <sup>2</sup> N x 6,25; <sup>3</sup> Calculado por diferencia: 100-(% lípidos totales+% proteínas+% humedad+% cenizas+% fibra total).

**Fuente:** \* Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos "LACONAL"- FCIAL-UTA  
\* Laboratorio Bromatológico de la Escuela Politécnica Nacional

En la tabla 3 se observa que los residuos de palmito fermentado seco a la cual llamaremos salvado de palmito, posee como componente principal la fibra dietética con 75,78%, seguido de 7,82% de proteína, 3,18% de grasa, 2,65 % de cenizas y una humedad de 6,94%. Como resultado este proceso de fermentación de los residuos de palmito se obtuvieron un incremento de fibra soluble de 2,37 % a 7,37 %; con referente al fracción insoluble se obtuvo decremento de 76,10% a un 68,41%, ver tabla 4.

Lo cual nos indica que en el proceso fermentativo se obtuvo una degradación del material, fibroso dando lugar a una disminución de su contenido de fibra insoluble comparado con la fibra del palmito no fermentada, además permitió realizar una molienda para obtener un salvado de palmito con granulometría adecuada para ser utilizada en el procesamiento de las barras energéticas.

**Tabla 4. Comparación del material fibroso de la cáscara de palmito**

<b>Fracción de fibra dietaria</b>	<b>Unidades</b>	<b>Fibra de palmito seco</b>	<b>Fibra de palmito fermentado seco</b>
Soluble	% (g/100g)	2,37	7,37
Insoluble	% (g/100g)	76,1	68,41

**Fuente.** Laboratorios Bromatológicos de la Escuela Politécnica Nacional

La fibra de palmito fermentado posee un valor de fibra soluble de 7,37%, que es alto comparado con algunos alimentos, como: salvado de trigo que tiene 2,05 %, semillas de girasol 2,5%, cebada 1,70%, soya porotos 6,58%. La fermentación solida ha mejorado el contenido de fibra soluble en los residuos de palmito, con valor superior al salvado de trigo, que es un residuo de la molienda del trigo y utilizado generalmente como fuente fibra en barras de cereales.

Además la fibra de palmito fermentado tiene gran cantidad de fibra insoluble alrededor de 68,41(g), valor alto comparado con el salvado de trigo que posee 40,30%; pero es un poco menor que la fibra de palmito no fermentado que

contiene 76,1%, valores comparados con la tabla de alimentos ricos en fibra soluble e insoluble. [45]

En la fermentación ha ocurrido un desdoblamiento de la fibra de palmito por la actividad enzimática de las celulasas durante el crecimiento del hongo en la fibra transformando de fibra insoluble a fibra soluble en los residuos de palmito. El alto contenido de fibra total en el palmito fermentado permite indicar que puede ser una fuente de fibra para barras de cereales.

El salvado de palmito, es un producto que puede declararse como ingrediente limpio o inocuo. Los microorganismos que posee la fibra de palmito fermentado nos indica que está dentro de las características adecuadas ver anexo C en la tabla C2, y además tiene una actividad de agua de 0,552  $a_w$  relativamente baja, que permite conservarse por un buen tiempo. El rendimiento del salvado de palmito fue 91,72 % de aprovechamiento de los residuos esto se debe por su alto contenido de humedad, que tiene los residuos de palmito, lo cual tenemos 8,28% de rendimiento, ver anexo E gráfico 4.

## 5.2 TAMAÑO DE LA PARTÍCULA

Se tomó una muestra de 100 g fibra de palmito fermentado, se determinó el tamaño de partícula, los resultados se presentan en la tabla 5.

**Tabla 5. Distribución de partícula (%) de la fibra de palmito fermentado**

Número de Tamiz	Tamaño de partícula ( $\mu\text{m}$ )	% Retenido
18	0,394	0,042
20	850	0,004
30	600	0,379
60	250	45,704
Base	180	53,871

Fuente. Angélica M. Bayas Aguilar

Se obtuvo mayor porcentaje de retención en el tamiz número 60 y en la base (correspondiente a una partícula aproximada de 180 $\mu$ m). Según Fuertes (1998), el tamaño ideal para este fin se ubica en un rango de 50 a 500  $\mu$ m. Si se utiliza la harina proveniente de los tamices 250 y menor a este, podría considerarse adecuado para su incorporación en alimentos dirigidos a humanos como las barras energéticas. [17]

El tamaño de partícula junto con la estructura, porosidad y densidad son características que podrían influir en algunas propiedades funcionales del residuo fibroso tales como la absorción de agua y aceite.

Además, el área superficial de contacto de las partículas produce cambios en la velocidad de liberación de glucosa, por lo que los residuos podrían atraparla y retardar la velocidad de absorción de la misma, y por lo tanto podría incorporarse en algún alimento dirigido a diabéticos.

### **5.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO**

Como ha sido mencionado, el objetivo principal de formular las barras energéticas fue obtener un nuevo producto utilizando el bagazo o material fibroso de la cáscara de palmito. Para elaborar el producto se ha elegido con máxima precaución los otros ingredientes, los que han contribuido a que el producto posea la textura adecuada, así como la humedad final y dulzor deseados. Para conseguir ello se aplicó un diseño de mezclas pudiéndose apreciar los tratamientos en la tabla 1, sección 3.2.

Los rangos establecidos para los componentes de las mezclas (codificados en composición y fracción de 0 a1, según el rango alto o bajo) se fijaron en % como A (Mz Aditivos): 50-52 (0,50-0,52); B (Salvado Palmito): 4-8 (0,04-0,08); C (Mz Avena Maní): 24-32 (0,24-0,32); D (Mz Coco Nueces): 9-16 (0,09-0,16).

Se realizaron catas con paneles de 40 potenciales consumidores, seleccionados al azar entre alumnos de la Universidad Técnica de Ambato. Se han evaluado 4 atributos sensoriales con diferente escala de intensidad, de acuerdo al anexo A de la tabla A1.

Para conocer el grado de aceptabilidad fueron sometidas a evaluación todas las 10 mezclas o tratamientos experimentales, cada una con dos diferentes granulometrías del salvado de palmito. Con las mejores mezclas se elaboraría el perfil sensorial de las barras alimenticias energéticas con salvado de palmito, utilizando los atributos sensoriales: color, olor, sabor y textura, que se discuten a continuación.

### 5.3.1 Análisis de la barra energética con base en salvado de palmito de granulometría 180 µm

#### a) Color

Los resultados reportados en el anexo B de la tabla B1, muestran la apreciación de los catadores sobre el atributo color. De los modelos corridos cuyos resultados se presentan en la tabla 6, se deduce que el modelo cuadrático es altamente significativo (valor-p=0,000).

**Tabla 6. Modelos estimados para color. Granulometría 180 µm**

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados Libertad	Cuadrados Medios	Varianza	Probabilidad
Media	101531,0	1	101531,0		
Bloques	8,45	1	8,45	0,22	0,6413
Lineal	81,5081	3	27,1694	0,68	0,5755
Cuadrático	587,742	6	97,957	109,52	0,0000*
Error	8,05	9	0,894444		
Total	102217,0	20			
<b>Modelo</b>	<b>SE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup>Ajust.</b>		
Lineal	6,30234	13,12	0,00		
Cuadrático	0,945751	98,83	<b>97,52</b>		

**Nota.** \* Significativo al p<0,05

Nótese en la parte inferior de la tabla 6, el modelo cuadrático explica el 97,52% de variabilidad detectada en el color mientras que el modelo lineal presenta 0%. Por lo anterior y el análisis de varianza de validación del modelo que se representa en la tabla 7 se deduce que el modelo evaluado es altamente significativo y permite medir el efecto de las variables (Mz aditivos, salvado palmito, Mz avena maní, Mz coco nueces), sobre la apreciación óptima del color.

**Tabla 7. Anova para color**

Fuente de Variación	Suma Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Razón de Varianza	Valor -p
Modelo Cuadrático	677,7	10	67,77	75,77	0,0000*
Error total	8,05	9	0,89		
Total (corr.)	685,75	19			

**Nota.** \* Si significativo al  $p < 0,05$

El color entonces se ajusta a una relación cuadrática polinomial de la forma siguiente.

$$\text{Color} = -11,25\mathbf{A} + 691,292\mathbf{B} + 125,792\mathbf{C} + 173,071\mathbf{D} - 1042,17\mathbf{BC} - 1014,0\mathbf{BD} - 318,887\mathbf{CD}$$

Nótese que este modelo la codificación es A: Mz Aditivos, B: Salvado Palmito, C: Mz Maní Avena, D: Mz Coco Nueces. Además obsérvese en la tabla 8 los valores de los coeficientes de regresión con sus respectivos valores de probabilidad, que definen la significación estadística ( $\alpha = 0,05$ )

**Tabla 8. Resultados de ajuste de modelo cuadrático para color**

Parámetro	Estimado	Error Estándar	Estadístico T	Valor-P
A:Mz Aditivos	-11,25	298,495		
B:SalvadoPalmito	691,292	98,2483		
C:MzManiAvena	125,792	17,5943		
D:MzCocoNueces	173,071	30,079		
AB	-1151,31	519,795	-2,21494	0,0540
AC	186,604	369,896	0,504477	0,6260
AD	-183,083	408,363	-0,448335	0,6645
BC	-1042,17	177,452	-5,87294	0,0002*
BD	-1014,0	195,3	-5,19202	0,0006*
CD	-318,887	95,9904	-3,32207	0,0089*

**Nota.** \* Significativo al  $p < 0.05$

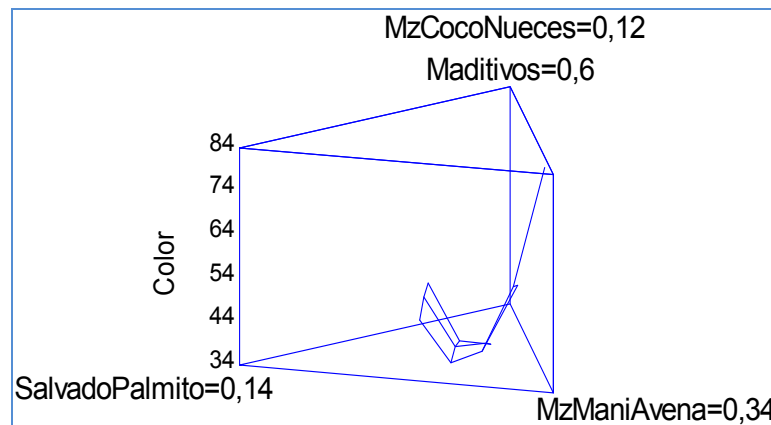
Se ha procedido a maximizar el atributo color. La figura 9 muestra la superficie de respuesta estimada a través del modelo anterior. Los valores óptimos corresponden a la última columna de la tabla 9.

**Tabla 9. Respuesta Optimizada. Valor óptimo = 81,5**

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Mz Aditivos	0,5	0,52	0,52
Salvado Palmito	0,04	0,08	0,04
Mz Maní Avena	0,24	0,32	0,32
Mz Coco Nueces	0,09	0,16	0,12

**Fuente.** Programa Statgraphics

**Figura 9. Superficie de respuesta estimada, color**



**Fuente.** Programa Statgraphics

## b) Olor

Los resultados reportados en el anexo B la tabla B1, muestran la apreciación de los catadores sobre el atributo olor. De los modelos corridos cuyos resultados se presentan en la tabla 10, se deduce que el modelo cuadrático es significativo ( $\alpha: 0,10$ ) mientras que el modelo lineal es altamente significativo ( $\alpha=0,01$ ).

**Tabla 10. Modelos estimados para olor. Granulometría 180  $\mu\text{m}$**

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados Libertad	Cuadrados Medios	Varianza	Probabilidad
Media	92072,4	1	92072,4		
Bloques	14,45	1	14,45	0,98	0,3359
Lineal	195,293	3	65,0976	13,79	0,0001*
Cuadrático	45,7571	6	7,62619	2,74	0,0846
Error	25,05	9	2,78333		
Total	102217,0	20			
Modelo	SE	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Ajust.		
Lineal	2,17267	74,76	68,03		
Cuadrático	1,66833	91,07	<b>81,15</b>		

Nota:\* Significativo al  $p < 0,05$

Nótese en la parte inferior de la tabla 10, que el modelo cuadrático explica el 81,15% de variabilidad detectada en el olor mientras que el modelo lineal presenta 68,03%. Por lo anterior y el análisis de varianza de validación del modelo que se representa en la tabla 11 se deduce que el modelo evaluado es altamente significativo y permite medir el efecto de las variables (Mz aditivos, salvado palmito, Mz avena maní, Mz coco nueces), sobre la apreciación óptima del olor.

**Tabla 11. ANOVA para olor**

Fuente de Variación	Suma Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Razón de Varianza	Valor -p
Modelo					
Cuadrático	255,5	10	25,55	9,18	*0,0013
Error total	25,05	9	2,78333		
Total (corr.)	280,55	19			

Nota. \* Significativo al  $p < 0,05$



Observe en la tabla 12 los valores de los coeficientes de regresión con sus respectivos valores de probabilidad, que definen la significación estadística ( $\alpha=0,05$ ). En este caso los efectos combinados no son significativos, y por consecuencia el color se ajusta a la relación siguiente:

$$\text{Olor} = 669,75 \text{ A} + 349,63 \text{ B} + 123,75 \text{ C} + 151,14 \text{ D}$$

**Tabla 12. Cuadrático resultados de ajuste de modelo para olor**

Parámetro	Estimado	Error Estándar	Estadístico T	Valor-P
<b>A:</b> Maditivos	669,75	526,554		
<b>B:</b> SalvadoPalmito	349,625	173,313		
<b>C:</b> MzManiAvena	123,75	31,0368		
<b>D:</b> MzCocoNueces	151,143	53,0603		
AB	-1306,23	916,934	-1,42456	0,1880
AC	-760,5	652,508	-1,1655	0,2738
AD	-845,0	720,364	-1,17302	0,2709
BC	-545,729	313,031	-1,74337	0,1152
BD	-556,292	344,514	-1,61471	0,1408
CD	-271,607	169,33	-1,60401	0,1432

**Nota.** No son significativo al  $p>0,05$

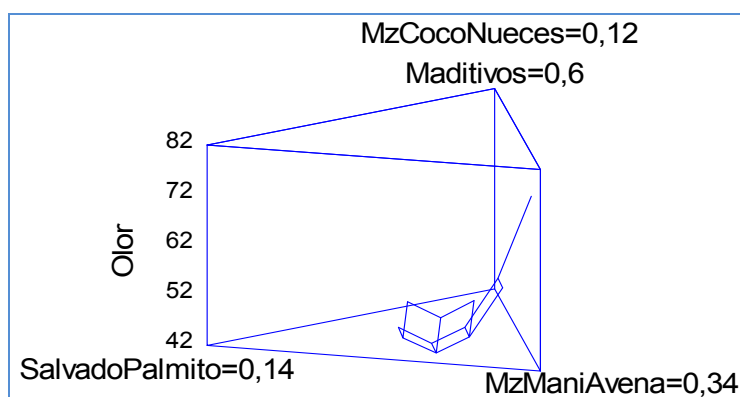
Se ha procedido a maximizar el atributo olor. La figura 10 muestra la superficie de respuesta estimada a través del modelo anterior. Los valores óptimos corresponden a la última columna de la tabla 13.

**Tabla 13. Respuesta Optimizada. Valor óptimo = 73,5**

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Mz Aditivos	0,5	0,52	0,52
Salvado Palmito	0,04	0,08	0,04
Mz Maní Avena	0,24	0,32	0,32
Mz Coco Nueces	0,09	0,16	0,12

**Fuente.** Programa Statgraphics

**Figura 10. Superficie de respuesta estimada, olor**



Fuente. Programa Statgraphics

### c) Sabor

Los resultados reportados en el anexo B de la tabla B1, muestran la apreciación de los catadores sobre el atributo sabor. De los modelos corridos cuyos resultados se presentan en la tabla 14, se deduce que ninguno de los modelos, lineales o cuadrática han resultado significativos ( $\alpha=0,05$ ).

**Tabla 14. Modelos estimados para sabor. Granulometría 180  $\mu$ m**

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados Libertad	Cuadrados Medios	Varianza	Probabilidad
Media	112200,	1	112200,		
Bloques	64,8	1	64,8	1,61	0,2208
Lineal	225,767	3	75,2557	2,26	0,1232
Cuadrático	275,033	6	45,8388	1,84	0,1972
Error	224,2	9	24,9111		
Total	112990,	20			
Modelo	SE	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Ajust.		
Lineal	5,76907	36,79	19,93		
Cuadrático	4,9911	71,61	<b>40,07</b>		

**Nota.** No significativo  $p>0.05$

### d) Textura

Los resultados reportados en el anexo B de la tabla B1, muestran la apreciación de los catadores sobre el atributo textura. De los modelos corridos

cuyos resultados se presentan en la tabla 15, se deduce que tanto el modelo lineal como el modelo cuadrático son significativos ( $\alpha=0,05$ )

**Tabla 15. Modelos estimados para textura. Granulometría 180  $\mu\text{m}$**

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados Libertad	Cuadrados Medios	Varianza	Probabilidad
Media	64524,8	1	64524,8		
Bloques	20,0	1	20,0	0,79	0,3845
Lineal	202,705	3	67,5684	4,05	0,0271
Cuadrático	232,495	6	38,7491	19,37	0,0001*
Error	18,0	9	2,0		
Total	64998,0	20			
<b>Modelo</b>	<b>SE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup>Ajust.</b>		
Lineal	4,08652	47,06	32,95		
Cuadrático	1,41421	96,20	<b>91,97</b>		

**Nota.** \*Significativo  $p<0,05$

Sin embargo nótese en la parte inferior de la tabla 15 que el modelo cuadrático explica el 91,97% de la variabilidad detectada en la textura mientras que el modelo lineal explica el 32,97%. Por lo anterior y el análisis de varianza de validación del modelo que se representa en la tabla 16 se deduce que el modelo cuadrático evaluado es mejor y permite medir el efecto de las variables (Mz aditivos, salvado palmito, Mz avena maní, Mz coco nueces), sobre la apreciación óptima de la textura.

**Tabla 16. ANOVA para textura**

Fuente de Variación	Suma Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Razón de Varianza	Valor -p
Modelo					
Cuadrático	455,2	10	45,52	22,76	0,0000*
Error total	18,0	9	2,0		
Total (corr.)	473,2	19			

**Nota.** \*Significativo  $p<0,05$

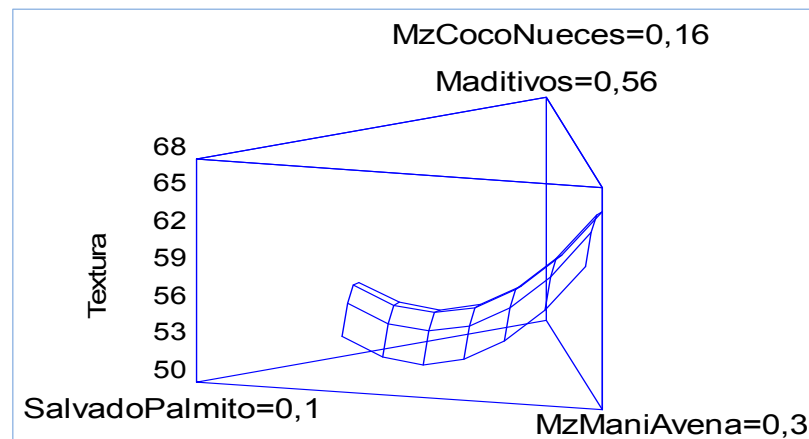
Se ha procedido a maximizar el atributo textura. La figura 11 muestra la superficie de respuesta estimada, siendo que los valores óptimos corresponden a la última columna de la tabla 17.

**Tabla 17. Respuesta Optimizada. Valor óptimo = 65,9844**

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Mz Aditivos	0,5	0,52	0,50
Salvd Palmito	0,04	0,08	0,04
Mz Maní Avena	0,24	0,32	0,30
Mz Coco Nueces	0,09	0,16	0,16

Fuente. Programa Statgraphics

**Figura 11. Superficie de respuesta estimada, textura**



Fuente. Programa Statgraphics

### 5.3.1.1 Optimización de múltiples respuestas

El diseño experimental de mezclas nos permite analizar globalmente al producto, considerando en este caso las cuatro características sensoriales evaluadas color, olor, sabor y textura. Con base en las diferentes corridas experimentales realizadas, la preferencia global corresponde a la que proporcionan una “función deseable” más alta, es decir a la mezcla 8.

**Tabla 18. Visualización de resultados maximizados en 20 corridas para los cuatros atributos sensoriales: color, olor, sabor y textura**

<b>Corrida</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b><i>Deseabilidad Prevista</i></b>	<b><i>Deseabilidad Observada</i></b>
1	66,0	64,0	62,0	60,0	0,265774	0,0
2	67,0	68,0	65,0	52,0	0,405514	0,213613
3	68,0	69,0	84,0	62,0	0,649392	0,552298
4	63,0	65,0	68,0	51,0	0,300118	0,0
5	80,0	74,0	80,0	52,0	0,46004	0,552105
6	73,0	65,0	72,0	58,0	0,333352	0,4247
7	66,0	66,0	66,0	55,0	0,415556	0,236401
8	71,0	72,0	78,0	68,0	0,690342	0,677743
9	70,0	74,0	78,0	59,0	0,541643	0,58025
10	82,0	70,0	78,0	61,0	0,541876	0,716626
11	68,0	60,0	74,0	58,0	0,247103	0,0
12	66,0	68,0	72,0	53,0	0,401677	0,288633
13	69,0	71,0	76,0	56,0	0,64948	0,46502
14	65,0	63,0	72,0	49,0	0,282878	0,0
15	83,0	73,0	81,0	49,0	0,448809	0,0
16	74,0	65,0	79,0	57,0	0,319652	0,48223
17	68,0	66,0	77,0	55,0	0,402481	0,373783
18	73,0	70,0	73,0	64,0	0,691597	0,587692
19	72,0	69,0	75,0	57,0	0,535927	0,496773
20	81,0	65,0	88,0	60,0	0,538898	0,656797

**Fuente.** Programa Statgraphics

Este procedimiento ayuda a determinar la combinación de los factores experimentales que simultáneamente optimizan varias respuestas. Los hace maximizando la función de ‘deseabilidad’, que en el presente caso ha correspondido a la indicada mezcla 8 (corridas 8 y 18).

### **5.3.2 Análisis de la barra energética con base en salvado de palmito de granulometría 250 µm**

#### **a) Color**

Los resultados reportados en el anexo B de la tabla B2, muestran la apreciación de los catadores sobre el atributo color. De los modelos corridos cuyos resultados se presentan en la tabla 19, se deduce que el modelo

cuadrático no es significativo ( $\alpha: 0,10$ ), mientras que el modelo lineal es significativo ( $\alpha=0,05$ ).

**Tabla 19. Modelos estimados para color. Granulometría 250  $\mu\text{m}$**

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados Libertad	Cuadrados Medios	Varianza	Probabilidad
Media	112500,	1	112500,		
Bloques	3,2	1	3,2	0,21	0,6560
Lineal	112,917	3	37,639	3,36	0,0470*
Cuadrático	68,0829	6	11,3471	1,02	0,4680
Error	99,8	9	11,0889		
Total	112784,	20			
Modelo	SE	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Ajust.		
Lineal	3,34547	40,89	25,12		
Cuadrático	3,33	64,86	<b>25,81</b>		

**Nota.** \* Si significativo al  $p < 0,05$

Nótese en la parte inferior de la tabla 19, el modelo cuadrático explica el 25,81% de la variabilidad detectada en el color mientras que el modelo lineal presenta 25,12%. Estos porcentajes derivados de los coeficientes de determinación ajustados determinan que ningún modelo explica suficientemente la variabilidad asociada con el color.

## b) Olor

Los resultados reportados en el anexo B de la tabla B2, muestran la apreciación de los catadores sobre el atributo olor. De los modelos corridos cuyos resultados se presentan en la tabla 20, se deduce que ni el modelo lineal ni el modelo cuadrático son significativos ( $\alpha=0,05$ ).

**Tabla 20. Modelos estimados para olor. Granulometría 250µm**

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados Libertad	Cuadrados Medios	Varianza	Probabilidad
Media	99687,2	1	99687,2		
Bloques	3,2	1	3,2	0,21	0,6507
Lineal	22,9657	3	7,65524	0,46	0,7131
Cuadrático	129,834	6	21,639	1,64	0,2423
Error	118,8	9	13,2		
Total	99962,0	20			
Modelo	SE	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Ajust.		
Lineal	4,07132	9,52	0,00		
Cuadrático	3,63318	56,77	<b>8,73</b>		

**Nota:** No significativo al  $p < 0,05$

Consecuentemente la variabilidad en el atributo “olor” no ha podido ser explicada por modelo alguno.

### c) Sabor

Los resultados reportados en el anexo B de la tabla B2, muestran la apreciación de los catadores sobre el atributo sabor. De los modelos corridos cuyos resultados se presentan en la tabla 21, se deduce que ni el modelo lineal ni cuadrático son significativos ( $\alpha = 0,05$ ).

**Tabla 21. Modelos estimados para sabor. Granulometría 250 µm**

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados Libertad	Cuadrados Medios	Varianza	Probabilidad
Media	111901,	1	111901,		
Bloques	9,8	1	9,8	0,85	0,3686
Lineal	10,0036	3	3,33452	0,25	0,8577
Cuadrático	122,196	6	20,3661	2,44	0,1109
Error	75,2	9	8,35556		
Total	112118,	20			
Modelo	SE	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Ajust.		
Lineal	3,62764	9,12	0,00		
Cuadrático	2,8906	65,38	26,91		

**Nota.** No significativo al  $p < 0,05$

Consecuentemente la apreciación del sabor es igual para todas las mezclas ensayadas.

#### d) Textura

Los resultados reportados en el anexo B de la tabla B2, muestran la apreciación de los catadores sobre el atributo textura. De los modelos corridos cuyos resultados se presentan en la tabla 22, se deduce que el modelo cuadrático es altamente significativo (valor- $p=0,000$ ).

**Tabla 22. Modelos estimados para textura. Granulometría 250  $\mu\text{m}$**

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados Libertad	Cuadrados Medios	Varianza	Probabilidad
Media	68913,8	1	68913,8		
Bloques	1,8	1	1,8	0,02	0,9014
Lineal	362,119	3	120,706	1,07	0,3909
Cuadrático	1648,08	6	274,68	58,58	0,0000<*
Error	42,2	9	4,68889		
Total	70968,0	20			
Modelo	SE	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Ajust.		
Lineal	10,6153	17,72	0,000		
Cuadrático	2,16538	97,95	95,66		

**Nota.** \*Significativo  $p<0,05$

Nótese en la parte inferior de la tabla 22, que el modelo cuadrático explica el 95,66% de variabilidad detectada en la textura mientras que el modelo lineal presenta 0,00%. Por lo anterior y el análisis de varianza de validación del modelo que se representa en la tabla 23 se deduce que el modelo evaluado es altamente significativo y permite medir el efecto de las variables (Mz aditivos, salvado palmito, Mz avena maní, Mz coco nueces), sobre la apreciación óptima de la textura.

**Tabla 23. ANOVA para textura**

Fuente de Variación	Suma Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Razón de Varianza	Valor - $p$
Modelo Cuadrático	2012,0	10	201,2	42,91	0,0000*
Error total	42,2	9	4,68889		
Total (corr.)	2054,2	19			

**Nota.** \*Significativo  $p<0,05$



La textura entonces se ajusta a la relación polinomial siguiente:

$$\text{Textura} = -3915,25\mathbf{A} + 66,5417\mathbf{B} - 1,70833\mathbf{C} + 59,5\mathbf{D} + 4418,65\mathbf{AB} + 4855,23\mathbf{AC} + 4675,67\mathbf{AD}$$

Nótese que en este modelo la codificación es A: Mz Aditivos, B: Salvado Palmito, C: Mz Maní Avena, D: Mz Coco Nueces. Además obsérvese en la tabla 24 los valores de los coeficientes de regresión y sus respectivos valores de probabilidad, que definen la significación estadística ( $\alpha=0,05$ ).

**Tabla 24. Cuadrático resultados de ajuste de modelo para textura**

Parámetro	Estimado	Error Estándar	Estadístico T	Valor-P
<b>A:</b> Mz Aditivos	-3915,25	683,432		
<b>B:</b> SalvadoPalmito	66,5417	224,949		
<b>C:</b> MzManíAvena	-1,70833	40,2837		
<b>D:</b> MzCocoNueces	59,5	68,8688		
AB	4418,65	1190,12	3,71278	0,0048*
AC	4855,23	846,911	5,73287	0,0003*
AD	4675,67	934,984	5,0008	0,0007*
BC	123,229	406,293	0,303301	0,7686
BD	14,0833	447,157	0,0314953	0,9756
CD	133,792	219,779	0,608755	0,5577

**Nota.** \*Significativo  $p < 0,05$

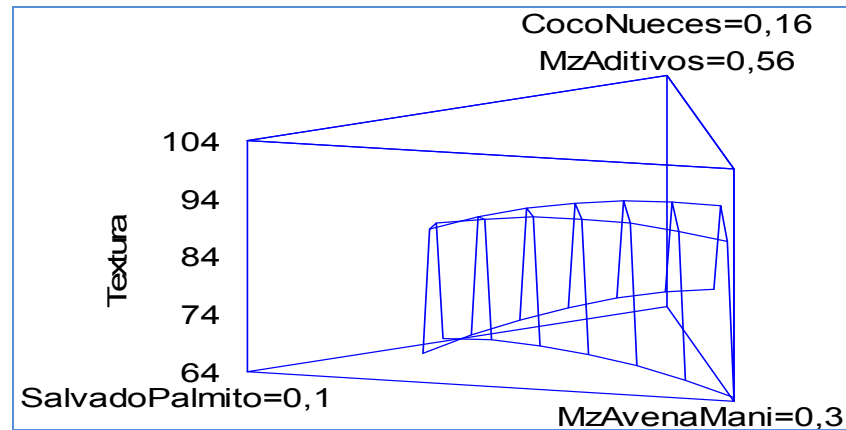
La figura 12 muestra la superficie de respuesta estimada a través del modelo anterior. Los valores óptimos corresponden a la última columna de la tabla 25.

**Tabla 25. Respuesta Optimizada. Valor óptimo = 95,8695**

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Mz Aditivos	0,5	0,52	0,51
Salvado Palmito	0,04	0,08	0,05
Mz Maní Avena	0,24	0,32	0,28
Mz Coco Nueces	0,09	0,16	0,16

**Fuente.** Programa Statgraphics

**Figura 12. Superficie de respuesta estimada, textura**



Fuente. Programa Statgraphics

### **5.3.3 Optimización de múltiples respuestas para la barra energética con salvado de palmito con granulometría 250 $\mu\text{m}$**

Con base en las diferentes corridas experimentales realizadas, la preferencia global corresponde a la que proporciona una “función deseable” más alta. Este procedimiento ayuda a determinar la combinación de los factores experimentales que simultáneamente optimizan varias respuestas. Lo hace maximizando la función de ‘deseabilidad’, que en el presente caso ha correspondido a la mezcla 8 (corridas 8 y 18).

**Tabla 26. Visualización de resultados maximizados en 20 corridas para los cuatros atributos sensoriales: color, olor, sabor y textura**

Corrida	Color	Olor	Sabor	Textura	<i>Deseabilidad</i>	<i>Deseabilidad</i>
					<i>Prevista</i>	<i>Observada</i>
1	70,0	70,0	78,0	52,0	0,372932	0,332435
2	71,0	67,0	71,0	47,0	0,489404	0,146867
3	75,0	74,0	75,0	53,0	0,561366	0,452151
4	75,0	71,0	70,0	46,0	0,389314	0,0
5	78,0	70,0	81,0	53,0	0,48538	0,510501
6	70,0	72,0	79,0	77,0	0,402862	0,546567
7	72,0	65,0	78,0	55,0	0,438013	0,305615
8	75,0	71,0	76,0	66,0	0,589431	0,561292
9	83,0	76,0	75,0	69,0	0,550523	0,754807
10	77,0	74,0	72,0	72,0	0,525617	0,577059
11	67,0	69,0	72,0	46,0	0,351461	0,0
12	77,0	75,0	77,0	51,0	0,455342	0,478313
13	81,0	69,0	75,0	54,0	0,525605	0,462094
14	74,0	79,0	68,0	46,0	0,365849	0,0
15	77,0	68,0	75,0	57,0	0,45486	0,43952
16	76,0	72,0	79,0	75,0	0,380251	0,707429
17	73,0	63,0	71,0	53,0	0,411321	0,0
18	76,0	68,0	74,0	63,0	0,551568	0,459269
19	74,0	68,0	76,0	68,0	0,515684	0,494321
20	79,0	71,0	74,0	71,0	0,488789	0,61123

Fuente. Programa Statgraphics

En las tablas 27 y 28 se observan las respuestas optimizadas de las barras energéticas procesadas con salvado de palmito de granulometría 180  $\mu\text{m}$  y 250  $\mu\text{m}$  respectivamente.

**Tabla 27. Resultados optimizados, con granulometría del salvado de palmito 180  $\mu\text{m}$**

Factores	Color	Olor	Sabor	Textura	Promedio
Mz Aditivos	0,52	0,52	0,51	0,50	0,51
Salvado Palmito	0,04	0,04	0,07	0,04	0,05
Mz Avena Maní	0,32	0,32	0,29	0,30	0,31
Mz Coco Nueces	0,12	0,12	0,13	0,16	0,13

Fuente. Programa Statgraphics

**Tabla 28. Resultados optimizados, con granulometría de salvado de palmito 250  $\mu\text{m}$**

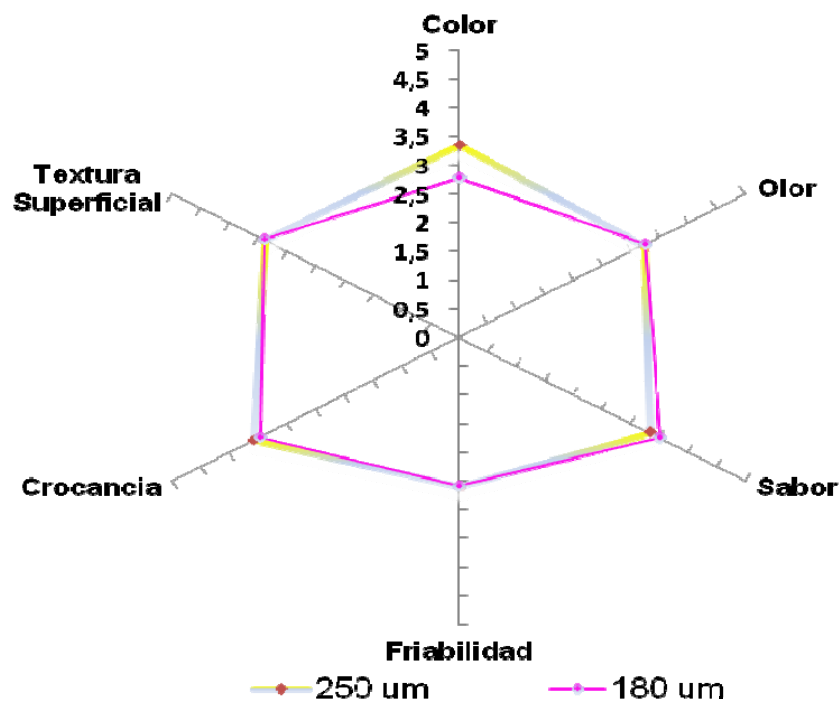
Factores	Color	Olor	Sabor	Textura	Promedio
Mz Aditivos	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Salvado Palmito	0,06	0,06	0,08	0,05	0,06
Mz Avena Maní	0,29	0,29	0,32	0,28	0,30
Mz Coco Nueces	0,14	0,14	0,09	0,16	0,13

Fuente. Programa Statgraphics

#### 5.4 PERFIL SENSORIAL DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS

Para establecer el perfil sensorial se evaluaron seis atributos: color, olor, sabor, friabilidad, crocancia y textura superficial cuya hoja de catación se puede apreciar en anexo A en la tabla A2. Los perfiles para las barras energéticas procesadas con las granulometrías 180  $\mu\text{m}$  y 250  $\mu\text{m}$  se presentan en la figura 13.

**Figura 13. Perfiles de dos tipos de Barras Alimenticias Energéticas**



Fuente. Angélica Bayas Aguilar

Se puede observar la evaluación sensorial basada en los seis atributos organolépticos indicados realizada, con los de 20 catadores semi entrenados. Por otro lado, el promedio obtenido para las diferentes granulometrías se observa en la tabla 29.

**Tabla 29. Promedios de evaluaciones sensoriales realizadas en: color, olor, sabor, friabilidad, crocancia y textura, de las barras energéticas en base a salvado de palmito, escala 0a 5**

<b>Granulometría</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Friabilidad</b>	<b>Crocancia</b>	<b>Textura Superficial</b>
180 $\mu\text{m}$	2,78	3,25	3,50	2,60	3,48	3,40
250 $\mu\text{m}$	3,35	3,23	3,33	2,60	3,58	3,40

**Fuente.** Angélica Bayas Aguilar

**Color:** el puntaje promedio de aceptación más alto en 3,35. Corresponde al mejor tratamiento con granulometría 250  $\mu\text{m}$ , comparado con el valor 2,775 de granulometría 180  $\mu\text{m}$ . Esta diferencia se atribuye a una tonalidad café fuerte, frente al color café pálido.

**Olor:** los productos no poseen ingrediente saborizantes, por lo que existieron diferencias mínimas con respecto al promedio de este atributo de 3,25 y 3,22 en las dos granulometrías 180 y 250  $\mu\text{m}$ .

**Sabor:** de acuerdo con los panelistas, la granulometría 180  $\mu\text{m}$  fue la que recibió el promedio más alto 3,5. Esto puede estar influenciado porque la barra tiene menos salvado de palmito, mezcla de avena y maní, panela molida, miel de maíz, y menos grasa.

Según comentario de los panelistas se siente una mejor combinación de intensidad entre los niveles ni débil y fuerte, y es “no tan empalagosa”. Además se mencionó que la granulometría 250  $\mu\text{m}$  dejaba en la boca fuerte sabor dulce.

**Friabilidad:** los panelistas determinaron que las barras obtenidas con granulometrías 180 y 250  $\mu\text{m}$  no son desmenuzables al tacto, con un puntaje promedio de 2,26; para ambas.

**Crocancia:** según los panelistas, se obtiene una masticación ruidosa, entre neutro y alto, con puntuaciones promedios no tan variables de 3,475 y 3,575 respectivamente.

**Textura:** los promedios de las puntuaciones fueron 3,4 de las barras alimenticias energéticas con dos granulometrías 180 y 250  $\mu\text{m}$ . La sensación de aspereza que prevalece es ni débil ni fuerte.

## **5.5 Análisis fisicoquímico de las barras alimenticias energéticas**

En la tabla 30 se presentan los resultados de la composición de dos barras alimenticias energéticas que tienen salvado de palmito en un 5 % y 6% y su granulometría son 180  $\mu\text{m}$  y 250  $\mu\text{m}$  respectivamente, consideradas como los mejores tratamientos.

Villarreal-Lozaya e al., (2007). Los carbohidratos representan la fracción principal, alrededor del 50%. Los valores reportados en la literatura están entre 60 y 80 %. [48]

**Tabla 30. Composición nutricional (g/100g) de barras energéticas alimenticias con salvado de palmito (*Bactris gasipaes* H.B.K)**

Componente (g/100g) <sup>1</sup>	BAE (180 µm)	BAE (250 µm)
Proteínas <sup>2</sup>	8,21	8,40
Humedad	3,47	1,86
Lípidos Totales	24,2	22,1
Cenizas	1,05	1,12
Fibra total	*9,36	*14,04
Carbohidratos <sup>3</sup>	53,71	52,48
Valor Calórico <sup>4</sup> (Kcal/100g).	465,48	442,42

<sup>1</sup> Medida de dos repeticiones;  
<sup>2</sup> N x 6,25;  
<sup>3</sup> Calculado por diferencia: 100-(% lípidos totales+% proteínas+% humedad+%cenizas+% fibra total).  
<sup>4</sup> Calculado por la suma de los porcentajes de proteínas y carbohidratos multiplicados por el factor 4 (Kcal/g) mas el contenido de lípidos totales multiplicado por 9 (Kcal/g).

**Fuente.** \*Laboratorio de Análisis de Alimentos "LACONAL" - FCIAL

\*Laboratorios Bromatológicos de la Escuela Politécnica Nacional

Nótese que la fibra dietética total es 9,36% y 14,04 % superior a la cantidad de fibra que poseen las barras comerciales. Además el contenido de lípidos totales en las barras es de 24,2% y 22,1 %, que se encuentran dentro de los valores señalados en la literatura, entre 15 y 24 %, en el cuadro 6 se observa el estudio según Olivares Carrión et a., 2009. [31]

Según Estévez et a., (1995). Dependiendo de los ingredientes que se utilicen en la formulación y la cantidad de grasa que posea cada ingrediente, será el contenido de la barra. [13].

En el presente caso, el contenido de proteínas de las barras es 8,2% y 8,40%, el cual se encuentra dentro valores reportados en la tabla nutricional de las barras comerciales. (Ver cuadro 6).

El porcentaje de cenizas de las barras es 1,05% y 1,12%, que son valores similares a las barras comerciales (Olivares Carrión et a., 2009). El contenido de agua en las barras es de 3,47% y 1,86% que se considera ideal para la buena conservación de este tipo de alimentos. En efecto, a valores menores

de 12,5% de humedad en los productos de cereales se puede garantizar un almacenamiento estable, sin cambios importantes en la calidad. (Schmidt-Hebbel H., 1984).

El valor calórico de las barras fluctúa entre 465,48 y 442,42 (Kcal/100g) que es ligeramente superior, al comparar con la composición de barras de cereales comerciales reportadas en la literatura por Carrión et al. (2009), e indicadas en el cuadro 6. Las barras obtenidas contienen mayor cantidad de fibra, efecto positivo para el ser humano en su digestión. [31]

Considerando que las barras energéticas elaboradas tienen un peso individual de 15 g, significa que una persona ingeriría 69,8 Kcal (BAE, granulometría 180  $\mu$ m) y 66,36 Kcal (BAE, granulometría 250  $\mu$ m). Ello aproximadamente representa 2,26% de calorías promedio de las necesidades del hombre y de 3% de las necesidades de las mujeres.

No obstante, es preciso señalar que el consumo diario energético varía según las circunstancias (edad, sexo, constitución física, actividad) de cada uno y, en consecuencia, determina también la ingesta de los alimentos. En general, la cantidad de calorías que necesita una persona adulta (entre los 20 y los 40 años) que desarrolla una actividad de esfuerzo medio puede ser de unas 3 000 calorías para los hombres y unas 2 300 para las mujeres, o bien unas 35 a 40 calorías por kilo de peso.



**Cuadro 6. Composición centesimal y Valor Energéticos (VE) de Barras de Cereales Comerciales (BCC)**

BCC	Humedad	Proteína	Grasa Total	Fibra Dietaria	Cenizas	Carbohidratos	VE (Kcal /100 g)
1	3,9±0,0	7,3±0,0	17±0,2	3,8±0,5	1,4	66,6	449
2	9,8±0,1	5,2±0,0	9,9±0,1	4,7±0,3	1,2	69,2	387
3	9,4±0,0	5,3±0,1	11,9±0,2	2,9±0,1	1,0	69,5	405
4	10,6±0,1	5,1±0,0	9,5±0,5	4,4±0,2	1,1	69,3	383
5	9,8±0,3	6,3±0,0	9,7±0,1	4,1±0,2	1,1	69,0	389
6	8,1±0,2	5,7±0,0	14,8±0,1	1,4±0,0	1,3	68,7	431
7	8,2±0,1	6,7±0,2	13,4±0,0	4,1±0,0	1,0	66,6	414
8*	7,0±0,2	4,3±0,0	18,6±0,3	2,6±0,1	1,0	66,5	451
9	8,1±0,1	6,2±0,0	15,6±0,0	3,6±0,0	1,1	65,4	427
10	8,6±0,1	4,7±0,1	12,1±0,1	1,0±0,1	0,7	72,9	419
11	7,9±0,0	4,1±0,1	8,1±0,1	2,1±0,2	0,9	71**	341**
12*	7,8±0,1	3,3±0,0	9,8±0,1	3,3±0,1	0,8	43**	258**
13	3,6±0,3	7,8±0,2	20±0,1	5,5±0,5	1,8	61,3	456
14	7,8±0,1	6,6±0,1	7,0±0,1	6,4±0,7	1,6	62*	281*
15***	7,5±0,0	5,7±0,1	2,9±0,1	3,2±0,1	1,2	79,5	367
16***	8,2±0,2	8,1±0,2	5,8±0,3	6,0±0,5	1,6	70,3	365

\* dirigidas a niños, \*\*informado en el rótulo, \*\*\*elaboradas para empresa de productos dietéticos

**Fuente.** Olivera Carrión M; Giacomino S.M; Pellegrino; N.; Sambucetti, M.E.(2007).

**Obtenido.** Cátedra de Bromatología, Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires, Argentina

### Humedad y actividad de agua

En la tabla 31 se representa la evolución del contenido de humedad de las barras, con sustitución de salvado de palmito 5-6% durante los 45 días que duro el ensayo.

**Tabla 31. Humedad en las barras alimenticia energética con salvado de palmito granulometrías 180 µm y 250 µm almacenadas en estufa a 37°C**

Tiempo (DIAS)	(%) Humedad	
	180 µm	250 µm
0	2,348	2,719
5	2,673	3,276
10	3,0432	3,354
15	3,512	3,519
20	4,928	3,676
25	5,753	4,614
30	6,02	4,723
35	6,111	4,894

**Fuente:** Angélica M. Bayas Aguilar

El uso del envase de polipropileno-aluminio-polietileno de baja permeabilidad al vapor de agua, evito en parte las ganancias de humedad durante el almacenamiento. Debido a que el porcentaje de humedad de las barras alimenticias energéticas no pasó del 12%, la estabilidad microbiológica y física del producto está garantizada durante este tiempo. Nótese que no existió crecimiento de microorganismos como Coliforme totales, *Echericha coli*, Mohos y Levaduras.

La actividad de agua de las barras al final del período de almacenamiento en estufa fue de 0,442 en la granulometría 180 µm; y 0,36 con granulometría 250 µm. Según Beuchat L. R, (1981), estos resultados están dentro de los límites de seguridad para el crecimiento de hongos micotóxicos y bacterias patógenas; sin embargo una menor  $a_w$  daría una mayor seguridad y posiblemente mejores características organolépticas. [5]

## 5.6 Análisis microbiológicos de las barras alimenticias energéticas

El estudio de humedad y actividad de agua nos permitió comprobar que no existió contaminación alguna a temperatura ambiente y en almacenamiento acelerado a 37°C. En efecto, permanecieron estables los valores de unidades formadoras de colonias [UFC/g] de Coliformes totales, *Echericha coli*, Mohos y levaduras, como puede observarse en la tabla 32.

**Tabla 32. Análisis microbiológicos de las barras alimenticias energéticas (BAE), con granulometría de salvado de palmito 180 µm y 250µm inmediatamente después de ser elaborados y luego de 30 días almacenadas**

Parámetros	(UFC/g)			
	1 Día		35 Día	
	BAE (180 µm)	BAE (250 µm)	BAE (180 µm)	BAE (250 µm)
<i>Coliformes totales</i>	<10	<10	<10	<10
<i>Echericha coli</i>	<10	<10	<10	<10
Mohos y levaduras	<10	<10	<10	<10

**Fuente:** Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos "LACONAL" - FCIAL

## **5.7 Balance del proceso**

Siguiendo la ley de conservación de las masas reportado por Valiente (1999) en el anexo C se reporta en detalle el balance realizado para producir las barras energéticas. Debe notarse que tal balance de materiales es realizado en un diagrama de bloques donde están señaladas las entradas y salidas de los materiales, y se indican también las cantidades que se utilizan para producir el salvado de palmito y las 18 barras alimenticias energéticas, cada una con peso igual a 15 g. [46]

En todas las etapas del proceso se indican los respectivos valores de entradas y salidas de los materiales, lo cual permite seguir de manera detallada el proceso de la elaboración.

Como resultado se ha determinado el rendimiento, que demuestra con respecto al salvado de palmito 8,28%, mientras las barras alimenticias energéticas es 92,95% al 93,30% de aprovechamiento en este producto, con respecto a la granulometría de salvado de palmito 180 $\mu$ m y 250  $\mu$ m respectivamente, ver en el anexo E de los gráficos 4, 5 y 6.

## **5.8 Estimación de costo**

Para la estimación del costo de producción de las barras alimenticias energéticas (BAE); se han considerado los siguientes ítems: materia prima, materiales indirectos, insumos básicos, y mano de obra.

### **5.8.1 Costo del salvado de palmito**

En la tabla D1 se presenta el balance de materia prima donde se aprecia que el costo es de 3,17 USD, teniendo en cuenta la mezcla total de 50,89 kg que

incluye a los materiales directos para la industrialización como la cáscara de palmito y las semilla del hongo comestible *P. ostreatus*

En la tabla D2 se presentan los costos asociados a los equipos utilizados en el proceso de la obtención del salvado de palmito, que es igual a 0,91 USD. En cambio, en la tabla D3 se presenta el costo total de los suministros para la industrialización, el cual es de 1,90 USD. Finalmente las tablas D4 presenta la estimación de costos referentes al personal, que para procesar estos residuos es igual a 24 dólares.

Con base en los costos anteriormente estimados, se concluye que producir 50 kg de residuo de palmito luego de fermentación a salvado de palmito, el precio de venta al público del salvado por kg es igual a 7,24 USD, reportada en la tabla (D5). Mientras si se vende en presentaciones de 200 gel costo sería 1,44 USD. Si bien el precio de salvado de trigo 200 g en el mercado es de 1,20 USD, cabe mencionarse que el nuevo salvado de residuo de palmito posee alrededor de 76% más de fibra, en comparación con el salvado de trigo.

### **5.8.2 Costo de las barras alimenticias energéticas con salvado de palmito 180 y 250 $\mu\text{m}$**

En las tablas D6 - D11 se presenta el balance de materia prima donde se aprecia que el costo es de 0,77 USD, teniendo en cuenta la mezcla total de 0,284 kg que incluye a los ingredientes como avena maní, coco nueces, salvado de palmito y aditivos. Además en la parte inferior de la tabla se incluyen los materiales indirectos envases y etiquetas.

En las tablas D7 - D12 se presentan los costos asociados a los equipos utilizados en la elaboración de 18 barras energéticas de 15 g, que es igual a 0,010 USD. En cambio, en las tablas D8 - D13 se presenta el costo total de los suministros para la industrialización, el cual es de 0,18 USD. Finalmente las

tablas D9 - D14 presenta la estimación de costos referentes al personal, que para elaborar 18 barras es igual a 6 dólares.

Con base en los costos anteriormente estimados, se concluye que elaborando 18 barras energéticas, el precio de venta al público de las barras de 15 gr es igual a 0,39 USD por unidad, reportadas en las tablas D10 - D15. Debido a que el precio de las barras similares en el mercado es de 0,98 USD, se nota que el precio indicado puede ser competitivo. En efecto el producto podrá competir en el mercado con un ahorro de 0,50 USD a pesar de haber utilizado ingredientes casi procesados. Además es preciso destacar que el producto terminado posee mayor cantidad de fibra a comparación con las barras energéticas comerciales, cabe mencionar que este producto se realizó en forma casera.

### 5.8.3 Estudio de la vida útil del producto

Las evaluaciones fueron efectuadas para observar la estabilidad de las grasas (a 37°C) en las barras energéticas. Se obtuvieron los resultados reportados en la tabla 33. Nótese que fueron evaluados cada 5 días, para lo cual fueron tomadas 2 muestras cada vez.

**Tabla 33. Índice de Peróxidos en las barras almacenadas (meq/kg de aceite)**

Tiempo (Días)	%IP (miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de muestra)	
	BAE(180 µm)	BAE (250 µm)
0	4,99	2,94
5	5,87	4,26
10	6,60	5,14
15	13,21	6,75
20	16,14	7,34
25	17,61	19,08
30	19,08	19,96
35	22,01	20,84

Fuente: Angélica M. Bayas Aguilar

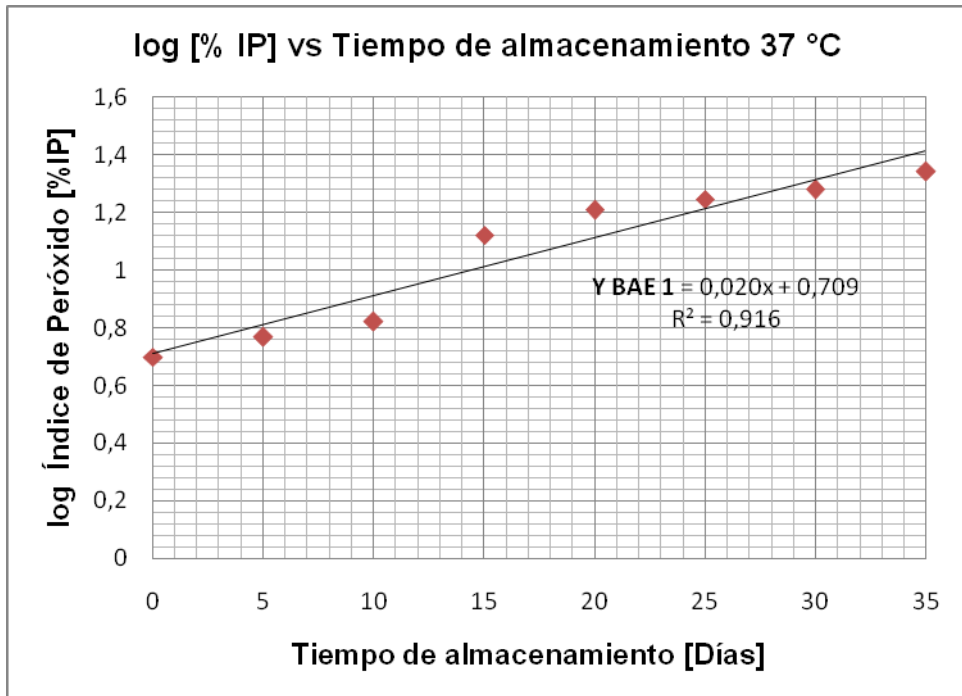
A las barras energéticas elaboradas con las mejores formulaciones se les agregó 200 ppm del butilhidroxitolueno, cantidad que está de acuerdo al *Codex Alimentarius*, éstas barras fueron almacenadas en una estufa a 37°C con 96% de humedad relativa durante 35 días. A través de logaritmo vulgar del índice de peróxidos se han linealizado, según se observa en las figuras 19 y 20. Según lo señalado por Anderson *et al* (1963), los productos a base de cereales con un índice de peróxidos inferior a 20 meq/kg, no presentan rancidez oxidativa perceptible. [1]

**Tabla 34 Logaritmo vulgar del porcentaje Índice de Peróxidos en las barras almacenadas (meq/kg de aceite)**

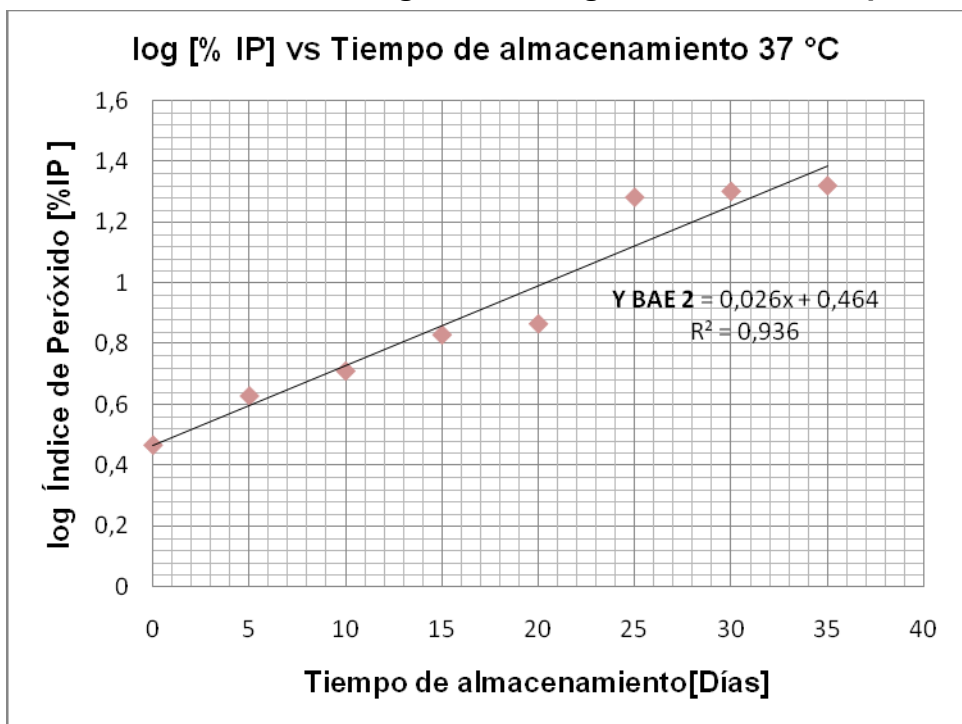
Tiempo (Días)	Log %IP	
	BAE(180 $\mu$ m)	BAE (250 $\mu$ m)
0	1,61	1,08
5	1,77	1,45
10	1,89	1,64
15	2,58	1,91
20	2,78	1,99
25	2,87	2,95
30	2,95	2,99
35	3,09	3,04

Fuente: Angélica M. Bayas Aguilar

**Figura 14. Logaritmo vulgar de porcentaje de índice de peróxidos [miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de muestra] vs tiempo de almacenamientos [Días], de las barras alimenticias energéticas con granulometría de salvado de palmito 180 µm**



**Figura 15 Logaritmo vulgar de porcentaje de índice de peróxidos [miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de muestra] vs tiempo de almacenamientos [Días], de las barras alimenticias energéticas con granulometría 250 µm**



Para determinar la vida útil se tomó como referencia la ecuación de Heldman y Singh (1984); de la cinética de reacción. Con respecto a la barra alimenticia con granulometría de salvado de palmito 180  $\mu\text{m}$ , tenemos:

$$\log C = -\frac{k_1}{2,303} t + \log C_0$$

Despejando:

$$t = \log C + \frac{k_1}{2,303} - \log C_0$$

Se utiliza la ecuación de regresión del gráfico expuesto con anterioridad, y se despeja hasta obtener el valor t en días:

$$\log C = 0,020 t + 0,709$$

$$t = \frac{\log C - 0,709}{0,020}$$

Se conoce que los productos a base de cereales con un índice de peróxidos inferior a 20 meq/kg, no presentan rancidez oxidativa perceptible. Por lo tanto, de acuerdo a lo señalado por Anderson et al, (1963), [1]. Tenemos:

$$t = \frac{\log 20 - 0,709}{0,020}$$

$$t = 29,6014 \text{ días}$$

$$t = 30 \text{ días}$$



Por otro lado, con respecto a la barra energética que tiene salvado de palmito con granulometría 250  $\mu\text{m}$ , tenemos:

$$\log C = 0,026 t + 0,464$$

$$t = \frac{\log C - 0,464}{0,026}$$

$$t = \frac{\log 20 - 0,464}{0,026}$$

$$t = 32,1934 \text{ días}$$

Se ha demostrado entonces que a 37°C la vida útil de las barras alimenticias energéticas, BAE es de alrededor de 30 días a 32 días. Consecuentemente, podemos decir que a temperatura ambiente pueden durar más tiempo.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 CONCLUSIONES

- Se comprobó que el efecto del salvado de palmito es significativo en la aceptación por parte del consumidor. Los mejores porcentajes han resultado ser 5% y 6% dependiendo de las granulometrías, 180  $\mu\text{m}$  y 250  $\mu\text{m}$  respectivamente
  
- El cultivo de *Pleurotus ostreatus*, en los residuos fibrosos de la cáscara de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes. H.B.K*), como ablandador del material orgánico fibroso, garantiza obtener mayor contenido de fibra dietética en dichos residuos. El estudio arrojó un incremento de fibra soluble de 2,37 % a 7,37 %; mientras que la fracción insoluble muestra decremento entre 76,10% a un 68,41%.

Ello nos indica que el proceso fermentativo produjo degradación del material fibroso, dando lugar a una disminución de su contenido de fibra insoluble. Además permitió realizar una molienda para obtener un salvado de palmito con granulometría adecuada para ser utilizada en el procesamiento de las barras energéticas, y de esta manera resolver el problema ambiental de descomposición del residuo no peligroso, pero que fomenta el desarrollo insectos y alimañas.

- Los análisis proximal, fisicoquímico y microbiológico, del material fibroso procesado de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes. H.B.K*), nos indica que el producto contiene un alto contenido de fibra dietética total 75,78%, proteína 7,82%, lípidos totales 3,18, carbohidratos 3,63%, ceniza 2,65 %, una humedad baja 6,94%. Además es un ingrediente de excelente calidad nutritiva, rico en fibra que se puede incluir en cualquier elaboración de producto para enriquecerlo en fibra dietética.

- Los mejores tratamientos presentan características particulares de alto contenido en fibra total; alrededor de 9,36-14,04%, carbohidratos 53,71-52,48%, lípidos totales 24,2-22,1%, proteína 5,21-8,40%; humedad 3,47-1,86% y ceniza 1,05-1,12%. Además, los dos tratamientos están dentro de los parámetros normales de aporte calórico, es decir 465,48 y 442,42 Kcal/100g, para cereales en barra.
- Los ensayos con las dos granulometrías de salvado de palmito, arrojaron dos mezclas óptimas (0,51 Mz Aditivos; 0,05 Salvado de palmito; 0,31 Mz Avena maní, 0,13 Mz Coco Nueces) con granulometría de salvado de palmito 180µm; y (0,51 Mz Aditivos; 0,06 Salvado de palmito; 0,30 Mz Avena maní, 0,13 Mz Coco Nueces) con granulometría de salvado de palmito 250µm. Estas mezclas engloban la preferencia de los puntajes promedios de cuatro atributos sensoriales evaluados como son color, olor, sabor y textura.
- El costo unitario del producto final, con base en la elaboración de 18 barras de 15 g, es de 0,39 USD por unidad.

## 6.2 RECOMENDACIONES

- Los ingredientes a utilizar en las barras alimenticias, como el maní, nueces, coco rallado, deben ser frescos, para prevenir la oxidación acelerada de los lípidos. Además, para retardar la oxidación de las barras alimenticias luego de ser elaboradas deben utilizarse antioxidantes como BHT (Butilhidroxitolueno), debido a que tiene efecto sinergista. Para los productos elaborados con nueces, maní, coco rallado, se recomienda utilizar 200 ppm respecto al contenido del aceite del alimento, ya que permite mantener el desarrollo de peróxidos de

- Para la elaboración de barras alimenticias energéticas se recomienda trabajar con 4% de sustitución de salvado de palmito, mezcla avena maní30%; mezcla coco rallado nueces16% y mezcla de aditivos 50%. De esta manera se asegura tener las mejores características sensoriales con respecto al color, olor, sabor, y textura.
- Realizar un estudio de mercado para identificar la posible demanda e implementar la tecnología de elaboración de barras alimenticias energéticas con salvado de palmito.
- El tiempo de los procesos térmicos es muy largo en la producción de salvado de palmito, se recomienda efectuar un estudio en el cual trate de disminuir guiándose en el proceso ya elaborado.
- Se recomienda realizar un estudio toxicológico del salvado de palmito.

## CAPÍTULO VI

### PROPUESTA

#### 6.3 Datos informativos

- ✓ **Título:** Realizar un estudio de factibilidad de la producción de salvado de palmito como ingrediente en la elaboración de barras alimenticias energéticas, BAE.
- ✓ **..Institución Ejecutora:** Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.
- ✓ **Beneficiarios:** Industrias exportadoras de palmito.
- ✓ **Ubicación:** Ambato – Ecuador
- ✓ **Tiempo estimado para la ejecución:** 8 meses  
**Inicio:** Abril del 2010                      **Final:** Diciembre del 2010
- ✓ **Equipo técnico responsable:** Egda. Angélica. M. Bayas Aguilar, Ing. H. Aníbal Saltos.
- ✓ **Costo:** 1 750 dólares

#### 6.4 Antecedentes de la propuesta

Actualmente el bagazo producido al procesar el palmito no tiene uso importante y se lo emplea principalmente como material de relleno de quebradas y secundariamente como alimento para ganado. Ello, a pesar que estos desperdicios contienen proteína 4,95; lípidos totales 0,61; fibra insoluble 76,10; fibra soluble 2,37; carbohidratos 4,98 y humedad 7,14.

Se trabajó experimentalmente para enriquecer y desdoblar estos residuos fibrosos difíciles de moler, a través de la degradación del complejo lignina celulosa, mediante la fermentación con hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*, Luego de la fermentación se facilita la molienda y mejora el rendimiento obtenido en el tamizado 99%. Es un ingrediente rico en fibra, ideal para incluir en la formulación de barras alimenticias energéticas, BAE.

Por ello, la propuesta de este trabajo es utilizar los desechos de palmito realizando un estudio de factibilidad de la producción de salvado de palmito como ingrediente en la elaboración de barras alimenticias energéticas, BAE. Con ello se incorporaría un nuevo segmento de mercado para ampliar el modelo de negocios de las empresas exportadoras de palmito.

## **6.5 Justificación**

En el consumo de alimentos “snack” el principal factor considerado es el sabor, siendo el gusto dulce preferido en la mañana. Hay un interés creciente por los snack bajos en grasa o sin grasa y con alto aporte de energía, siendo el snack dulce la vía más natural de conseguir energía reduciendo el consumo de grasas.

Se estima que existe un grupo de personas cada vez más importante que está manejando el stress consumiendo alimentos que proporcionan energía y agrado. Esto ha llevado a una revalorización de los snack derivados de cereales como son las barras y de los productos horneados.

Esta importante tendencia que se observa en los hábitos de consumo de alimentos tipo snack, no ha sido explotada en toda su magnitud. Por lo tanto el proyecto puede brindar oportunidad de empleo en la zona donde se genera desperdicios de palmito.

En efecto, a través de técnicas aplicadas a los procesos de transformación y obtención de productos, se aprovecha mejor la riqueza de los cereales como fuente de carbohidratos y oligoelementos propios para el desempeño funcional del ser humano.

## 6.6 Objetivos

### Objetivo General

- ✓ Realizar un estudio de factibilidad de la producción de salvado de palmito (*Bactris gasipaes H.B.K*), como ingrediente en la elaboración de barras alimenticias energéticas, BAE.

### Objetivos Específicos

- ✓ Efectuar los análisis económicos de la producción de salvado de palmito (*Bactris gasipaes H.B.K*) y de las barras alimenticias energéticas con salvado de palmito.
- ✓ Elaborar barras alimenticias energéticas, con porcentajes apropiados de sustitución de salvado de palmito, mezcla avena maní; mezcla coco rallado nueces y mezcla de aditivos reflejados en este estudio.
- ✓ Brindar nuevas oportunidades de trabajo para los pobladores nativos de la zona.
- ✓ Proponer la implementación de esta tecnología, a las empresas exportadoras de palmito como una alternativa de utilización de los residuos generados de palmito.

## 6.7 Análisis de factibilidad

Con el fin de conocer la producción de salvado de palmito (*Bactris gasipaes H.B.K*), se propone implantar la tecnología de elaboración de barras energéticas es preciso realizar un estudio de factibilidad que incorpore la nueva metodología, la cual nos permite aprovechar de una mejor forma los residuos de palmito y ofrecer una alternativa de un producto nutritivo rico en fibra. Este análisis de factibilidad, implica que las empresas procesadoras de

palmito, puedan aprovechar mejor los desperdicios, que ahora en la actualidad no los utilizan por falta de conocimientos sobre el tema.

Si bien el costo de las barras de 15 g es alrededor de 0,39 USD, la producción masiva puede bajar lo sustancialmente por la economía de escala. En consecuencia, el producto podría competir en el mercado porque el precio de las barras comerciales está alrededor de 0,88 USD.

## **6.8 Fundamentación**

Fonseca Chum Mireya, (1997), sugieren el aprovechamiento de la parte del bagazo del palmito, esto es la corteza que recubre el corazón del mismo, y que en la industria se desecha en su totalidad. Para ello, la corteza del palmito, se corta, seca y muele, para obtener un material fibroso fino en forma de harina, que después se tamiza con el objeto de obtener una granulometría y homogeneidad adecuada. [15]

El actual proceso ha incluido cuatro moliendas y su respectivo tamizado, con cinco tamices recomendados por el INEN; para harinas. El producto final obtenido fue una harina de color crema y olor similar al pinol.

Las barras de cereales están compuestas típicamente de avena, trigo entero o combinaciones de varios cereales, miel, aceite (maíz, soya o palma), suero deslactosado y saborizantes (Anónimo 1980). También se usan cereales expandidos con masas azucaradas que favorecen al ligamento de las partículas. En general las barras de cereales proporcionan entre 110 y 154 kilocalorías (25-30 g) Kodax (1987). [24]

Por lo tanto el empleo de salvado de palmito es innovador, y garantizará la creación de múltiples oportunidades de negocios.



## 6.9 Proceso de producción de salvado de palmito

**Recepción y calificación:** en esta operación no se utiliza la primera capa que recubre el palmito y se elimina todas las partículas extrañas existentes.

**Pesado:** se toma el peso de los residuos para determinar rendimiento.

**Cortado:** se reduce el tamaño de las cáscaras de 5 a 10 cm para efectuar las siguientes operaciones.

**Lavado:** se aplica para remover las impurezas como tierra, piedras, etc. Se coloca el residuo en una solución de benomyl o fundazol al 0,02% durante 10 min; y luego se procede a lavarlo con abundante agua.

**Cocción:** se efectuará a temperatura de ebullición, por 3 horas, para inhibir las enzimas presentes en las cáscaras, y evitar la oxidación. Esta actividad tiene por función disminuir la cantidad de organismos sobre todo nocivos, que pueden competir con el hongo *Pleurotus ostreatus* en la utilización del espacio y de los nutrientes en dicho sustratos; y además prepara al sustrato para una eficaz colonización por el hongo.

**Prensado:** la cáscara de palmito se pasa por un trapiche con la finalidad de extraer la humedad de la cáscara que es alrededor de 60 %.

**Semilla:** la preparación de la semilla se observa en el anexo E gráfico 3.

**Siembra:** se mezcla homogéneamente con la semilla (*Pleurotus ostreatus*), en la proporción del 2-5% del peso húmedo del sustrato. Luego de la mezcla se coloca en fundas plásticas de color negro.

**Incubación:** se lo realiza a temperatura ambiente, en cuartos oscuros y una humedad relativa de 70% a 80%. Al quinto día se realiza perforaciones en las fundas con agujeros de 1 mm de diámetro separados por 8 cm c/uno para

permitir el acceso al aire. Son aproximadamente 2 semanas del desarrollo del micelio.

**Cocción:** a temperatura de ebullición por 45 min, con la finalidad de inhibir el crecimiento del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*.

**Secado:** la masa fermentada, es secada a una temperatura de 60 °C, por 6 horas, hasta alcanzar una humedad de alrededor del 12 %. Tiene como fin reducir la humedad a niveles tales que no pongan en riesgo la vida útil del producto.

**Molienda:** el material fibroso fermentado y secado, es sometido a un proceso de molienda para reducir su tamaño hasta pulverización.

**Tamizado:** en este proceso los tamices utilizados son 60, 80, 180, 250µm, a un sistema de vibración por 30 min, obteniendo como resultado salvado de palmito con un tamaño de partícula de 180 y 250 µm, que es apropiado para la elaboración de subproductos como lo son las barras alimenticias.

**Envasado:** el material fibroso obtenido (fibra dietética) se almacena en recipientes herméticos, para evitar la posible contaminación por microorganismos. Se pueden utilizar cajas de cartón corrugado con polietileno en su interior, también se emplean sacos de papel multicapa, o envases que posean barreras a la humedad con el fin de evitar la contaminación con hongos.

En el anexo E gráfico 2, se describe el diagrama de proceso de obtención de salvado de palmito.

## **6.10 Descripción del proceso de elaboración de barras alimenticias energéticas, (BAE)**

**Materia Prima:** salvado de palmito (material fibroso fermentado), hojuelas de avena: maní; coco rallado y nueces, margarina; lecitina de soya; panela; y miel de maíz.

**Recepción:** se seleccionada la materia prima que intervienen en el proceso de elaboración de las BAE.

**Pesado:** se realizó esta operación según las mejores mezclas con granulometría de salvado de palmito 180 $\mu$ m y 250 $\mu$ m cuya formulación respectiva se observa en anexo E gráficos 4 y 5, en forma detallada las cantidades de c/uno de los ingredientes.

**Dosificación:** se prepara la margarina con la lecitina de soya al 1%, con una concentración de 200 ppm de BHT, como antioxidante, para inhibir el proceso de oxidación de las grasas.

**Pre-cocción:** se somete los productos secos a un tostado a fuego lento por 10 min, para dar más aroma a las hojuelas de avena, maní; nueces y el material fibroso (salvado de palmito). Con ello se pretende obtener un producto final inocuo, libre de microorganismos patógenos para el ser humano; se vuelva crujiente. Además efectúa cambios en la cristalinidad de los almidones y proteína.

**Mezclado:** previo al mezclado se realiza por separado dicha mezcla primero el salvado de palmito con la margarina; luego los demás ingredientes con la miel. El conjunto hay que mezclar bien hasta que se forme la pasta por 5 min a fuego lento.

**Moldeo:** poner en una asadera cuadrada o rectangular, enceradas con lecitina la mezcla, para prevenir el pegamento de la mezcla con el molde, evitando la deformación del producto final.

**Horneo:** empleando un horno eléctrico precalentado por 10 min, colocar las barras durante 15 minutos a una temperatura aproximada de 120 °C, hasta que la masa pierde humedad, se vuelva crujiente y agradable.

**Compresión:** luego de haber transcurrido 5 min en el horno, la mezcla en los moldes sufre un prensado para darle forma cuadrada y de esta manera salga homogénea la barra alimenticia energética, (BAE).

**Enfriado:** se deja enfriar por un tiempo de 15 minutos a temperatura ambiente, luego de esto se procede a retirar los moldes rectangulares de tamaño de 10 cm de largo, 4,5 cm de ancho y 9mm de grosor.

**Empacado:** las barras energéticas se las empaca en fundas trilaminadas para su conservación. Cuyo diagrama de flujo se observa en el anexo E gráfico 6.

### **6.11 Metodología. Modelo operativo**

Para la elaboración las barras alimenticia energética con 4% de sustitución de salvado de palmito, mezcla avena maní 30%; mezcla coco rallado nueces 16% y mezcla de aditivos 50%, se rige en el procediendo antes indicado. Sección (metodología capítulo 3)

**Tabla 35. Modelo Operativo (Plan de acción)**

Fases	Metas	Actividades	Responsables	Recursos	Presupuesto	Tiempo
1. Formulación de la propuesta	Realizar un estudio de factibilidad de la producción de salvado de palmito, como ingrediente en la elaboración de barras alimenticias energéticas, BAE.	Revisión antecedentes sobre la producción de salvado y barras energéticas	Investigadora	Humanos Técnicos Económicos	\$ 800	4 meses
2. Desarrollo preliminar de la propuesta	Efectuar los análisis económicos de la producción de salvado de palmito y de las barras alimenticias energéticas con salvado de palmito.	Capacidad de producción salvado y de las barras energéticas	Investigadora	Humanos Técnicos Económicos	\$ 350	1 mes
3. Implementación de la propuesta	Ejecución de la propuesta	Aplicación de Tecnología producción salvado y de elaboración de barras energéticas	Investigadora	Humanos Técnicos Económicos	\$ 400	1 mes
4. Evaluación de la propuesta	Verificación de los puntos de control en el proceso de la implementación de la línea salvado y de las barras energéticas.	Encuestas a consumidores	Investigadora	Humanos Técnicos Económicos	\$ 200	2 meses

Elaborado por. Angélica M. Bayas Aguilar, 2010

## 6.12 Administración

La ejecución de la propuesta estará coordinada por los responsables del proyecto Ing. Héctor Aníbal Saltos Saltos, y Egda. Angélica María Bayas Aguilar.

**Tabla 36. Administración de la propuesta**

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsables
Implementar una tecnología para la elaboración de barras alimenticias energéticas con salvado de palmito	Utilización de otros tipos de salvados de trigos, cebadas, etc.	Ofrecer barras energéticas con alto contenido de fibra, aportando una alternativa de un producto rico en nutrientes que son buenos para la salud.	Elaborar barras energéticas con salvado de palmito de sustitución de salvado de palmito, mezcla avena maní; mezcla coco rallado nueces y mezcla de aditivos	Investigadora: Angélica Bayas

Elaborado por. Angélica M. Bayas Aguilar, 2010

## 6.13 Previsión de la evaluación

**Tabla 37. Previsión de la Evaluación**

<b>Preguntas Básicas</b>	<b>Explicación</b>
¿Quiénes solicitan evaluar?	- Empresarios agroindustriales.
¿Por qué evaluar?	- Verificar la inocuidad y calidad de los productos - Corregir errores de producidos en el desaprovecho de residuos agroindustriales y elaboración de barras energéticas.
¿Para qué evaluar?	- Determinar que tratamiento térmico y de envasado actúa de mejor manera.
¿Qué evaluar?	- Tecnología utilizada. - Materias primas. - Resultados obtenidos - Producto terminado
¿Quién evalúa?	- Director del proyecto - Tutor - Calificadores
¿Cuándo evaluar?	- Todo el tiempo desde las pruebas preliminares, hasta la obtención del producto.
¿Cómo evaluar?	- Mediante instrumentos de evaluación.
¿Con qué evaluar?	- Experimentación. - Normas establecidas

Elaborado por. Angélica M. Bayas Aguilar, 2010

## CAPITULO VII

### BIBLIOGRAFÍA

1. ANDERSON R H, MORAN HD, HUNTLEY TE AND HOLAHAN J L. (1963). "Responses of cereals to anteoixidants". Food Tech; 17(12): 115-120.
2. A.O.A.C "Asosociation of Oficial Analytical Chemist". (2001). "Report of the definition of dietary fiber". Cereal Foods World 46(3), 112-124.
3. ARRECIS M. (1985). "Determinación de las principales propiedades físicas y químicas de aceites de semillas de almendro".
4. BADUÍ S. (1984). "Química de los alimentos". Ed. Alhambra, México; p430.
5. BEUCHAT L R, (1981) "Microbial stability as affected by water activity Cer Foods World"; 26(7): 345-349.
6. BROWN, I. (1996). "Complex carbohydrates and resistant starch". Nutrition FASPYN, 5-119.
7. CHANG, C., MORRIS, C.W (1990). "The effect of heat treatments on dietary fiber as assessed by scanning electron microscopy". Juarnal of Food Processing. 14(5):335.
8. COHEN R., L. PERSKY, Y. HADAR, (2002). "Biotechnological applications and potential of wood-degrading mushrooms of the *genus Pleurotus*". Applied Microbiology and Biotechnology 58:582-594.
9. DE LA ASUNCIÓN, R (1992). "Característica Química del Palmito de Pejibaye (*Bactris gasipaes*), cultivares Utilis –Tucurrique y Putumayo – Yurimaguas". Tesis de Licenciado en Tecnología en Alimentos Universidad de Costa Rica. 64p.
10. DE VRIES, J. W., L. PROSKY, B., Y S, CHO, (1999). "A historical perspective on defining dietary fiber". Cereal *foods world*, 423-010, 367-369.
11. DUNACAN J. R. MANLEY.(1987). "Tecnología de la industria galletera" *Galletas, Crackers y otros horneados*. Editorial Acribia. España Pps:78-79



12. ESCOBAR, ESTEVEZ, TEPPER Y CASTILLO, (1998). Facultad de Ciencias Agrarias y Florestales, Universidad de Chile. "Almacenamiento y uso de antioxidantes en barras de cereales y maní". Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol 48. N° 2. Pp: 160-164.
13. ESTÉVEZ AM, ESCOBAR B, VASQUEZ M CASTILLO E, ARAYA E y ZACARÍAS I, (1995). "Cereal and nut bars, nutritional quality and storage stability" *Plants Foods Human Nutr*; 47:309-317.
14. FEDERICO G. (1998): "Cálculo de Procesos Térmicos de Palmito (*Bactris gasipaes H.B.K*)". TESIS DE GRADO. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ciudad Ambato-Ecuador.
15. FONSECA CHUM, M (1997). "Aprovechamiento del palmito". Revista: Alimentos Ciencia e Ingeniería N°5(1); Pp.60-66.
16. FENEMAN O. (1985). "Introducción a la ciencia de los alimentos" Editorial Reverté, S.A. España.
17. FUERTES, S. (1998). "Tendencias actuales en el uso de la fibra dietética en la alimentación". Séptimo simposio de alimentos. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, 1-25.
18. GORINSTEIN, S., ZACHWIEJA, Z., FOLTA, M., BARTON, H., PIOTROWICZ, J., SEMBRÈ, M., WEISZ, M., TRAKHATENBERG, S. Y MARTIN-BELLOSO, O. (2001). "Comparative content of dietary fiber, total phenolics, and minerals in persimmons and apples". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49,952-957.
19. GRIDOX (1993). "Antioxidants: Prolonging Sheft Life By Delaying Lipid Oxidation". DANISCO. USA.
20. GRIGELMO-MIGUEL, N., MARTIN-BELLOSO O. (1999). "Characterization of dietary fiber from orange juice extraction". *Food Research International*, 31(5), 335-361.
21. HELMAN Y SING (1998). "Introducción a la Ingeniería en Alimentos". Editorial Acribia, S.A. Zaragoza-España. Pp.80-99.

22. HUNNINGHAKE, D.B. MILLER, V.T., LA ROSA, J.C., KNOSIAN, B., BROWN, V., HOWARD, W. J., DISERIO, F.J. AND O'CONNOR, R.R, (1994). "Hypocholesterolemic effects of a dietary fiber supplement". Am J Clin Nutr. 1994; 59 (5):1050-1054.
23. IRIATE HURTADO CRISTINA (2003), "Estudio de la producción y secreción de enzimas celulolíticas en micelios "rápidos" y "lentos" de *P. ostreatus*". Ingeniero Técnico Agrícola (Hortofruticultura y Jardinería). Universidad Pública de Navarra.
24. KODAK. TENOX. (1091). "Food-Grade Antioxidants". Publication N° ZG-.; Pp. 25
25. LAIRON, D. (1987). "Las fibras alimentarias". Mundo Científico, 102(10), 520-528
26. LABUZA, THEODORE. SCHMILDL. MARY. (1985). "Accelerated Shelf Life Testing of Foods". Food Technology., Pps 57-64
27. LABUZA. THEODORE, (1982). "Shelf Life Dating of Foods", Primera Edición. Editorial Food and Nutrition press, INC. Westport-Connecticut USA. Pps 25-39, 129-147.
28. MALHERNBACHER V.C. A (1979). "Análisis de grasas y aceites". Editorial Urmo. Primera Edición España.
29. MARTINEZ-BUSTOS., LARRERA, M.A., Y.K (2005). "Effect of some operational extrusión parameters on the constituents of orange pulp". Food Chemistry, 89, 301-308.
30. NORMAS CODEX ALIMENTARIUS (2008). "Información sobre el Aditivo Butilhidroxitolueno (321) y disposiciones de uso. Disponible:<http://www.codexalimentarius.net/gsfao/rme/additives/index.html>
31. OLIVARE CARRION; GIACOMINO S.M; PELLEGRINO; N.; SAMBUCETTI, M.E, (2009). "Composición y perfil nutricional de barras de cereales comerciales" Artículo original. Catedráticos de Bromatología, Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires Argentina.

32. ORTIZ, A.J.; CALDERON, O, L. y ARGUELLO, O. (1984). "Características del palmito fresco y procesado al horno de la palma de Pejibaye (*Bactris gasipaes*)". Turrialba (Costa Rica) 34 (1):85-89.
33. PADILLA F. SILVIA. (2001). "Formulación y aceptabilidad de una receta de galletas de avena utilizando sucrosa para pacientes diabéticos". Universidad Francisco Marroquín. Escuela de Nutrición Guatemala, Marzo.
34. PANGBORN, R. PEDRO, D; (1989). "Evaluación sensorial de los alimentos métodos analíticos". México, DF, Alambra MEXICANA. 25p.
35. PEREZ, N.C (2003). Elaboración y caracterización de complementos alimenticios con un alto contenido de fibra dietética de maracuyá (*pasiflora edulis*). Tesis de Maestría para la obtención del título de maestro en Ciencia y tecnología de Alimentos. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Yucatán. Yucatán, México
36. PERRAZA, G. M. (2000). "Caracterización de los residuos fibrosos de *Canavalia ensiformis L.* y *Phaseolus lunatus L.* y su incorporación a un producto alimenticio". Tesis de Maestría para la obtención del título de maestro en Ciencia y tecnología de Alimentos. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Yucatán. Yucatán, México.
37. PEARSON (1996), "Composición y análisis de los alimentos de Pearson". Segunda Edición. Compañía Editorial Continental, S.A. De C.V. México. Pp.52-56.
38. PRIEGO, M. N. (2007). "Obtención de Fibra Dietética a Partir de Sáculos de Naranja aplicando un Tratamiento con Vapor". Tesis para la obtención del título de Ingeniero en Alimentos. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Universidad Tecnológica de la Mixteca. Ciudad México.
39. PROSKY, L., Asp, N., SCHWEIZER, T., DE VIRES, J., y FRUDA, I. (1988). "Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and foods products: Inter laboratory study". Journal of the A.O.A.C. 71, 1017-1023.
40. ROBALINO. G. (2000). "Elaboración de Galletas de Trigo - Quinoa" Ciudad Ambato-Ecuador.

41. ROSADO, J. L. (1991). "Fibra dietética; definición, propiedades fisicoquímicas y fisiológicas y sus implicaciones en la salud". Departamento de Fisiología de Nutrición. Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán.
42. SEDO, P. (2002). "El mercado de los alimentos funcionales y los nuevos retos para la educación alimentaria nutricional". Revista Estadunidense del Ministerio de Agricultura y Salud Publica 11(20):18-25.
43. SÁNCHEZ, G.B.S (2005). "Caracterización Fisicoquímica y Funcional de la Fibra Dietética del Fruto del Níspero (*Eriobotrya japonica*) y de la Cáscara de Mango Obo (*Mangifera indica* L)". Tesis de Licenciatura para obtener el título de Ingeniero en Alimentos, Universidad Tecnológica de la Mixteca, Oaxaca, México.
44. SCHIMDT-HEBBEL H. (1984). Avances en ciencia y tecnología de los alimentos. Universidad de Chile, Facultad Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Santiago, Chile.; p 365
45. Tabla de alimentos ricos en fibra soluble e insoluble (en línea). Consultado 18 de agosto 2010. Disponible en:  
<http://www.abajarcolesterol.com/tabla-de-alimentos-ricos-en-fibra-soluble-e-insoluble/>
46. VALIENTE, (1945). "Balance de Materia y Energía". Editorial Acribia, España. Pps: 204-209.
47. VIVIAN, V. (2005). "Barras de cereal: una golosina saludable" (en línea). Consultado 1 nov. 2005. Disponible en <http://www.publitech.com/LAL%20258/LAL%20258.pdf>
48. VILLARREAL-LOZOYA JE, LOMBARDINI L, ZEVALLOS LC. (2007). "Phytochemical constituents and antioxidant capacity of different pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] cultivars". Food Chemistry 102(4) 1241-1249.
49. WIKIPEDIA TEHE FREE ENCYCLOPEDIA. (2005). "Snack food" (en línea). s.l Consultado 23 set. 2005. Disponible en <http://en.Wikipedia.org/wiki/Snack>

# **ANEXOS**

# **ANEXO A**

## **HOJAS DE CATAS**

**Tabla A1. Hoja de evaluación sensorial para evaluar la calidad organoléptica de barras alimenticias energéticas**

NOMBRE:.....FECHA:.....

**Observaciones:** Por favor deguste las muestras que se presentan y señale la aceptabilidad del atributo sensorial según la escala planteada. Para cada atributo tome en cuenta la característica que lo describe:

Atributos	Escala		Muestras				
	<b>COLOR</b> (Café/Marrón)	1	Disgusta mucho				
2		Disgusta					
3		Ni disgusta ni gusta					
4		Gusta					
5		Gusta mucho					
<b>OLOR</b>	1	Desagrada mucho					
	2	Desagrada					
	3	Ni desagrada ni agrada					
	4	Agrada					
	5	Agrada mucho					
<b>SABOR</b> (Dulce)	1	Disgusta mucho					
	2	Disgusta					
	3	Ni disgusta ni gusta					
	4	Gusta					
	5	Gusta mucho					
<b>TEXTURA</b>	1	Muy dura					
	2	Dura					
	3	Ni dura ni suave					
	4	Suave					
	5	Muy suave					

**Fuente:** Angélica Bayas Aguilar

**COMENTARIO:**

.....  
 .....

**Tabla A2. Hoja de evaluación para establecer el perfil sensorial de las barras alimenticias energéticas**

NOMBRE:.....FECHA:.....

**Observaciones:** Por favor deguste las muestras que se presentan y señale uno a uno la intensidad del atributo sensorial. Para cada atributo tome en cuenta la característica que lo describe; y otorgue su valor analizado detenidamente el producto, utilizando las escalas que se indican a continuación:

Atributos	Escala	Intensidad del atributo	Opción
<b>COLOR</b> (Café/Marrón)	1	Muy débil	
	2	Débil	
	3	Ni débil ni fuerte	
	4	Fuerte	
	5	Muy fuerte	
<b>OLOR</b> (A caramelo-maní)	1	Muy débil	
	2	Débil	
	3	Ni débil ni fuerte	
	4	Fuerte	
	5	Muy fuerte	
<b>SABOR</b> (Dulce afrutado)	1	Muy débil	
	2	Débil	
	3	Ni débil ni fuerte	
	4	Fuerte	
	5	Muy fuerte	
<b>FRIABILIDAD</b> (Desmenuzable al tacto)	1	Muy poco	
	2	Poco	
	3	Neutro	
	4	Alto	
	5	Muy alto	
<b>TEXTURA SUPERFICIAL</b> (Sensación de aspereza)	1	Muy débil	
	2	Débil	
	3	Ni débil ni fuerte	
	4	Fuerte	
	5	Muy fuerte	

Fuente: Angélica Bayas Aguilar

**COMENTARIO:**.....  
.....



# **ANEXO B**

## **DATOS EXPERIMENTALES**

**Tabla B1. Resultados de las pruebas sensoriales de los atributos color, olor, sabor y textura de las barras alimenticias energéticas granulometría 180 µm**

Tratamientos [*]	Color		Olor		Sabor		Textura	
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
1	3	3	3	3	3	4	3	3
2	3	3	3	3	3	4	3	3
3	3	3	3	4	4	4	3	3
4	3	3	3	3	3	4	3	2
5	4	4	4	4	4	4	3	2
6	4	4	3	3	4	4	3	3
7	3	3	3	3	3	4	3	3
8	4	4	4	4	4	4	3	3
9	4	4	4	3	4	4	3	3
10	4	4	4	3	4	3	3	3

Fuente: Angélica Bayas Aguilar

**Tabla B2. Resultados de las pruebas sensoriales de los atributos color, olor, sabor y textura de las barras alimenticias energéticas granulometría 250 µm**

Tratamientos [*]	Color		Olor		Sabor		Textura	
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
1	4	3	4	3	4	4	3	2
2	4	4	3	4	4	4	2	3
3	4	4	4	3	4	4	3	3
4	4	4	4	4	4	3	2	2
5	4	4	4	3	4	4	3	3
6	4	4	4	4	4	4	4	4
7	4	4	3	3	4	4	3	3
8	4	4	4	3	4	4	3	3
9	4	4	4	3	4	4	3	3
10	4	4	4	4	4	4	4	4

Fuente: Angélica Bayas Aguilar

Descripción <sup>[1]</sup>: Corresponde a la tabla 3 sección 3.2

- 1: 0,52 Mz Aditivos + 0,08 Salv Palmito+ 0,31 Mz Avena Maní + 0,09 Mz Coco Nueces
- 2: 0,52 Mz Aditivos + 0,08 Salv Palmito+ 0,24 Mz Avena Maní + 0,16 Mz Coco Nueces
- 3: 0,50 Mz Aditivos + 0,04 Salv Palmito+ 0,32 Mz Avena Maní + 0,14 Mz Coco Nueces
- 4: 0,52 Mz Aditivos + 0,07 Salv Palmito+ 0,32 Mz Avena Maní + 0,09 Mz Coco Nueces
- 5: 0,52 Mz Aditivos + 0,04 Salv Palmito+ 0,32 Mz Avena Maní + 0,12 Mz Coco Nueces
- 6: 0,51 Mz Aditivos + 0,08 Salv Palmito+ 0,32 Mz Avena Maní + 0,09 Mz Coco Nueces
- 7: 0,50 Mz Aditivos + 0,08 Salv Palmito+ 0,32 Mz Avena Maní + 0,10 Mz Coco Nueces
- 8: 0,50 Mz Aditivos + 0,04 Salv Palmito+ 0,30 Mz Avena Maní + 0,16 Mz Coco Nueces
- 9: 0,52 Mz Aditivos + 0,04 Salv Palmito+ 0,28 Mz Avena Maní + 0,16 Mz Coco Nueces
- 10: 0,50 Mz Aditivos + 0,08 Salv Palmito+ 0,26 Mz Avena Maní + 0,16 Mz Coco Nueces

**Tabla B3. Atributos sensoriales del perfil sensorial de la mejor mezcla<sup>[\*]</sup>  
 barra alimenticia energética con granulometría 180 µm**

Catadores	Color		Olor		Sabor		Friabilidad		Crocancia		Textura superficial	
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
1	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2	3	3
2	3	3	5	2	4	3	3	1	4	2	3	3
3	3	2	3	4	4	4	2	1	4	4	3	4
4	3	4	4	4	4	3	2	1	4	5	3	3
5	3	3	3	2	4	4	2	2	3	4	4	3
6	3	3	3	2	4	4	4	4	4	2	4	1
7	2	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4
8	3	3	4	5	3	3	2	4	2	4	2	4
9	2	3	4	4	4	3	2	2	4	4	4	4
10	3	2	4	3	4	3	1	5	4	4	5	4
11	3	2	3	2	4	3	4	2	2	4	4	4
12	3	4	2	4	3	5	3	2	2	4	2	4
13	4	3	3	3	3	4	2	3	4	2	4	3
14	4	3	3	2	2	3	2	3	3	4	4	3
15	3	2	4	2	3	3	4	3	4	4	4	3
16	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4
17	3	2	4	4	4	4	2	4	4	3	3	4
18	1	1	3	3	4	5	1	3	5	3	2	3
19	2	3	4	4	2	3	2	2	2	4	4	3
20	2	3	4	2	4	4	4	3	4	3	3	4

Fuente: Laboratorios FCIAL., 2010.

Elaborados por: Angélica Bayas Aguilar., 2010

**Descripción <sup>[\*]</sup>**

**Mezcla:** 0,51 Mz Aditivos + 0,05 Salv Palmito+ 0,31 Mz Avena Maní + 0,13 Mz Coco Nueces

**Tabla B4. Atributos sensoriales del perfil sensorial de la mejor mezcla<sup>[\*]</sup>  
 barra alimenticia energética con granulometría 250 µm**

Catadores	Color		Olor		Sabor		Friabilidad		Crocancia		Textura superficial	
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
1	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	4	3
2	3	4	5	3	3	4	3	1	3	2	3	3
3	4	3	3	4	3	4	2	1	3	4	4	4
4	3	3	4	3	4	3	2	1	4	5	3	3
5	3	4	2	3	4	4	2	2	4	4	3	3
6	3	3	3	4	3	4	4	4	4	2	3	2
7	4	4	3	3	4	2	3	3	4	4	4	4
8	3	3	4	3	3	3	2	4	3	4	3	4
9	3	3	4	4	4	3	2	2	4	4	4	3
10	3	3	4	4	4	2	1	5	4	4	3	4
11	4	3	3	3	4	3	4	2	3	4	4	3
12	3	3	2	4	3	4	3	2	4	4	3	4
13	5	4	3	3	3	4	2	3	4	2	4	3
14	4	4	3	2	2	3	2	3	3	4	3	4
15	3	3	4	2	3	4	4	3	4	4	4	3
16	4	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4
17	3	3	3	4	3	4	2	4	4	3	3	3
18	4	3	3	3	4	4	1	3	5	3	3	3
19	3	4	2	4	2	3	2	2	3	4	4	4
20	3	3	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3

Fuente: Laboratorios FCIAL., 2010.

Elaborados por: Angélica Bayas Aguilar., 2010

#### Descripción <sup>[\*]</sup>

Mezcla: 0,51 Mz Aditivos + 0,06 Salv Palmito+ 0,30 Mz Avena Maní + 0,13 Mz Coco Nueces

**ANEXO C**  
**ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO**

**Tabla C1. Análisis proximal de residuo del palmito**

Análisis	Unidades	Resultados
Proteína	%	4,95
Grasa	%	0,61
Cenizas	%	3,85
Fibra dietética soluble	%	2,37
Fibra dietética insoluble	%	76,10
Carbohidratos totales (no incluido la fibra)	%	4,98
Humedad	%	7,14

Fuente: Laboratorio Control de Análisis de Alimentos "LACONAL" - FCIAL

**Tabla C2. Análisis proximal y microbiológico de la fibra de palmito fermentado**

Análisis	Unidades	Resultados
Proteína	%	7,82
Grasa	%	3,18
Cenizas	%	1,12
Fibra dietética	%	75,78
Carbohidratos totales (no incluido la fibra)	%	12,1
Humedad	%	1,86
<i>Coliformes Totales</i>	UFC/g	700
<i>E-Coli</i>	UFC/g	<10
Mohos y levaduras	UFC/g	<10

Fuente: Laboratorio Control de Análisis de Alimentos "LACONAL" - FCIAL

**Tabla C3. Comparación del material fibroso de la cáscara de palmito**

Fracción de fibra dietaria	Unidades	Fibra de palmito seco	Fibra de palmito fermentado seco
Soluble	% (g/100g)	2,37	7,37
Insoluble	% (g/100g)	76,1	68,41

Fuente: Laboratorios Bromatológicos de la Escuela Politécnica Nacional

**Tabla C4. Análisis fisicoquímico del salvado de palmito**

Muestra	Análisis	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Salvado Palmito	Proteína	PE-03-5,4-FQ AOAC 2001,11	%(Nx6,25)	7,82
	Grasa	PE-04-5,4-FQ AOAC 991,36	%	3,18
	Cenizas	PE-01-5,4-FQ AOAC 923,03	%	1,12
	Humedad	PE-02-5,4-FQ AOAC 925,10	%	1,86
	<i>Coliformes T</i>	PE-01-5,4-MB AOAC 991,14	UFC/g	700
	<i>E-Coli</i>	PE-01-5,4-MB AOAC 991,14	UFC/g	<10
	Mohos y levaduras	PE-02-5,4-MB AOAC 997,02	UFC/g	<10

Fuente: Laboratorio Control de Análisis de Alimentos "LACONAL"- UTA-FCIAL

**Tabla C5. Análisis fisicoquímico de los mejores tratamientos**

Muestras	Análisis	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
250 µm	Proteína	PE-03-5,4-FQ AOAC 2001,11	%(Nx6,25)	8,40
	Grasa	PE-04-5,4-FQ AOAC 991,36	%	22,1
	Cenizas	PE-01-5,4-FQ AOAC 923,03	%	1,12
	Humedad	PE-02-5,4-FQ AOAC 925,10	%	1,86
	<i>Coliformes T</i>	PE-01-5,4-MB AOAC 991,14	UFC/g	30
	<i>E-Coli</i>	PE-01-5,4-MB AOAC 991,14	UFC/g	<10
	Mohos y levaduras	PE-02-5,4-MB AOAC 997,02	UFC/g	<10
180 µm	Proteína	PE-03-5,4-FQ AOAC 2001,11	%(Nx6,25)	8,21
	Grasa	PE-04-5,4-FQ AOAC 991,36	%	24,2
	Cenizas	PE-01-5,4-FQ AOAC 923,03	%	1,05
	Humedad	PE-02-5,4-FQ AOAC 925,10	%	3,47
	<i>Coliformes T</i>	PE-01-5,4-MB AOAC 991,14	UFC/g	<10
	<i>E-Coli</i>	PE-01-5,4-MB AOAC 991,14	UFC/g	<10
	Mohos y levaduras	PE-02-5,4-MB AOAC 997,02	UFC/g	<10

Fuente: Laboratorio Control de Análisis de Alimentos "LACONAL"- UTA-FCIAL

# **ANEXO D**

## **COSTO DE PRODUCCIÓN**



## ESTIMACIÓN DEL COSTO POR PARADA PARA LA INDUSTRIACIÓN DEL SALVADO DE PALMITO

**Tabla D1. Materiales directos e indirectos**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad (kg)</b>	<b>Precio/kg</b>	<b>Costo total (\$)</b>
Residuos palmito	50,00	0,01	0,50
Semilla hongos <i>P ostreatus</i>	0,89	3,00	2,67
		<b>Total</b>	<b>3,17</b>

**Tabla D2. Equipos requeridos en el proceso**

<b>Equipos</b>	<b>(\$) Costo</b>	<b>Depreciación (Años)</b>	<b>(\$) Costo Anual</b>	<b>(\$) Costo Día</b>	<b>(\$) Costo/ Horas</b>	<b>Tiempo Utilizable (h)</b>	<b>(\$) Costo Total</b>
Picadora	250	10	25	0,10	0,01	1	0,01
Prensa	1500	10	150	0,60	0,08	3	0,23
Olla Cocción	250	10	25	0,10	0,01	5	0,06
Secador	2000	10	200	0,80	0,10	6	0,60
Molino	400	10	40	0,16	0,02	0,5	0,01
						<b>(\$)Total</b>	<b>0,91</b>

**Tabla D3. Insumos básicos**

<b>Servicios</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total</b>
Gas	10	kg	0,12	1,20
Agua	1	m <sup>3</sup>	0,40	0,40
Electricidad	3	kw-h	0,10	0,30
			<b>Total \$</b>	<b>1,90</b>

**Tabla D4. Personal**

<b>Personal</b>	<b>*Sueldo</b>	<b>Tiempo Utilizable (h)</b>	<b>(\$) Costo/horas</b>	<b>(\$) Costo Total</b>
1	240	16	1,50	24,00

**Tabla D5. Inversión estimada para el procesamiento de salvado de palmito**

<b>Capital de Trabajo</b>	<b>Monto</b>
Materiales directos e indirectos	3,17
Equipos requeridos	0,91
Insumos básicos	1,90
Personal	24,00
<b>Total</b>	<b>29,98</b>
<b>Cantidad gr obtenidos en el proceso salvado de palmito</b>	<b>4,14</b>
<b>(\$) Costo /kg</b>	<b>7,24</b>

**ESTIMACIÓN DEL COSTO POR PARADA PARA LA INDUSTRIACIÓN DE BARRAS ALIMENTICIAS ENERGÉTICAS CON GRANULOMETRÍA DE SALVADO DE PALMITO 180 µm**

**Tabla D6. Materiales directos e indirectos**

<b>Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>(\$) Costo Unitario</b>	<b>(\$) Costo total</b>
Mz Avena Maní	kg	0,088	0,10	0,009
Mz Coco Nueces	Kg	0,037	0,19	0,007
Salvado Palmito	kg	0,014	0,14	0,002
Mz Aditivos	kg	0,145	0,22	0,033
Fundas Trilaminadas (Cap. 15 g)	unidad	18	0,01	0,180
Etiquetas y Impresión	unidad	18	0,03	0,540
<b>Total (\$)</b>				<b>0,77</b>

**Tabla D7. Costos de los equipos requeridos en el proceso**

<b>Descripción</b>	<b>Costo Unitario (\$)</b>	<b>Depreciación (Años)</b>	<b>(\$) Costo Anual</b>	<b>Costo día</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Horas utilizable</b>	<b>Total</b>
Cocina	40,00	10	4,00	0,016	0,002	0,5	0,001
Paila	28,00	5	5,60	0,022	0,003	0,5	0,001
Balanza	50,00	5	10,00	0,040	0,005	0,3	0,001
Horno	75,00	10	7,50	0,030	0,004	1,0	0,004
Selladora	54,00	10	5,40	0,022	0,003	0,5	0,001
Mesa	20,00	5	4,00	0,016	0,002	0,5	0,001
Moldes	2,00	5	0,40	0,002	0,000	0,1	0,000
Utensilios	12,00	5	2,40	0,010	0,001	0,2	0,000
<b>Total (\$)</b>							<b>0,010</b>

**Nota.** Características de los equipos: Balanza capacidad máxima 5g, Mesa de acero inoxidable 2,25\*1,15m de 2 pisos de acero inoxidable, brillante de 1mm. Cocina industrial de 4 hornillas. Paila de acero inoxidable capacidad máxima 5kg. Horno tostador. Selladora para fundas con sólidos, área de sellado 400x4 mm marca Salpack 110 v. Moldes 1 mm de ancho x 10 cm largo. Utensilios varios cuchillos, cucharas de acero inoxidable, jarras.

**Tabla D8. Costos de Insumos básicos**

<b>Servicios</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (\$)</b>	<b>Costo Total (\$)</b>
Gas	0,5	kg	0,1	0,05
Electricidad	0,5	kw-h	0,18	0,09
Agua	0,2	m <sup>3</sup>	0,2	0,04
<b>Total (\$)</b>				<b>0,18</b>

**Tabla D9. Personal**

<b>Personal</b>	<b>*Sueldo</b>	<b>Tiempo Utilizable (h)</b>	<b>(\$) Costo/horas</b>	<b>(\$) Costo Total</b>
1	240	4,0	1,50	6,00

**Tabla D10. Inversión estimada para la elaboración de barras alimenticias energéticas, (BAE)**

<b>Capital de Trabajo</b>	<b>Monto</b>
Materiales directos e indirectos	0,77
Equipos requeridos	0,010
Insumos básicos	0,18
Personal	6,00
<b>Total (\$)</b>	<b>6,96</b>
<b>Cantidad de empaque</b>	<b>18</b>
<b>Costo unitario(\$)</b>	<b>0,39</b>

## ESTIMACIÓN DEL COSTO POR PARADA PARA LA INDUSTRIACIÓN DE BARRAS ALIMENTICIAS ENERGÉTICAS CON GRANULOMETRÍA DE SALVADO DE PALMITO 250 µm

**Tabla D11. Materiales directos e indirectos**

Materiales	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Costo total (\$)
Mz Avena Maní	kg	0,086	0,10	0,008
Mz Coco Nueces	Kg	0,037	0,19	0,007
Salvado Palmito	kg	0,017	0,17	0,003
Mz Aditivos	kg	0,144	0,22	0,032
Fundas Trilaminadas (Cap. 15 g)	unidad	18,00	0,01	0,180
Etiquetas y Impresión	unidad	18,00	0,03	0,540
			<b>Total (\$)</b>	<b>0,77</b>

**Tabla D12. Costos de los equipos requeridos en el proceso**

Descripción	Costo Unitario (\$)	Depreciación (Años)	(\$) Costo Anual	Costo día	Costo hora	Horas utilizable	Total
Cocina	40,00	10	4,00	0,016	0,002	0,5	0,001
Paila	28,00	5	5,60	0,022	0,003	0,5	0,001
Balanza	50,00	5	10,00	0,040	0,005	0,3	0,001
Horno	75,00	10	7,50	0,030	0,004	1,0	0,004
Selladora	54,00	10	5,40	0,022	0,003	0,5	0,001
Mesa	20,00	5	4,00	0,016	0,002	0,5	0,001
Moldes	2,00	5	0,40	0,002	0,000	0,1	0,000
Utensilios	12,00	5	2,40	0,010	0,001	0,2	0,000
<b>Total (\$)</b>							<b>0,010</b>

**Nota.** Características de los equipos: Balanza capacidad máxima 5g, Mesa de acero inoxidable 2,25\*1,15m de 2 pisos de acero inoxidable, brillante de 1mm. Cocina industrial de 4 hornillas. Paila de acero inoxidable capacidad máxima 5kg. Horno tostador. Selladora para fundas con sólidos, área de sellado 400x4 mm marca Salpack 110 v. Moldes 1 mm de ancho x 10 cm largo. Utensilios varios cuchillos, cucharas de acero inoxidable, jarras.

**Tabla D13. Costos de Insumos básicos**

Servicios	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (\$)	Costo Total (\$)
Gas	0,5	kg	0,1	0,05
Electricidad	0,5	kw-h	0,18	0,09
Agua	0,2	m <sup>3</sup>	0,2	0,04
			<b>Total (\$)</b>	<b>0,18</b>

**Tabla D14. Personal**

<b>Personal</b>	<b>*Sueldo</b>	<b>Tiempo Utilizable (h)</b>	<b>(\$) Costo/horas</b>	<b>(\$) Costo Total</b>
1	240	4,0	1,50	6,00

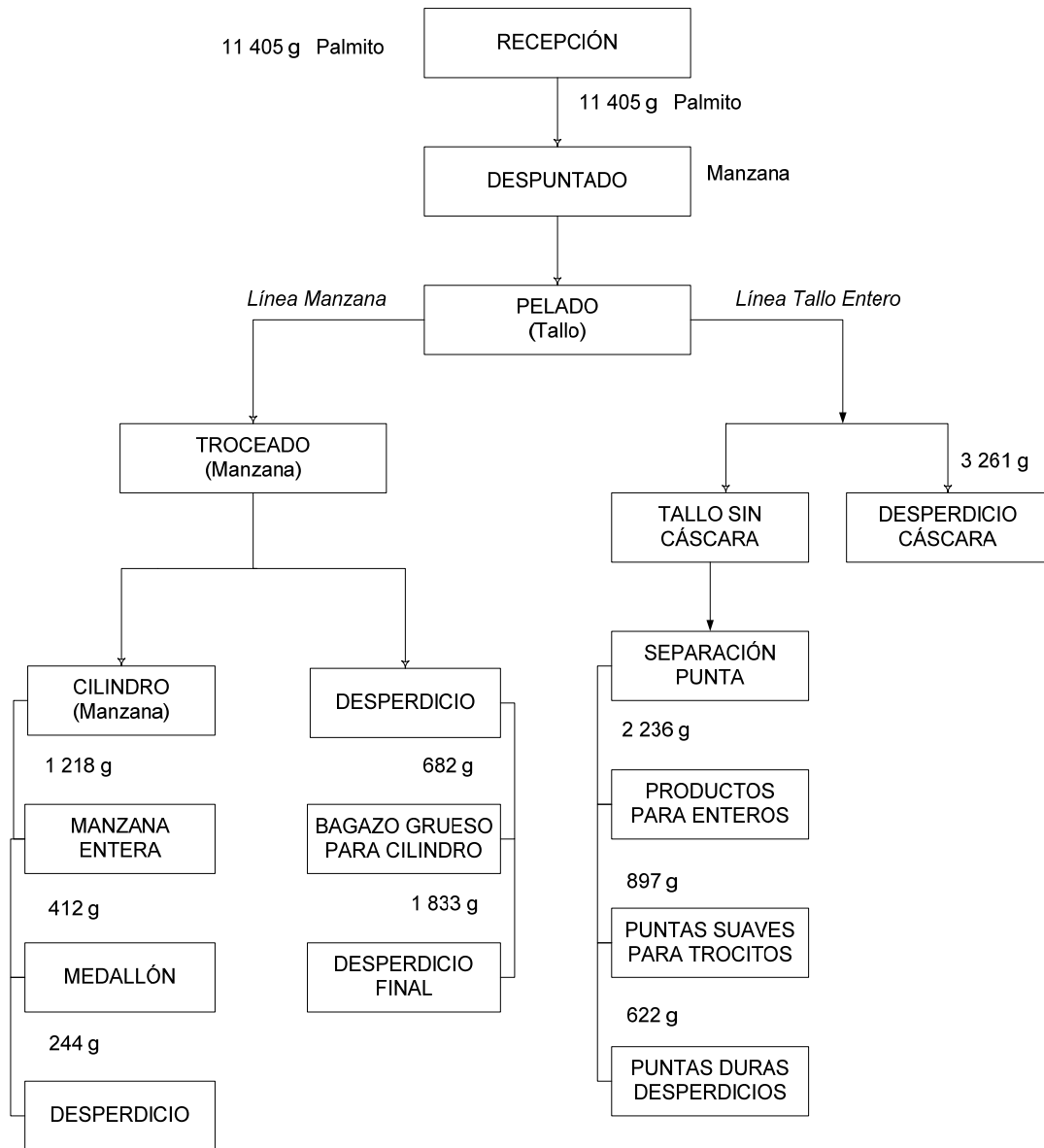
**Tabla D15. Inversión estimada para la elaboración de barras alimenticias energéticas, (BAE)**

<b>Capital de Trabajo</b>	<b>Monto</b>
Materiales directos e indirectos	0,77
Equipos requeridos	0,010
Insumos básicos	0,18
Personal	6,00
<b>Total (\$)</b>	<b>6,96</b>
<b>Cantidad de empaque</b>	<b>18</b>
<b>Costo unitario(\$)</b>	<b>0,39</b>

# **ANEXO E**

## **DIAGRAMAS DE FLUJOS**

**Gráfico 1. Balance de materiales en recepción del palmito en la producción de conservas**

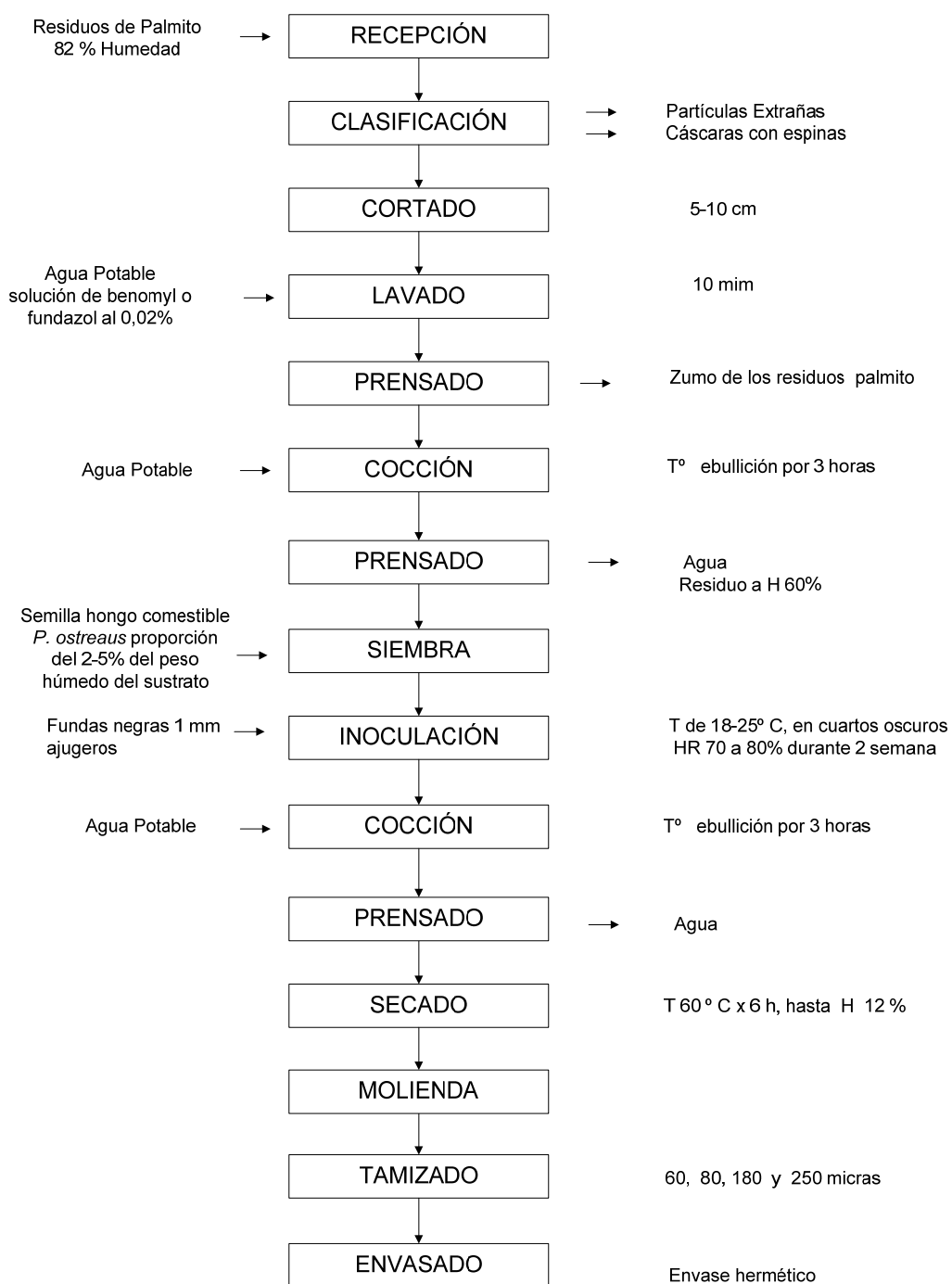


**Fuente:** Información Directa

**Elaborado por:** Angélica M Bayas Aguilar; 2010



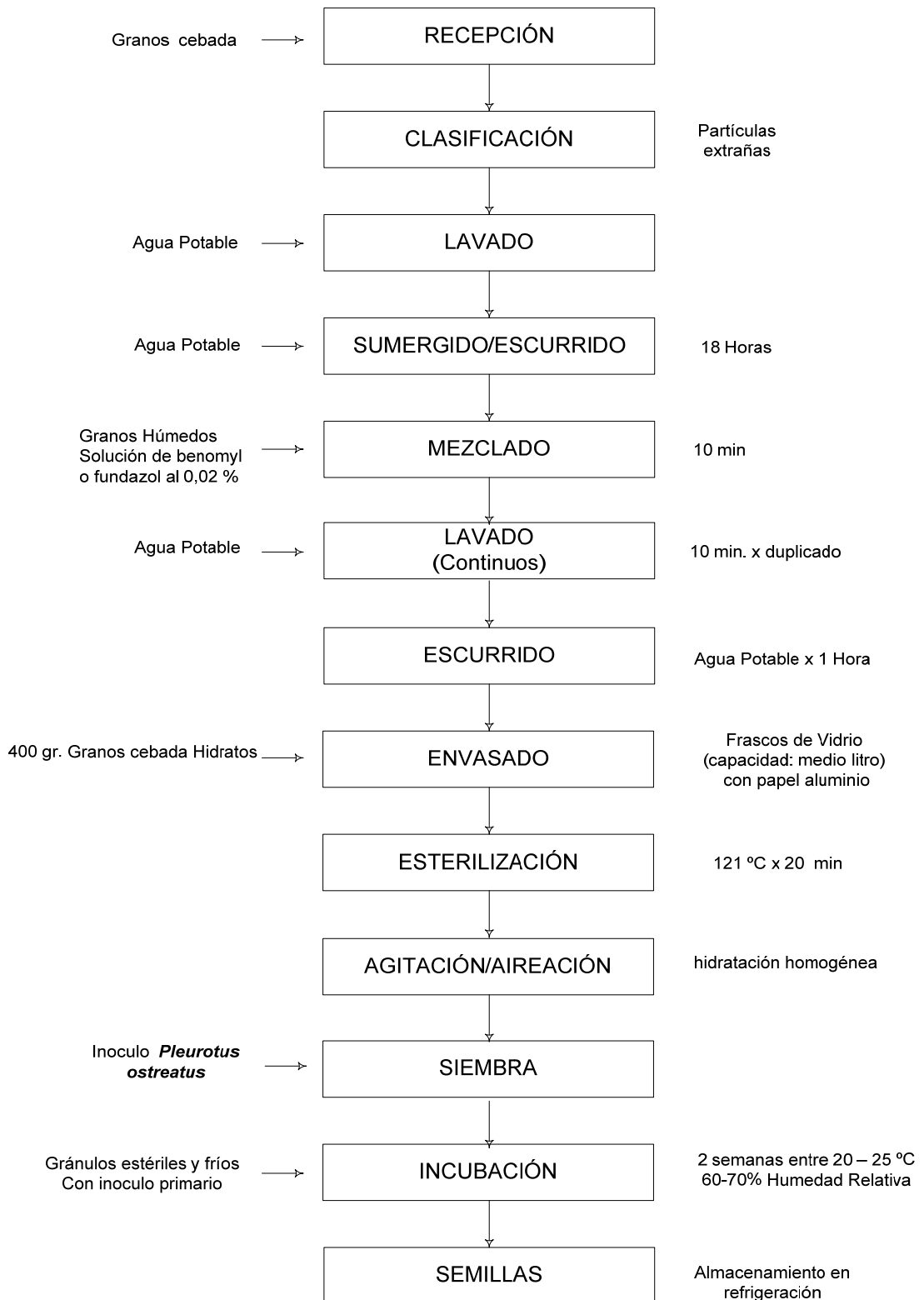
**Grafico 2. Diagrama de bloques obtención del material fibroso “salvado de palmito”**



**Fuente:** Información Directa

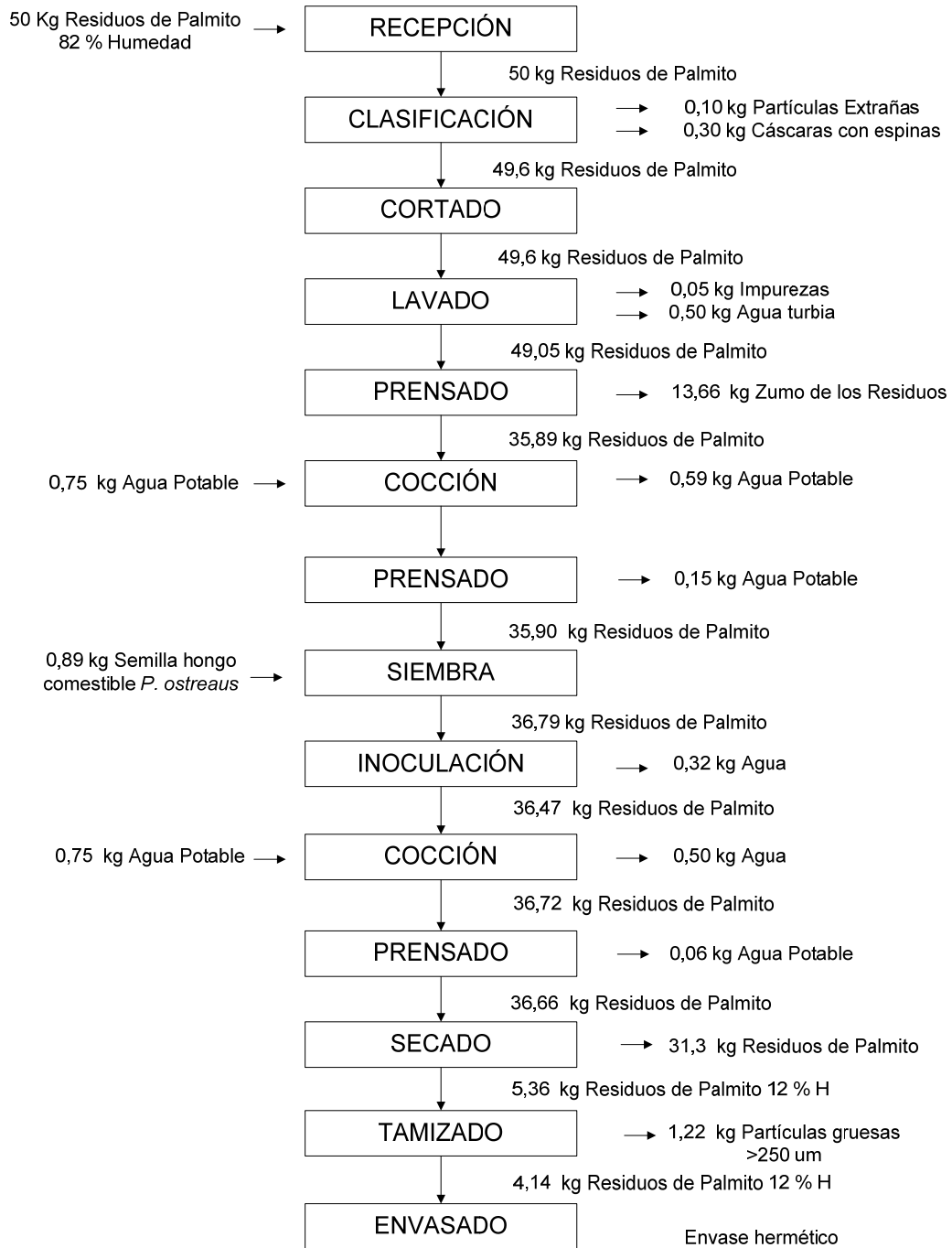
**Elaborado por:** Angélica M Bayas Aguilar; 2010

**Gráfico 3. Preparación de la semilla para el cultivo del micelio del hongo comestible *Pleurotus ostreatus***



**Fuente:** Información Directa  
**Elaborado por:** Angélica M Bayas Aguilar; 2010

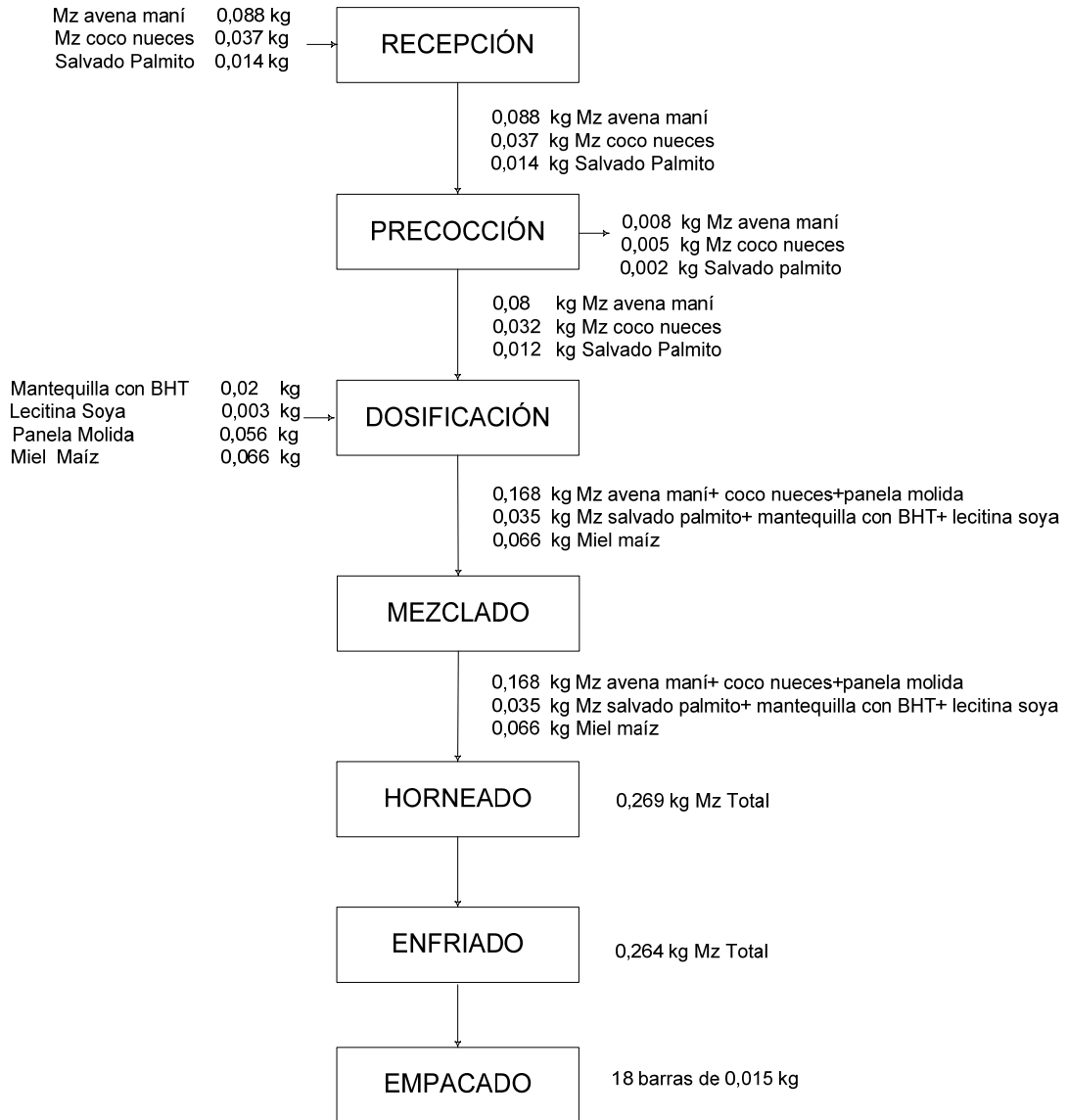
**Gráfico 4. Diagrama de flujo para la producción de salvado de palmito proveniente de los residuos de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K)**



**Fuente:** Información Directa

**Elaborado por:** Angélica M Bayas Aguilar; 2010

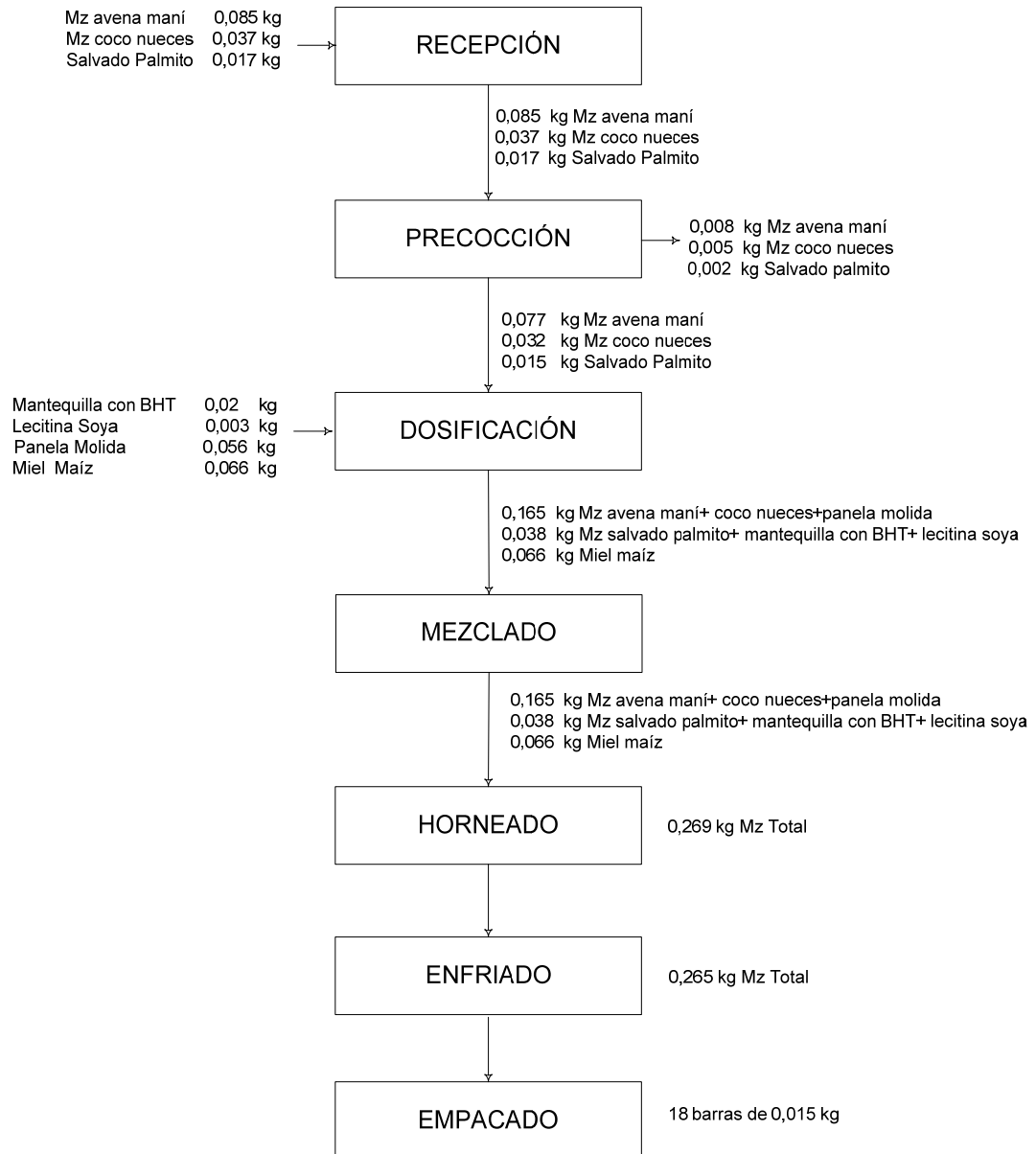
**Gráfico 5. Balance de materiales para la producción de barras alimenticias energéticas, (BAE); de la mezcla 51% mz aditivos; 5% salvado palmito granulometría 180 µm; 31% mz avena maní y 13% coco rallado nueces**



**Fuente:** Información Directa

**Elaborado por:** Angélica M Bayas Aguilar; 2010

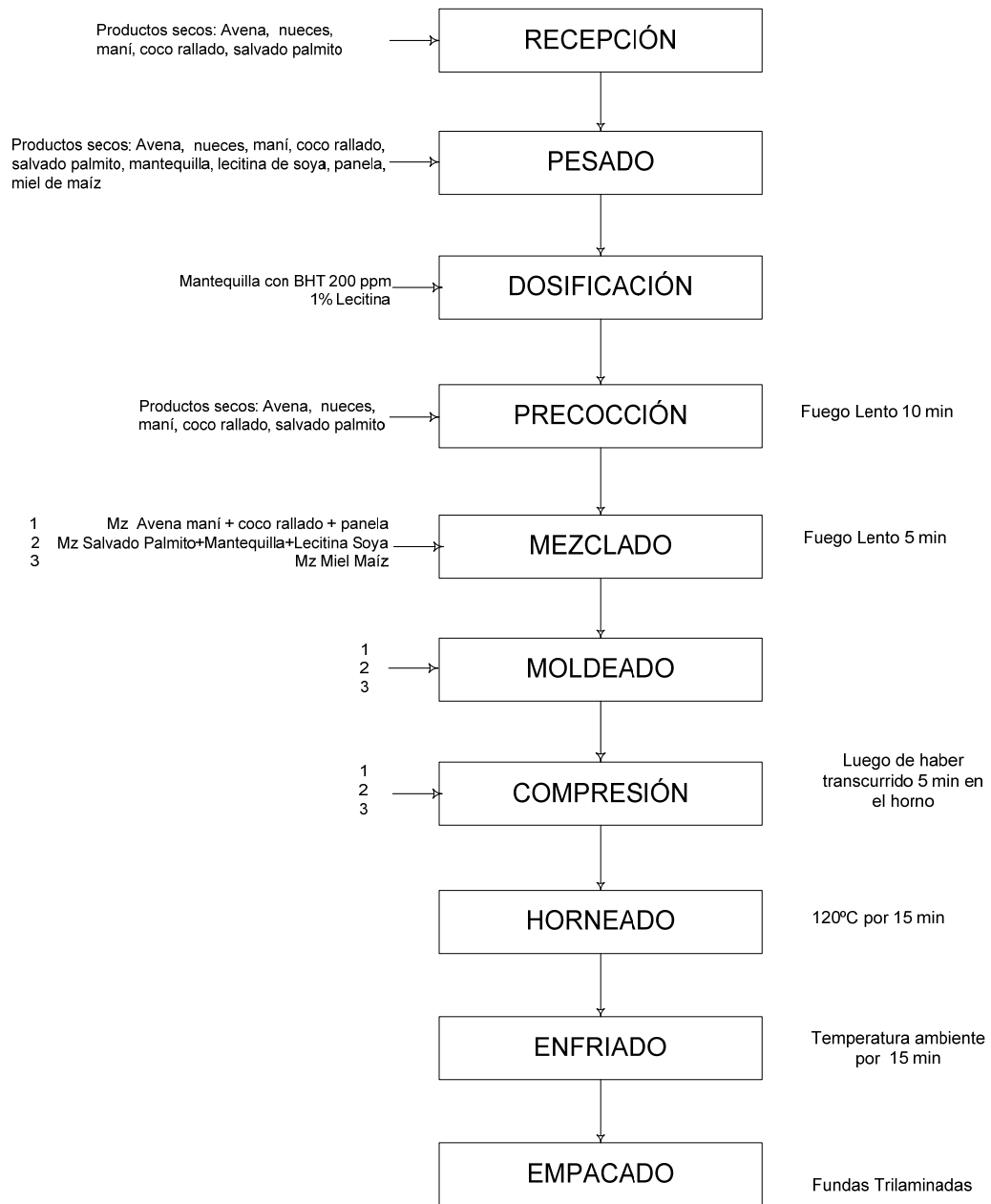
**Gráfico 6. Balance de materiales para la producción de barras alimenticias energéticas, (BAE); de la mezcla 51% mz aditivos; 5% salvado palmito granulometría 250 µm; 28% mz avena maní y 16% coco rallado nueces**



**Fuente:** Información Directa

**Elaborado por:** Angélica M Bayas Aguilar; 2010

**Gráfico 7. Diagrama de flujo de las barras alimenticias energéticas**



**Fuente:** Información Directa

**Elaborado por:** Angélica M Bayas Aguilar; 2010

**ANEXO F**

**PROGRAMA DE PRODUCCION  
DE LA INDUSTRIA AGRÍCOLA  
EXPORTADORA INAEXPO C.A**

**Tabla F1. Programa semanal de producción**

Semana	Canasta (promedio/turnos)	
	Día	Noche
Lunes	-	175
Martes	175	175
Miércoles	175	175
Jueves	175	175
Viernes	175	175
Sábado	120	-
Total	820	875
Total (Canasta/semana)	1695	
Total de Tallos/Semanal	728850	
<b>Nota:</b> Cantidad de tallos promedios-Canasta: 430		

**Fuente:** Industria Agrícola Exportadora INAEXPO C.A

**Tabla F2. Registro de desperdicios generados 10 tallos**

Parámetros	Cantidad
Cáscara palmito	3 261 g
Punta dura	622 g
Bagazo de manzana	1 833 g
Manzana Dura	244 g
<b>Total</b>	<b>5 960 g</b>
Desperdicio generado semanalmente producción normal	434 395 kg
desperdicio generado mensualmente en producción normal	1 737 578 kg
desperdicio generado diariamente en producción normal	86 879 kg
desperdicio generado por turno en producción normal	43 439 kg

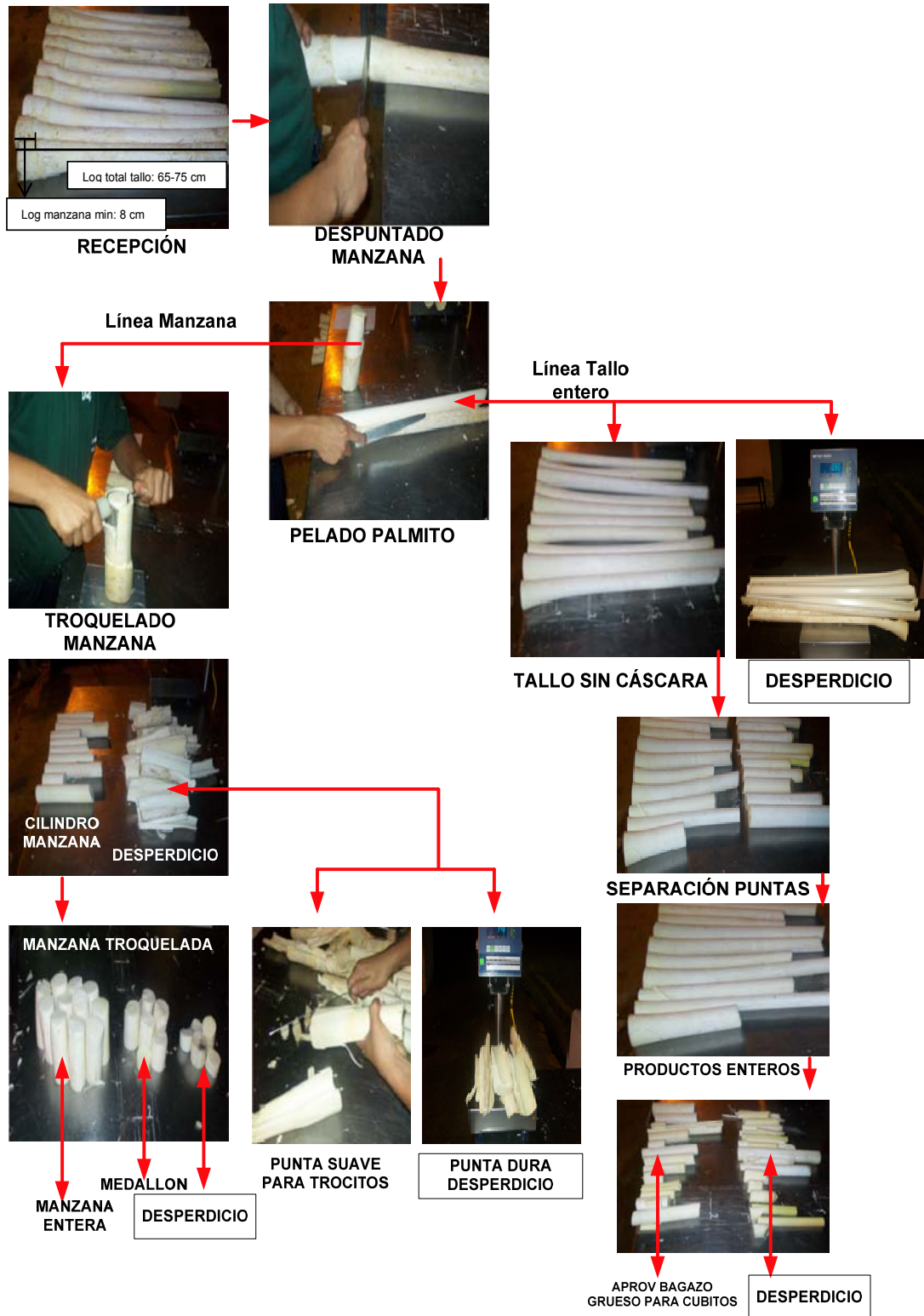
**Fuente:** Industria Agrícola Exportadora INAEXPO C.A



# **ANEXO G**

# **FOTOGRAFÍAS**

**Fotos 1. Recepción del palmito para la producción de conservas**

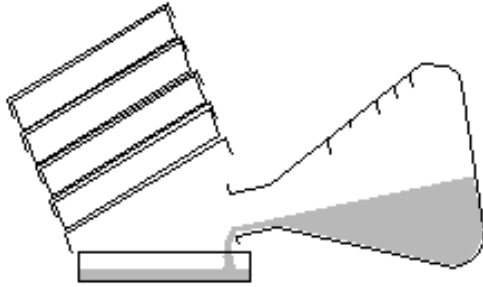


**Fuente:** Información Directa  
**Elaborado por:** Angélica M Bayas Aguilar; 2010

## Fotos 2. Presentación de productos y subproductos elaborados



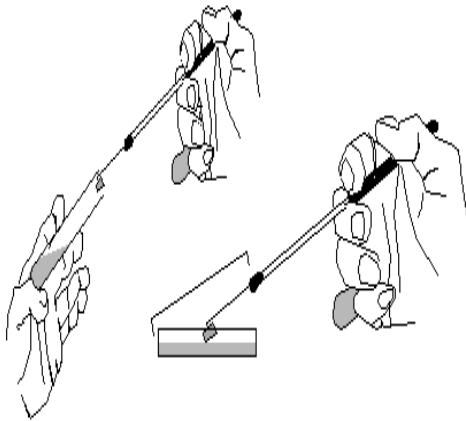
**Fotos 3. Siembra sobre los granos de cebada utilizandouna cepa desarrollada en cajaspetri con agar PDA**



**1)** Utilizar agar PDA esterilizada. Enfriar el agar a 40-50°C y colocar aproximadamente 10 ml en cajas petri lavadas



**2)** Dejar enfriar el agar hasta que se solidifique aproximadamente 10 min



**3)** Trabajar de forma aséptica junto a un mechero o en una cámara de flujo laminar, colocar un trozo del micelio del hongo comestible *Plerotusostreatus* en el centro de la caja Petri con agar



**4)** Rotular a la caja petri con nombre de la cepa y la fecha



**5)** Incubar cajas vertidas a 25°C ± 1°C



**6)** Al final de la incubación se obtiene la cepa del hongo propagada en la mayor parte del agar después de 20 semanas

#### Fotos 4. Preparación del inoculo

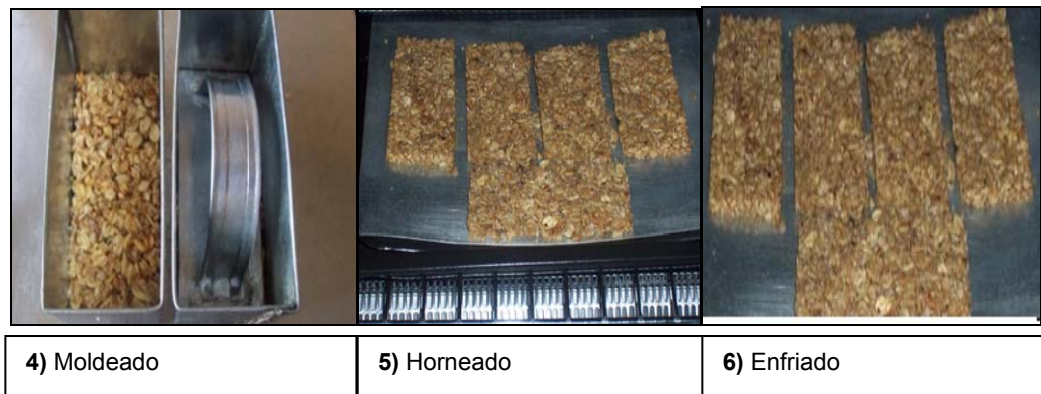


## Fotos 5. Preparación del sustrato





## Fotos 6. Gráficas para obtención de las barras alimenticias energéticas



**Barras Energéticas** Contenido Neto: 23g (0.87Oz.)

Fab. Abril/2010  
Ven. Sep/2010

**Nutripal**  
Salvado de Palmito

Energía para Gente activa

100% Natural

Reg. Sant: 34831NABP807

Cantidad / Porción	% VD*	Cantidad / Porción	% VD*
Avena 26%	2 %	Mantequilla 7%	8 %
Mani 3%	3 %	Lectina Soya 1%	<1%
Coco 8%	1 %	Azúcar 18%	0%
Nuez 8%	4 %	Miel maíz 25%	4 %
Salvado Palmito 4%	<1 %	Valor Calórico 465,48 KJ/100 g	

Elaborado por: CEREALES ANGE'S

\*Porcentajes de Valor diario basados en una dieta 2000 calorías



**Fotos 7. Equipos de análisis físicos químicos**



**DESCRIPCION:** Analizador infrarrojo de humedad **MARCA/MODELO:** OHAUS



**DESCRIPCION:** Mufia **MARCA/MODELO:** THERMOLYNE

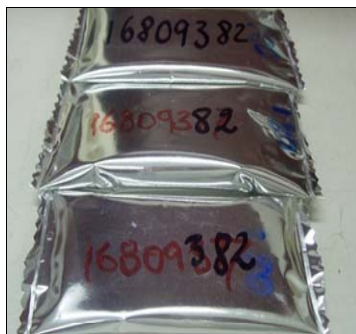


**DESCRIPCION:** Equipo para análisis de grasa **MARCA/MODELO:** SELECTA



**DESCRIPCION:** Determinador de proteína **MARCA/MODELO:** GERHARDT

**Fotos 8. Determinación de cenizas**



**Muestras Calcinadas**









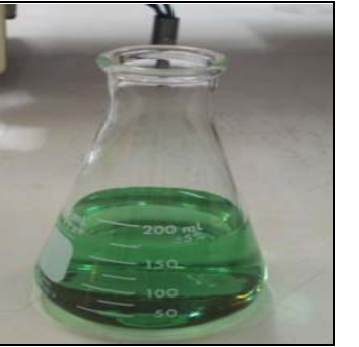



**Muestras Calcinadas**



**Registro peso**

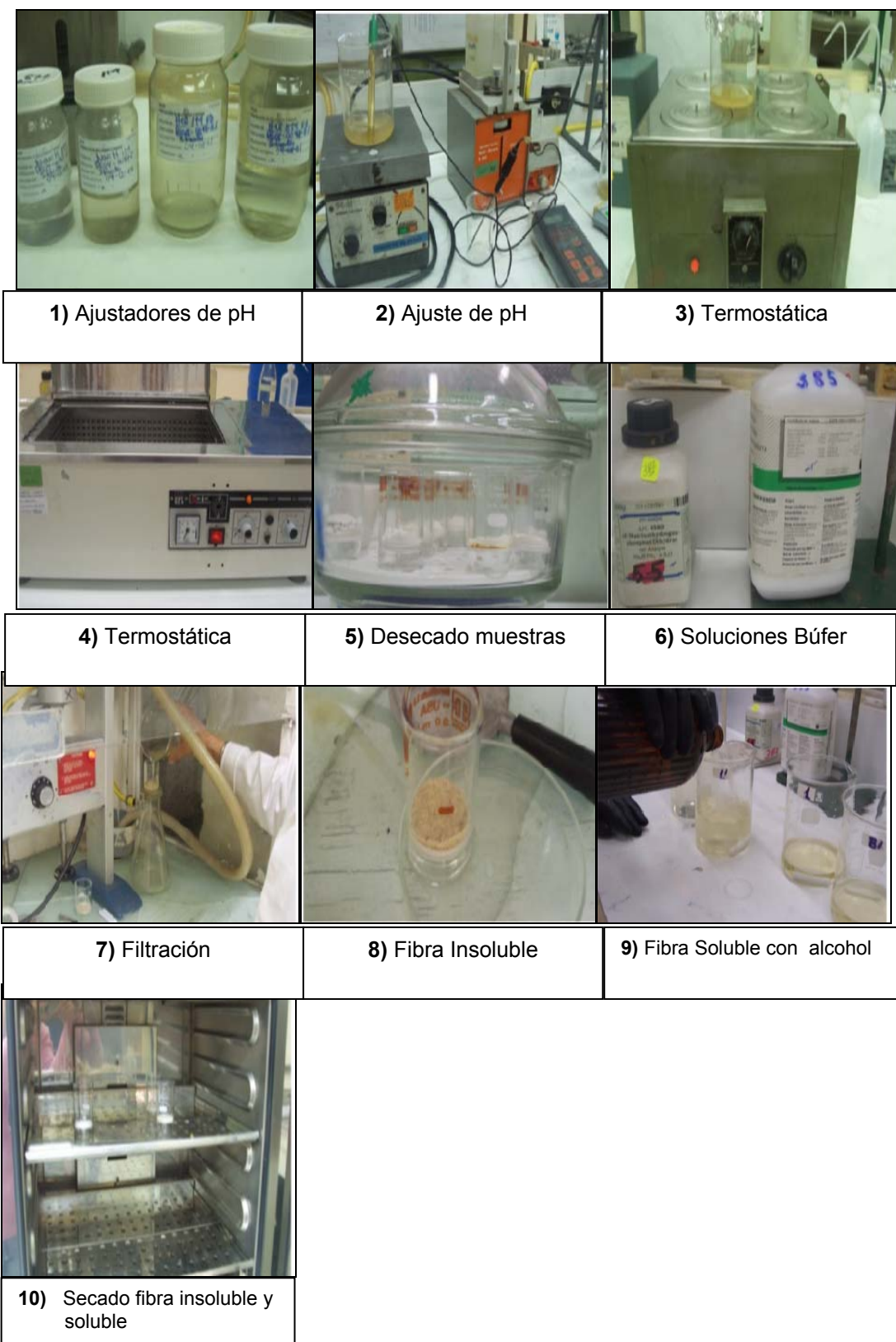
## Fotos 9. Determinación de proteína

		
<p>1) Soluciones del digestor</p>	<p>2) Digestor proteína</p>	<p>3) Adición de catalizadores + ácidos sulfúricos</p>
		
<p>4) Dilución de la muestra digerida.</p>	<p>5) Muestra lista para la digestión.</p>	<p>6) Adición solución ácido Bórico para recolección del destilado</p>
		
<p>7) Fase inicial de digestión de la muestra.</p>	<p>8) Fase final de digestión de la muestra.</p>	<p>9) Inicio de la titulación</p>
		
<p>10) Punto Final de titulación.</p>		









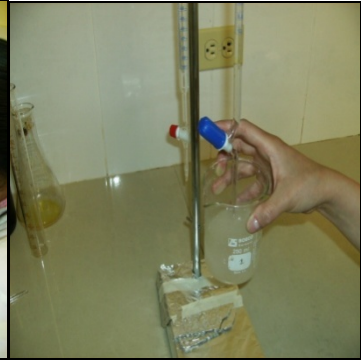
## Fotos 10. Determinación de grasa

		
1) Muestras	2) Hidrólisis ácidas	3) Saturación papel filtro con agua
		
4) Colocación del papel filtro con el residuo graso.	5) Secado en la estufa 130°C papel filtro con residuo graso.	6) Residuo graso seco listo para la extracción de grasa.
		
7) Colocación del papel filtro con residuo graso seco.	8) Colocación del cartucho en porta dedales.	9) Cartuchos listos para colocar en el equipo
		
10) Colocación de los cartuchos en el extractor de grasa.	11) Colocación de Éter en los vasos de extracción.	12) Extracción del extracto Etéreo
		
13) Vaso con extracto etéreo	14) Pesaje Extracto Etéreo	

**Fotos 11. Análisis de fibra dietética (*Fracción soluble e insoluble*)**



## Fotos 12. Determinación del índice de peróxidos

		
1) Pesar la muestra	2) Agregar Cloroformo	3) Agregar Ac Acético Glacial
		
4) Agregar Sol. Saturada de Ioduro de Potasio	5) Reposo 5 min	6) Agregar agua destilada
		
7) Agregar almidón 1%	8) Titular Tiosulfato de Sodio	9) Titular hasta cambio de color transparente

### Fotos 13. Equipos Microbiológicos



**DESCRIPCION:** Balanza de plato  
**MARCA/MODELO:** SARTORIUS



**DESCRIPCION:** Stomaker  
**MARCA/MODELO:** JP SELECTA



**DESCRIPCION:** Incubador *Coli / E-coli*  
**MARCA/MODELO:** SHELLAB


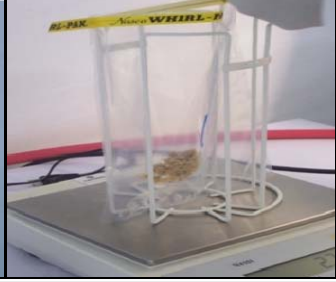


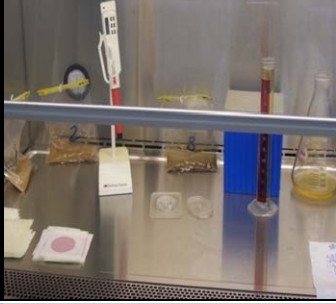









**DESCRIPCION:** Incubador Hogos y Levaduras  
**MARCA/MODELO:** SHELLAB



**DESCRIPCION:** Autoclave  
**MARCA/MODELO:** YAMATO

**Fotos 14. Análisis microbiológicos. Método Oficial PETRIFILM: Recuento de *Coliformes totales*, *E-coli*, Mohos y Levaduras. (Producto terminado: “Barras alimenticias energéticas” y “Salvado Palmito”)**

		
1) Codificación de muestras	2) Pesado (Dilución $10^9$ )	3) Homogenizado 330 RPM a 30 segundos
		
4) Muestra homogenizada (10 g + 90 ml agua peptonada)	5) Materiales disponibles para iniciar la siembra	6) Alícuota (1 ml) de la primera dilución
		
7) Agitación dilución $10^{-2}$ . (1 ml muestra con 9 ml agua peptonada). Mixer 10 seg	8) Siembra directa (1ml) en Placa Petrifilm ( <i>Coliformes/ E coli</i> )	9) Siembra directa 1 ml muestra en placa petrifilm de <i>Hongos y Levaduras</i>
		
10) Dispersión de la muestra inoculada	11) Incubación de placas a $25^{\circ}\text{C}$ ( <i>Mohos y Levaduras</i> )	12) Incubación de placas a $35^{\circ}\text{C}$ ( <i>Coliformes / E coli</i> )

# **APÉNDICES**

## **MÉTODOS DE ENSAYOS**



## Apéndice No.01

### DETERMINACION DE HUMEDAD

---

**Tipo producto:** Barras alimenticias energéticas

Salvados de Palmito

**Referencias:** AOAC, "Official Methods of Analysis" 18 thEdition, METODO OFICIAL AOAC 925.10. Sólidos Totales y humedad en harinas, Método de estufa de aire. Acción inicial 1925. Acción final.

#### Equipo y Materiales

- ✓ Cápsula de aluminio con tapa invertida
- ✓ Desecador: Con sílica gel como agente secante
- ✓ Estufa de aire maraca Memmert, modelo M 400.
- ✓ Molino manual
- ✓ Rallador manual
- ✓ Tijeras para cortar carne
- ✓ Arena de mar purificada con acido de calcinada, disponible comercialmente
- ✓ Palillos
- ✓ Licuadoras equipadas con mini vaso

#### Preparación de la muestra

Moler una parte representativa de la muestra en un molino manual. Guárdela en una funda de polietileno para prevenir los cambios en su humedad.

#### Determinación del ensayo

- ✓ Seque la cápsula a  $130 \pm 3^{\circ}\text{C}$  por una hora.
- ✓ Enfríe en un desecador hasta que alcance la temperatura ambiental cerciórese antes que la sílica gel se encuentre de color azul.
- ✓ Añada aproximadamente 5g de arena de mar y un palillo de dientes. Pese el conjunto exactamente.

- ✓ Añada aproximadamente 2g de muestra bien homogenizada, exactamente pesada hasta el cuarto decimal, extraiga el conjunto y remueva con el palillo para que la muestra se mezcle muy bien con la arena y distribuya uniformemente. Deje el palillo dentro de la capsula y coloque la tapa ajustándola al cuerpo de la misma.
- ✓ En la estufa de aire que se encuentra a  $130\pm 3^{\circ}\text{C}$  coloque el conjunto de manera rápida, con la tapa desplazada en la estufa de aire. Seque por el tiempo de una hora.
- ✓ Abra la estufa, coloque las tapas dentro de las cápsulas y transfiera al desecador para enfriarlas.
- ✓ Después de alcanzada la temperatura de ambiente (aproximadamente 30 min) pese la capsula exactamente hasta el cuarto decimal.

**Cálculos y expresión de resultados:** Calcular el % de Sólidos Totales en la muestra de ensayo uno sigue:

**Contenidos de sólidos totales (%):**

$$\text{Contenido de sólidos totales (\%)} = \frac{(\text{Peso cápsula + muestra}) - \text{Peso cápsula}}{(\text{Peso cápsula + muestra húmeda}) - \text{Peso cápsula}}$$

Si se desea calcular el porcentaje de humedad en la misma proceda de la siguiente manera:

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = 100 - \text{Contenido de sólidos (\%)}$$

## Apéndice No.02

### DETERMINACION DE CENIZAS

---

**Tipo producto:** Barras alimenticias energéticas

Salvados de Palmito

**Referencia:** AOAC "*Oficial Methods of Analysis*", 18 thEdition MÉTODO OFICIAL AOAC 923,03 Cenizas en Harinas. Método directo. Acción inicial: 1923.

#### Equipo y Materiales

- ✓ Crisoles de porcelana
- ✓ Desecador con llave de evacuación, lubricados sus bordes esmerilados con vaselina.
- ✓ Muflamarca Barnstead Thermolyne, mod. F6010.
- ✓ Balanza analítica marca OhausAdventurer, mod AR 2140
- ✓ Pinzas largas de acero inoxidable, de aproximadamente 20 cm de largo.
- ✓ Modelo manual. Silica gel a ser colocada en los desecadores como agente secante
- ✓ Licuadora equipada con mini vaso.

#### Prepara de la muestra

Muela una parte representativa de la muestra en un molino manual. Almacene en funda de polietileno para prevenir cambios en su humedad hasta utilizarle.

#### Determinación

- ✓ Calcinar los crisoles vacios en mufla a 550 °C por una hora
- ✓ Enfriar en un desecador, hasta que alcance la temperatura ambiental. Cerciórese antes que la silica gel se encuentre de color azul.
- ✓ Pesar el crisol vacio exactamente, hasta el cuarto decimal
- ✓ Añadir el crisol de 3-5 gr de muestra, exactamente pesada hasta el cuarto decimal.
- ✓ Coloque el crisol con la muestra en la mufla fría, encienda el equipo y verifique que esté secado a 550 °C. La muestra empieza a combustionarse conforme va subiendo para extraer los humos generados.

- ✓ La mufla llega a 550°C en aproximadamente 1 hora puede entonces apagar la ventilación mecánica. Mantener los crisoles con la muestra a esta temperatura por 6 horas adicionales.
- ✓ Utilizando las pinzas largas, saque los crisoles de la cámara de la mufla y déjelos enfriar a la atmosfera durante 60 seg antes de colocarlos en el desecador. Enfríelos en él extrayendo a intervalos de 15 min el aire caliente que se genera dentro del desecador, abriendo la llave de evacuación de la parte superior.
- ✓ Después de que alcance la temperatura ambiental (aproximadamente 1,5 h) pese rápidamente el conjunto en forma exacta hasta el cuarto decimal.

### **Cálculos y expresión de resultados**

$$\text{Contenido de cenizas(\%)} = \frac{\text{Peso de crisol+ ceniza} - \text{Peso crisol vacío}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

## Apéndice No.03

# DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA

---

**Tipo producto:** Barras alimenticias energéticas

Salvados de Palmito

**Referencia:** AOAC "Official Methods of Analysis", 18th Edition, METODO OFICIAL AOAC 2001.11 Proteína (cruda) en Alimento para Animales, Forraje (Tejidos vegetales), Granos y semillas aceitosas. Método del Block de digestión usando cobre como catalizador y destilación por vapor dentro de ácido bórico.

### Equipos y materiales

- ✓ Equipo semiautomático para determinación de proteína marca Gerdharat, que consta:
- ✓ Digestor (Turbotherm) Tipo TT625 M, con controles de temperatura y tiempo ajustables, para 6 tubos.
- ✓ Unidad de destilación (Vapodest) tipo VAP 20. No dispone titulador automático.
- ✓ Extractor – Depurador de humos múltiple tipo TUR.
- ✓ Tubos de digestión de 250 ml
- ✓ Erlemeyers de 250 ml (para recolección y titulación del destilado)
- ✓ Dispensador de soluciones de 2,5-25 ml marca Brand, tipo Dispensette III, volumen ajustable, acoplado a un botellón de 2,4 lt con ácido.
- ✓ Balanza analítica marca Ohaus Adventurer legibilidad 0,0001 g, capacidad máxima 210 g.
- ✓ Bureta de 25 ml de marca Brand certificado
- ✓ Licuadora con mini vaso.

### Reactivos

- ✓ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado 95-98%, grado reactivo.
- ✓ Catalizador: 7,0 gr K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 0,8 CuSO<sub>4</sub> (comercialmente disponible en forma de tabletas de 3,5 gr K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y 0,4 gr de CuSO<sub>4</sub> por tabletas)

- ✓ Solución de NaOH aproximadamente 40% p/p
- ✓ Solución indicadora de rojo de metilo. Disuelva 100 mg de rojo de metilo en 100 ml de metanol.
- ✓ Solución indicadora de verde de bromocresol. Disuelva en 100 mg de verde de bromocresol en 100 ml de metanol.
- ✓ Solución de ácido bórico al 4% p/v (1 L):
- ✓ Disuelva 40 gr de ácido bórico grado p.a. en aproximadamente 800 ml de agua desionizada caliente. Enfríe hasta temperatura ambiente y agregue 10 ml de la solución de verde de bromocresol y 7 ml de la solución de rojo de metilo.
- ✓ Añada 143 ml de agua desionizada.
- ✓ Solución estándar de ácido clorhídrico 0,1 N. Use una solución comercial ya preparada de rango 0,995-0,1005 y use 0,1000 N para el cálculo, comercialmente disponible (Titrisol Merck, art. 1,09973). Si no hay disponible aquella prepárela a partir de HCl al 37% grado ACS ISO, así:
- ✓ Tome 8,28 ml de HCl citado de una bureta certificada y diluya a un litro con agua desionizada en un balón igualmente certificado.
- ✓ Valore el HCl preparado con NaOH 0,1 N comercialmente disponible prepararlo, a partir de NaOH grado ACS.
- ✓ Estándares de referencia: Sulfato de amonio, triptófano, lisina-HCl, acetanilida, para usar como estándares.

**Preparación de la muestra:** Moler una parte representativa de la muestra en un mini vaso de licuadora y guarda la muestra en una funda de polietileno para prevenir cambios en su humedad y homogenizar bien antes de utilizarla.

### **Digestión (i)**

- ✓ Encienda el digestor, con el soporte de tubos en su interior, prográmelo al 100% de proteína y tiempo de 60 min; lo cual permitirá que el equipo alcance 420 °C que podrá verificar en el medidor digital de temperatura.
- ✓ Pese la muestra molida y bien mezclada en el papel bajo en nitrógeno, previamente tarado, la cantidad como se indica abajo para cada tipo de muestra, registrando cada peso (w) lo más cerca a 0,1 mg. No exceder de 1,2 gr. Doble el papel envolviendo la muestra y deje caer dentro del tubo Kjeldahl numerado.

- ✓ Para muestras con 3-25% de proteína esperada, pese exactamente alrededor de 1,0 g.
- ✓ Agregue 2 tabletas Kjeltabs y 15 ml de ácido sulfúrico concentrado tanto a las muestras como al blanco.
- ✓ Abra la llave de alimentación de agua que va al depurador 5min antes de colocar los tubos en el digestor.
- ✓ Ponga los tubos de digestión en el soporte, que ya se encuentra en el interior del digestor precalentado a 420 °C, e inmediatamente ajuste el colector de escapes aquellos.
- ✓ Encienda la unidad de depuración y ajuste la perilla de restricción haciéndolo girar a la derecha, hasta que sienta que empieza a justarse.
- ✓ Aplaste secuencialmente las teclas "Stop" y luego "rum" para que el equipo vuelva a calentar a 420 °C por 60 min.
- ✓ Transcurrido aproximadamente 10 min afloje la perilla de restricción hacia la izquierda.
- ✓ Luego de 60 min de calentamiento el digestor emite un pitido y muestra en la pantalla END verifique que la solución presente un color verde esmeralda y traslucido.
- ✓ Una vez completa la digestión, extraiga el soporte de los tubos con el colector de escape en su sitio y colóquelo en el soporte de enfriado.
- ✓ Después ≈10 min y cerciorándose que los tubos no emiten gas por su parte superior, coloque el colector de escape en la bandeja de escurrido, apoye la unidad de depuración y cierre la llave de alimentación de agua.
- ✓ En el interior de la sorbona, cuando aun los tubos están tibios, agregue a cada tubo unos pocos ml de agua desionizada con mucho cuidado y agite, tratando que no haya salpicaduras. Añada más agua hasta completar un volumen aproximado de 70 ml. Evite que se solidifique su contenido por añadir a tiempo el agua. Es que en caliente en una cocineta y agite continuamente con mucho cuidado hasta que se disuelvan.

### **Digestión (ii)**

- ✓ Programe el destilador tomando en cuenta los siguientes parámetros: Hidróxido de sodio al 40%= 8 seg (50 ml), tiempo de reacción=0,1 min; tiempo de destilación 6,5 min; para la primera destilación y luego 6,8 para las siguientes salidas de vapor: 100%.

- ✓ Proceda a la destilación, teniendo cuidado de que tubo se acople muy bien al envase de caucho del equipo, para lo cual moje previamente aquel.
- ✓ Cuando se finalice la destilación retire el erlenmeyer del equipo y proceda a titular con ácido clorhídrico 0,1 N hasta un punto final color rosado brillante. Registre los ml los más cercanos a 0,05 ml.

### **Cálculos y expresión de resultados**

Cálculo de % de nitrógeno y proteína:  $\% \text{Nitrógeno} = \frac{(V_S - V_B) \times N \times 14,01}{W \times 10}$

#### **Donde:**

$V_S$ =volumen (ml) de ácido estandarizado usado para titular la muestra

$V_B$ =volumen (ml) de ácido estandarizado usado para titular el blanco 0,05

N= normalidad del HCl =0,1

14,01=peso atómico del N

W= peso (g) de porción de muestra o estándar

10=factor para convertir mg/g a porcentaje.

Los factores F son 5,7 para el trigo 6,38 para productos cárnicos lácteos y 6,25 para alimentos en general. El resultado se expresa como porcentaje de proteína y se hará constar que proviene del multiplicar el valor de nitrógeno obtenido por el factor de conversión escogido para pasar la proteína.



## Apéndice No.4

### DETERMINACIÓN DE GRASA

---

**Tipo producto:** Barras alimenticias energéticas

Salvados de Palmito

**Referencia:** AOAC, "Oficial Methods of Analysis", 18th Edition, MÉTODO OFICIAL AOAC 991,36 Grasa (cruda) en Carnes y Productos Cárnicos. Método de Extracción por solvente (Submersión) Acción inicial 1925.

#### **Equipos y Materiales**

- ✓ Sistema de extracción de grasa y aceite, recuperador de disolventes, marca selecta. Unidad de extracción simultanea de 6 muestra de ensayo, por adición de solvente a copas; 2 fases de proceso de extracción y ciclo de recuperación de solvente. Posee una unidad adicional para suministrar aceite caliente, el mismo que llega a la unidad de extracción por entubamiento aislado, y una bomba de aire para evaporación de las últimas trazas de solvente de las capas.
- ✓ Dedales y soporte para dedales. Dedales de celulosa de 26x60 cm, y soportes en forma de anillos para encajar en la parte superior de los dedales
- ✓ Vasos de extracción: De aluminio de 44 mm de diámetro interno y 60 mm de alto
- ✓ Núcleos de ebullición
- ✓ Estufa de aire marca Memmert, modelo M 400
- ✓ Balanza analítica marca Ohaus Adventure, mod AR 2140, con resolución de 0,0001 g.
- ✓ Pinzas para manipulación de vasos
- ✓ Tubos de aluminio para soporte de dedales de 43 mm de diámetros internos y 62 mm alto.
- ✓ Gradilla porta vasos
- ✓ Gradillas soporta dedales
- ✓ Soporte magnético nivelador de dedales
- ✓ Gradilla niveladora
- ✓ Guantes de látex

- ✓ Rallador manual
- ✓ Tijera para cortar carne

### **Reactivos**

- ✓ Ácido clorhídrico 6N
- ✓ Éter de petróleo 35-60°C ACS
- ✓ Algodón

### **Preparación de la muestra de ensayo**

Ralle la muestra pese aproximadamente 3 g.

### **Determinación**

#### **Hidrólisis de la muestra**

- ✓ Secar los vasos de aluminio en estufa a  $130\pm 3^{\circ}\text{C}$  por una hora
- ✓ En un elernmeyer de 250 ml pese alrededor de 3g muestra
- ✓ Trabaje dentro de la Sorbona. Añada 100 ml de HCl 6N y núcleos de ebullición
- ✓ Situé el conjunto en una placa calefactora dentro de la Sorbona en funcionamiento.
- ✓ Mantenga a ebullición lenta por aproximadamente 1 hora, cuidando que no deje de hervir porque a continuación puede haber una salpicadura violenta desde el interior, agite de vez en cuando el conjunto.
- ✓ Prepare embudos, papeles filtro rotulados y elernmeyers. Arme cada uno de los conjuntos y con una piceta sature los papeles filtro con agua.
- ✓ Vierta el contenido de los elernmeyers en su respectivo embudo y deje de filtrar.
- ✓ Añada agua caliente a los erlenmeyers de las muestras, agítelos para desengrasar las paredes y vierta su contenido en el embudo respectivo, guiando el flujo con ayuda de una varilla de vidrio. Repita la operación varias veces hasta que el erlenmeyer quede completamente limpio.

Siga añadiendo agua caliente a todos los posibles resquicios del papel filtro, hasta que el líquido que sale del embudo sea completamente transparente y sin restos de ácidos (pH 7)

- ✓ Terminando el lavado, retire con una pinza el papel filtro y coloque sobre una caja petri de vidrio, lleve a la estufa, seque por un tiempo máximo de 30 minutos (que no se haga demasiado tieso el papel).
- ✓ Ayudándose con las pinzas y guantes, coloque el papel filtro seco dentro del dedal de celulosa, limpie la parte de la caja petri que estuvo en contacto con el papel húmedo con una mota de algodón y coloque ésta dentro del dedal, de manera que lo cubra totalmente.
- ✓ Con guantes limpios encaje cada uno de los dedales dentro de un soporte respectivo para cada dedal (en forma de anillo)
- ✓ Coloque en la gradilla soporta dedales.

### **Proceso de extracción**

- ✓ Precaliente el equipo 30 minutos antes, encendiendo el interruptor HEATER, y verifique que el regulador de temperatura se encuentre a 125 °C
- ✓ Abra las llaves de agua del refrigerante
- ✓ Verifique que las palancas en forma de roseta de la unidad de extracción estén ubicadas en posición RISING, la válvula de evaporación de color plomo en posición cerrada (vertical) y las llaves de teflón blanco-negro en posición abierta (vertical)
- ✓ Coloque los tubos de aluminio para soporte dedales en el asa transporte de tubos.
- ✓ Todo el conjunto coloque dentro de la gradilla niveladora que se encuentra empotrada delante del extractor.
- ✓ Coloque el soporte magnético tome cada uno de los dedales de extracción y colóquelos, en la forma secuencial (de izquierda a derecha) como pesó las muestras, dentro de los tubos.
- ✓ Coloque el asa de transporte bajo la columna de extracción del equipo y alinee bajo cada imán de dicha columna. Ojo! Es importante que verifique que queden bien alineados.

- ✓ Pese exactamente hasta el cuarto decimal cada uno de los vasos de aluminio rotulados, y colóquelos en la gradilla porta-vasos. Añada aproximadamente 50 ml de éter de petróleo.
- ✓ Lleve la gradilla a la placa calefactora del equipo y alinee los vasos de aluminio bajo cada columna. Baje la palanca lateral grande del equipo de modo que queden herméticamente sellados.
- ✓ Situé las palancas (en forma de roseta) de cada columna extractora en posición BOILING durante un tiempo de 40 minutos.
- ✓ Luego de transcurrido este tiempo coloque las palancas (en forma de roseta) de cada columna extractora en posición RISING durante 60 minutos.
- ✓ Luego de transcurrido este tiempo coloque las palancas (en forma de roseta) de cada columna extractora en posición RISING durante 60 minutos.
- ✓ Gire las válvula ploma evaporación a posición abierta (horizontal), encienda el interruptor de aire caliente AIR, y gire la llave de teflón blanco-negra a posición horizontal durante 30 minutos.
- ✓ Levante la palanca lateral grande y extraiga los vasos con la gradilla porta vasos.
- ✓ Deje enfriar y pese exactamente cada vaso en la balanza analítica.
- ✓ Terminando el procedimiento, saque los cartuchos, abra las llaves de teflón blanco-negras y recoja el éter de petróleo ubicado un recipiente bajo cada llave.

### **Cálculo de % de grasa (cruda)**

Los resultados son expresados en % de grasa en base húmeda.

$$(\%) \text{ Grasa cruda} = \frac{W_2 - W_0}{W_1} \times 100$$

#### **Donde**

**W<sub>0</sub>**= Peso del vaso de aluminio vacío (g)

**W<sub>1</sub>**= Peso muestra (g)

**W<sub>2</sub>**= Peso del vaso de aluminio después de la extracción (g)

## Apéndice No.05

### DETERMINACIÓN DE FIBRA DIETÉTICA INSOLUBLE

---

**Tipo producto:** Barras alimenticias energéticas y Salvados de Palmito

#### Procedimiento

- ✓ Pesar la muestra 0,2 a 1 gr. (Preparar dos blancos con dos muestras)
- ✓ Medir 100 microlitros de alfa amilasa "Termamyl" nombre comercial tapar con papel aluminio.
- ✓ Preparar la solución de búfer pH6 De fosfato de sodio monobásico[NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>•H<sub>2</sub>O] con fosfato de sodio dibásico [Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>•2H<sub>2</sub>O]
- ✓ En un vaso de precipitación de 600 ml, añadir la muestra más 25 ml solución búfer y 100 microlitros de Termamyl.
- ✓ Ajuste a un pH 6 con solución NaOH
- ✓ Poner en baño a ebullición por 20 min. Donde se simula la primera digestión o degradación enzimática.
- ✓ Enfriar 15 min y añadir 20 ml de ácido clorhídrico 0,2 Normal
- ✓ Añadir 1 ml de pepsina al 10% (10 gr en 100 ml H<sub>2</sub>O)
- ✓ Ajustar a un pH 1,5 con solución Acido clorhídrico 5 o 1 normal
- ✓ Llevar a un baño a 40°C por 1 hora. Con agitación magnética
- ✓ Ajuste de pH a 6,8 utilizando NaOH 1 o 5 Molar, para que actúe la pancreatina al pH indicado.
- ✓ Añadir 1 ml de pancreatina 10% y dejar en el baño a 40°C con agitación por 1 hora.
- ✓ Ajuste pH 4,5. Filtración.
- ✓ Retirar la barra de agitación y filtrar al vacío utilizando quitasato y bomba al vacío.
- ✓ Enjuagar el vaso con pequeña cantidad de H<sub>2</sub>O que no pase de 100 ml.
- ✓ Pesar en cada crisol y añadir la celita ayudante de filtración, la cantidad de 0,5 gr, previamente taradas los crisoles con la celita ya enfriadas por una hora en el desecador.
- ✓ Recoger el filtrado de la fibra soluble, en vaso precipitación de 600 ml.
- ✓ Lavar la fibra insoluble con 2 porciones de 15 ml de etanol al 95% y luego con 2 porciones de 15 ml de acetona y llevar a estufa a 100°C por toda la noche.
- ✓ Pesar las muestras para encontrar la cantidad de fibra insoluble no corregida.

## DETERMINACIÓN DE FIBRA DIETÉTICA SOLUBLE

---

**Tipo producto:** Barras alimenticias energéticas y Salvados de Palmito

### Procedimiento

- ✓ El sobrenadante del filtrado colocar en un vaso de precipitación de 600 ml
- ✓ Añadir alcohol 95% caliente a 60°C, para precipitar la fibra soluble. Repetir los pasos para obtención de fibra insoluble:
- ✓ Luego de la filtración con agua debemos lavar el alcohol 95% y humedecer la celita del crisol, previamente tarado y desecado.
- ✓ Pesar la muestra 0,2 a 1 gr. (Preparar dos blancos con dos muestras)
- ✓ Medir 100 microlitros de alfa amilasa "Termamyl" nombre comercial tapar con papel aluminio.
- ✓ Preparar la solución de búfer pH6 de fosfato de sodio monobásico[NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>•H<sub>2</sub>O] con fosfato de sodio dibásico [Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>•2H<sub>2</sub>O]
- ✓ En un vaso de precipitación de 600 ml, añadir la muestra más 25 ml solución búfer y 100 microlitros de Termamyl.
- ✓ Ajuste a un pH 6 con solución NaOH. Poner en baño a ebullición por 20 min. Donde se simula la primera digestión o degradación enzimática.
- ✓ Enfriar 15 min y añadir 20 ml de ácido clorhídrico 0,2 Normal y añadir 1 ml de pepsina al 10% (10 gr en 100 ml H<sub>2</sub>O)
- ✓ Ajustar a un pH 1,5 con solución Acido clorhídrico 5 o 1 normal. Llevar a un baño a 40°C por 1 hora. Con agitación magnética, ajuste de pH a 6,8 utilizando NaOH 1 o 5 Molar, para que actúe la pancreatina al pH indicado.
- ✓ Añadir 1 ml de pancreatina 10% y dejar en el baño a 40°C con agitación por 1 hora. Ajustar a pH 4,5. retirar la barra de agitación y filtrar al vacío utilizando quitasato y bomba al vacío.
- ✓ Enjuagar el vaso con pequeña cantidad de H<sub>2</sub>O que no pase de 100 ml.
- ✓ Pesar en cada crisol y añadir la celita ayudante de filtración, la cantidad de 0,5 gr, previamente taradas los crisoles con la celita ya enfriadas por una hora en el desecador.
- ✓ Recoger el filtrado de la fibra soluble, en vaso precipitación de 600 ml. Lavar la fibra insoluble con 2 porciones de 15 ml de etanol al 95% y luego con 2 porciones de 15 ml de acetona y llevar a la estufa a 100 ° C por toda la noche. Pesar las muestras para encontrar cantidad de fibra soluble no corregida.

**Formato de registro de pesos para Fibra dietética fracción soluble e insoluble.**

w (g) Fibra sin corregir	Promedio FD sin corregir (mg)	MI HCl Normalidad 0,1 N	Proteína sin corregir (mg)	Ceniza sin corregir (mg)	Proteína corregida	Ceniza Corregida (mg)	Blanco corregido (mg)	FD (mg)	% FDI en base humedad

**Donde: FD:** Fibra Dietética, **FDI:** Fibra Dietética Insoluble

## Apéndice No.6

### ANÁLISIS DE ÍNDICE DE PERÓXIDOS

---

**Tipo de producto:** Barras alimenticias energéticas

**Referencia:** Ministerios de agricultura, pesca y alimentación. Dirección general de política alimentaria. Métodos oficiales de análisis Tomo I. Madrid, 1986 Mariano Maraver y López del Valle Director General de Política Alimentaria José Manuel Vallejo Acevedo Subdirector General de Laboratorio Agrarios.

**Principio:** Se denomina «índice de peróxidos» a los miliequivalentes de oxígeno activo contenidos en un kilogramo de la materia ensayada, calculados a partir del yodo liberado del yoduro potásico, operando en las condiciones que se indican en la metódica.

Las sustancias que oxidan al yoduro potásico en las condiciones descritas, se supone son peróxidos u otros productos similares de oxidación de la grasa, por lo que el índice obtenido puede tomarse, en una primera aproximación, como una expresión cuantitativa de los peróxidos de la grasa.

#### **Material y aparatos**

- Navecillas de vidrio de aproximadamente 3 ml para pesada de la grasa.
- Matraces con tapón esmerilado, de aproximadamente 250 ml previamente secados y llenos de gas inerte (anhídrido carbónico o nitrógeno).

#### **Reactivos**

- Cloroformo, para análisis, exento de oxígeno por barboteo de una corriente de gas inerte puro y seco.
- Ácido acético glacial puro exento de oxígeno
- Solución acuosa saturada de yoduro potásico, exento de yodo e iodatos.
- Soluciones acuosas de tiosulfato sódico 0,01 N y 0,002 N exactamente valoradas.
- Solución indicadora de almidón al 1 por 100 en agua destilada



## Procedimiento

Tomar un matraz con cierre esmerilado, de un 250 ml previamente seco y llenar con un gas inerte, puro y seco (anhídrido carbónico o nitrógeno). Introducir tan rápidamente como se pueda la muestra del aceite que se desea ensayar, definida en función de los índices presumidos.

Agregar 10 ml de cloroformo, en el cual se disuelve rápidamente, la grasa por agitación, 15 ml de ácido acético glacial y 1 ml de una disolución acuosa de yoduro potásico.

Cerrar el matraz y mantener en agitación durante un minuto, imprimiéndole un suave movimiento de rotación, conservándolo después en la oscuridad durante cinco minutos, transcurrido este tiempo agregar 75 ml de agua, agitar vigorosamente y valorar el yodo liberado con una disolución de tiosulfato 0,002 N, para los aceites de índice inferiores o iguales a 20 y 0,01 N para los de índices más elevados.

## Cálculos

El índice de peróxidos se expresa en miliequivalentes de oxígeno por kilogramos muestra, y se calculará aplicando la fórmula siguiente:

$$I.P. = \frac{V \cdot N \cdot 1000}{P}$$

**V**=tiosulfato, en ml., consumido en la valoración.

**N**= normalidad de la solución de tiosulfato.

**P** = peso, en gramos, de la muestra de grasa tomada para la determinación.

## Observaciones

Peso de la muestra. La toma de las muestras para el ensayo se efectuará tomando una cantidad de grasa de acuerdo con el índice de peróxidos que se presupone y que se indica en el cuadro siguiente:

Índice que se presume	Peso de la muestra en g
De 0 a 20	De 2,0 a 1,2
De 20 a 30	De 1,2 a 0,8
De 30 a 50	De 0,8 a 0,5
De 50 a 100	De 0,5 a 0,3

## Apéndice No.7

### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

---

**Tipo de producto:** Barras alimenticias energéticas” y “Salvado Palmito

#### RECuento DE MOHOS Y LEVADURAS

##### Referencias

Norma NTE INEN ISO/IEC 17025:2006

Método Oficial de la AOAC 997.02 Recuento de Mohos y levaduras en alimentos.

3M Petrifilm. *E. coli/ Coliform Count Plate*. Interpretation Guide and reminders for use.

3M Petrifilm Plate. Sample preparation

3M Petrifilm Plate. Guide to Dilution Preparation

El recuento de levaduras y mohos consiste en una siembra en placa en superficie con un medio de cultivo apropiado, al que se le añade un extracto de la muestra a diferentes diluciones. La incubación de la placa durante 5 días a 20-25°C provoca el crecimiento de los microorganismos presentes en la muestra.

El recuento directo de los mohos y levaduras, y cálculo a realizar en función de la cantidad de muestra sembrada, permite expresar el resultado como número de colonias por gramo. Se realiza directamente en el alimento humedecido e incubado a 20-25°C, o bien mediante diluciones sucesivas y siembra en placa en superficie. Es necesario añadir agentes antibacterianos al medio de cultivo para evitar el crecimiento de las bacterias, que es más rápido que el de los mohos y levaduras.

#### Equipos y Reactivos

##### Equipos y materiales

*Recuento en placas de mohos y levaduras.*- El medio de cultivo para mohos y levaduras contiene nutrientes suplementados con chlortetracycline, chloramphenicol, agente gelificante soluble en agua fría y sensible a la tinción en presencia de

fosfatasa (5 - bromo - 4 - cloro - 3 indolyl fosfato) que resalta la visualización del desarrollo de mohos y levaduras. El área circular de desarrollo de una placa contiene 30 centímetros cuadrados (1X1 cm<sup>2</sup>) trazados sobre la base del film.

**Esparcidor plástico:** Proporcionado con las placas de Petrifilm. Consiste de un lado plano hueco y otro lado liso, diseñado para esparcir uniformemente la muestra sobre el área de crecimiento de la placa.

**Pipetor Electrónico:** Con modos preprogramados de dilución y dispensación para realizar las diluciones habituales, ya sea de 1 a 5 ml de aspersion y dispersion que puede ser de 1 en 1 ml hasta un total de 5ml.

**Stomacher:** Instrumento mecánico para homogenizar las muestras

**Contador de colonias-** De preferencia un modelo que provea de iluminación y amplificación.

**Agua de dilución:** Agua de peptona bufferada.

## **PREPARACIÓN**

### **Principio**

El método usa placas de cultivo de medios secos suplementados con antibióticos, que se tiñen para mejorar la visualización de desarrollo, y con un agente gelificante soluble en agua fría. Suspensiones diluidas y no diluidas liquidas de las muestras pueden añadirse a las placas a razón de 1 ml por placa. El área de crecimiento de la suspensión se extiende aproximadamente sobre 30 cm<sup>2</sup>. El agente gelificante se solidifica, entonces las placas son incubadas para realizar el recuento de mohos y levaduras.

## Preparación de la suspensión de ensayo

Preparar todas las diluciones decimales con 90 ml del diluyente estéril más 10 ml de la dilución inicial (muestra) en una funda wirlid pack, homogenice la muestra en el Stomacher de acuerdo a los tiempos y revoluciones que estas preprogramados en el equipo que son los siguientes:

RPM	TIEMPO (s)
230	30
230	05
230	45
200	58

Asépticamente pesar 10 g de muestra de ensayo en el frasco estéril. Agregar 90 ml de diluyente y homogenizar en el stomacher para obtener una dilución de  $10^{-1}$ . Dejar en reposo 3-5 min y agitar para resuspender justo antes de hacer diluciones seriadas e inoculaciones.

## INOCULACIÓN

- ✓ Colocar la placa Petrifilm en una superficie plana. Levantar el film protector.
- ✓ Descargar 1 ml de muestra sobre el centro de la placa, con una pipeta perpendicular a la placa.
- ✓ Soltar lentamente el film protector sobre la gota inoculada.
- ✓ Levante el esparcidor plástico usando el manipulador circular.
- ✓ Alinee el centro del esparcidor con el centro de la placa. Distribuya la suspensión uniformemente usando una suave presión sobre el centro del esparcidor. No girar o deslizar el esparcidor.
- ✓ Levantar el esparcidor. Esperar al menos un minuto hasta que se forme el gel.

## INCUBACIÓN

Colocar las placas en posición horizontal en un incubador, con el lado transparente hacia arriba, apilar no más de 20 unidades. Incubar por 3-5 días de 20-25°C. Contar rápidamente las placas después del periodo de incubación. Las levaduras aparecen de color verde-azuladas o en color blanco opaco y forman pequeñas colonias definidas. Las colonias de hongos son usualmente de color azul

pero pueden también asumir su pigmentación natural (por ejemplo, negras, amarillas, verdes). Tienden a ser más grandes y difusas que las colonias de levaduras.

## **TRATAMIENTO DE RESULTADOS**

Las placas Petrifilm pueden ser contadas en un contador de colonias estándar o sobre una fuente de luz magnificada. Realizar el recuento inmediatamente después del período de incubación.

Las placas pueden almacenadas en congelación (temperatura menor o igual a 15 °C) por 7 días, después de la incubación, pero evitar hacer esto como una práctica de rutina.

Para el cálculo del recuento de mohos y levaduras, multiplicar el número total de colonias de hongos y levaduras por placa (o el promedio del número de colonias por placa, si se ha hecho por duplicado) por el factor de dilución apropiado.

Cuando haga contaje de colonias de placas duplicadas de 2 diluciones consecutivas, calcular la media del número de colonias de cada dilución antes de determinar el promedio del contaje de hongos y levaduras. Estimar el contaje que se puede hacer en placas que contengan más de 150 colonias y puedan ser reportados como recuentos estimados. Haciendo tales recuentos, determinar el contaje promedio por  $\text{cm}^2$  y multiplicar por 30 (el área de crecimiento circular es aproximadamente de 30  $\text{cm}^2$ ).

Un alto número de colonias de levaduras pueden causar una saturación del área de crecimiento hasta tornarla azul. Un alto número de colonias de mohos pueden causar una saturación del área de crecimiento hasta tornarse azul, negra, amarilla, etc. Cuando esto ocurre, no hacer conteos estimados, vaya a la siguiente dilución y suspensión de ensayo para obtener un contaje más exacto.

Las colonias pueden ser aisladas para una posterior identificación. Levante el film protector seleccione la colonia desde el gel.

Ejemplos de interpretación:

**A) Una sola placa**

1 ml plaqueado de una dilución de 1:10

Contaje de colonias: 3 UFC en la placa

$$\frac{10(1:10 \text{ dilución})}{1 \text{ ml plaqueado}} = 10 \text{ (factor de dilución)}$$

$$\text{Interpretación: } \begin{array}{ccccccc} 3 & \times & 10 & / & 1 & = & 30 \\ \text{Contaje} & & \text{Factor de dilución} & & \text{ml plaqueados} & & \text{UFC/g} \end{array}$$

**B) Múltiples placas para obtener alta sensibilidad**

1 ml plaqueado de una dilución de 1:10 en 2 placas iguales, 2 ml total

Contaje de colonias: 2 UFC en placas, 1 UFC en otra placa

$$\frac{10(1:10 \text{ dilución})}{1 \text{ ml plaqueado/placa}} = 10 \text{ (factor de dilución)}$$

$$\text{Interpretación: } \begin{array}{ccccccc} 3 & \times & 10 & / & 2 & = & 15 \\ \text{Contaje} & & \text{Factor de dilución} & & \text{ml plaqueados} & & \text{UFC/g} \end{array}$$

**RECUESTO DE COLIFORMES TOTALES Y E-COLI**

**REFERENCIAS**

- ✓ Norma NTE INEN ISO/IEC 17025:2006
- ✓ Método Oficial de la AOAC 991.14 Recuento de Coliformes y *Escherichia coli* en alimentos.
- ✓ 3M Petrifilm. E. coli/ Coliform Count Píate. Interpretation Guide and reminders for use.
- ✓ 3M Petrifilm Píate. Samplepreparation
- ✓ 3M PetrifilmPíate. Guide to Dilution Preparation

## DESCRIPCIÓN

### EQUIPOS Y REACTIVOS

**Placas Petrifilm para recuento de Coliformes:** Las placas contienen nutrientes de bilis rojo violeta agentes gelificantes solubles en agua fría e indicador 2, 3, 5,- triphenyltetrazolium chloride.

**Placas para recuento de E. coli:** Las placas son similares a las de Coliformes totales, con adición de 5-bromo-4-chloro-3-indolyl-f>-D-glucuronide, un indicador de la actividad de la glucuronidase. Ello permite leer coliformes y E. coli en la misma placa.

**Esparcidor plástico:** Provisto con las placas Petrifilm, consiste de un lado hueco y un lado plano, diseñado para expandir la muestra con uniformidad sobre el área de crecimiento de la placa.

**Pipetor Electrónico:** Con modos preprogramados de dilución y dispensación para realizar las diluciones habituales, ya sea de 1 a 5 ml de aspersion y dispersion que puede ser de 1 en 1 ml hasta un total de 5ml.

**Contador de colonias:** De preferencia un modelo que provea de iluminación y amplificación.

**Stomacher:** Instrumento digital para homogenizar las muestras.

**Agua de dilución:** Agua de peptona bufferada.

### PREPARACIÓN DE LA SUSPENSIÓN DE ENSAYO

Preparar todas las diluciones decimales con 90 ml del diluyente estéril más 10 ml de la dilución inicial (muestra) en una funda wirlid pack, homogenice la muestra en el Stomacher de acuerdo a los tiempos y revoluciones que estas preprogramados en el equipo que son los siguientes:

RPM	TIEMPO (s)
230	30
230	05
230	45
200	58

Asépticamente pesar 10 g de muestra de ensayo en el frasco estéril. Agregar 90 ml de diluyente y homogenizar en el Stomacher para obtener una dilución de  $10^{-1}$ . Dejar en reposo 3-5 min y agitar para resuspender justo antes de hacer diluciones seriadas e inoculaciones.

### INOCULACIÓN

- ✓ Colocar la placa Petrifilm en una superficie plana. Levantar el film protector.
- ✓ Descargar 1 ml de muestra sobre el centro de la placa, con el pipeta perpendicular a la placa.
- ✓ Soltar lentamente el film protector sobre la gota inoculada. No aplastar el film protector sobre el fondo de la placa.
- ✓ Ubicar el esparcidor con el lado liso hacia abajo sobre el film protector.
- ✓ Aplique suavemente presión sobre el esparcidor para distribuir el inóculo sobre el área circular. No girar o deslizar el esparcidor. Levantar el esparcidor. Esperar al menos un minuto hasta que se solidifique el gel.

### INCUBACIÓN

- (a) **Contaje de Conformes:** Incubar en posición horizontal las placas con el lado claro arriba a  $24 \pm 2$  h a  $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , en pilas que no excedan las 20 unidades. Realizar el recuento de las placas cumplido el período de incubación. Después de que la incubación está completa, pueden guardarse las placas en congelación ( $-15^{\circ}\text{C}$ ) hasta 7 días, esto debe evitarse como una práctica rutinaria. Use un contador de colonias estándar para enumerar las colonias.

Los Coliformes aparecen como colonias rojas con una o más burbujas de gas asociadas con ellas (dentro del diámetro de la colonia). Enumerar todas las



colonias en el rango contable (15-150 colonias). Las colonias rojas sin burbujas de gas no se cuentan como organismos coliformes.

- (b) **Contaje de *Escherichia coli*:** Usar placas para recuento de *E. coli* y proceder como en (a). Incube adicionalmente 24 ±2 h (en total 48 ± 4 h). Las colonias de *E. coli* aparecen como colonias azules asociadas con burbujas de gas; los otros tipos de coliformes aparecen en cambio como colonias rojas con gas.

## TRATAMIENTO DE RESULTADOS

Para realizar el recuento de colonias multiplicar el número total de colonias /placa por el factor de dilución.

Cuando se cuentan colonias de duplicados de diluciones consecutivas, calcule la media de colonias de cada dilución, antes de la determinación del conteo bacterial promedio. Recuentos estimados pueden ser hechos en placas con colonias mayores a 300 y debería ser reportado como recuentos estimados. En tales recuentos, el área circular de crecimiento puede ser considerada como veinte cuadrados de 1 cm.

Ejemplos de interpretación:

### C) Una sola placa

1 ml plaqueado de una dilución de 1:10

Contaje de colonias: 3 UFC en la placa

$$\frac{10(1:10 \text{ dilución})}{1 \text{ ml plaqueado}} = 10 \text{ (factor de dilución)}$$

$$\text{Interpretación: } \begin{array}{ccccccc} 3 & \times & 10 & / & 1 & = & 30 \\ \text{Contaje} & & \text{Factor de dilución} & & \text{ml plaqueados} & & \text{UFC/g} \end{array}$$

### D) Múltiples placas para obtener alta sensibilidad

1 ml plaqueado de una dilución de 1:10 en 2 placas iguales, 2 ml total

Contaje de colonias: 2 UFC en placas, 1 UFC en otra placa

$$\frac{10(1:10 \text{ dilución})}{1 \text{ ml plaqueado/placa}} = 10 \text{ (factor de dilución)}$$

$$\text{Interpretación: } \begin{array}{ccccccc} 3 & \times & 10 & / & 2 & = & 15 \\ \text{Contaje} & & \text{Factor de dilución} & & \text{ml plaqueados} & & \text{UFC/g} \end{array}$$