



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Campus Arturo Ruíz Mora
Santo Domingo

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL Y
SISTEMAS DE GESTIÓN**

Tesis de grado previa a la obtención del título
INGENIERO AGROINDUSTRIAL, MENCIÓN EN ALIMENTOS

**“Elaboración de una bebida nutricional instantánea
a base de harina de guayaba y avena UTE CAMPUS
ARTURO RUIZ MORA 2010”**

Estudiante:
Luis Javier Moreno Calderón

Director de tesis:
Ing. Elsa Burbano

Santo Domingo de los Tsáchilas – Ecuador

“Elaboración de una bebida nutricional instantánea a base de harina de guayaba y avena
UTE CAMPUS ARTURO RUIZ MORA 2010”

Ing. Elsa Burbano
DIRECTORA DE TESIS

APROBADO

Ing. Daniel Anzules
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. María Gutiérrez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Juan Crespín
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo de los Tsàchilas.....de.....2010

Autor: Luis Javier Moreno Calderón

Institución: Universidad Tecnológica Equinoccial

Título de tesis: “Elaboración de una bebida nutricional instantánea a base de harina de guayaba y avena UTE CAMPUS ARTURO RUIZ MORA 2010”

Fecha: Agosto 2010 – Enero 2011

Del contenido del presente documento
Se responsabiliza el autor

Luis Javier Moreno Calderón

Santo Domingo de los Tsàchilas.....de.....2010

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
CAMPUS ARTURO RUIZ MORA
SANTO DOMINGO

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

INFORME DE DIRECCIÓN DE TESIS

Santo Domingo de los Tsáchilas, diciembre del 2010

Ingeniero
Daniel Anzules
COORDINADOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Presente.-

Yo, Ing. Elsa Burbano, en calidad de directora de tesis, informo que el presente tema de investigación “Elaboración de una bebida nutricional instantánea a base de harina de guayaba y avena UTE CAMPUS ARTURO RUIZ MORA 2010”, se realizó en la Universidad Tecnológica Equinoccial Campus Arturo Ruiz Mora, bajo la ejecución del Sr. Luis Javier Moreno Calderón, egresado de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial.

El presente trabajo de investigación ha sido dirigido y revisado en todas sus partes, bajo los parámetros programados y cumple con las Normas legales de la Universidad, de lo cual doy fe, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Atentamente.

.....
Ing. Elsa Burbano
DIRECTORA DE TESIS

DEDICATORIA

Con mucho cariño y amor:

A Mi creador que en todo momento me da fuerza para salir adelante y enfrentar cada uno de los obstáculos que se presentan en el diario vivir

A mis queridos padres: José Moreno y Elsa Calderón quienes me enseñaron valores morales, me aconsejaron cuando yo les necesitaba y me brindaron el apoyo incondicional en mis estudios

A mis hermanos y hermanas Carlos, Yeny, Edison, Margoth, Emilio, Angela y Willan, quienes me brindaron todo su apoyo en todo momento.

A mis cuñados y cuñadas Consuelo Rosario, Armando Cueva, Oswaldo Pedrera, Mayra Duarte y Jorge Bravo quienes también me supieron brindaron su apoyo.

A mis amigos (as) con quien compartí gratos momento en toda mi carrera universitaria.

Gracias a todos y que Dios les llene de bendiciones.

Luis Moreno

AGRADECIMIENTO

Gracias a Jesús mi señor por darme la sabiduría y la inteligencia para poder culminar uno de mis anhelados sueños como es terminar mis estudios universitarios.

Agradezco a mi familia por el apoyo incondicional, el amor dado, los ejemplos y por ser ejemplo de fuerza, fortaleza y unión para lograr los objetivos

A mis amigos: Ximena Morales, Nadia Solórzano, Marilyn Sánchez, Guisella Pincay, Franklin Andino, Erika Guffante, Joan Rosillo, Edison Guevara, Valentina Matute, Diana Romero, Ma. Cisne Quezada, Girabel López, Claudia Zorrilla, Pamela Ortiz, Carla Guarnizo, Gabriela Agualsaca, y † Álvaro Noroña; por permitirme compartir con ellos momentos inolvidables.

A mi directora de tesis: Ing. Elsa Burbano quien compartió sus conocimientos y me guio en el desarrollo de la tesis agradezco su paciencia y comprensión.

A mis maestros: Ing. Daniel Anzules, Ing. Alejandro Bermúdez, Ing. Juan Crespín, Ing. María Gutiérrez, Ing. Sonia Erazo, Ing. Karina Cuenca, Ing. Wiston Morales, Dr. Xavier Caisaguano, Ing. Roberto Campos, Ing. Olga Pérez, Dra. Luz María Martínez, Ing. Elsa Vivanco, Ing. Paúl Gonzales, Ing. Diana Buitrón; por inculcarme conocimiento de vital importancia para desarrollarme como persona y como profesional.

Gracias a todos y que Dios les llene de bendiciones.

Luis Moreno

TABLA DE CONTENIDO

	Página.
Portada.....	i
Hoja de Presentación y Aprobación de Integrantes del Tribunal.....	ii
Hoja de Derecho de Autor.....	iii
Informe de Aprobación del Director del Plan de Titulación.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Tabla de Contenido.....	vii
Resumen.....	xix
Summary.....	xx

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1		
	Antecedentes.....	1
1.1.1	Antecedentes Históricos.....	1
1.1.2	Antecedentes Científicos.....	2
1.1.3	Antecedentes Prácticos.....	2
1.1.4	Importancia práctica del estudio.....	3
1.1.5	Situación actual del tema de investigación.....	3
1.2	Limitaciones del estudio.....	3
1.3	Alcance del trabajo.....	4
1.4	Objeto del estudio.....	4
1.5	Objetivos.....	4
1.5.1	Objetivo General.....	4

1.5.2	Objetivos Específicos.....	4
1.6	Justificación del estudio.....	5
1.7	Hipótesis.....	5
1.7.1	Variables para la obtención de harina de guayaba.....	6
1.7.2	Variables para la preparación de la mezcla a base de harina de guayaba	
1.7.3	y avena.....	6
1.8	Población y muestra.....	7
1.8.1	Población.....	7
1.8.2	Muestra.....	7

CAPÍTULO II

MARCO DE REFERENCIA

2.1	Guayaba.....	8
2.1.1	Clasificación científica de la guayaba.....	9
2.1.2	Especies.....	9
2.1.3	Origen y distribución geográfica de la guayaba.....	10
2.1.4	Características.....	10
2.1.5	Propiedades de las guayabas.....	10
2.1.6	Aplicaciones de la guayaba sobre la salud.....	12
2.1.7	Harina de guayaba.....	12
2.2	Avena.....	13
2.2.1	Clasificación científica de la avena.....	14
2.2.2	Origen.....	14
2.2.3	Importancia económica y distribución geográfica.....	14
2.2.4	Valor nutricional.....	15
2.2.5	Aminoácidos esenciales en la avena.....	17
2.2.6	Aplicaciones y ventajas de la avena.....	17

2.2.7	Harina de avena.....	18
2.2.8	Propiedades medicinales de la avena.....	18
2.3	Tipos de harinas.....	18
2.4	Bebidas.....	19
2.4.1	Tipos de bebidas.....	20
2.4.1.1	Bebida nutricional.....	20
2.4.1.1.1	Composición nutricional básica de las bebidas refrescantes.....	21
2.4.1.2	Bebidas gaseosas.....	21
2.4.1.3	Leche y bebidas a base de leche.....	21
2.4.1.4	Bebidas carbonatadas.....	22
2.4.1.5	Bebidas deportivas.....	22
2.4.1.6	Bebidas alcohólicas.....	23
2.4.1.7	Bebidas hidratantes.....	23
2.4.2	Clasificación de las bebidas.....	24
2.4.3	Funciones de las bebidas.....	24
2.5	Operaciones unitarias.....	24
2.5.1	Secado.....	24
2.5.1.1	Velocidad de Secado.....	25
2.5.1.2	Secador de platos.....	26
2.5.1.3	Mecanismos de transferencia de calor.....	28
2.5.1.3.1	Coefficiente global de transferencia de calor.....	28
2.5.1.3.2	Calor específico.....	29
2.5.1.3.3	Conductividad térmica.....	29
2.5.2	Molienda.....	29
2.5.2.1	Molino de discos.....	30
2.5.3	Tamizado.....	31
2.5.3.1	Equipos industriales para el tamizado.....	31
2.5.3.1.1	Tamices fijos.....	31
2.5.3.1.2	Tamices vibratorios.....	31

2.5.3.1.3	Tamices de vaivén.....	31
2.5.3.2	Granulometría.....	32
2.5.4	Mezclado.....	32
2.6	Diseño experimenta.....	33
2.6.1	Diseño de bloques completamente al azar – DBCA.....	33
2.6.1.1	Esquema del ADEVA.....	33

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1	Aspectos metodológicos del estudio.....	34
3.1.1	Ubicación.....	34
3.1.2	Tipo de investigación.....	34
3.1.3	Métodos de investigación.....	35
3.1.4	Técnicas e instrumentos de investigación.....	35
3.2	Variables.....	36
3.2.1	Variables para la obtención de harina de guayaba.....	36
3.2.2	Variables para la preparación de la mezcla a base de harina de Guayaba y avena.....	36
3.3	Tratamiento de los datos.....	37
3.3.1	Obtención de harina de guayaba.....	37
3.3.2	Preparación de la mezcla a base de harina de Guayaba y avena.....	38
3.4	Materiales, equipos y materia prima.....	40
3.5	Obtención de harina de guayaba a nivel de laboratorio.....	40
3.5.1	Diagrama de flujo cualitativo para la obtención de Harina de guayaba.....	41
3.5.2	Control de calidad de la harina de guayaba.....	44

3.5.2.1	Análisis bromatológicos de la harina de guayaba.....	44
3.6	Obtención de harina de avena a nivel de laboratorio.....	44
3.6.1	Diagrama de flujo cualitativo para la obtención de Harina de avena.....	45
3.6.2	Control de calidad de la harina de avena.....	47
3.6.2.1	Análisis bromatológicos de la harina de avena.....	47
3.7	Materiales y equipos para la elaboración de la bebida nutricional instantánea.....	48
3.8	Preparación de la mezcla a base de harina de Guayaba y avena.....	48
3.8.1	Diagrama de flujo cualitativo para la preparación de la mezcla a base de harina de guayaba y avena.....	49
3.8.2	Control de calidad de la mezcla de las harinas.....	50
3.8.3	Análisis microbiológicos de la mezcla.....	50
3.8.3.1	Análisis microbiológicos de la mezcla a los 4 y 11 días de almacenamiento.....	51
3.8.3.2	Análisis microbiológicos de la mezcla a los 30 días de almacenamiento.....	51
3.8.4	Cuadro de comparación con otras mezclas que se encuentran en el mercado.....	52
3.9	Elaboración de la bebida nutricional instantánea a base de harina de guayaba y avena.....	53
3.9.1	Diagrama de flujo cualitativo para la elaboración de la Bebida Nutricional instantánea a base de harina de guayaba y avena.....	53
3.9.2	Control de calidad de la bebida nutricional instantánea.....	54
3.9.3	Cuadros de comparación con otras bebidas.....	55
3.9.4	Análisis físico o sensorial de la bebida nutricional instantánea a base de harina de guayaba y avena.....	56
3.10	Metodología y evaluación de aceptabilidad.....	56
3.11	Diseño experimental de la harina de guayaba para determinar	

	La mejor variedad de guayaba, temperatura y tiempo de secado.....	56
3.12	Evaluación de la mejor harina de guayaba.....	67
3.13	Diseño experimental para la preparación de la mezclas a base de Harina de guayaba y avena para determinar la mejor formulación.....	67
3.14	Evaluación de la mejor mezcla de guayaba y avena.....	80
3.15	Población.....	80
3.15.1	Muestra.....	80
3.16	Análisis de las encuestas.....	81
3.16.1	Tabulación y gráfica de información de las encuestas.....	81
3.16.1.1	Análisis del olor.....	82
3.16.1.2	Análisis del color.....	83
3.16.1.3	Análisis del sabor.....	84
3.16.1.4	Análisis de la consistencia.....	85
3.16.2	Análisis de la mejor fórmula de la bebida nutricional instantáneas.....	86

CAPÍTULO IV

4.1	Balance de materia para la obtención de harina de guayaba.....	87
4.1.1	Diagrama cuantitativo para la obtención de harina de Guayaba a nivel de laboratorio.....	87
4.1.2	Balance de materia para la obtención de harina de Guayaba a nivel de laboratorio.....	89
4.2	Balance de materia para la obtención de harina de avena.....	101
4.2.1	Diagrama cuantitativo para la obtención de harina de Avena a nivel de laboratorio.....	101
4.2.2	Balance de materia para la obtención de harina de Avena a nivel de laboratorio.....	103
4.3	Balance de materia para la preparación de la mezcla a base de harina de guayaba y avena.....	112

4.3.1	Diagrama cuantitativo para la preparación de la mezcla a base de harina de guayaba y avena a nivel de laboratorio.....	112
4.3.2	Balance de materia para la preparación de la mezcla a base de harina de guayaba y avena.....	113
4.4	Balance de materia para la elaboración de la bebida nutricional.....	121
4.4.1	Diagrama cuantitativo para la elaboración de la Bebida Nutricional a nivel de laboratorio.....	121
4.4.2	Balance de materia para la elaboración de la bebida nutricional.....	122
4.5	Diagrama cuantitativo para la obtención de harina de Guayaba a nivel de planta piloto.....	125
4.6	Diagrama cuantitativo para la obtención de harina de Avena a nivel de planta piloto.....	127
4.7	Diagrama cuantitativo para la preparación de la mezcla a base de harina de guayaba y avena a nivel de planta piloto.....	129
4.8	Diagrama cuantitativo para la preparación de la Bebida Nutricional a nivel de planta piloto.....	130
4.9	Balance de energía del proceso para la obtención de harina de Guayaba a nivel de laboratorio.....	131
4.9.1	Balance de energía del secado.....	132
4.9.1.1	Cálculo del calor de paredes verticales.....	132
4.9.1.2	Cálculo del calor de las paredes frontal y posterior.....	136
4.9.1.3	Cálculo del calor de las paredes horizontales.....	139
4.9.1.4	Cálculo de la cantidad de energía que ingresa al secador.....	143
4.9.1.5	Cálculo del calor práctico del producto.....	143
4.9.1.6	Cálculo del calor teórico del producto.....	144
4.9.1.7	Porcentaje de eficiencia del secador.....	145
4.9.1.8	Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor a	

	Nivel de laboratorio.....	146
4.10	Curva de secado.....	147
4.10.1	Perdida de humedad.....	149
4.10.2	Contenido de humedad.....	149
4.10.3	Velocidad de secado de la guayaba.....	149
4.10.4	Tiempo teórico de secado.....	150
4.11	Rendimiento.....	152
4.11.1	Rendimiento de la harina de guayaba.....	152
4.12	Diseño del secador a nivel piloto.....	152
4.12.1	Área de transferencia de calor a nivel piloto.....	152
4.12.2	Flujo másico de aire.....	153
4.12.2.1	Cálculo de la humedad absoluta del aire que ingresa W_L	153
4.12.2.2	Cálculo de la humedad absoluta del aire que sale w_M	154
4.12.2.3	Balance húmedo del sistema.....	154
4.12.2.4	Cantidad de calor total del secador.....	155
4.12.2.5	Cálculo del área.....	156
4.12.2.6	Dimensionamiento de las bandejas.....	156
4.13	Costos.....	159
4.13.1	Costos de la harina de la harina de guayaba.....	159
4.13.2	Costos de la bebida nutricional instantánea.....	159

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones.....	160
5.2	Recomendaciones.....	163
	Bibliografía.....	164

Anexos.....	167
-------------	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. N°: 01	Guayaba.....	8
Fig. N°: 02	Avena.....	13
Fig. N°: 03	Bebida en polvo nutricional.....	20
Fig. N°: 04	Bebida carbonatada.....	22
Fig. N°: 05	Bebida deportiva.....	22
Fig. N°: 06	Bebida Alcohólica.....	23
Fig. N°: 07	Bebida hidratante.....	23
Fig. N°: 08	Ilustración de un secador de platos.....	26
Fig. N°: 09	Molino de discos.....	30
Fig. N°: 10	Tamiz.....	31
Fig. N°: 11	Tamiz de vaivén.....	32

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro. N°: 01	Composición Científica de la guayaba.....	9
Cuadro. N°: 02	Composición química de la guayaba.....	11
Cuadro. N°: 03	Clasificación científica de la avena.....	14
Cuadro. N°: 04	Estimación de la producción de la avena en Ecuador (Tm) – 2004 Región Sierra.....	15
Cuadro. N°: 05	Composición del grano de avena.....	16
Cuadro. N°: 06	Relación nutricional de la avena con otros productos.....	21
Cuadro. N°: 07	Esquema del ADEVA para el diseño experimental.....	33
Cuadro. N°: 08	Esquema del ADEVA para la obtención de harina de guayaba.....	38
Cuadro. N°: 09	Esquema del ADEVA para la preparación de la mezcla.....	39
Cuadro. N°: 10	Composición química de la guayaba.....	42

Cuadro. N°: 11	Temperatura y tiempo de secado.....	43
Cuadro. N°: 12	Análisis Bromatológico de la harina de guayaba.....	44
Cuadro. N°: 13	Minerales de la harina de guayaba.....	44
Cuadro. N°: 14	Composición química de la avena.....	46
Cuadro. N°: 15	Análisis bromatológicos de la harina de avena.....	47
Cuadro. N°: 16	Minerales de la harina de avena.....	48
Cuadro. N°: 17	Análisis bromatológicos de la mezcla.....	50
Cuadro. N°: 18	Minerales de la mezcla.....	50
Cuadro. N°: 19	Análisis m/os a los 4 y 11 días de almacenamiento.....	51
Cuadro. N°: 20	Análisis m/os a los 30 días de almacenamiento.....	51
Cuadro. N°: 21	Cuadro de comparación (Análisis bromatológicos de las mezclas).....	52
Cuadro. N°: 22	Cuadro de comparación (Minerales de las mezclas).....	52
Cuadro. N°: 23	Porcentaje de proteína de la bebida.....	54
Cuadro. N°: 24	Análisis físico químico de la bebida.....	54
Cuadro. N°: 25	Minerales de la bebida.....	54
Cuadro. N°: 26	Cuadro de comparación (Porcentaje de proteína de las bebidas).....	55
Cuadro. N°: 27	Cuadro de comparación (Análisis físico químico de las bebidas).....	55
Cuadro. N°: 28	Cuadro de comparación (Minerales de las bebidas).....	55
Cuadro. N°: 29	Análisis físico o sensorial de la bebida nutricional.....	56
Cuadro. N°: 30	Porcentaje de ceniza en las harinas.....	57
Cuadro. N°: 31	Porcentaje de grasa en las harinas.....	58
Cuadro. N°: 32	Porcentaje de proteína en las harinas.....	59
Cuadro. N°: 33	Porcentaje de fibra en las harinas.....	61
Cuadro. N°: 34	Porcentaje de elementos no nitrogenados en las harinas.....	63
Cuadro. N°: 35	KCAL/100 gr en las harinas.....	64

Cuadro. N°: 36	°Brix de la guayaba.....	65
Cuadro. N°: 37	Mejor tratamiento para la selección de harina de guayaba.....	67
Cuadro. N°: 38	Porcentaje de ceniza de las mezclas.....	68
Cuadro. N°: 39	Porcentaje de grasa de las mezclas.....	70
Cuadro. N°: 40	Porcentaje de proteína de las mezclas.....	72
Cuadro. N°: 41	Porcentaje de fibra de las mezclas.....	74
Cuadro. N°: 42	Porcentaje de elementos no nitrogenados de las mezclas.....	76
Cuadro. N°: 43	Kcal/100 gr de las mezclas.....	78
Cuadro. N°: 44	Mejores tratamientos para la selección de la mezcla.....	80
Cuadro. N°: 45	Análisis del olor.....	82
Cuadro. N°: 46	Análisis del color.....	83
Cuadro. N°: 47	Análisis del sabor.....	84
Cuadro. N°: 48	Consistencia de la bebida nutricional instantánea.....	85
Cuadro. N°: 49	Porcentajes de aceptabilidad de la mejor formulación de la bebida nutricional instantánea.....	86
Cuadro. N°: 50	Datos técnicos de la estufa.....	131
Cuadro. N°: 51	Datos experimentales para la curva de secado (90° C).....	147
Cuadro. N°: 52	Pérdida de humedad (XT).....	149
Cuadro. N°: 53	Velocidad de secado.....	150
Cuadro. N°: 54	Rendimiento de la harina de guayaba.....	152
Cuadro. N°: 55	Costos de producción de la harina de guayaba.....	159
Cuadro. N°: 56	Costos de producción de la bebida nutricional instantánea.....	159

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico. N°: 01	Análisis del olor.....	82
Gráfico. N°: 02	Análisis del color.....	83
Gráfico. N°: 03	Análisis del sabor.....	84
Gráfico. N°: 04	Análisis de la consistencia.....	85

Gráfico. N°: 05	Resumen de las encuestas de la mejor formulación de la bebida nutricional instantánea.....	86
Gráfico. N°: 06	Secador.....	131
Gráfico. N°: 07	Balance de energía del secador.....	132
Gráfico. N°: 08	Área de las paredes verticales del secador.....	135
Gráfico. N°: 09	Área de las paredes Frontal y posterior del secador.....	149
Gráfico. N°: 10	Área de las paredes horizontales.....	142
Gráfico. N°: 11	Área de las bandejas del secador.....	146
Gráfico. N°: 12	Curva de secado de la guayaba.....	150
Gráfico N° : 13	Velocidad de secado de la guayaba.....	151

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1.	Vista frontal del diseño del secador a nivel de planta piloto.....	157
Plano 2.	Estructura y funcionamiento del secador.....	158

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Fotografías del proceso de obtención de harina de Guayaba hasta obtener el producto.....	168
Anexo 2.	Análisis m/os del producto (mezcla) a los 4 y 11 días de almacenamiento.....	169
Anexo 3	Análisis m/os del producto (mezcla) a los 30 días almacenamiento.....	170
Anexo 4	Tabla C-9 Propiedades útiles del aire para transferencia de Calor por convección.....	171
Anexo 5	Tabla B-1 Propiedades del vapor saturado (Unidades SI).....	172
Anexo 6	Cuadro de lectura de Nusselt.....	173
Anexo 7	Etiqueta del producto.....	174
Anexo 8	Formato de la hoja de la encuesta.....	175

RESUMEN

El presente trabajo de investigación realizado en la Universidad Tecnológica Equinoccial tiene como finalidad aportar con nuevas alternativas, tanto nutricionales como comerciales, de la guayaba que es perecedera y que utilizándola para la agroindustria pasaría a contribuir al desarrollo económico de nuestro país. Por tal razón este trabajo describe el proceso de elaboración de una bebida nutricional instantánea a base de harina de guayaba y avena, cuyas características es una bebida muy rica, nutritiva y saludable para quien la consuma; además la utilización de la guayaba es debido a que es una fruta muy poco industrializada motivo por el cual existe un alto porcentaje de desperdicios.

En la obtención de harina de guayaba se empleo el diseño experimental (A x B) implementando un DBCA siendo las variables: A (Temperatura y tiempo de secado), B (Variedad), las temperaturas y tiempo a la que se sometió son: 70°C*6 hrs, 80°C*4 hrs, 90°C* 3hrs y las variedades fueron: rosada y blanca, obteniéndose como mejor tratamiento 90°C * 3hrs variedad rosada. A esta harina se le formuló con la avena, CMC y azúcar 9 tratamientos, y se aplica el mismo diseño antes señalado donde las variables fueron, A (50% Guayaba + 50% Avena, 70% Guayaba + 30% Avena, 90% Guayaba + 10% Avena), B (0.05 %CMC + 9% Azúcar, 0.10 %CMC + 9% Azúcar, 0.15 %CMC + 9% Azúcar), obteniéndose como mejor tratamiento la mezcla (70% Guayaba + 30% Avena + 0.15 %CMC + 9% Azúcar); Además se realizó un análisis microbiológico para determinar el tiempo de vida útil, determinando que el producto es inocuo y puede durar 1 meses almacenado a temperatura ambiente en fundas plásticas herméticamente cerradas. Finalmente con esta mezcla se prepara la bebida nutricional instantánea, la cual tuvo buenos resultados en las cataciones con un diagnóstico agradable y un promedio de 51.35 % el olor, 56.76% el color, y 48.65 el sabor y la consistencia.

El costo de la harina de guayaba es de USD 4.16 el kilo, pero al emplearla para la elaboración de la bebida nutricional instantánea se cálculo un costo de 0.24 Cts. por funda de 121.5 gr. Finalmente se define a la Guayavena como una bebida muy rica, nutricional y medicinal para aquellas personas que la consuman.

SUMMARY

The present work of investigation realized in the Technological Equinoctial University has its as purpose reach with new alternatives, both nutritional and commercial, of the guava that is perishable and that using for the agroindustry it would happen to contribute to the economic development of our country. For such a reason this work describes the process of production of a nutritional instantaneous drink based on flour of guava and oats, which characteristics it is a very rich, nourishing and healthy drink for the one who consumes it; in addition the utilization of the guava is due to the fact that it is a very little industrialized fruit motive for which a high percentage of wastes exists.

In the obtaining flour of guava I use the experimental design (A x B) implementing a DBCA being the variables: To (Temperature and time of dried), B (Variety), the temperatures and time to that it surrendered they are: 70°C*6 hrs, 80°C*4 hrs, 90°C* 3hrs and the varieties were: pink and white, pink variety being obtained as better treatment 90°C * 3hrs. To this flour him 9 treatments were formulated by the oats, CMC and sugar, and the same design is applied before notable where the variables were, To (50 % Guava + 50 % Oats, 70 % Guava + 30 % Oats, 90 % Guava + 10 % Oats), B (0.05 %CMC + 9 % Sugar, 0.10 %CMC + 9 % Sugar, 0.15 %CMC + 9 % Sugar), there being obtained as better treatment the mixture (70 % Guava + 30 % Oats + 0.15 %CMC + 9 % Sugar); In addition a microbiological analysis was realized to determine the time of useful life, determining that the product is innocuous and can last 1 month stored to temperature set in plastic hermetically closed cases. Finally with this mixture there is prepared the nutritional instantaneous drink, which had good results in the cataciones with an agreeable diagnosis and an average of 51.35 % the smell, 56.76 % the color, and 48.65 the flavor and the consistency.

The cost of the flour of guava is of USD 4.16 the kilo, but when her its calculation uses for the production of the nutritional instantaneous drink a cost of 0.24 Ctv. for case of 121.5 gr. Finally the Guayavena is defined as a very rich, nutritional and medicinal drink for those people who consume it.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES:

1.1.1. Antecedentes Históricos

La mayoría de las personas pueden satisfacer las necesidades diarias de hidratación a través del consumo normal de líquidos. Por lo general, las personas eligen beber agua para mantenerse hidratadas. Sin embargo, existen otras formas de lograrlo; por ejemplo, ingiriendo jugo, leche, café, té, bebidas carbonatadas, frutas, verduras y otros alimentos y bebidas de acuerdo a la necesidad requerida es decir una refrescante, energizante o una que además de refrescar e hidratar sea nutricional. A diario, la mayoría de las personas recibe cantidades adecuadas de agua a través del comportamiento normal de consumo de bebidas; por ejemplo, en las comidas, los refrigerios y en otras situaciones sociales, y dejándose guiar por la sensación de sed, pero es conveniente ingerir bebidas nutricionales que ayuden a mantener una vida sana y nutritiva.

En 1965 los investigadores comenzaron a hacer pruebas con una fórmula especial en algunos miembros del equipo de fútbol americano de la Universidad de Florida. “Los Gators” que sufrían fuertes pérdidas de líquidos durante los entrenamientos y partidos. La bebida de prueba que bebieron los jugadores se llegó a conocer como “Gatorade” debido al nombre del equipo Gator y al creador de la bebida. Y es así como comienza la historia de las bebidas hidratantes en el mundo

Al igual que los adultos, la mayoría de los niños recibe alrededor del 80 por ciento del líquido que necesita de las bebidas y alrededor del 20 por ciento de los alimentos. Todas las bebidas, inclusive el agua, la leche, el jugo y otros líquidos, pueden ayudar a que los niños obtengan la hidratación necesaria.

1.1.2. Antecedentes Científicos

Alrededor del 80 por ciento del consumo total de líquidos de las personas proviene del agua y las bebidas (inclusive bebidas con cafeína), mientras que el 20 por ciento restante procede de los alimentos, motivo por el cual es conveniente que al momento de elegir una bebida se debe tomar en cuenta su beneficio que brinda a quien la consume tanto para mejorar su estado físico como para permanecer bien nutrido. Desde hace unos años los miembros de las sociedades científicas le han puesto mucho interés, en conocer el patrón de consumo de las bebidas que ingerimos, ya que ha venido aumentando, así como se ha incrementado la diversidad de bebidas que tomamos actualmente. Muchas de éstas bebidas aportan con calorías y componentes nutricionales al ser humano.

En países como México, se ha determinado que el 21% de las calorías que consumen los adolescentes y los adultos provienen de las bebidas, particularmente de los refrescos, bebidas azucaradas, jugos, leche entera y alcohol. Estas calorías que aportan los líquidos se suman a las calorías provenientes de los alimentos de la dieta y contribuyen al consumo excesivo de energía, que está relacionado con la aparición de sobrepeso, obesidad y diabetes. Por lo cual se debe tener en cuenta las calorías que se consume al momento de comparar una bebida.

1.1.3. Antecedentes Prácticos

El cuerpo puede comunicarle que tiene sed, pero no puede indicarle qué beber. Eso depende de usted. Por ello, es importante saber cómo las diferentes bebidas se pueden adaptar a su estilo de vida y de esta manera consumir productos de calidad. Todas las bebidas proporcionan hidratación, que es muy importante tanto para los niños como para los adultos. Las bebidas como la leche, las bebidas a base de soja (soya) y el jugo de frutas también aportan energía y nutrientes que necesitan los niños en crecimiento, mientras que otras opciones, como el agua y las bebidas a base de jugo bajas en calorías, ayudan a los niños a permanecer hidratados casi sin calorías.

Los niños entre 4 y 8 años necesitan alrededor de 7,5 tazas de líquidos por día, mientras que los niños entre 9 y 13 años y las mujeres entre 14 y 18 años necesitan alrededor de 10 tazas, los hombres entre 14 y 18 años necesitan alrededor de 14 tazas, por lo tanto es conveniente el consumo de líquidos que ayuden a nutrir y satisfacer requerimientos vitales del ser humano.

1.1.4 Importancia práctica del estudio

La importancia de esta investigación radica en el hecho de que la guayaba en el Ecuador tiene un alto porcentaje de desperdicio, por su composición bromatológica y el fácil procesamiento de esta fruta se desarrolló una bebida de elevado valor nutricional e instantánea a base de harina de guayaba y mezclar con harina de avena debido a su riqueza en nutrientes haciéndola una bebida muy benéfica y saludable para quien la consuma.

Al realizar esta investigación para elaborar esta bebida nutricional instantánea se está ayudando a reducir los porcentajes de desnutrición en la población debido al poco consumo de alimentos nutricionales y para darle un valor agregado más a esta fruta.

1.1.5 Situación actual del tema de investigación

En la actualidad no existe en el mercado harina de guayaba aunque la harina de avena ya se encuentra, pero la mezcla de harina de guayaba y avena no existe, motivo por el cual se realizó esta investigación ya que esta combinación aporta con un gran valor nutritivo.

1.2 Limitaciones del estudio

No existen limitaciones debido a que la materia prima se la encuentra en el mercado en todas las épocas del año, aunque en algunos meses en menor escala, para la obtención de harina de guayaba y avena no presenta ninguna dificultad porque existe maquinaria

industrial que si se encuentra dispuesta en la Universidad como son principalmente un secador y molinos.

1.3 Alcance del trabajo

Esta investigación aporta con la idea de dar un mejor aprovechamiento a la guayaba y avena en la elaboración de una bebida nutricional instantánea compuesta de una fruta y cereal. Considerando en la avena el alto contenido en proteína y rica en aminoácidos esenciales indispensables para el buen funcionamiento y desarrollo del ser humano.

1.4 Objeto del estudio

Bebida nutricional instantánea a base de harina de guayaba y avena.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Elaborar una bebida nutricional instantáneas a base de harina de guayaba y avena.

1.5.2 Objetivos Específicos

- 1) Caracterizar las materias primas para la elaboración de la bebida nutricional instantánea.
- 2) Determinar tiempo y temperatura ideal del secado de la guayaba (*Psidium guajava l*) para la obtención de harina de calidad.
- 3) Establecer porcentajes adecuados de harina de guayaba, avena y estabilizante para elaborar una bebida nutricional instantánea.
- 4) Realizar un diseño de planta.

1.6 Justificación del estudio

El presente trabajo de investigación se enmarca, en la necesidad de elaborar una bebida nutricional instantánea a base de harina de guayaba (*Psidium guajava* L.) y avena cuya fruta en la actualidad tiene un alto porcentajes de desperdicios. Mientras que la mezcla con la harina de avena es para mejorar la composición nutricional de la bebida instantánea en especial aumentar en contenido en proteína y también para darle un sabor característico a la bebida para su aceptabilidad y consumo como un producto rico y nutritivo. La elaboración de este producto da como resultado una bebida muy saludable por su alto contenido en proteína, hidratos de carbono, fibra, aminoácidos, vitaminas y minerales debido a la riqueza de estos componentes en las materias primas lo cual es muy benéfico para la salud ya que ayuda a prevenir y a tratar la desnutrición.

En la metodología se tuvo que cambiar parámetros en el diagrama de flujo de obtención de harinas convencionales de acuerdo a lo que exija este fruto como es tiempo y temperatura del secado de la guayaba. Además se está aportando con una nueva alternativa de conservación de la guayaba (*Psidium guajava* L)

Para la elaboración de este producto, en lo práctico se lo realizó en el Laboratorio de Química de la UTE, y se realizaron diferentes mezclas en leche para ver su mayor aceptabilidad en el consumidor.

1.7 Hipótesis

Hipótesis alternativas (Hi)

Hi: Estará influenciando el tiempo y temperatura de secado y variedad de la guayaba en la obtención de harina de calidad.

Hi: El % de harina de guayaba, avena y estabilizante estará influenciando significativamente en la obtención de una bebida nutricional y aceptación en la comunidad.

Hipótesis nula (H₀)

Ho: No estará influenciando el tiempo y temperatura de secado y variedad de la guayaba en la obtención de harina de calidad.

Ho: El % de harina de guayaba, avena y estabilizante no estará influenciando significativamente en la obtención de una bebida nutricional y aceptación en la comunidad.

1.7.1 Variables para la obtención de harina de guayaba

Variable independiente

- Tiempo de secado
- Temperatura de secado
- Variedad de guayaba

Variable dependiente

1. Características bromatológicas de la materia prima
 - % Humedad.
 - % Grasa
 - % Proteína
 - % Fibra
 - % Ceniza.
2. Harina de calidad
 - % Proteína
 - % Fibra
 - Minerales

1.7.2 Variables para la preparación de la mezcla a base de harina de guayaba y avena

Variable independiente

- % de harina de guayaba
- % de harina de avena
- % estabilizante

Variable dependiente

1. Composición nutricional
 - % Humedad.
 - % Grasa
 - % Proteína
 - % Fibra
 - % Ceniza.
2. Contenido de Minerales
3. Aceptabilidad

1.8 Población y muestra

1.8.1 Población

Para esta investigación se tomará como población para que realicen las cataciones a los estudiantes del octavo semestre en adelante y docentes de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial. Por lo tanto la escuela de Ingeniería Agroindustrial en la actualidad cuenta con 25 estudiantes matriculados desde el octavo semestre en adelante y 16 docentes en un total de 41 personas.

1.8.1 Muestra

Mediante la aplicación de la fórmula:

$$n = \frac{(N) (Z)^2 (S)^2}{(N - 1) (e)^2 + (Z)^2 (S)^2}$$

En donde

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población

Z = Margen de confiabilidad o número de unidades de desviación estándar en la distribución normal que producirá el nivel deseado de confianza.

S² = Varianza conservadora (0.5) (0.5) o desviación estándar de la población.

e = margen d error o diferencia máxima entre la media muestra y la media de población que se está dispuesto a aceptar con el nivel de confianza que se ha definido.

Tipo de Muestra: Estratificada

CAPITULO II

MARCO DE REFERENCIA

2.1 Guayaba

Fruta de la familia de los MYRTACEAE. Es una de las frutas más conocidas y cultivadas en las regiones tropicales y subtropicales, crece en forma silvestre desde México hasta Brasil y Perú. La Guayaba tiene 5 veces más vitamina C que la naranja. La guayaba es una fruta que presenta grandes posibilidades en los mercados nacionales y extranjeros. Con esta fruta se preparan jaleas, mermeladas, compotas, conservas, bocadillos, así como fresca en jugos y helados.

Fig. N°: 01
Guayaba



Fuente: <http://Guayaba,plantamedicinal,propiedadesyfoto.htm>

El procesamiento tecnológico de la guayaba ofrece opciones de conservación de la fruta fresca para extender su vida útil. “La guayaba es una fruta muy apreciada comercialmente en Colombia, siendo parte importante de la gastronomía y cultura colombianas. Colombia es uno de los mayores productores de guayaba del mundo, sin embargo su producción no es exportada debido a la enorme demanda interna de esta fruta. Esto motivó a varios productores a realizar injertos con pera, para producir la famosa guayaba-pera, de tamaño más grande, cáscara más gruesa y de color verde, pulpa amarillenta y más dura, aunque el

sabor no varía demasiado. En Colombia es muy común consumir esta fruta en jugo o directamente sin mondar (quitar la cáscara).”¹

2.1.1 Clasificación científica de la guayaba

Cuadro. N°:01
Composición Científica de la guayaba

Clasificación Científica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Myrtales
Familia	Myrtaceae
Subfamilia	Myrtoideae
Tribu	Myrteae
Género	Psidium

Fuente: <http://Psidium-Wikipedia,laenciclopedialibre.mht>

2.1.2 Especies

“La guayaba es una fruta tropical que se divide en varias especies, una de estas es el eucalipto o el clavero; todos originarios de las regiones tropicales de Asia, América y Oceanía. Adquieren varios nombres por sus cultivos en distintas regiones, por eso también podremos encontrar guayabas con el nombre de arrayana, guayabo, guara, o luma”.²

Encontrándose en los mercados desde comienzo del verano hasta comienzos del invierno su rasgo característico es la exhalación de un aroma muy rico y tentador cuando éstas se encuentran maduras.

¹<http://es.wikipedia.org/wiki/Psidium>

²http://www.clubplaneta.com.mx/cocina/la_guayaba.htm

2.1.3 Origen y distribución geográfica de la guayaba

“Se considera originaria de América, se cree que de algún sitio de Centroamérica, el Caribe, Brasil o Colombia. Se encuentra prácticamente en todas las áreas subtropicales y tropicales del mundo, este cultivo es adaptable a distintas condiciones climáticas pese a su origen tropical, sin embargo, prefiere climas secos, se ubica en la franja paralela al Ecuador, no más allá del paralelo 30 de ambos hemisferios, se adapta a altitudes desde el nivel del mar hasta 1500 m sobre el nivel del mar. Esta es sensible a bajas temperaturas. Los más altos rendimientos se obtienen con temperaturas entre 23°C y 28°C”³

2.1.4 Características

2.1.4.1 Forma: según la variedad, la guayaba puede tener forma redondeada semejante a un limón o bien estrecharse hacia el pedúnculo, tomando una forma parecida a la pera.

2.1.4.2 Tamaño y peso: tiene unos 4-12 centímetros de longitud y 4-7 de diámetro. Su peso oscila desde los 60 hasta los 500 gramos.

2.1.4.3 Color: verde a amarillenta cuando ya está en su época de cosecha.

2.1.4.4 Sabor: el sabor de la pulpa recuerda al de la nuez y la avellana. “La fruta se debe recolectar antes de que tome color para evitar posibles enfermedades y pudriciones y aumentar la capacidad de almacenamiento. La forma de recolección es manual, en los sistemas tradicionales se recogen los frutos caídos del suelo. La clasificación y criterios de calidad se determinan por su aspecto, color, tamaño y estado fitosanitario.”⁴

2.1.5 Propiedades de las guayabas:

- Hidratadoras por la gran cantidad de agua que poseen.
- Ideal para las dietas ya que poseen pocos aportes de calorías, proteínas y grasas.

³<http://www.encolombia.com/economia/Cultivos/Origenydistribucionguayaba.htm>

⁴<http://frutas.consumer.es/documentos/tropicales/guayaba/intro.php>

- Su contenido de vitamina C es muy superior a cítricos como la naranja.
- Aporta además vitaminas del grupo B como B3 (*niacina*).
- Ayuda a la visión por su aporte de provitamina A o beta-caroteno, especialmente en las guayabas de pulpa anaranjada, siendo beneficiosa además en la formación de dientes, huesos, cabello, piel y sistema inmunológico.
- El sistema nervioso se ve protegido y regulado por la participación e integración de potasio en su ingestión.
- Actúa como un leve laxante por el aporte de fibra, que además reduce el riesgo de infecciones, alteraciones y otro tipo de enfermedades.

Según los fabricantes, la guayaba rosada es la de más alta calidad por su contenido de azúcares y alto rendimiento en la producción de derivados. Lo contrario la guayaba blanca por su textura arenosa y bajo contenido de azúcares hace inadecuado su proceso industrial.⁵ “La producción actual se ve afectada por el gusano que produce una mosca, no es de buen recibo en los mercados internacionales, por lo que los intentos de exportar la pulpa han fracasado por baja calidad. La mosca identificada en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) como *Anastrepha Striata* o *Anastrepha Fraterculus* es la que más daños ha provocado en ese sector agropecuario.”⁶

Cuadro. N°: 02
Composición química de la guayaba

Composición química del fruto de guayaba			
Composición química %		Contenido vitamínico (unidades)	
Agua	77,00	Vitamina A	200
Proteína	9,50	Vitamina B3	40
Grasa	0,45	Vitamina C	300
Azúcar	8,85	Vitamina G4	35
Carbohidratos	2,85		
Fibra	8,15		

Fuente: www.cnp.go.cr/php_mysql/admin/KTML/uploads/files/boletines/Guayaba_FTP.pdf

⁵Marín, F. 1998. Manejo Poscosecha de Guayaba (*Psidium guajava* L.) en Pacayitas de Turrialba. Consejo Nacional de Producción. San José.

⁶ <http://gusanodelaguayaba.htm>

2.1.6 Aplicaciones de la guayaba sobre la salud

- ✚ Excelente para reforzar las defensas del cuerpo ya que estimula la producción de glóbulos blancos.
- ✚ Ayuda a combatir y prevenir enfermedades infecciosas
- ✚ Muy útil para tratar afecciones respiratorias como tos, bronquitis, asma, catarro, influenza, gripe, etcétera.
- ✚ Ayuda a conservar el equilibrio adecuado en la presión arterial.
- ✚ Mejora la circulación
- ✚ Ayuda a combatir el colesterol.
- ✚ Buena para incluir en dietas de diabéticos.
- ✚ Protege contra enfermedades infecciosas de los ojos.
- ✚ Favorece la actividad de las enzimas reparadoras.
- ✚ Posee una ligera acción anti-coagulante.
- ✚ Ayuda a depurar el organismo de toxinas o grasas nocivas acumuladas.
- ✚ Favorece la salud de la piel.
- ✚ Ayuda a combatir contagios.
- ✚ Útil en las dietas de la tercera edad, ayuda a vigorizar el cuerpo y a mantenerlo en buen estado de salud general.

2.1.7 Harina de guayaba

Harina de guayaba es un suplemento rico en fibra, que por su bajo costo es una excelente opción para la alimentación humana. “La harina de guayaba es un producto con elevados niveles de proteína y elementos adicionales que brindan a nuestros consumidores un buen producto. Además es una materia prima especial para efectuar mezclas con otros tipos de harinas.”⁷

⁷http://colombia.acambiode.com/producto_76540555966655843507919009086331.html

2.2 Avena

“Este cereal se utiliza principalmente para la alimentación del ganado, como planta forrajera y en menor cantidad para alimentación humana, aunque no es muy utilizada por estos, a pesar de sus propiedades energizante.”⁸

Fig. N°: 02
Avena



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Avena-sativa.jpg>

Es rica en proteínas de alto valor biológico, grasas y un gran número de vitaminas, minerales. Es el cereal con mayor proporción de grasa vegetal, un 65% de grasas no saturadas y un 35% de ácido linoleico. También contiene hidratos de carbono de fácil absorción, además de sodio, potasio, calcio, fósforo, magnesio, hierro, cobre, cinc, vitaminas B1, B2, B3, B6 y E. Además contiene una buena cantidad de fibras, que no son tan importantes como nutrientes pero que contribuyen al buen funcionamiento intestinal. La avena también contiene pequeñas cantidades de gluten, por lo que no puede ser utilizada como cereal alternativo para la dieta de los celíacos. La avena es muy recomendada para aquellas personas que necesitan aumentar su capacidad energética, como los estudiantes, personas abatidas o con constante sensación de sueño o estrés permanente. Esto la convierte en un alimento muy importante para comenzar el día⁹.

⁸<http://es.wikipedia.org/wiki/Avena>

⁹<http://es.wikipedia.org/wiki/Avena>

2.2.1 Clasificación científica de la avena

Cuadro. N°: 03
Clasificación científica de la avena

Clasificación Científica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Pooideae
Tribu	Aveneae
Género	Avena L.

Fuente: <http://Avena-Wikipedia,laenciclopedia.libre.mht>

2.2.2 Origen.

“Las avenas cultivadas tienen su origen en Asia Central, la historia de su cultivo es más bien desconocida, aunque parece confirmarse que este cereal no llegó a tener importancia en épocas tan tempranas como el trigo o la cebada, ya que antes de ser cultivada la avena fue una mala hierba de estos cereales. Los primeros restos arqueológicos se hallaron en Egipto, y se supone que eran semillas de malas hierbas, ya que no existen evidencias de que la avena fuese cultivada por los antiguos egipcios. Los restos más antiguos encontrados de cultivos de avena se localizan en Europa Central, y están datadas de la Edad del Bronce.”¹⁰

2.2.3 Importancia económica y distribución geográfica

En la producción mundial de cereales la avena ocupa el quinto lugar, siendo el cereal de invierno de mayor importancia en los climas fríos del hemisferio norte.

¹⁰<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/avena.htm>

Cuadro. N°:04
Estimación de la producción de la avena en Ecuador (Tm) – 2004 Región Sierra

Carchi	195
Imbabura	17
Pichincha	182
Cotopaxi	-
Tungurahua	-
Chimborazo	164
Bolívar	9
Cañar	-
Azuay	-
Loja	77

Fuente:http://www.sica.gov.ec/agro/docs/2004cuadro_2.htm

2.2.4 Valor nutricional

El valor nutricional del grano de avena es superior al de otros cereales, al ser la avena más rica en aminoácidos esenciales, especialmente en lisina. El contenido en proteínas digeribles del grano de avena es mayor que en maíz y también tiene una mayor riqueza en materia grasa que la cebada y el trigo.

2.2.4.1 Proteínas: Cuanto más elevado es el número de aminoácidos esenciales presentes en un alimento, mayor es su valor biológico; y la avena contiene seis de los ocho aminoácidos imprescindibles para la síntesis correcta de proteínas.

2.2.4.2 Lípidos: La avena es el cereal con mayor porcentaje de grasa vegetal. El 65 % es de ácidos grasos insaturados y el 35% de ácido linoleico.

2.2.4.3 Hidratos de Carbono: La avena contiene hidratos de carbono de absorción lenta y de fácil asimilación. Estos proporcionan energía durante mucho tiempo después de haber sido absorbidos por el aparato digestivo, evitando la sensación de fatiga y desmayo.

Cuadro. N°:05
Composición del grano de avena

Composición de la avena por cada 100 gr	
Agua	8,2 gr
Energía	389 Kcal
Grasa	6,9 gr
Proteína	16,8 gr
Hidratos de carbono	66,27 gr
Fibra	10,6 gr
Potasio	429 mg
Sodio	2 mg
Fósforo	523 mg
Calcio	54 mg
Magnesio	11 mg
Hierro	4,7 mg
Zinc	0,9 mg
Vitamina C	0 mg
Vitamina B1	0,76 mg
Vitamina B2	0,13 mg
VitaminaB6	0,11 mg
Vitamina A	0 UI
Vitamina E	0,70 mg
Folato	56 mg
Niacina	0,323 mg

Fuente: <http://botanical-online.com/avena.htm>

2.2.4.4 Vitaminas, minerales y oligoelementos: La avena contiene estos elementos en concentraciones óptimas, tanto para curar como para prevenir enfermedades.

2.2.4.5 Fibra: Además de estos componentes esenciales, la avena contiene otros elementos no tan importantes desde el punto de vista nutritivo, pero necesarios para el buen funcionamiento intestinal.

2.2.4.6 Fuente de energía: Otra de las características reconocidas de la avena es su valor como fuente de energía y vitalidad.

2.2.5 Aminoácidos esenciales en la avena

“La avena contiene seis de los aminoácidos esenciales, como la leucina, isoleucina y treonina, necesarios para el crecimiento infantil junto con la Metionina, que además ayuda a eliminar el colesterol, al hacer que el hígado produzca la lecitina y permitir que el cuerpo pueda eliminar los materiales pesados.”¹¹ Los aminoácidos esenciales son la Isoleucina, Leucina, Valina, Metionina, Fenilalanina, Triptófano, Treonina y la Lisina. La isoleucina, la leucina y la valina son aminoácidos que pertenecen al grupo de los llamados aminoácidos ramificados, nutrientes imprescindibles para la curación de heridas y traumatismos así como para ayudar a la formación del tejido muscular.

2.2.6 Aplicaciones y ventajas de la avena

- Es ideal para personas que sufren desgaste físico por su actividad, como deportistas, niños o estudiantes, y para quienes se sienten cansados, sin fuerza y con estrés.
- No engorda e incluso ayuda a controlar el peso, debido a que contiene fibra que sacia el apetito durante largo tiempo.
- Es un buen aliado contra estreñimiento, diarrea y ardor estomacal, gracias al efecto protector de fibra.
- Impide la asimilación excesiva de colesterol, de modo que contribuye a evitar problemas circulatorios como arterosclerosis (acumulación de grasa en venas y arterias), que es factor de riesgo para padecer infarto cardiaco.
- Puede formar parte de la dieta del paciente con diabetes, pues regula los niveles de azúcar en sangre y favorece la actividad del páncreas.
- Contribuye al desarrollo del feto durante el embarazo y estimula la producción de leche materna rica en vitaminas y minerales.

¹¹<http://botanical-online.com/avena.htm>

2.2.7 Harina de avena

La harina de avena está cada vez más introducida en los hogares de quienes se preocupan por una buena alimentación. Debido a que la avena es un cereal muy completo y nutritivo para quien la consuma.

2.2.8 Propiedades medicinales de la avena

Después del trigo es la avena el cereal más útil, y en todo el sentido de la palabra es un fortificante.

- Refuerza los nervios.
- Es re mineralizador.
- Es reconstituyente.
- Aparte de su valor energético, la avena está muy dotada en vitaminas y minerales.
- Es laxante.
- Alimento especial para los enfermos de las vías respiratorias.
- El agua de avena entera hervida es especial para tos y catarrros.

2.3 Tipos de harinas

“En los países industrializados, la industria harinera está entre las diez primeras de importancia económica”¹². En países menos desarrollados casi siempre los molinos de harina representan una de las primeras industrias. La ubicación se basa en la demanda potencial de harina para el consumo humano porque muchos países exportadores pueden enviar suministros de harinas.

2.3.1 Harina de trigo: La harina de trigo es la materia prima básica para la preparación de pan, galletas y pastas alimenticias se obtiene por molturación del trigo limpio.

¹²TESIS DE MAYRA GONZALES ZAMBRANO, Diseño de una planta piloto para la elaboración de harina de quinua, y su aplicación en la industria de la panificación para el consumo humano, UTE 2006.

2.3.2 Harina Integral: Producto que resulta de la molturación o molido del grano sin la separación de ninguna parte del trigo es una harina oscura con alto contenido de fibra.

2.3.3 Harina Mejorada: Harinas cuyas características físicas, fermentativas se modifican y complementan químicamente para mejorar su calidad industrial.

2.3.4 Harina Enriquecida: Aquella a la que se le añade alguna sustancia (proteína, vitaminas, minerales o ácidos grasos) que eleva su valor nutritivo, con el fin de transferir esta cualidad a los productos con ella elaborados.

2.3.5 Harina de gluten: Se extrae industrialmente del grano de trigo, está compuesta por gluten seco y se emplea como mejorador para enriquecer una harina pobre en gluten.

2.3.6 Harina de avena: La Harina de Avena proviene de uno de los cereales más completos. Es rica en proteínas, hidratos de carbono, vitaminas, minerales, oligoelementos y grasas. Es una excelente fuente de energía y calor, mejora la salud y es muy nutritiva. En panadería se la utiliza para obtener pan con rica miga y sabor fuerte pero siempre mezclado con harina de trigo integral por carecer de gluten.

Cuadro. N°: 06

Relación nutricional de la avena con otros productos

Componente (%)	Avena	Trigo	Maíz	Arroz	Quinoa
Proteína	12.30	11.43	12.28	10.25	13.00
Grasa	5.60	2.08	4.30	0.16	6.70
Fibra	8.70	3.65	1.68	-	3.45
Cenizas	2.60	1.46	1.49	0.60	3.06
Calcio	-	0.05	0.01	-	0.12
Fósforo	-	0.42	0.30	0.10	0.36
Hidratos de carbono	60.00	71.00	70.00	78.00	71.00

Fuente: www.geocities.com/cabanapuno/avena

2.4 Bebidas

Bebida es cualquier líquido que se ingiere y aunque la bebida por excelencia es el agua, el término se refiere a las bebidas alcohólicas, las bebidas gaseosas y otras. Las infusiones también son un ejemplo de uso masivo de bebidas

2.4.1 Tipos de bebidas

A pesar de que todas las bebidas hidratan, algunas también aportan nutrientes importantes que su cuerpo necesita. Algunas tienen propiedades relajantes, otras energizantes, o simplemente satisfacen el deseo natural de lo dulce, con calorías o sin ellas. Otras contribuyen a un mejor desempeño. Y algunas pueden incluso ayudar a controlar cuestiones de salud.¹³

2.4.1.1 Bebida nutricional

Se conoce como bebida nutricional aquella que aporta al organismo con nutrientes esenciales formado así el complemento básico para la adecuada alimentación. Las Bebidas nutritivas suelen ser muy altos en azúcar, para ayudar a reemplazar la energía perdida después de los deportes vigorosos, y puede contener algunos micronutrientes añadido (vitaminas y minerales).

Fig. N°: 03

Bebida en polvo nutricional



Fuente:<http://estebansalud.blogspot.com/2007/11/bebida-nutricional.html>

Su fórmula especial contiene una mezcla exclusiva de ingredientes naturales que incluyen proteínas, hidratos de carbono, vitaminas, minerales y hierbas. Delicioso alimento en polvo que se reconstituye con cualquier tipo de líquido (agua, jugo, yogurt o leche descremada).

¹³http://www.thebeverageinstitute.com/es/nutrition/types_of_beverages.shtml

2.4.1.1.1 Composición nutricional básica de las bebidas refrescantes

La gran diversidad de tipos de bebidas refrescantes hace que sea difícil citar ingredientes con valor nutritivo comunes a todas ellas. Las bebidas refrescantes suelen llevar zumos de frutas, extractos vegetales, sustancias aromáticas, etc., que proporcionan el gusto y el aroma de la bebida. “En las bebidas estudiadas el componente nutricional básico son los carbohidratos, en las bebidas refrescantes de zumo de frutas su contenido medio está en 21 gr/100gr y las aromatizadas en 9 g/100g, el contenido de materia grasa y proteínas en estas bebidas es poco significativo”¹⁴

2.4.1.1.2 Jugos de fruta

Los jugos de frutas (por lo general ricos en vitamina C), libre de grasa de la leche (rica en calcio), o batidos (por lo general contienen una combinación de jugo de vegetales / frutas y yogur).

2.4.1.2 Bebidas gaseosas

Las bebidas tienen prácticamente nulo valor nutricional. Las calorías que aportan los refrescos son "vacías", que quiere decir que no nutren al organismo.

2.4.1.3 Leche y bebidas a base de leche

La leche se puede obtener en diferentes variedades, como entera, baja en contenido graso (al 2% y 1%), descremada, con sabor, en polvo, sin lactosa, evaporada, condensada y en suero. La leche es una excelente fuente de calcio y de otros nutrientes esenciales, como la vitamina D, el potasio, la vitamina B12, la riboflavina, el fósforo y la proteína.¹⁵

¹⁴ <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=89604>

¹⁵ http://www.thebeverageinstitute.com/es/nutrition/tob_milk_and_dairy.shtml+

2.4.1.4 Bebidas carbonatadas

Las bebidas carbonatadas contienen saborizantes, edulcorantes y otros ingredientes. Según el edulcorante que se utilice, las bebidas carbonatadas pueden o no contener calorías. Además, pueden ser comunes, de bajas calorías, con un 50% menos de calorías, saborizadas, con cafeína o descafeinadas. El agregado de dióxido de carbono a presión brinda a las bebidas carbonatadas sus chispas y burbujas características.. Estas burbujas intensifican el sabor de las bebidas.¹⁶

Fig. N°: 04
Bebida carbonatada



Fuente:http://www.thebeverageinstitute.com/es/nutrition/tob_soft_drinks.shtml

2.4.1.5 Bebidas deportivas

Fig. N°: 05
Bebida deportiva



Fuente:http://www.thebeverageinstitute.com/es/nutrition/tob_sports_beverages.shtml

Las bebidas deportivas comunes contienen carbohidratos que producen energía y electrolitos, como el sodio, el potasio y el cloruro. “La mayoría de las bebidas deportivas

¹⁶http://www.thebeverageinstitute.com/es/nutrition/tob_soft_drinks.shtml

incluyen fórmulas que proporcionan las cantidades recomendadas de energía para respaldar un desempeño óptimo durante una actividad física prolongada y para ayudar a mantener el equilibrio de líquidos al reemplazar los electrolitos perdidos a través de la transpiración”¹⁷.

2.4.1.6 Bebidas alcohólicas

El contenido de nutrientes en las bebidas alcohólicas depende en gran medida de la variedad del alcohol. Todas las bebidas alcohólicas proporcionan calorías a partir del alcohol y los carbohidratos. La cerveza también aporta una pequeña cantidad de proteínas, potasio y fósforo, mientras que las bebidas destiladas de alta graduación alcohólica pueden contener escasas vitaminas y minerales.

Fig. N°: 06
Bebida Alcohólica



Fuente:http://www.thebeverageinstitute.com/es/nutrition/tob_alcoholic_beverages.shtml

2.4.1.7 Bebidas hidratantes

Las bebidas hidratantes o isotónicas están destinadas a dar energía y reponer las pérdidas de agua y sales minerales tras esfuerzos físicos de más de una hora de duración, para mantener el equilibrio metabólico suministrando fuentes de energía y rápida absorción.

Fig. N°: 07
Bebida hidratante



Fuente:<http://hidratacion.galeon.com/productos477808.html>

¹⁷http://www.thebeverageinstitute.com/es/nutrition/tob_sports_beverages.shtml

2.4.2 Clasificación de las bebidas

Nivel 1. Agua potable

Nivel 2. Leche semi- (1%) y descremada y bebidas de soya sin azúcar adicionada

Nivel 3. Café y té sin azúcar

Nivel 4. Bebidas no calóricas con edulcorantes artificiales

Nivel 5. Bebidas con alto valor calórico y beneficios en salud limitados: Jugos de fruta, leche entera, bebidas alcohólicas, bebidas deportivas

Nivel 6. Bebidas con azúcares y bajo contenido de nutrimentos (refrescos y otras bebidas con azúcar adicionada como jugos, aguas frescas y café)

2.4.3 Funciones de las bebidas

1. Boca y garganta: El contacto con las papilas gustativas envía un impulso al cerebro para demandar más líquido y preparar al cuerpo para asimilar mejor los nutrientes y líquidos.
2. Cerebro: Las bebidas ayudan a llevar glucosa al cerebro, con el fin de almacenar energía para la actividad cerebral.
3. Músculos: Mantenerse hidratado ayuda a que la sangre siga fluyendo por los músculos, al sacar el calor del cuerpo y al permitir que los carbohidratos (de las bebidas) se asimilen y puedan actuar como combustibles.
4. Estomago e intestinos: al llegar los nutrientes al estomago al mismo tiempo que el líquido la bebida isotónica entra a los intestinos y hace que aumente la velocidad con que se absorben los carbohidratos y electrolitos en el cuerpo.

2.5 Operaciones unitarias

2.5.1 Secado

Desde la antigüedad el ser humano ha utilizado el secado como una de las técnicas de conservación de alimentos más comunes y sencillas, por tal motivo han pasado cientos de siglos y esta técnica sigue siendo utilizada y esto gracias a su eficacia. “El secado es un

proceso en el cual se elimina la humedad de un producto alimentario para reforzar su estabilidad, transportabilidad, sabor y textura”¹⁸

“El propósito principal de la deshidratación es prolongar la durabilidad del producto final. El objetivo principal es reducir el contenido de humedad del producto a un nivel que limite el crecimiento microbiano y las reacciones químicas. El aire caliente es usado en muchas operaciones de secado, por lo que los secadores de aire caliente han estado por muchos años alrededor del mundo”¹⁹

2.5.1.1 Velocidad de Secado

2.5.1.1.1 Secado a velocidad constante

A velocidad constante siempre existe humedad en la superficie del material que se está secando. El agua dentro de este material es capaz de difundirse a la superficie a una velocidad mayor que a la velocidad a la cual deja la superficie. Esta velocidad se calcula por la siguiente fórmula:

$$M_{evap} = \frac{hA(T_{\infty} - T_s)}{h_{fg}}$$

Donde

M_{evap} = velocidad de secado o de evaporación, kg/s

h = coeficiente de transferencia de calor por convección, Kw/m²°C.

A = área disponible para la transferencia de calor, m².

T_{∞} = temperatura de la corriente de aire, °C

T_s = temperatura de la superficie, °C

h_{fg} = calor latente de vaporización evaluado a T_s , KJ/kg.

¹⁸ LOMAS, Esteban María del Carmen << Introducción al cálculo de los procesos tecnológicos de los alimentos >> Edit. Acribia, 2002

¹⁹ Cánovas, Barbosa G., Dehydration of foods, Chapman and Hall. 1996. 1ª edición

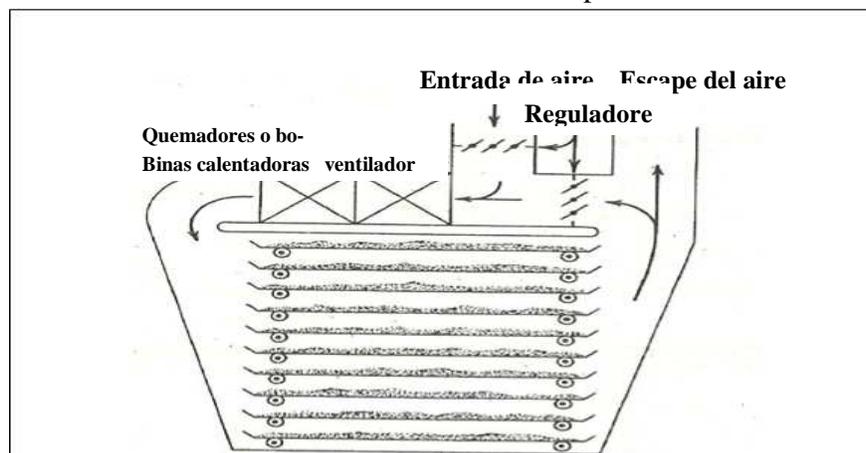
2.5.1.1.2 Secado a velocidad decreciente

El periodo de velocidad decreciente principia cuando el agua que está en el interior del material por secar ya no se puede difundir a la superficie a una velocidad suficientemente rápida para conservar toda la superficie saturada con humedad.

2.5.1.2 Secadores de platos

Fig. N°:08

Ilustración de un secador de platos



Fuente: Batty, J.C &Folkman Steven: FUNDAMENTOS DE LA INGENIERÍA DE ALIMENTOS, Primera Edición, Compañía Editorial Continental S.A., México, 1990

“El producto es colocado en las bandejas mientras el aire es calentado por combustión directa de un combustible a estos secadores se les adiciona reguladores para regular el aire que entra y sale del secador y de esta manera regular la humedad dentro del secador.”²⁰

Considérese el sistema secador que se ilustra en la Fig. N°:08 Un balance de energía para este sistema da:

$$Q = M_{pe} C_{pe} (T_{pe} - T_{pi}) + M_a (C_a (T_{ae} - T_{ai}) + w_{ai} (h_{ve} - h_{vi})) + M_{evap} (h_{ve} - h_{li}) + Q_{perdido} \quad 21$$

En donde

²⁰Batty, J.C &Folkman Steven: FUNDAMENTOS DE LA INGENIERÍA DE ALIMENTOS, Primera Edición, Compañía Editorial Continental S.A., México, 1990

²¹ Batty, J.C &Folkman Steven: FUNDAMENTOS DE LA INGENIERÍA DE ALIMENTOS, Primera Edición, Compañía Editorial Continental S.A., México, 1990

Q = transferencia de calor que se necesita

M_{pe} = velocidad de flujo de la masa del producto que sale del sistema

C_{pe} = calor específico del producto a la salida

T_{pe} = temperatura del producto a la salida

T_{pi} = temperatura del producto a la entrada

M_a = velocidad de flujo de masa del aire seco a la entrada del secador

C_a = calor específico a presión constante del aire seco

T_{ae} = temperatura del aire a la salida

T_{ai} = temperatura del aire a la entrada

w_{ai} = humedad absoluta del aire que entra al secador

h_{ve} = entalpía del vapor de agua en la salida del aire

h_{vi} = entalpía del vapor de agua en la entrada del aire

M_{evap} = velocidad de evaporación dentro del secador

h_{li} = entalpía del agua líquida en la entrada del producto

$Q_{perdido}$ = pérdida del calor a través de las paredes por fuga del aire

$$Q = U * A * \Delta T \quad 22$$

En donde:

Q = Velocidad de transmisión de calor, las unidades son W o BTU.

U = Coeficiente de transferencia de Calor global entre la fuente calorífica y la superficie, la unidad es $W/m^2 \text{ } ^\circ C$.

A = Es el área de transferencia de calor, las unidades son m^2 o pie^2 .

ΔT = Es la diferencia de temperaturas, las unidades son $^\circ C$ o $^\circ F$.

²² Batty, J.C & Folkman Steven: FUNDAMENTOS DE LA INGENIERÍA DE ALIMENTOS, Primera Edición, Compañía Editorial Continental S.A., México, 1990

2.5.1.3 Mecanismos de transferencia de calor

El tema de transferencia de calor se refiere a cómo se puede lograr un calentamiento o un enfriamiento. “Los problemas de transferencia de calor se pueden poner en dos categorías. Transferencia de calor en estado estacionario significa en la cual las propiedades del sistema no cambian con el tiempo, y transferencia de calor transitoria denota una situación donde las propiedades cambian con el tiempo”²³ El calor se puede transmitir por conducción, convección y radiación, aunque existen casos en que estos procesos pueden tener lugar simultáneamente

$$Q = A \times U \times \Delta T$$

Dónde:

A=es el área de transferencia de calor en m² o pie²;

U = Coeficiente de transferencia de calor global en $W/m^2 \cdot K$

ΔT = es la diferencia de temperatura en °C o °F; y el calor esta en W o BTU.

2.5.1.3.1 Coeficiente global de transferencia de calor

La transferencia de calor comúnmente se encuentra en el procesamiento de alimentos que implica un proceso con múltiples etapas en el cual el calor transmite por convección, en parte de un fluido a la superficie de una pared sólida, después es conducido desde la superficie de la pared hacia otro fluido.

La obtención de coeficiente global de transferencia de calor se puede obtener a partir de la ecuación de calor:

$$Q/A = h (T_s - T_{\infty})$$

De donde:

Q/A= Flujo de calor, las unidades son W/m² o BTU/h.pie².

h = Coeficiente de transferencia de calor, las unidades son W/m².°C,BTU/h. pie²°F.

T_s = Temperatura de la superficie.

T_∞= Temperatura de corriente libre.

²³Batty, J.C &Folkman Steven: FUNDAMENTOS DE LA INGENIERÍA DE ALIMENTOS, Primera Edición, Compañía Editorial Continental S.A., México, 1990

“El coeficiente de transferencia de calor h , depende de varios parámetros del fluido que incluyen conductividad, densidad, viscosidad y velocidad del fluido, nivel de turbulencia y posición en la superficie.”²⁴

2.5.1.3.2 Calor específico

“Es la cantidad de energía térmica, (calor) que se necesita para aumentar un grado a la temperatura de una sustancia por unidad de masa.”²⁵ Se mide en KJ/Kg °C.

Su ecuación es:

$$C_p = \frac{Q}{m * \Delta T}$$

El calor específico se puede obtener de una variedad de tablas, pero también se puede calcular por medio de infinitas ecuaciones empíricas.

2.5.1.3.3 Conductividad térmica

“Es la velocidad con la que el calor se trasmite a través de la unidad de espesor de un material cuando entre sus extremos existe una unidad de gradiente de temperatura”²⁶.

Se mide en J/m .s .°C o Kcal/m . h .°C. Se representa con la letra k y si k es alta significa que el cuerpo ofrece poca resistencia al paso de calor y viceversa.

2.5.2 Molienda

“La molienda, maneja materiales de medianos tamaños y produce trozos entre 0.5 mm hasta 3 centímetros, es de amplia utilización en la industria de alimentos, especialmente en cereales y productos secos de origen vegetal”²⁷. Luego debe ser acondicionado, en caso sea necesario, para que tenga la humedad adecuada para la molienda.

²⁴Batty, J.C &Folkman Steven: FUNDAMENTOS DE LA INGENIERÍA DE ALIMENTOS, Primera Edición, Compañía Editorial Continental S.A., México, 1990

²⁵Lomas, Esteban María del Carmen << Introducción al cálculo de los procesos tecnológicos de los alimentos >> Edit. Acribia, 2002

²⁶Lomas, Esteban María del Carmen << Introducción al cálculo de los procesos tecnológicos de los alimentos >> Edit. Acribia, 2002

²⁷FONSECA, Vigoya Víctor Jairo. Operaciones en la Industria de alimentos II. Bogotá

“En la molienda entran en juego tres fuerzas: la fricción por abrasión o cortadura (segado) y el impacto (al golpear el grano con un martillo), y la compresión (prensando el grano). No todos los granos se muelen de la misma manera. Algunos equipos resultan más efectivos para ciertas clases de grano.”²⁸

2.5.2.1 Molinos de discos

El molino está diseñado para hacer la molienda gruesa de los cereales y productos parecidos. “Los discos tienen en su superficie un material fuerte corrugado y la distancia entre los discos se puede variar y en sí se puede controlar el grado de molienda del material. El control de la distancia se puede realizar manual o automáticamente.”²⁹ Tiene un diseño compacto y un consumo menor de energía lo que implica menores costos de instalación y mantenimiento del molino. Es más fácil mantener limpio en su lugar. Viene con motor de 15 o de 22 KW. La capacidad nominal es de 5 t/h pero puede cambiar según la materia que entra y el grado de molienda. Llamados también molinos de platos, consiste en dos discos generalmente de diámetro entre 102 y 1524 mm. que se frotan uno al otro. Los discos pueden estar en posición vertical u horizontal, el más común son los discos verticales. Un disco generalmente se mueve y el otro está fijo.

Fig. N°:09
Molino de discos



Fuente:<http://www.elprisma.com/apuntes/agronomia/manejodegranosbasicos/default4.asp>

²⁸http://concope.gov.ec/Ecuaterritorial/paginas/Apoyo_Agro/Tecnologia_innovacion/Agroi ndustrial/pcereal/pagweb.htm

²⁹ <http://www.los-seibos.com/paginas/molinodiscoharina.html>

2.5.3 Tamizado

“El **tamizado** es un proceso físico, con el objeto de separar la materia en sus distintos tamaños. Se realiza con una herramienta denominada tamiz, puede ser simplemente una red, o un proceso industrial”³⁰

Fig. N°: 10
Tamiz



Fuente:<http://nelsoncobba.blogspot.com/2008/04/tamizado.html>

2.5.3.1 Equipos industriales para el tamizado

2.5.3.1.1 Tamices fijos.- Se construyen con placas metálicas perforadas, así como también con tejidos metálicos que suelen disponerse en ángulo hasta de 60° sexagesimales con la horizontal. Estos tamices se usan en las operaciones intermitentes de pequeña escala, tales como el cribado de la arena, grava o carbón, para lo cual se proyecta el material sobre el tamiz.

2.5.3.1.2 Tamices vibratorios.- Se utilizan para grandes capacidades. El movimiento vibratorio se le comunica al tamiz por medio de levas, con una excéntrica y un volante desequilibrado, o mediante un electroimán. El tamiz puede poseer una sola superficie tamizante o llevar dos o tres tamices en serie.

2.5.3.1.3 Tamices de vaivén

Se propulsan mediante una excéntrica montada en el lado de la alimentación. El movimiento varía desde el giratorio de casi 50 mm de diámetro, en el extremo de alimentación, hasta 1 de vaivén en el extremo o de descarga. Este equipo está muy

³⁰<http://ceramica.wikia.com/wiki/Tamizado>

generalizado se usa mucho para el tamizado de productos químicos secos hasta el tamaño correspondiente a casi 30 mallas.

Fig. N°: 11

Tamiz



Fuente: <http://nelsoncobba.blogspot.com/2008/04/tamizado.html>

2.5.3.2 Granulometría

Se denomina clasificación granulométrica o granulometría, a la medición que se lleva a cabo de los granos que se separan por tamaños, así como de los suelos, con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas, y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica.

2.5.3.2.1 Método de determinación granulométrico

El método de determinación granulométrico más sencillo es hacer pasar las partículas por una serie de mallas de distintos anchos de entramado (a modo de coladores) que actúen como filtros de los granos que se llama comúnmente columna de tamices.

2.5.4 Mezclado

Una vez que se ha realizado las operaciones del secado y tamizado se procede a realizar el mezclado de las harinas para la preparación de la bebida. Por lo que el mezclado es el proceso en el cual los ingredientes se ponen en contacto, de tal forma que al final se obtenga un producto de calidad.

2.6 Diseño Experimental

El diseño experimental proporciona los principios del diseño, manejo y análisis de experimentos y elementos para el desenvolvimiento de la investigación científica. “En, si el Diseño Experimental, apegado al método científico, constituye un conjunto de técnicas y normas, para el planteamiento y conducción de la investigación, así como para los análisis e interpretación de los resultados experimentales.”³¹

2.6.1 Diseño de Bloques Completamente al Azar – DBCA

EL DBCA es el más común de todas las investigaciones, se lo utiliza en más del 90% de las mismas. Cuando las unidades experimentales no son homogéneas la variación entre éstas puede enmascarar los verdaderos efectos de los tratamientos ,En estos casos debe utilizarse el modelo conocido como bloques Completos al Azar o ANOVA 2. Se dice que las unidades experimentales no son homogéneas cuando estas no pueden reaccionar o responder a un tratamiento de la misma manera.

2.6.1.1 Esquema del ANOVA

Cuadro. N°: 07

Esquema del ANOVA del DBCA

F d V	g,l
TOTAL	rt-1
BLOQUES	r-1
TRATAMIENTOS	t-1
ERROR E. ^a	Dif. ^b

Fuente: SÁNCHEZ, Otero Julio “Introducción al Diseño Experimental” Impreso en Ecuador 2006.

a Residuo o discrepancia

b Los g,l del error también pueden calcularse como $(r-1)(t-1)$

³¹ SÁNCHEZ, Otero Julio “Introducción al Diseño Experimental” Impreso en Ecuador 2006.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 Aspectos metodológicos del estudio

3.1.1 Ubicación

La presente investigación se realizará en la Provincia Santo Domingo de los Tsachilas, Cantón Santo Domingo de los Colorados, en las instalaciones de la Universidad Tecnológica Equinoccial Campus Arturo Ruíz Mora.

3.1.2 Tipo de investigación

El tipo y nivel de investigación es EXPERIMENTAL – RELACIONAL – NO OBSERVACIONAL.

3.1.2.1 Experimental.- Se aplicará diferentes pruebas que permitirán aceptar, rechazar o modificar las hipótesis teóricas que se plantean para lograr el objetivo deseado. Además es una investigación experimental debido a que se probará varios porcentajes de harina de guayaba y avena para posteriormente analizar en la bebida su composición nutricional.

3.1.2.2 Relacional.- Se determinará relaciones de causa-efecto entre las variables que se plantean. Se empleará este tipo de investigación ya que para la formulación de la bebida existe una relación entre los porcentajes de la harina de guayaba, avena y el estabilizante con los resultados nutricionales y organolépticos obtenidos de la bebida.

3.1.2.3 No observacional.- Ya que se trabajará sobre las variables para obtener diferentes resultados. Se empleará este tipo de investigación No Observacional, debido a que se modificaran las variables independientes tales como harina de guayaba, avena y estabilizante hasta obtener una bebida nutricional instantánea y de gran aceptabilidad en la comunidad.

3.1.3 Métodos de investigación

Esta investigación requiere de métodos empíricos y teóricos para alcanzar los objetivos deseados los cuales son los siguientes.

3.1.3.1 Método inductivo.- debido a que se inicia con la observación del problema con la finalidad de dar solución al mismo realizando una amplia investigación. Se caracteriza por utilizar la inducción como el procedimiento metodológico fundamental y el experimento como punto de partida para la elaboración de la teoría explicativa del fenómeno.

3.1.3.2 Método analítico.- el cual nos permite analizar diferentes parámetros para llegar al objetivo final y de esta manera obtener un producto de calidad. Tiene la finalidad fundamental de examinar en profundidad las características internas del objeto de estudio. Para lograr este propósito se necesita definir y describir adecuadamente el problema que se va a analizar.

3.1.3.3 Método estadístico.- debido a que la investigación requiere de aplicar métodos que permitan cuantificar mis resultados mediante un análisis, usando un diseño experimental.

3.1.3.4 Método de laboratorio.- por este método se realizan todos los análisis a nivel del laboratorio.

3.1.3.5 Experimental.- Para analizar y probar de manera práctica las variables planteadas. Sigue los procedimientos metodológicos de la inducción pues parte del experimento para llegar a la formulación de una teoría interpretativa general.

3.1.4 Técnicas e instrumentos de investigación

Se aplicará algunas técnicas de investigación tales como:

- ✓ Encuestas
- ✓ Recopilación de información en internet, consulta a expertos.
- ✓ Revisión de documento, libros y folletos.

3.2 Variables

3.2.1 Variables para la obtención de harina de guayaba

Variable independiente

- Tiempo de secado
- Temperatura de secado
- Variedad

Variables dependientes

1. Características bromatológicas de la materia prima
 - % Humedad.
 - % Grasa
 - % Proteína
 - % Fibra
 - % Ceniza
2. Harina de calidad
 - % Proteína
 - % Fibra
 - Minerales

3.2.2 Variables para la preparación de la mezcla a base de harina de guayaba y avena

Variable independiente

1. % de harina de guayaba
2. % de harina de avena
3. % estabilizante

Variable dependiente

1. Composición nutricional
 - % Proteína
 - % Grasa
 - % Fibra
 - % Carbohidratos
 - % Ceniza

2. Contenido de Minerales
3. Aceptabilidad

3.5 Tratamiento de los datos

Los datos obtenidos serán analizados en forma cualitativa y cuantitativa los mismos que serán tabulados y representados en graficas estadísticas para su mejor comprensión.

3.3.1 Obtención de harina de guayaba

- **FACTOR A: Temperatura y tiempo**

A1 = 70 °C * 6 hrs.

A2 = 80 °C * 4 hrs.

A3 = 90 °C *3 hrs.

- **FACTOR B: Variedades**

B1 = Guayaba rosada

B2 = Guayaba blanca

TRATAMIENTOS

1. **A1B1** (70°C x 6 horas) guayaba rosada
2. **A1B2** (70°C x 6 horas) guayaba blanca
3. **A2B1** (80°C x 4 horas) guayaba rosada
4. **A2B2** (80°C x 4 horas) guayaba blanca
5. **A3B1** (90°C x 3 horas) guayaba rosada
6. **A3B2** (90°C x 3 horas) guayaba blanca

Total de tratamientos: 6

Repeticiones: 3

Diseño experimental: Se aplicará un diseño experimental A x B en arreglo factorial 3 x 3 implementando en un DBCA (Diseño de bloques completamente al azar) con tres repeticiones

Prueba de Significación: Prueba de Tukey con el 5%

Cuadro. No: 08
Esquema del ADEVA

Fuente de variación	Grado de libertad
Total	17
Tratamientos	5
Repeticiones	2
A	2
B	2
A x B	4
Error experimental	10

Fuente: Moreno, Luis/UTE/2010

3.3.2 Preparación de la mezcla a base de harina de guayaba y avena

- **FACTOR A: harina de guayaba y + harina de avena**

A1 = 50 %Hna. Guayaba+50% Hna. Avena

A2 = 70 %Hna. Guayaba+30%Hna.Avena

A3 = 90 %Hna.guayaba+10%Hna. Avena

- **FACTOR B: Estabilizante (CMC)+ Azúcar**

B1 = 0.05 % + 9% Azúcar

B2 = 0.10 % + 9% Azúcar

B3 = 0.15 % + 9% Azúcar

TRATAMIENTOS:

A1B1 (50 %Hna. Guayaba+50% Hna. Avena + 0.05% Estabilizante + 9% Azúcar)

A1B2 (50 %Hna. Guayaba+50% Hna. Avena + 0.10% Estabilizante + 9% Azúcar)

A1B3 (50 %Hna. Guayaba+50% Hna. Avena + 0.15% Estabilizante + 9% Azúcar)

A2B1 (70 %Hna. Guayaba+30% Hna. Avena + 0.05% Estabilizante + 9% Azúcar)

A2B2 (70% Hna. Guayaba+30% Hna. Avena + 0.10% Estabilizante + 9% Azúcar)

A2B3 (70 %Hna. Guayaba+30% Hna. Avena + 0.15% Estabilizante + 9% Azúcar)

A3B1 (90 %Hna. Guayaba+10% Hna. Avena + 0.05% Estabilizante + 9% Azúcar)

A3B2 (90 %Hna. Guayaba+10% Hna. Avena + 0.10% Estabilizante + 9% Azúcar)

A3B3 (90 %Hna. Guayaba+10% Hna. Avena + 0.15% Estabilizante + 9% Azúcar)

Total de tratamientos: 9

Repeticiones: 3

Diseño experimental: Se aplicará un diseño experimental A x B en arreglo factorial 3 x 3 implementando en un DBCA (Diseño de bloques completamente al azar) con tres repeticiones

Prueba de Significación: Prueba de Tukey con el 5%

Cuadro. No: 09
Esquema del ADEVA

Fuente de variación	Grado de libertad
Total	26
Tratamientos	8
Repeticiones	2
A	2
B	2
A x B	4
Error experimental	16

Fuente: Moreno, Luis/UTE/2010

3.4 Materiales, equipos y materia prima

3.4.1 Materiales

- ✓ Bandejas
- ✓ Cuchillos
- ✓ Vasos d precipitación
- ✓ Capsulas
- ✓ Papel filtro
- ✓ Papel aluminio
- ✓ Algodón
- ✓ Matraces
- ✓ Pipetas
- ✓ Probetas

3.4.2 Equipos

- ✓ Estufa
- ✓ Balanza analítica
- ✓ Equipo de digestión
- ✓ Equipo de titulación
- ✓ Soxhlet
- ✓ Mufla
- ✓ Espectrofotómetro colorímetro
- ✓ Espectrofotómetro de absorción atómica
- ✓ Molino

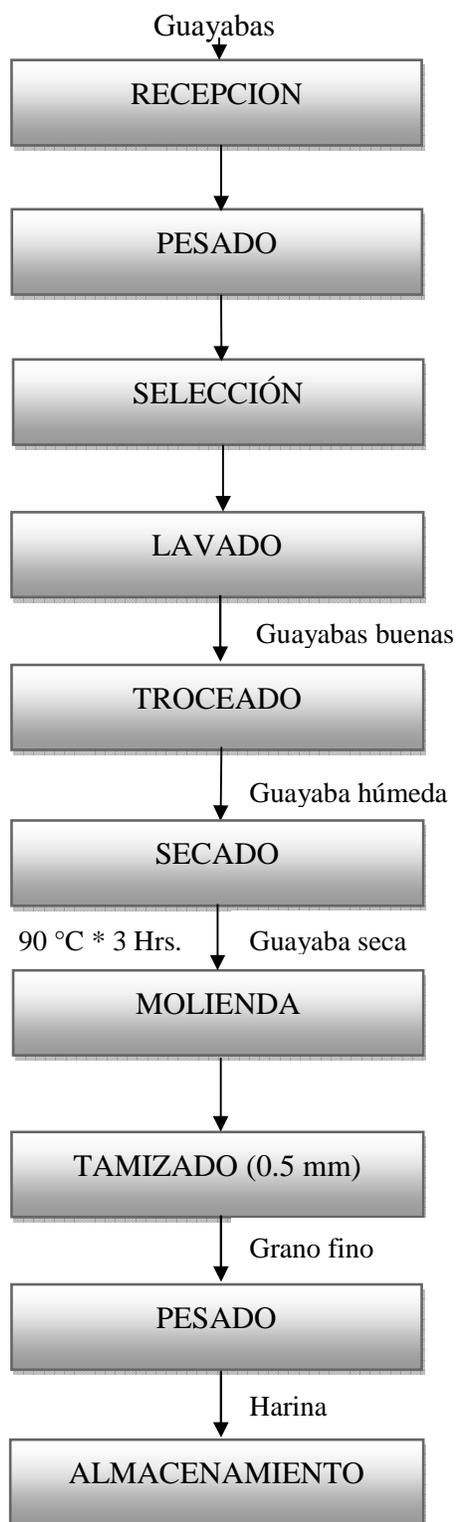
3.4.3 Materia prima

- ✓ Guayaba
- ✓ Avena

3.5 Obtención de harina de guayaba a nivel de laboratorio

La harina de guayaba es un producto muy bueno por su composición nutricional y se obtiene mediante el secado de la fruta, luego pasa por una molienda y un tamizado. Obtenida la harina se mezcla con la harina de avena para la elaboración de la bebida nutricional instantánea.

3.5.1 Diagrama de flujo cualitativo para la obtención de harina de guayaba



3.5.1. 1 Recepción.- La línea de producción comienza con la recepción de la fruta en cajas de madera, en las que se debe tomar en cuenta ciertas características tales como: color, textura, °Brix etc.

Además es importante realizar un control de calidad químico, como consta en el cuadro N° 10

Cuadro. No: 10
Composición química de la guayaba

N° Muestra	IDENTIFIC.	HUMEDAD	CENIZA	GRASA	PROTEINA	FIBRA	E.L.N.N	VALOR CALORICO /ENERGIA
A3B1	Guayaba rosada	%	%	%	%	%	%	KILO CAL/100gr
		**	5,89	13,86	8,6	20,79	50,86	** BASE SECA
		76,54	1,38	3,25	2,02	4,88	11,93	56,84

Fuente: Moreno, Luis; Lab. Química UTE/2010

3.5.1.2 Pesado.- Se pesa la materia prima para poder realizar el balance de masa, como también para calcular el rendimiento de la fruta.

3.5.1.3 Selección.- Se realizar la selección con el objeto de desechar aquellos frutos que no satisfacen el control de calidad por haber sido deteriorados en el transporte o por no estar en su estado óptimo de procesamiento.

Para esta operación se instalan mesas de trabajo las cuales transportan la fruta seleccionada al sistema de lavado

3.5.1.4 Lavado.- Es aquella operación unitaria en la que la fruta se libera de sustancias diversas que lo contaminan, dejando su superficie en condiciones para su procesamiento posterior, esto ayuda a mejorar la salud del consumidor debido a que se elimina suelos, material extraño (residuos de pesticidas) y reducir la carga microbiana que se encuentra presente de forma natural en los alimentos. Para esta operación se utiliza agua clorada al 0.1%.

3.5.1.5 Troceado.- Es la operación que nos permite reducir el tiempo de secado ya que la superficie que se pone en contacto con el aire caliente es una pequeña capa de guayaba.

3.5.1.6 Secado.- Consiste en eliminar parte del agua presente en la fruta en un secador con aire caliente forzado para poder moler y obtener la harina. Operación que permite bajar el contenido de humedad hasta un 10%. La actividad acuosa está relacionada con el contenido de humedad de la harina ya que cada microorganismo posee un valor de a_w límite aproximado para su proliferación, debajo del cual se encuentra inhibido y por sobre dicho valor se efectúa una proliferación, en general, a mayor velocidad cuando mayor sea el valor de a_w . Dichos valores de inhibición de la proliferación de microorganismos, podemos mencionar que para bacterias se encuentra entre 0,85-0,90 de a_w , para levaduras 0,88 de a_w , para hongos 0,80 de a_w y para mohos 0,70 de a_w aproximadamente, tomando 0,60 como límite absoluto para el crecimiento microbiano.

Cuadro. No: 11
Temperatura y tiempo

Tiempo (hrs)	Temperatura (°C)
6	70
4	80
3	90

Fuente: Moreno, Luis; Pruebas Experimentales/UTE/2010

3.5.1.7 Molienda.- Se realizar colocando directamente la guayaba seca en la tolva del molino La molienda tiene la finalidad de convertir la fruta seca en harina. Se utiliza un molino de discos el cual nos permite obtener una granulometría de 1 a 0.5 mm.

3.5.1.8 Tamizado.- Se procede a realizar el tamizado para obtener una harina más fina y homogénea, sin grumos. Este proceso se realiza en tamices de diferentes medidas. Se emplea principalmente tamices de 0.5 mm para la obtener la granulometría optima de la harina.

3.5.1.9 Pesado.- Con la finalidad de determinar el rendimiento de la fruta para la obtención de la harina.

3.5.1.10 Almacenado.- Se realizar el almacenado en un lugar seco y fresco en fundas plásticas herméticamente cerradas para conservar sus propiedades organolépticas

3.5.2 Control de calidad de la harina de guayaba

3.5.2.1 Análisis bromatológicos

Se realizo análisis bromatológicos a la harina de guayaba y estos son los resultados.

Cuadro. No: 12

Análisis Bromatológico de la harina de guayaba

N° Muestra	IDENTIFIC.	HUMEDA D	CENIZA	GRASA	PROTEINA	FIBRA	E.L.N.N	VALOR CALORICO /ENERGIA
A3B1	Hna. Guayaba rosada	%	%	%	%	%	%	KILO CAL/100g r
		**	5,89	9,24	8,6	20,79	55,48	** BASE SECA
		10,97	5,24	8,23	7,66	18,51	49,39	178,70

Fuente: Moreno, Luis; Lab. Química UTE/2010

Cuadro. No: 13

Minerales de la harina de guayaba

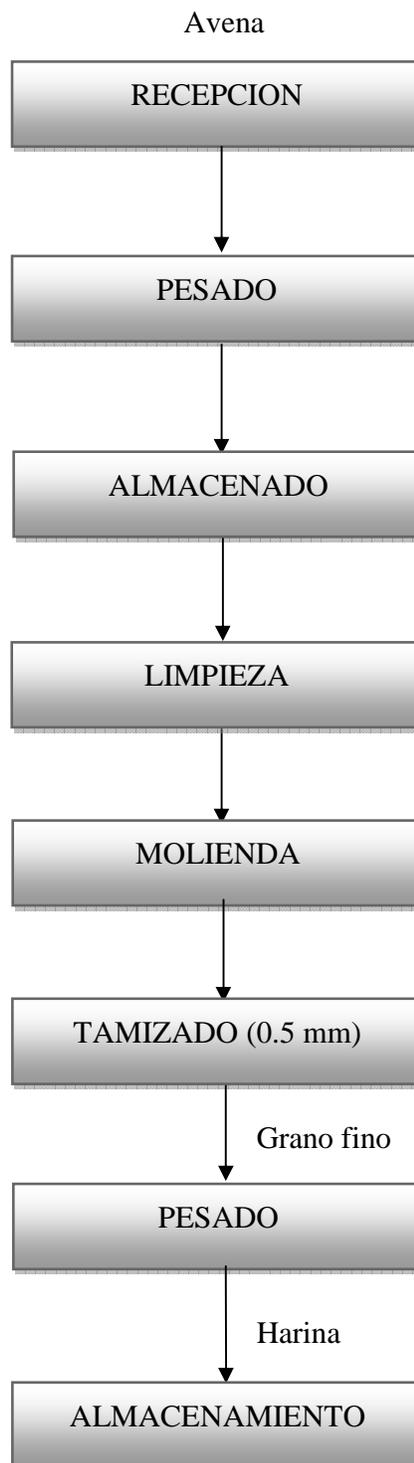
MINERALES								
	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Zn	Mn
IDENTIFIC.	%	%	%	%	Ppm	ppm	Ppm	ppm
Hna. Guayaba rosada	0,82	0,08	0,12	0,04	24	66,5	18	11

Fuente: Moreno, Luis; Lab. Química UTE/2010

3.6 Obtención de harina de avena a nivel de laboratorio

La harina de avena es un subproducto del grano de avena el cual se obtiene a partir de la selección y molienda de la avena y finalmente un tamizado para obtener una harina homogénea y de calidad.

3.6.1 Diagrama de flujo cualitativo para la obtención de harina de avena



3.6.1.1 Recepción de materia prima.- La línea de procesamiento comienza con la recepción del cereal en silos de almacenamiento. La avena en hojuelas debe cumplir con ciertas características tales como estar libres de cualquier sustancia extraña e indicar frescura de la avena.

3.6.1.2 Pesado.- Para conocer cuánto ingresa a la planta y poder realizar el balance de masa.

Cuadro. No: 14
Composición química de la avena

RESULTADOS BROMATOLOGICOS DE LA AVENA							
	HUMEDAD	CENIZA	GRASA	PROTEINA	FIBRA	E.L.N.N	VALOR CALORICO /ENERGIA
IDENTIFIC.	%	%	%	%	%	%	KILO CAL/100gr
Avena	**	1,29	6,84	14,44	15,86	61,57	** BASE SECA
	0,32	1,29	6,82	14,39	15,81	61,37	182,18

Fuente: Moreno, Luis; Lab. Química /UTE/2010

3.6.1.3 Almacenamiento.- Se procede al almacenamiento de los cereales en condiciones adecuadas tales como una buena aireación y ventilación para su posterior utilización.

Se debe controlar temperatura y HR, y para garantizar un almacenamiento seguro, se recomienda usar las siguientes combinaciones de los factores físicos ambientales:

(a) 30°C y 50% HR manteniendo el contenido de humedad en 12%.

(b) 20°C y 60% H.R cuando el contenido de humedad de la avena este cercano a 13%.

Deberá vigilarse cuidadosamente durante el almacenamiento la actividad acuosa, que varía en función del contenido de humedad y la temperatura

3.6.1.4 Limpieza.- Se realiza la limpieza con la finalidad de eliminar las impurezas presentes en la avena.

3.6.1.5 Molienda.- Es la trituration del cereal para la obtención de la harina. Para lo cual se utilizara un molino de discos.

3.6.1.6 Tamizado.- Con la finalidad de obtener una harina finamente para el proceso, se lo realiza en un tamiz de 0.5 mm.

3.6.1.7 Pesado.- Para determinar el rendimiento del cereal en la obtención de la harina.

3.6.1.8 Almacenamiento.- Se almacena la harina en condiciones adecuadas como es la humedad relativa y una buena ventilación.

Lógicamente, las mejores condiciones ambientales para un almacenamiento seguro serán las temperaturas y humedades bajas. La temperatura óptima de ataque de los insectos y microorganismos está por los 28–30° C.

Condiciones óptimas de almacenamiento

Debe tener una humedad relativa menor al 60%.

Humedad de la harina de 10 – 12 %

Temperatura de 15°C

Debe estar apilado sobre maderas.

Debe tener circulación de aire entre los sacos.

3.6.2 Control de calidad de la harina de avena

3.6.2.1 Análisis bromatológicos de la harina de avena

Se realizó análisis bromatológicos a la harina de avena y estos son los resultados.

Cuadro. No: 15

Análisis bromatológicos de la harina de avena

RESULTADOS BROMATOLOGICOS DE LA HARINA DE AVENA							
	HUMEDAD	CENIZA	GRASA	PROTEINA	FIBRA	E.L.N.N	VALOR CALORICO /ENERGIA
IDENTIFIC.	%	%	%	%	%	%	KILO CAL/100gr
Avena	**	1,29	6,84	14,44	15,86	61,57	** BASE SECA
	0,32	1,29	6,82	14,39	15,81	61,37	182,18

Fuente: Moreno, Luis; Lab. Química /UTE/2010

Cuadro. No: 16
Minerales de la harina de avena

MINERALES								
	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Zn	Mn
IDENTIFIC.	%	%	%	%	Ppm	ppm	ppm	ppm
Avena	0,73	0,88	0,32	0,11	11	85	50	7,00

Fuente: Moreno, Luis; Lab. Química /UTE/2010

3.7 Materiales y equipos para la elaboración de la bebida nutricional instantánea

3.7.1 Materiales

- ✓ Bandejas plásticas
- ✓ Ollas
- ✓ Cuchara
- ✓ Fundas plásticas

3.7.2 Equipos

- ✓ Balanza
- ✓ Cocina industrial

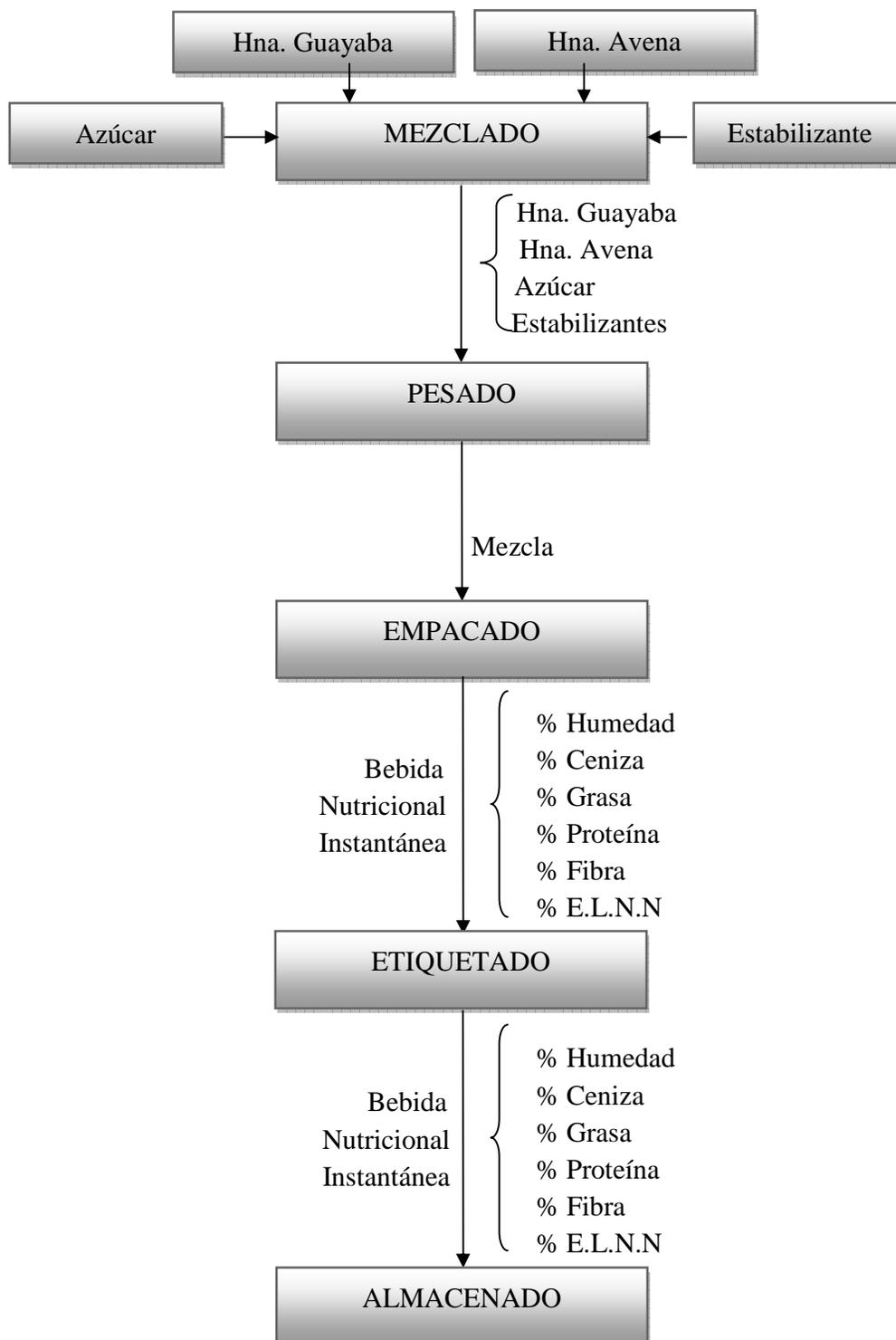
3.7.3 Materia prima

- ✓ Harina de guayaba
- ✓ Harina de avena
- ✓ Estabilizante (CMC)
- ✓ Azúcar

3.8 Preparación de la mezcla a base de harina de guayaba y avena

Consiste en realizar la mezcla de las harinas con los ingredientes de acuerdo a la formulación de mayor aceptabilidad para el consumidor y que contenga la mejor composición bromatológica

3.8.1 Diagrama de flujo cualitativo para la preparación de la mezcla a base de harina de guayaba y avena.



3.8.1.1 Mezclado.- Se procede a realizar una mezcla de sólidos tales como las harinas con los ingredientes hasta realizar una mezcla homogénea. A continuación se detalla la formula: 70% Hna. Guayaba+30% Avena+ 0,15% CMC+ 9% Azúcar

3.8.1.2 Pesado.- Se procede a pesar un peso neto que baya impreso en el etiquetado. (Ver Anexo 7).

3.8.1.3 Empacado.- Se realiza el empacado en fundas plásticas herméticamente cerradas y en condiciones estrictas de higiene.

3.8.1.4 Etiquetado.- Consiste en pegar la etiqueta en el producto con la respectiva información de la empresa y del producto. (Ver Anexo 7).

3.8.1.5 Almacenado.- Almacenar las fundas del producto a temperatura ambiente en un lugar seco y fresco.

3.8.2 Control de calidad de la mezcla de las harinas

Cuadro. No: 17
Análisis bromatológicos de la mezcla

N° Muestra	IDENTIFIC.	HUMEDAD	CENIZA	GRASA	PROTEINA	FIBRA	E.L.N.N	VALOR CALORICO /ENERGIA
A2B3	70% Hna. Guayaba+30% Avena+ 0,15% CMC+ 9% Azúcar	%	%	%	%	%	%	KILO CAL/100gr
		**	1,94	3,61	2,45	8,15	83,85	** BASE SECA
		3,15	1,88	3,50	2,37	7,89	81,21	72,53

Fuente: Moreno, Luis; Lab. Química UTE/2010

Cuadro. No: 18
Minerales de la mezcla

MINERALES								
IDENTIFIC.	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Zn	Mn
	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	Ppm
70% Hna. Guayaba+30% Avena+ 0,15% CMC+ 9% Azúcar	2,09	0,85	0,16	0,02	29,5	27	7	5,50

Fuente: Moreno, Luis; Lab. Química UTE/2010

3.8.3 Análisis microbiológicos de la mezcla

3.8.3.1 Análisis microbiológicos de la mezcla a los 4 y 11 días de almacenamiento

Cuadro. No: 19

Análisis m/os a los 4 y 11 días de almacenamiento

ANALISIS MICROBIOLOGICO:

PARAMETRO	RESULTADO 22/10/2010	RESULTADO 29/10/2010	UNIDAD	CRITERIO MICROBIOLOG
Recuento de coliformes totales	< 1,0	< 1,0	u.f.c/g	< 10
Investigación de estafilococcus aureus	< 1,0	<1,0	u.f.c/g	< 1,0
Recuento estándar en placa aerobios mesófilos	2×10^1	6×10^2	u.f.c/g	< 1000
Recuento de mohos y levaduras	< 1,0	8,0	u.p.c/g	< 100

El criterio microbiológico se establece como valor referencial para harinas distintas a trigo y maíz. Los resultados solo afectan al lote de esa fecha

Fuente: Instituto Nacional de Higiene y Medicina Tropical “Leopoldo Izquieta Pérez – Santo Domingo”

3.8.3.2 Análisis microbiológicos de la mezcla a los 30 días de almacenamiento

Cuadro. No: 20

Análisis m/os a los 30 días de almacenamiento

ANALISIS MICROBIOLOGICO:

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	METODO
Recuento de coliformes totales	$< 1.0 \times 10^0$	u.f.c/g	Petrifilm
Investigación de Estafilococcus aureus	$< 1.0 \times 10^0$	u.f.c/g	Petrifilm
Recuento estándar en placa aerobios mesófilos	40.0	u.f.c/g	Estándar methods
Recuento de mohos y levaduras	300	u.p.c/g	Estándar methods

Los resultados de la muestra analizada indican ausencia de bacterias patógenas

Fuente: Instituto Nacional de Higiene y Medicina Tropical “Leopoldo Izquieta Pérez – Santo Domingo”

3.8.4 Cuadro de comparación con otras mezclas que se encuentran en el mercado

Cuadro. No: 21
Análisis bromatológicos de las mezclas

RESULTADOS BROMATOLOGICOS DE DIFERENTES MEZCLAS							
Identificación	HUMEDAD	CENIZA	GRASA	PROTEINA	FIBRA	E.L.N.N	VALOR CALORICO /ENERGIA
	%	%	%	%	%	%	KILO CAL/100gr
Guayavena	**	1,94	3,61	2,45	8,15	83,85	** Base seca
	3,15	1,88	3,50	2,37	7,89	81,21	70,25
Quinuavena	**	1,38	13,55	7,23	5,52	72,32	** Base seca
	6,10	1,30	12,72	6,79	5,18	67,91	162,40
Miller"s	**	1,07	10,53	5,65	2,96	79,79	** Base seca
	4,57	1,02	10,05	5,39	2,82	76,14	123,31

Fuente: Moreno, Luis; Lab. Química UTE/2010

Cuadro. No: 22
Minerales de las mezclas

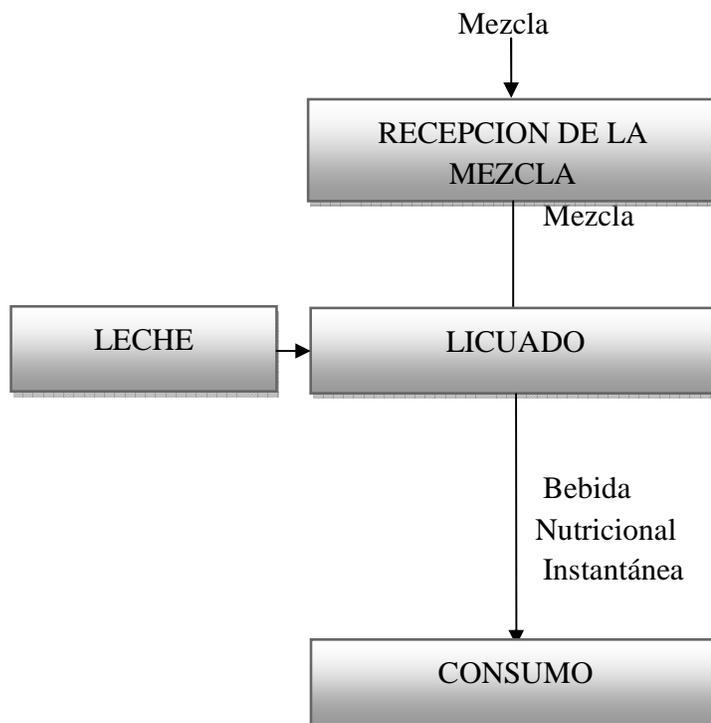
MINERALES								
	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Zn	Mn
IDENTIFIC.	%	%	%	%	ppm	Ppm	ppm	Ppm
Guayavena	2,09	0,85	0,16	0,02	29,5	27	7	5,50
Miller"s	2,30	1,17	0,16	0,01	15	27	21,5	24,00
Quinuavena	3,92	1,17	0,27	0,04	17	60	29,5	30,50

Fuente: Moreno, Luis; Lab. Química UTE/2010

3.9 Elaboración de la bebida nutricional instantánea a base de harina de guayaba y avena

Es una bebida muy deliciosa y nutritiva que se prepara licuando la mezcla con leche. Y se puede consumir tanto en frío como en caliente de acuerdo al gusto del consumidor.

3.9.1 Diagrama de flujo cualitativo para la elaboración de la bebida nutricional instantánea a base de harina de guayaba y avena.



3.9.1.1 Recepción de la mezcla.- Para la preparación de la bebida nutricional instantánea se inicia el proceso con la recepción de las fundas con las mezclas previamente preparadas.

3.9.1.2 Licuado.- Adicionar la cantidad de leche que se especifique en la etiqueta del producto y proceder a licuar para obtener la bebida nutricional. (Ver Anexo 7.)

3.9.1.3 Consumo.- Degustar la bebida ya sea fría o puede calentarla si lo prefiere.

3.9.2 Control de calidad de la bebida nutricional instantánea

Cuadro. No: 23
Porcentaje de proteína de la bebida

% PROTEÍNA	
Guayavena	1,35

Fuente: Moreno, Luis; Lab. Química UTE/2010

Cuadro. No: 24
Análisis físico químico de la bebida

ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS				
Bebida	°Brix	pH	δ (densidad)	Acidez
			gr/ml	%
GUAYAVENA	18,60	6,00	1,9726	0,0903

Fuente: Moreno, Luis; Lab. Química UTE/2010

Cuadro. No: 25
Minerales de la bebida

MINERALES								
	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Zn	Mn
IDENTIFIC.	%	%	%	%	ppm	Ppm	Ppm	ppm
Guayavena	3,09	1,38	0,14	0,03	15,5	18,5	16	2,50

Fuente: Moreno, Luis; Lab. Química UTE/2010

3.9.3 Cuadros de comparación con otras bebidas

Cuadro. No: 26
Porcentaje de proteína de las bebidas

% PROTEÍNA	
Guayavena	1,35
Miller"s	1,10
Alpina	0,50
Polaca	0,95

Fuente: Moreno, Luis; Lab. Química UTE/2010

Cuadro. No: 27
Análisis físico químico de las bebidas

ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS				
Bebida	°Brix	Ph	δ (densidad)	Acidez
			gr/ml	%
GUAYAVENA	18,60	6,00	1,9726	0,0903
Miller"s	14,55	6,68	2,1597	0,0812
Alpina	16,55	6,58	2,1712	0,0599
Polaca	20,20	6,71	2,1765	0,0809

Fuente: Moreno, Luis; Lab. Química UTE/2010

Cuadro. No: 28
Minerales de las bebidas

MINERALES								
	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Zn	Mn
IDENTIFIC.	%	%	%	%	ppm	Ppm	ppm	Ppm
Guayavena	3,09	1,38	0,14	0,03	15,5	18,5	16	2,50
Miller"s	1,97	1,28	0,17	0,02	7	16	23,5	8
Alpina	0,97	0,74	0,12	0,02	14,5	16	13	6,5
Polaca	2,43	0,61	0,12	0,03	17	11	14,5	1,5

Fuente: Moreno, Luis; Lab. Química UTE/2010

3.9.4 Análisis físico o sensorial de la bebida nutricional instantánea a base de harina de guayaba y avena

Cuadro. No: 29
Análisis físico o sensorial de la bebida nutricional

PARAMETRO	RESULTADO
OLOR	Agradable
COLOR	Agradable
SABOR	Agradable
CONSISTENCIA	Agradable

Fuente: Moreno, Luis/ UTE/2010

3.10 Metodología y evaluación de aceptabilidad

Para poder determinar la aceptabilidad del producto se realizó unas encuestas a estudiantes y docentes de la Universidad Tecnológica Equinoccial. Con un total de 37 personas.

3.11 Diseño experimental de la harina de guayaba para determinar la mejor variedad de guayaba, temperatura y tiempo de secado.

Se aplicará un diseño experimental A x B en arreglo factorial 3 x 3 implementando en un DBCA (Diseño de bloques completamente al azar) con tres repeticiones.

3.11.1 CENIZA

Contenido de ceniza de acuerdo al tiempo, temperatura de secado y variedad de guayaba.

Cuadro. No: 30
Porcentaje de ceniza en las harinas

PORCENTAJE DE CENIZA EN LAS HARINAS				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	R1	R2	R3	
A1B1	4,97	5,31	4,98	5,09
A1B2	4,32	4,99	3,78	4,36
A2B1	3,94	6,45	4,53	4,97
A2B2	4,31	5,03	6,57	5,30
A3B1	5,06	5,49	5,17	5,24
A3B2	4,94	4,72	4,67	4,78

Fuente: Moreno, Luis; Lab. UTE/2010

TABLA DE ADEVA PARA LA VARIABLE % CENIZA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CENIZA	18	0,39	0,00	14,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	3,46	7	0,49	0,91	0,5340
REPLICAS	1,65	2	0,83	1,53	0,2641
TIEM.Y TEMP SECADO	0,54	2	0,27	0,50	0,6236NS
VARIEDADES	0,37	1	0,37	0,68	0,4294NS
TIEM.Y TEMP SECADO*VA..	0,90	2	0,45	0,83	0,4621NS
Error	5,41	10	0,54		
Total	8,87	17			

En la tabla de **ADEVA** para la variable % de ceniza se obtiene que todos los factores e interacciones no son significativos, por tanto se acepta la hipótesis nula de igualdad de tratamientos. El tiempo y temperatura de secado así como las variedades de guayaba no influyen en el % de ceniza de la harina de guayaba.

TABLA DE MEDIAS PARA LA VARIABLE TIEMPO-TEMPERATURA DE SECADO POR VARIEDADES DE GUAYABA

TIEM.Y TEMP SECADO	VARIEDADES	Medias	n	
1,00	2,00	4,36	3	A
3,00	2,00	4,78	3	A
2,00	1,00	4,97	3	A
1,00	1,00	5,09	3	A
3,00	1,00	5,24	3	A
2,00	2,00	5,30	3	A

Al no haber significancia todos los tratamientos estadísticamente son iguales. Sin embargo numéricamente existe variación, el valor más alto en % de ceniza de la harina corresponde al tratamiento 80°C por 4 horas de secado, variedad guayaba blanca.

3.11.2 GRASA

Contenido de grasa de acuerdo al tiempo, temperatura de secado y variedad de guayaba.

Cuadro. No: 31
Porcentaje de grasa en las harinas

PORCENTAJE DE GRASA EN LAS HARINAS				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	R1	R2	R3	
A1B1	11,33	9,78	10,80	10,64
A1B2	12,44	8,56	8,85	9,95
A2B1	13,75	10,11	10,40	11,42
A2B2	11,81	9,84	10,71	10,79
A3B1	9,41	7,78	7,50	8,23
A3B2	8,17	7,26	10,01	8,48

Fuente: Moreno, Luis; Lab. UTE/2010

TABLA DE ADEVA PARA LA VARIABLE % DE GRASA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GRASA	18	0,79	0,64	10,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	41,08	7	5,87	5,32	0,0092
REPLICAS	15,75	2	7,87	7,14	0,0118
TIEM.Y TEMP SECADO	23,93	2	11,97	10,86	0,0031**
VARIETADES	0,57	1	0,57	0,52	0,4876NS
TIEM.Y TEMP SECADO*VA..	0,83	2	0,42	0,38	0,6955NS
Error	11,02	10	1,10		
Total	52,11	17			

PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE TIEMPO Y TEMPERATURA DE SECADO

TIEM.Y TEMP SECADO	Medias	n	
3,00	8,36	6	A
1,00	10,29	6	B
2,00	11,10	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

En la prueba de Tukey al 5% para la variable tiempo-temperatura de secado, se obtiene los siguientes resultados, en primer lugar como mejor tratamiento se encuentran al secar la guayaba a 80°C por 4 horas, estadísticamente este tratamiento es igual a secar 70°C por 6 horas, de tal forma que alcanzan promedios de 11.10% y 10.29 % de grasa. El coeficiente de variación es de 10.59% lo que indica un buen manejo del ensayo en laboratorio.

TABLA DE MEDIAS PARA LA INTERACCIÓN TIEMPO Y TEMPERATURA DE SECADO POR VARIEDADES DE GUAYABA.

TIEM.Y TEMP SECADO	VARIEDADES	Medias	n
3,00	1,00	8,23	3
3,00	2,00	8,48	3
1,00	2,00	9,95	3
1,00	1,00	10,64	3
2,00	2,00	10,79	3
2,00	1,00	11,42	3

En la interacción se observa que existe mayor influencia en la variable tiempo y temperatura de secado, que variedades de guayaba. Para este caso tomando en cuenta el promedio el tratamiento recomendado es 80°C por 4 horas en cualquiera de las dos variedades.

3.11.3 PROTEÍNA

Contenido de proteína de acuerdo al tiempo, temperatura de secado y variedad de guayaba.

Cuadro. No: 32
Porcentaje de proteína en las harinas

PORCENTAJE DE PROTEINA EN LAS HARINAS				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	R1	R2	R3	
A1B1	8,15	7,17	6,56	7,29
A1B2	5,88	4,52	4,15	4,85
A2B1	7,25	7,63	6,78	7,22
A2B2	5,58	5,53	5,54	5,55
A3B1	8,12	8,00	6,84	7,65
A3B2	7,08	7,85	8,01	7,65

Fuente: **Moreno, Luis; Lab. UTE/2010**

TABLA DE ADEVA PARA LA VARIABLE PROTEINA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PROTEINA	18	0,88	0,79	8,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	23,03	7	3,29	10,00	0,0008
REPLICAS	1,52	2	0,76	2,30	0,1504
TIEM.Y TEMP SECADO	8,38	2	4,19	12,74	0,0018**
VARIEDADES	8,49	1	8,49	25,80	0,0005**
TIEM.Y TEMP SECADO*VA..	4,65	2	2,33	7,07	0,0122*
Error	3,29	10	0,33		
Total	26,32	17			

En la tabla de ADEVA para la variable % de proteína se observan que todos los factores e interacciones son significativos, por tanto se rechaza la hipótesis nula de igualdad de tratamientos. El tiempo y temperatura de secado, así como las variedades de guayaba influyen en el % de proteína.

PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE TIEMPO Y TEMPERATURA DE SECADO

Test: Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,90777

Error: 0,3289gl: 10

TIEM.Y TEMP SECADO	Medias	n	
1,00	6,07	6	A
2,00	6,39	6	A
3,00	7,65	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

Para la variable tiempo-temperatura de secado, se obtiene los siguientes resultados, en primer lugar como mejor tratamiento se encuentran al secar la guayaba a 90°C por 3 horas, con un promedio de 7.65% de proteína. A medida que aumenta la temperatura y tiempo de secado también se incrementa el % de proteína, esto puede deberse a que se elimina mayor cantidad de agua, o que la proteína de la harina de guayaba es termo resistente.

PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE VARIEDADES DE GUAYABA

Test: Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,60240

Error: 0,3289gl: 10

VARIEDADES	Medias	n	
2,00	6,02	9	A
1,00	7,39	9	B

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

La variedad que contiene mayor % de proteína es la rosada con un promedio de 7.39%.

PRUEBA DE TUKEY PARA LA INTERACCIÓN TIEMPO Y TEMPERATURA DE SECADO POR VARIETADES DE GUAYABA.

Test: Tukey Alfa: 0,05 DMS: 1,62650

Error: 0,3289gl: 10

TIEM.Y TEMP SECADO	VARIETADES	Medias	n	
1,00	2,00	4,85	3	A
2,00	2,00	5,55	3	A
2,00	1,00	7,22	3	B
1,00	1,00	7,29	3	B
3,00	2,00	7,65	3	B
3,00	1,00	7,65	3	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

En la prueba de Tukey al 5% para la interacción obtienen los siguientes resultados; se observa que existe mayor influencia en la variable tiempo y temperatura de secado, que variedades de guayaba. Para este caso tomando en cuenta el promedio, el tratamiento recomendado es 90°C por 3 horas en cualquiera de las dos variedades.

3.11.4 FIBRA

Contenido de fibra de acuerdo al tiempo, temperatura de secado y variedad de guayaba.

Cuadro. No: 33
Porcentaje de fibra en las harinas

PORCENTAJE DE FIBRA EN LAS HARINAS				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	R1	R2	R3	
A1B1	16,2	16,63	15,66	16,16
A1B2	19,55	20,27	17,79	19,20
A2B1	18,82	19,14	16,58	18,18
A2B2	18,69	18,32	18,51	18,51
A3B1	18,75	16,65	19,12	18,17
A3B2	17,39	18,39	21,76	19,18

Fuente: Moreno, Luis; Lab. UTE/2010

TABLA DE ADEVA PARA LA VARIABLE % DE FIBRA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FIBRA	18	0,46	0,08	8,08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	18,61	7	2,66	1,22	0,3728
REPLICAS	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
TIEM.Y TEMP SECADO	3,07	2	1,53	0,71	0,5167NS
VARIETADES	9,56	1	9,56	4,40	0,0623NS
TIEM.Y TEMP SECADO*VA..	5,98	2	2,99	1,38	0,2965NS
Error	21,72	10	2,17		
Total	40,33	17			

En la tabla de **ADEVA** para la variable % de ceniza se obtiene que todos los factores e interacciones no son significativos, por tanto se acepta la hipótesis nula de igualdad de tratamientos. El tiempo y temperatura de secado así como las variedades de guayaba no influyen en el % de Fibra de la harina de guayaba.

TABLA DE MEDIAS PARA LA VARIABLE TIEM. Y TEM DE SECADO

TIEM.Y TEMP SECADO	VARIETADES	Medias	n
1,00	1,00	16,16	3
3,00	1,00	18,17	3
2,00	1,00	18,18	3
2,00	2,00	18,51	3
3,00	2,00	19,18	3
1,00	2,00	19,20	3

Al no haber significancia todos los tratamientos estadísticamente son iguales. Sin embargo numéricamente existe variación, el valor más alto en % de fibra de la harina de guayaba corresponde al tratamiento 70°C por 6 horas de secado, variedad guayaba blanca.

3.11.5 ELEMENTOS NO NITROGENADOS

Contenido de E.E.N.N de acuerdo al tiempo, temperatura de secado y variedad de guayaba.

Cuadro. No: 34
Porcentaje de elementos no nitrogenados en las harinas

PORCENTAJE DE E.E.N.N EN LAS HARINAS				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	R1	R2	R3	
A1B1	47,52	49,28	50,16	48,99
A1B2	45,79	49,65	53,42	49,62
A2B1	43,66	44,09	49,14	45,63
A2B2	46,37	48,03	45,43	46,61
A3B1	46,70	51,11	50,41	49,41
A3B2	50,60	49,95	43,72	48,09

Fuente: **Moreno, Luis; Lab. UTE/2010**

TABLA DE ADEVA PARA LA VARIABLE % DE E.E.N.N

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
E.L.N.N	18	0,40	0,00	5,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	54,18	7	7,74	0,97	0,5018
REPLICAS	14,84	2	7,42	0,93	0,4272
TIEM.Y TEMP SECADO	34,70	2	17,35	2,17	0,1651NS
VARIEDADES	0,04	1	0,04	0,01	0,9423NS
TIEM.Y TEMP SECADO*VA..	4,60	2	2,30	0,29	0,7562NS
Error	80,02	10	8,00		
Total	134,20	17			

En la tabla de ADEVA para la variable % de ELNN se obtiene que todos los factores e interacciones no son significativos, por tanto se acepta la hipótesis nula de igualdad de tratamientos. El tiempo y temperatura de secado así como las variedades de guayaba no influyen en el % elementos no nitrogenados de la harina de guayaba.

TABLA DE MEDIAS PARA LA VARIABLE TIEMPO Y TEMPERATURA DE SECADO POR VARIEDADES

TIEM.Y TEMP SECADO	VARIEDADES	Medias	n
2,00	1,00	45,63	3
2,00	2,00	46,61	3
3,00	2,00	48,09	3
1,00	1,00	48,99	3
3,00	1,00	49,41	3
1,00	2,00	49,62	3

Al no haber significancia todos los tratamientos estadísticamente son iguales. Sin embargo numéricamente existe variación, el valor más alto en % de elementos no nitrogenados de la harina de guayaba corresponde al tratamiento 70°C por 6 horas de secado, variedad guayaba blanca

3.11.6 ENERGÍA (KCAL/100 gr)

Contenido de la variable energía (KCAL/100 gr) de acuerdo al tiempo, temperatura de secado y variedad de guayaba.

Cuadro. No: 35
KCAL/100 gr en las harinas

KCAL/100 gr EN LAS HARINAS				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	R1	R2	R3	
A1B1	199,33	183,17	186,11	189,54
A1B2	213,68	176,19	167,37	185,75
A2B1	228,07	198,12	187,07	204,42
A2B2	203,35	183,95	192,57	193,29
A3B1	196,19	168,62	171,33	178,71
A3B2	171,39	170,32	209,16	183,62

Fuente: **Moreno, Luis; Lab. UTE/2010**

TABLA DE ADEVA PARA LA VARIABLE ENERGÍA (KCAL/100gr)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
KILO CAL/100gr	18	0,54	0,22	8,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	2766,48	7	395,21	1,70	0,2154
REPLICAS	1562,03	2	781,02	3,36	0,0766
TIEM.Y TEMP SECADO	960,92	2	480,46	2,07	0,1774NS
VARIEDADES	50,10	1	50,10	0,22	0,6524NS
TIEM.Y TEMP SECADO*VA..	193,42	2	96,71	0,42	0,6706NS
Error	2325,03	10	232,50		
Total	5091,50	17			

En la tabla de **ADEVA** para la variable Kcal/100g se obtiene que todos los factores e interacciones no son significativos, por tanto se acepta la hipótesis nula de igualdad de tratamientos. El tiempo y temperatura de secado, así como las variedades de guayaba no influyen en la cantidad de calorías contenidas en la harina de guayaba.

TABLA DE MEDIAS DE LA INTERACCIÓN TIEMPO Y TEMPERATURA DE SECADO POR VARIEDADES DE GUAYABA

TIEM.Y TEMP SECADO	VARIEDADES	Medias	n
3,00	1,00	178,71	3
3,00	2,00	183,62	3
1,00	2,00	185,75	3
1,00	1,00	189,54	3
2,00	2,00	193,29	3
2,00	1,00	204,42	3

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Al no haber significancia todos los tratamientos estadísticamente son iguales. Sin embargo numéricamente existe variación, el valor más alto en Kcal/100g de la harina de guayaba corresponde al tratamiento 80°C por 4 horas de secado, variedad guayaba rosada.

3.11.7 ° BRIX

° Brix de acuerdo a la variedad de guayaba.

Cuadro. No: 36
°Brix de la guayaba

°Brix DE LAS GUAYABAS				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	R1	R2	R3	
A1B1	9,3	9,00	9,00	9,10
A1B2	8,80	7,90	8,00	8,23
A2B1	11,80	9,10	9,00	9,97
A2B2	9,80	8,00	8,00	8,60
A3B1	11,80	9,00	9,00	9,93
A3B2	9,80	8,00	8,00	8,60

Fuente: **Moreno, Luis; Lab. UTE/2010**

TABLA DE ADEVA PARA LA VARIABLE ° BRIX

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
°Brix	18	0,86	0,75	6,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	19,86	7	2,84	8,47	0,0016
REPLICAS	11,79	2	5,89	17,58	0,0005
TIEM.Y TEMP SECADO	1,48	2	0,74	2,21	0,1605NS
VARIEDADES	6,36	1	6,36	18,97	0,001**
TIEM.Y TEMP SECADO*VA..	0,23	2	0,12	0,35	0,7132NS
Error	3,35	10	0,34		
Total	23,22	17			

En la tabla de ADEVA para °BRIX, el factor variedades es significativo, para este factor se rechaza la hipótesis nula de igualdad tratamientos es decir, la variedad de guayaba si influyen en el contenido de sólidos solubles de la harina. El tiempo y temperatura así como su interacción no es significativo, no produce ningún efecto en el contenido de °Brix.

PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE VARIEDADES DE GUAYABA

Test: Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,60813

Error: 0,3352gl: 10

VARIEDADES	Medias	n	
2,00	8,48	9	A
1,00	9,67	9	B

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

La variedad que contiene mayor cantidad de sólidos solubles es la variedad rosada.

TABLA DE MEDIAS PARA LA VARIABLE TIEMPO Y TEMPERATURA DE SECADO POR VARIEDADES

TIEM.Y TEMP SECADO	VARIEDADES	Medias	n
1,00	2,00	8,23	3
2,00	2,00	8,60	3
3,00	2,00	8,60	3
1,00	1,00	9,10	3
3,00	1,00	9,93	3
2,00	1,00	9,97	3

Para el caso de la interacción estadísticamente todos los tratamientos son iguales. Sin embargo se obtiene como valor más alto en °Brix, cuando se seca la guayaba a 80°C por 4 horas en la variedad rosada.

3.12 Evaluación de la mejor harina de guayaba

Según los resultados obtenidos en la información estadística de los análisis bromatológicos de cada tratamiento, tanto en el esquema del ADEVA, como en las tablas de la prueba de TUKEY al 5 %, el tratamiento que aporta con mayor contenido proteico es el siguiente: dando como resultado un promedio de 7.65 %.

Cuadro. No: 37
Mejor tratamiento para la selección de harina de guayaba

MEJOR TRATAMIENTO		
MUESTRA	A3B1	(90°C x 3 horas) guayaba rosada

Fuente: Moreno, Luis; Lab. Química UTE/2010

3.13 Diseño experimental para la preparación de la mezclas a base de harina de guayaba y avena para determinar la mejor formulación.

Se aplicará un diseño experimental A x B en arreglo factorial 3 x 3 implementando en un DBCA (Diseño de bloques completamente al azar) con tres repeticiones.

3.13.1 CENIZA

Contenido de ceniza de la mezcla (70% Hna. Guayaba +30% Hna. Avena + 0,15% CMC + 9% Azúcar)

Cuadro. No: 38
Porcentaje de ceniza de las mezclas

PORCENTAJE DE CENIZA de las mezclas				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	R1	R2	R3	
A1B1	1,07	1,47	1,27	1,27
A1B2	1,33	1,28	1,31	1,31
A1B3	1,51	1,43	1,47	1,47
A2B1	1,80	1,77	1,79	1,79
A2B2	2,00	1,83	1,92	1,92
A2B3	1,94	1,93	1,94	1,94
A3B1	2,39	2,44	2,42	2,42
A3B2	2,27	2,22	2,25	2,25
A3B3	1,78	2,43	2,11	2,11

Fuente: Moreno, Luis; Lab. UTE/2010

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CENIZA	27	0,93	0,89	7,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	4,02	10	0,40	22,58	<0,0001
REPLICAS	0,03	2	0,01	0,79	0,4715
MEZ. HARINAS	3,74	2	1,87	105,03	<0,0001**
% ESTABILIZANTE	0,00	2	0,00	0,03	0,9680NS
MEZ. HARINAS*% ESTABI..	0,25	4	0,06	3,52	0,0303*
Error	0,29	16	0,02		
Total	4,31	26			

En la tabla de **ADEVA** para la variable % de ceniza se obtiene las variables mezclas de harinas y la interacción con el estabilizante son significativas por lo tanto se rechaza la hipótesis nula de igualdad de tratamientos, la mezcla de harina de guayaba con avena en distintas proporciones dan resultados diferentes en la concentración de minerales. El estabilizante es no significativo puesto que no tiene aporte representativo de minerales en la mezcla.

PRUEBA DE TUKEY PARA LA MEZCLA DE HARINAS

Test: Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,16238

Error: 0,0178gl: 16

MEZ. HARINAS	Medias	n	
1,00	1,35	9	A
2,00	1,88	9	B
3,00	2,26	9	C

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

En la prueba de Tukey al 5% para la variable mezcla de harinas, se obtiene los siguientes resultados, en primer lugar como mejor tratamiento se encuentran la mezcla (90% Hna. Guayaba + 10% Hna. Avena) con un promedio de 2.26% de minerales. El resto de tratamientos contiene valores menores a estos.

PRUEBA DE TUKEY PARA LA INTERACCION MEZCLA DE HARINAS POR % DE ESTABILIZANTE

Test: Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,38778

Error: 0,0178gl: 16

MEZ. HARINAS	% ESTABILIZANTE	Medias	n				
1,00	1,00	1,27	3	A			
1,00	2,00	1,31	3	A			
1,00	3,00	1,47	3	A	B		
2,00	1,00	1,79	3		B	C	
2,00	2,00	1,92	3			C	D
2,00	3,00	1,94	3			C	D
3,00	3,00	2,11	3			C	D
3,00	2,00	2,25	3				D
3,00	1,00	2,42	3				E

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

En la prueba de Tukey al 5% para la interacción se observa que existe mayor influencia en la variable mezcla de harinas, que % de estabilizante. La mejor mezcla es (90% Hna. Guayaba + 10% Hna. Avena) con el estabilizante más bajo (0.05% Estabilizante) con un promedio de 2.42% de ceniza.

3.13.2 GRASA

Contenido de grasa de la mezcla (70% Hna. Guayaba +30% Hna. Avena + 0,15% CMC + 9% Azúcar)

Cuadro. No: 39
Porcentaje de grasa de las mezclas

PORCENTAJE DE GRASA DE LAS MEZCLAS				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	R1	R2	R3	
A1B1	4,16	4,58	4,37	4,37
A1B2	4,38	4,82	4,60	4,60
A1B3	4,00	4,40	4,20	4,20
A2B1	3,59	3,95	3,77	3,77
A2B2	3,82	4,20	4,01	4,01
A2B3	3,44	3,78	3,61	3,61
A3B1	3,19	3,51	3,35	3,35
A3B2	4,09	4,51	4,30	4,30
A3B3	4,38	4,82	4,60	4,60

Fuente: Moreno, Luis; Lab. UTE/2010

TABLA DE ADEVA PARA LA VARIABLE % DE GRASA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GRASA	27	1,00	1,00	0,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	5,31	10	0,53	1112,06	<0,0001
REPLICAS	0,69	2	0,34	720,37	<0,0001
MEZ. HARINAS	1,58	2	0,79	1658,51	<0,0001
% ESTABILIZANTE	1,04	2	0,52	1085,86	<0,0001
MEZ. HARINAS*% ESTABI..	2,00	4	0,50	1047,77	<0,0001
Error	0,01	16	0,00		
Total	5,32	26			

En la tabla de **ADEVA** para la variable % de grasa se observan que todos los factores e interacciones son altamente significativos, por tanto se rechaza la hipótesis nula de igualdad de tratamientos. Las mezclas de harinas y % de estabilizante influyen en el % de grasa.

PRUEBA DE TUKEY PARA MEZCLAS DE HARINAS

Test: Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,02659

Error: 0,0005gl: 16

MEZ. HARINAS	Medias	n	
2,00	3,80	9	A
3,00	4,08	9	B
1,00	4,39	9	C

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

En la prueba de Tukey al 5% para la variable mezcla de harinas, se obtiene los siguientes resultados, en primer lugar como mejor tratamiento se encuentran la mezcla (50% Hna. Guayaba + 50% Hna. Avena) con un promedio de 4.39% de minerales. El resto de tratamientos contiene valores menores a estos.

PRUEBA DE TUKEY PARA % DE ESTABILIZANTE

Test: Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,02659

Error: 0,0005gl: 16

% ESTABILIZANTE	Medias	n	
1,00	3,83	9	A
3,00	4,14	9	B
2,00	4,30	9	C

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,0$)

En la prueba de Tukey al 5% para la variable % de estabilizante se observa que entre la dosis 0.10 y 0.15 % la diferencia es de decimales en cuanto al contenido de grasa con promedios de 4.14 y 4.30 de grasa.

PRUEBA DE TUKEY PARA LA INTERACCION MEZCLA DE HARINAS POR % DE ESTABILIZANTE

Test: Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,06349

Error: 0,0005gl: 16

MEZ. HARINAS	% ESTABILIZANTE	Medias	n								
3,00	1,00	3,35	3	A							
2,00	3,00	3,61	3		B						
2,00	1,00	3,77	3			C					
2,00	2,00	4,01	3				D				
1,00	3,00	4,20	3					E			
3,00	2,00	4,30	3						F		
1,00	1,00	4,37	3							G	
1,00	2,00	4,60	3								H
3,00	3,00	4,60	3								H

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

En la prueba de Tukey al 5% para la interacción se observa que existe igual resultado al utilizar la mezcla (50% Hna. Guayaba + 50% Hna. Avena) más 0.15% de estabilizante, con (90% Hna. Guayaba + 10% Hna. Avena) más 0.05% de estabilizante promedios (4.60%).

3.13.3 PROTEÍNA

Contenido de proteína de la mezcla (70% Hna. Guayaba +30% Hna. Avena + 0,15% CMC + 9% Azúcar)

Cuadro. No: 40
Porcentaje de proteína de las mezclas

PORCENTAJE DE PROTEINA DE LAS MEZCLAS				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	R1	R2	R3	
A1B1	1,66	1,49	1,56	1,57
A1B2	2,19	2,01	2,10	2,10
A1B3	2,71	2,88	2,80	2,80
A2B1	2,62	2,45	2,34	2,47
A2B2	3,06	2,78	2,92	2,92
A2B3	2,10	2,80	2,45	2,45
A3B1	1,89	1,92	1,91	1,91
A3B2	1,14	1,84	1,49	1,49
A3B3	1,22	1,40	1,31	1,31

Fuente: Moreno, Luis; Lab. UTE/2010

TABLA DE ADEVA PARA LA VARIABLE PROTEINA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PROTEINA	27	0,93	0,89	8,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	8,25	10	0,82	22,96	<0,0001
REPLICAS	0,06	2	0,03	0,78	0,4733
MEZ. HARINAS	4,93	2	2,47	68,69	<0,0001**
% ESTABILIZANTE	0,23	2	0,12	3,21	0,0673NS
MEZ. HARINAS*% ESTABI..	3,03	4	0,76	21,07	<0,0001**
Error	0,57	16	0,04		
Total	8,82	26			

En los resultados de la tabla de ADEVA para % de proteína tanto la mezcla de harinas como la interacción son altamente significativas por lo cual se rechaza la hipótesis nula de igualdad de tratamientos. En la variación del % de estabilizante es no significativo esto se debe a que el estabilizante no aporta con proteína en el producto final.

PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE MEZCLAS DE HARINAS

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,23051

Error: 0,0359gl: 16

MEZ. HARINAS	Medias	n	
3,00	1,57	9	A
1,00	2,16	9	B
2,00	2,61	9	C

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

La prueba de Tukey al 5% del factor mezclas reporta como mejor tratamiento la combinación de 70% Hna. Guayaba + 30% Hna. Avena con un promedio de 2.61% de proteína.

PRUEBA DE TUKEY PARA LA INTERACCION MEZCLA DE HARINAS POR % DE ESTABILIZANTE

Test: Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,55046

Error: 0,0359gl: 16

MEZ. HARINAS	% ESTABILIZANTE	Medias	n						
3,00	3,00	1,31	3	A					
3,00	2,00	1,49	3	A	B				
1,00	1,00	1,57	3	A	B	C			
3,00	1,00	1,91	3		B	C	D		
1,00	2,00	2,10	3			C	D	E	
2,00	3,00	2,45	3				D	E	F
2,00	1,00	2,47	3					E	F
1,00	3,00	2,80	3						F
2,00	2,00	2,92	3						F

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

En la prueba de Tukey al 5% para la interacción se observa que existe igual resultado al utilizar la mezcla (50% Hna. Guayaba + 50% Hna con 0.15% de estabilizante) que (70% Hna. Guayaba + 30% Hna. Avena con 0.10% de estabilizante) alcanzan promedios (2.92% y 2.80%) de proteína.

Las demás interacciones se encuentran por debajo de estos promedios por lo cual se descartarían.

3.13.4 FIBRA

Contenido de fibra de la mezcla (70% Hna. Guayaba +30% Hna. Avena + 0,15% CMC + 9% Azúcar)

Cuadro. No: 41
Porcentaje de fibra de las mezclas

PORCENTAJE DE FIBRA DE LAS MEZCLAS				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	R1	R2	R3	
A1B1	5,55	5,71	5,63	5,63
A1B2	6,65	5,59	6,12	6,12
A1B3	7,34	6,10	6,72	6,72
A2B1	7,82	8,82	8,32	8,32
A2B2	9,05	9,90	9,23	9,39
A2B3	7,70	8,60	8,15	8,15
A3B1	9,23	11,17	10,20	10,20
A3B2	9,46	10,10	9,78	9,78
A3B3	9,23	9,94	9,59	9,59

Fuente: Moreno, Luis; Lab. UTE/2010

TABLA DE ADEVA PARA LA VARIABLE % DE FIBRA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FIBRA	27	0,94	0,91	6,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	69,79	10	6,98	26,98	<0,0001
REPLICAS	0,85	2	0,42	1,64	0,2247NS
MEZ. HARINAS	63,84	2	31,92	123,39	<0,0001**
% ESTABILIZANTE	0,70	2	0,35	1,35	0,2863NS
MEZ. HARINAS*% ESTABI..	4,40	4	1,10	4,26	0,0155*
Error	4,14	16	0,26		
Total	73,93	26			

La tabla de ADEVA para % de fibra tanto la mezcla de harinas como la interacción son altamente significativas por lo cual se rechaza la hipótesis nula de igualdad de tratamientos. En la variación del % de estabilizante es no significativo esto se debe a que el estabilizante no aporta con fibra en el producto final.

PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE MEZCLAS DE HARINAS

Test: Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,61865

Error: 0,2587gl: 16

MEZ. HARINAS	Medias	n	
1,00	6,16	9	A
2,00	8,62	9	B
3,00	9,86	9	C

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

La prueba de Tukey al 5% del factor mezclas reporta como mejor tratamiento la combinación de 90% Hna. Guayaba + 10% Hna avena. Con un promedio de 9.86% de fibra aportada en mayor proporción por la guayaba.

PRUEBA DE TUKEY PARA LA INTERACCION MEZCLA DE HARINAS POR % DE ESTABILIZANTE

Test: Tukey Alfa: 0,05 DMS: 1,47736

Error: 0,2587gl: 16

MEZ.	HARINAS	% ESTABILIZANTE	Medias	n					
1,00	1,00		5,63	3	A				
1,00	2,00		6,12	3	A				
1,00	3,00		6,72	3	A	B			
2,00	3,00		8,15	3		B	C		
2,00	1,00		8,32	3			C	D	
2,00	2,00		9,39	3			C	D	E
3,00	3,00		9,59	3			C	D	E
3,00	2,00		9,78	3				D	E
3,00	1,00		10,20	3					E

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

En la prueba de Tukey al 5% para la interacción se observa que existe un mejor promedio 10,20% de fibra en la mezcla (90% Hna. Guayaba + 10% Hna con 0.05% de estabilizante). El resto interacciones se encuentran por debajo de este promedio por lo cual se descartarían si nuestro interés es un producto alto fibra que contribuya a mejorar la digestión de los consumidores.

3.13.5 ELEMENTOS NO NITROGENADOS

Contenido de E.E.N.N de la mezcla (70% Hna. Guayaba +30% Hna. Avena + 0,15% CMC + 9% Azúcar)

Cuadro. No: 42
Porcentaje de elementos no nitrogenados de las mezclas

PORCENTAJE DE E.E.N.N DE LAS MEZCLAS				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	R1	R2	R3	
A1B1	87,55	86,75	87,17	87,16
A1B2	85,46	86,30	85,87	85,88
A1B3	84,44	85,18	84,81	84,81
A2B1	84,16	83,01	83,58	83,58
A2B2	82,06	81,79	81,92	81,92
A2B3	84,82	82,90	83,85	83,86
A3B1	83,30	80,78	82,12	82,07
A3B2	83,04	81,33	82,18	82,18
A3B3	83,38	81,41	82,39	82,39

Fuente: Moreno, Luis; Lab. UTE/2010

TABLA DE ADEVA PARA LA VARIABLE % DE ELNN

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ELNN	27	0,94	0,90	0,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	87,53	10	8,75	24,12	<0,0001
REPLICAS	4,26	2	2,13	5,87	0,0122*
MEZ. HARINAS	68,25	2	34,12	94,03	<0,0001**
% ESTABILIZANTE	4,06	2	2,03	5,59	0,0144*
MEZ. HARINAS*% ESTABI..	10,96	4	2,74	7,55	0,0013*
Error	5,81	16	0,36		
Total	93,34	26			

La tabla de ADEVA para % de ELNN todos los factores e interacciones son significativas por lo tanto se rechaza la hipótesis nula de igualdad de tratamientos. Tanto la mezcla de harinas como el estabilizante contribuyen a elevar el % de carbohidratos del producto final.

PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE MEZCLAS DE HARINAS

Test: Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,73274

Error: 0,3629gl: 16

MEZ. HARINAS	Medias	n	
3,00	82,21	9	A
2,00	83,12	9	B
1,00	85,95	9	C

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

La prueba de Tukey al 5% del factor mezclas reporta como mejor tratamiento la combinación de 50% Hna. Guayaba + 50% Hna avena. Con un promedio de 85.95% de carbohidratos. A mayor cantidad de harina de guayaba tiende a disminuir el % carbohidratos, esto da indicios que la avena es quien aporta la mayor cantidad.

PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE % DE ESTABILIZANTE

Test: Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,73274

Error: 0,3629gl: 16

% ESTABILIZANTE	Medias	n		
2,00	83,33	9	A	
3,00	83,69	9	A	B
1,00	84,27	9		E

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Para el % de estabilizante se observa un comportamiento no proporcional esto se registra por cuanto la cantidad utilizada es mínima si se compara con la mezcla de harinas, además de reportar como significativo las réplicas.

PRUEBA DE TUKEY PARA LA INTERACCION MEZCLA DE HARINAS POR % DE ESTABILIZANTE

Test: Tukey Alfa: 0,05 DMS: 1,74981

Error: 0,3629gl: 16

MEZ. HARINAS	% ESTABILIZANTE	Medias	n					
2,00	2,00	81,92	3	A				
3,00	1,00	82,07	3	A				
3,00	2,00	82,18	3	A	B			
3,00	3,00	82,39	3	A	B			
2,00	1,00	83,58	3	A	B	C		
2,00	3,00	83,86	3		B	C		
1,00	3,00	84,81	3			C	D	
1,00	2,00	85,88	3				D	E
1,00	1,00	87,16	3					E

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

En la prueba de Tukey al 5% para la interacción se observa que existe un mejor promedio 87.16% de carbohidratos en la mezcla (50% Hna. Guayaba + 50% Hna avena con 0.05% de estabilizante). A mayor cantidad de avena aumenta el % de carbohidratos.

3.13.6 ENERGIA (KCAL/100 gr)

Contenido de ceniza de la mezcla (70% Hna. Guayaba +30% Hna. Avena + 0,15% CMC + 9% Azúcar)

Cuadro. No: 43
Kcal/100 gr de las mezclas

KCAL/100 gr DE LAS MEZCLAS				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	R1	R2	R3	
A1B1	66,33	70,02	68,09	68,15
A1B2	74,75	73,79	74,28	74,27
A1B3	76,20	75,55	75,88	75,88
A2B1	74,10	80,65	77,37	77,37
A2B2	82,83	86,50	84,69	84,67
A2B3	70,19	79,61	74,89	74,90
A3B1	73,20	83,97	78,59	78,59
A3B2	79,21	88,35	83,78	83,78
A3B3	81,22	88,74	85,00	84,99

Fuente: Moreno, Luis; Lab. UTE/2010

TABLA DE ADEVA PARA LA VARIABLE ENERGIA (KCAL/100 gr)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
VALOR CALORICO	27	0,92	0,88	2,75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	891,91	10	89,19	19,32	<0,0001
REPLICAS	134,21	2	67,10	14,53	0,0003**
MEZ. HARINAS	433,45	2	216,73	46,94	<0,0001**
% ESTABILIZANTE	177,01	2	88,51	19,17	0,0001**
MEZ. HARINAS*% ESTABI..	147,24	4	36,81	7,97	0,0010**
Error	73,87	16	4,62		
Total	965,79	26			

La tabla de ADEVA para Kcal/100g todos los factores e interacciones son altamente significativas por lo tanto se rechaza la hipótesis nula de igualdad de tratamientos. Tanto la mezcla de harinas como el estabilizante producen efectos en el valor calórico del producto final.

PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE MEZCLAS DE HARINAS

Test: Tukey Alfa: 0,05 DMS: 2,61360

Error: 4,6171gl: 16

MEZ. HARINAS	Medias	n	
1,00	72,77	9	A
2,00	78,98	9	B
3,00	82,45	9	C

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

La prueba de Tukey al 5% del factor mezclas reporta como mejor tratamiento la combinación de 90% Hna. Guayaba + 10% Hna avena. Con un promedio de 82.42 Kcal/100g. A mayor cantidad de harina de guayaba aumenta el valor calórico en el producto final.

PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE % DE ESTABILIZANTE

Test: Tukey Alfa: 0,05 DMS: 2,61360

Error: 4,6171gl: 16

% ESTABILIZANTE	Medias	n	
1,00	74,70	9	A
3,00	78,59	9	B
2,00	80,91	9	B

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

Para el % de estabilizante se observa un comportamiento no proporcional esto se registra por cuanto la cantidad utilizada es mínima si se compara con la mezcla de harinas, además de reportar como altamente significativo las réplicas.

PRUEBA DE TUKEY PARA LA INTERACCION MEZCLA DE HARINAS POR % DE ESTABILIZANTE

Test: Tukey Alfa: 0,05 DMS: 6,24137

Error: 4,6171gl: 16

MEZ. HARINAS	% ESTABILIZANTE	Medias	n				
1,00 1,00	68,15	3	A				
1,00 2,00	74,27	3	A	B			
2,00 3,00	74,90	3		B			
1,00 3,00	75,88	3		B			
2,00 1,00	77,37	3		B			
3,00 1,00	78,59	3		B	C		
3,00 2,00	83,78	3			C	D	
2,00 2,00	84,67	3					C D
3,00 3,00	84,99	3					D

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

Tukey al 5% para la interacción reporta que existe un mejor promedio 84.99 Kcal/100g en la mezcla (90% Hna. Guayaba + 10% Hna avena con 0.15% de estabilizante). Se recomienda la mezcla alta en guayaba y estabilizantes si el objetivo es proporcionar un producto alto energía a más de contribuir con fibra dietética soluble, y minerales.

Los coeficientes de variación en todos los ADEVAS analizados se encuentran bajo el 10%, lo que indica un buen manejo del ensayo en laboratorio.

3.14 Evaluación de la mejor mezcla de guayaba y avena

Según los resultados obtenidos en la información estadística de los análisis bromatológicos de cada tratamiento, tanto en el esquema del ADEVA, como en las tablas de la prueba de TUKEY al 5 %, los tratamientos que aporta con mayor contenido proteico son los siguientes: se tomara los tres mejores tratamientos para posteriormente elegir la mejor formulación mediante cataciones.

Cuadro. No: 44
Mejores tratamientos para la selección de la mezcla

MEJORES TRATAMIENTOS	
A2B1	70 %Hna. Guayaba+30% Hna. Avena + 0.05% Estabilizante + 9% Azúcar
A2B2	70%Hna. Guayaba+30% Hna. Avena + 0.10% Estabilizante + 9% Azúcar
A2B3	70 %Hna. Guayaba+30% Hna. Avena + 0.15% Estabilizante + 9% Azúcar

Fuente: Moreno, Luis; Lab. Química UTE/2010

3.15 Población

Para esta investigación se tomará como población para que realicen las cataciones a los estudiantes del octavo semestre en adelante y docentes de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial en un total de 41 personas.

3.15.1 Muestra

3.15.1.1 Calculo de muestra

n = Tamaño de la muestra

N = 41 personas

Z = 1.96. Con un 95 % de confianza

S² = (0.5)

e = 5%

$$n = \frac{(N) (Z)^2 (S)^2}{(N - 1) (e)^2 + (Z)^2 (S)^2}$$

$$n = \frac{(41) (1.96)^2 (0.5)^2}{(41 - 1) (0.05)^2 + (1.96)^2 (0.5)^2}$$

$$n = \frac{(41) (3.8416)(0.25)}{(40) (0.0025) + (3.8416)(0.25)}$$

$$n = \frac{39.3764}{0.1 + 0.9604}$$

$$n = 37.13 \cong 37 \text{ personas}$$

Población de estudio en porcentaje

Estudiantes: 60.98%

Docentes: 39.02 %

Por lo tanto

100% —→ 37 personas

60.98 % —→ x x = 23 Estudiantes

100% —→ 37 Personas

39.02% —→ x x = 14 Docentes

Se realizara las cataciones a 23 Estudiantes y 14 Docentes lo cual es una muestra representativa para evaluar la aceptabilidad de la bebida nutricional.

3.16 Análisis de las encuestas.

3.16.1 Tabulación y gráfica de información de las encuestas.

En los siguientes cuadros se puede apreciar los resultados de las encuestas en cuanto a las características tales como el olor, color, sabor y consistencia de la bebida nutricional instantánea. Estas encuestas fueron aplicadas en la Universidad Tecnológica Equinoccial a 37 personas de las cuales 23 fueron estudiantes de los dos últimos semestres y a 14 docentes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial.

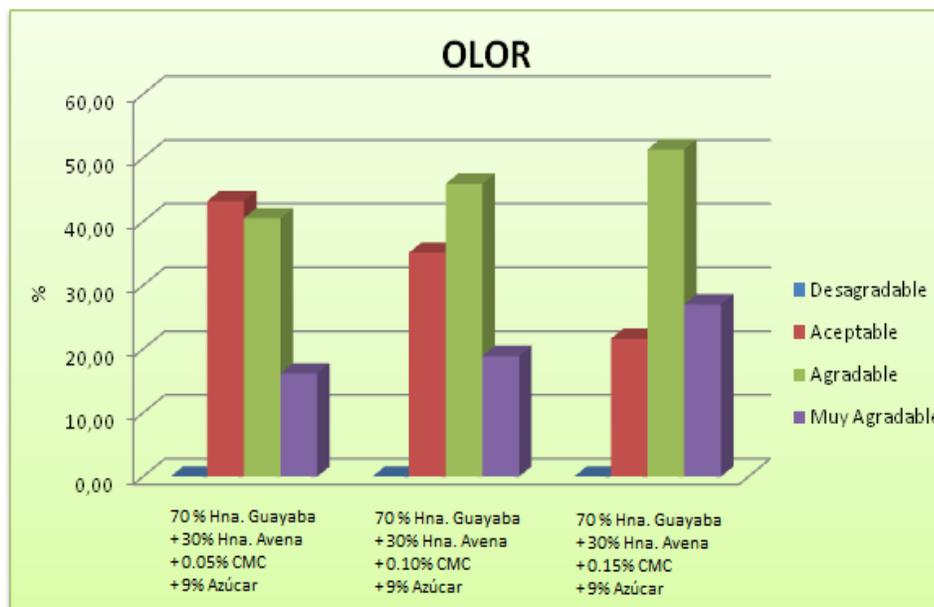
3.16.1.1 Análisis del olor

Cuadro. No: 45
Análisis del olor

OLOR	DIAGNÓSTICO	M1	%	M2	%	M3	%
	1. Desagradable		0	0,00	0	0,00	0
2. Aceptable		16	43,24	13	35,14	8	21,62
3. Agradable		15	40,54	17	45,95	19	51,35
4. Muy agradable		6	16,22	7	18,92	10	27,03
TOTAL		37	100	37	100	37	100

Fuente: Moreno, Luis; UTE /2010

Gráfico. N°: 01
Análisis del olor



Fuente: Moreno, Luis; UTE/2010

Análisis

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede observar en el gráfico No 01, que la mejor alternativa de las muestras, en cuanto al olor es la muestra 3 (70% Hna. Guayaba +30% Hna. Avena +0.15% CMC +9% Azúcar), calificada como Agradable con un 51.35%. Luego le sigue la muestra 2 con un 45.95% y finalmente la 1 con el 40.54%

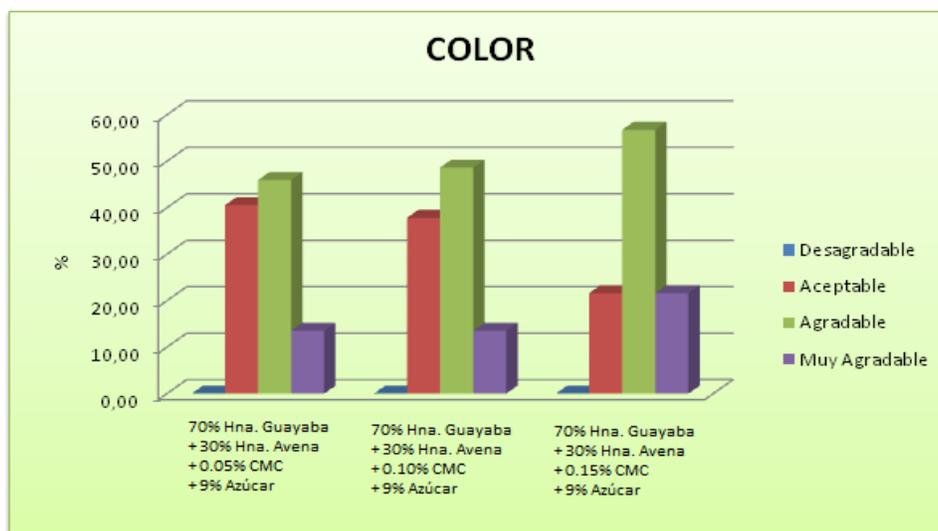
3.16.1.2 Análisis del color

Cuadro. No: 46
Análisis del color

COLOR	DIAGNÓSTICO	M1	%	M2	%	M3	%
	1. Desagradable		0	0,00	0	0,00	0
2. Aceptable		15	40,54	14	37,84	8	21,62
3. Agradable		17	45,95	18	48,65	21	56,76
4. Muy agradable		5	13,51	5	13,51	8	21,62
TOTAL		37	100	37	100	37	100

Fuente: Moreno, Luis; UTE /2010

Gráfico. N°: 02
Análisis del color



Fuente: Moreno, Luis; UTE/2010

Análisis

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede observar en el gráfico No 02, que la mejor alternativa de las muestras, en cuanto al color es la muestra 3 (70% Hna. Guayaba +30% Hna. Avena +0.15% CMC +9% Azúcar), calificada como Agradable con un 56.76%. Luego le sigue la muestra 2 con un 48.65% y finalmente la 1 con el 45.95%

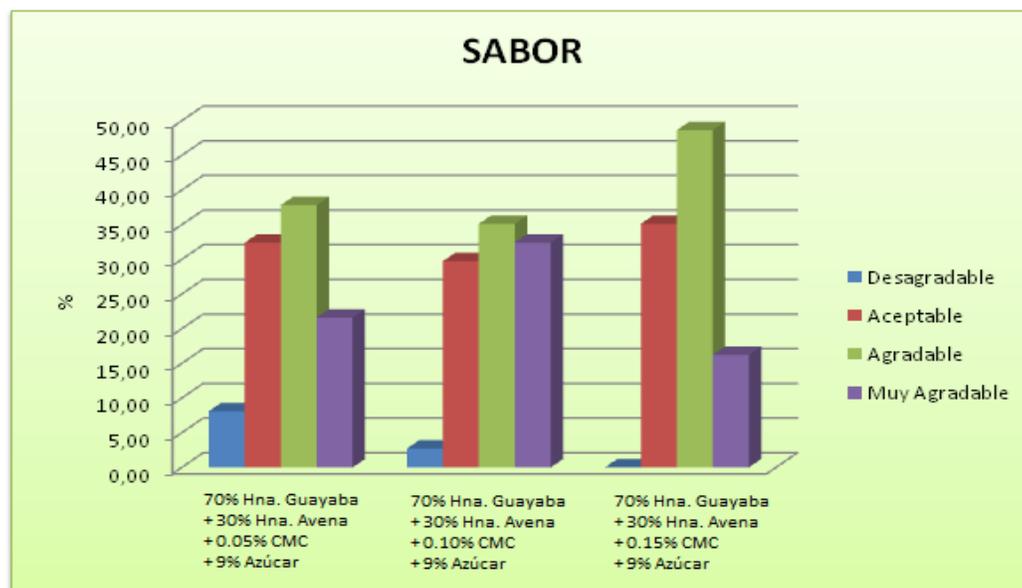
3.16.1.3 Análisis del sabor

Cuadro. No: 47
Análisis del sabor

SABOR	DIAGNÓSTICO	M1	%	M2	%	M3	%
	1. Desagradable		3	8,11	1	2,70	0
2. Aceptable		12	32,43	11	29,73	13	35,14
3. Agradable		14	37,84	13	35,14	18	48,65
4. Muy agradable		8	21,62	12	32,43	6	16,22
TOTAL		37	100	37	100	37	100

Fuente: Moreno, Luis; UTE /2010

Gráfico. N°: 03
Análisis del sabor



Fuente: Moreno, Luis; UTE/2010

Análisis

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede observar en el gráfico No 03, que la mejor alternativa de las muestras, en cuanto al sabor es la muestra 3 (70% Hna. Guayaba + 30% Hna. Avena + 0.15% CMC + 9% Azúcar), calificada como Agradable con un 48,65%. Luego le sigue la muestra 1 con un 37,84% y finalmente la 2 con el 35,24%

3.16.1.4 Análisis de consistencia

Cuadro. No: 48

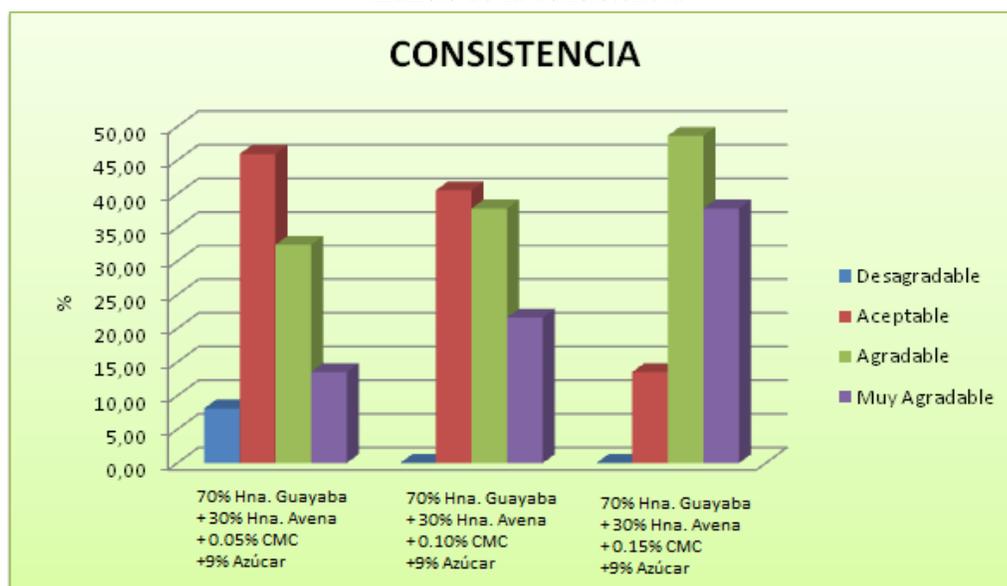
Consistencia de la bebida nutricional instantánea

CONSISTENCIA	DIAGNÓSTICO	M1	%	M2	%	M3	%
	1. Desagradable		3	8,11	0	0,00	0
2. Aceptable		17	45,95	15	40,54	5	13,51
3. Agradable		12	32,43	14	37,84	18	48,65
4. Muy agradable		5	13,51	8	21,62	14	37,84
TOTAL		37	100	37	100	37	100

Fuente: Moreno, Luis; UTE /2010

Gráfico. N°: 04

Análisis de la consistencia



Fuente: Moreno, Luis; UTE/2010

Análisis

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede observar en el gráfico No 04, que la mejor alternativa de las muestras, en cuanto a consistencia es la muestra 3 (70% Hna. Guayaba +30% Hna. Avena +0.15% CMC +9% Azúcar), calificada como Agradable con un 48.65%. Luego le sigue la muestra 2 con un 37.84% y finalmente la 1 con el 32.43%

3.16.2 Análisis de la mejor fórmula de la bebida nutricional instantáneas

Una vez analizadas los resultados de las encuestas en parámetros como el olor, color, sabor y consistencia de la bebida nutricional instantánea, se concluye que la fórmula que mayor aceptación es la muestra 3 (70% de harina de guayaba + 30% harina de avena + 0.15% CMC + 9% de azúcar). Considerando a la bebida de mejor aceptabilidad para el consumo.

Cuadro. No: 49

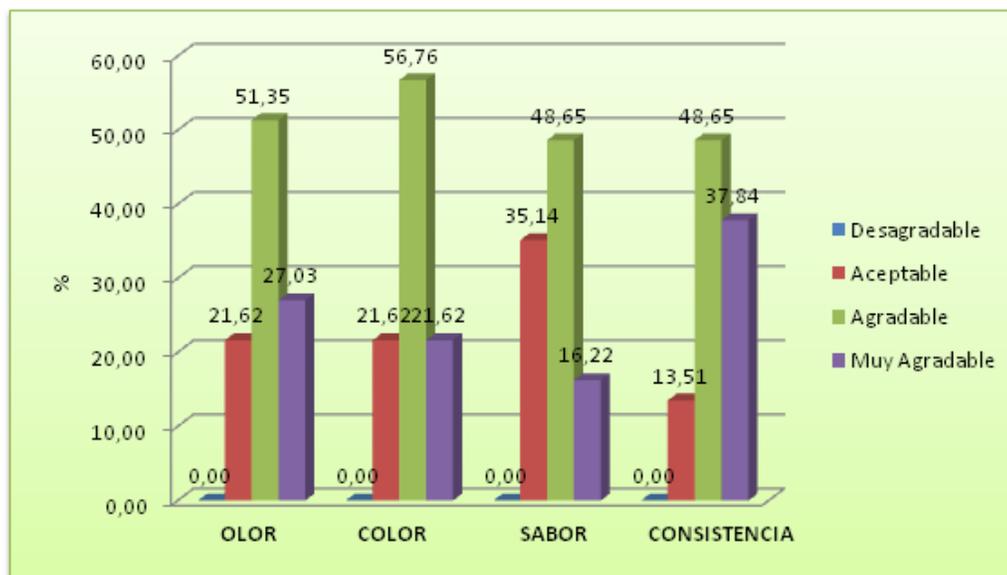
Porcentajes de aceptabilidad de la mejor formulación de la bebida nutricional instantánea

	DIAGNÓSTICO	OLOR	COLOR	SABOR	CONSISTENCIA
M3	1. Desagradable	0,00	0,00	0,00	0,00
	2. Aceptable	21,62	21,62	35,14	13,51
	3. Agradable	51,35	56,76	48,65	48,65
	4. Muy agradable	27,03	21,62	16,22	37,84
TOTAL		100	100	100	100

Fuente: Moreno, Luis; UTE/2010

Gráfico. N°: 05

Resumen de las encuestas de la mejor formulación de la bebida nutricional instantánea



Fuente: Moreno, Luis; UTE/2010

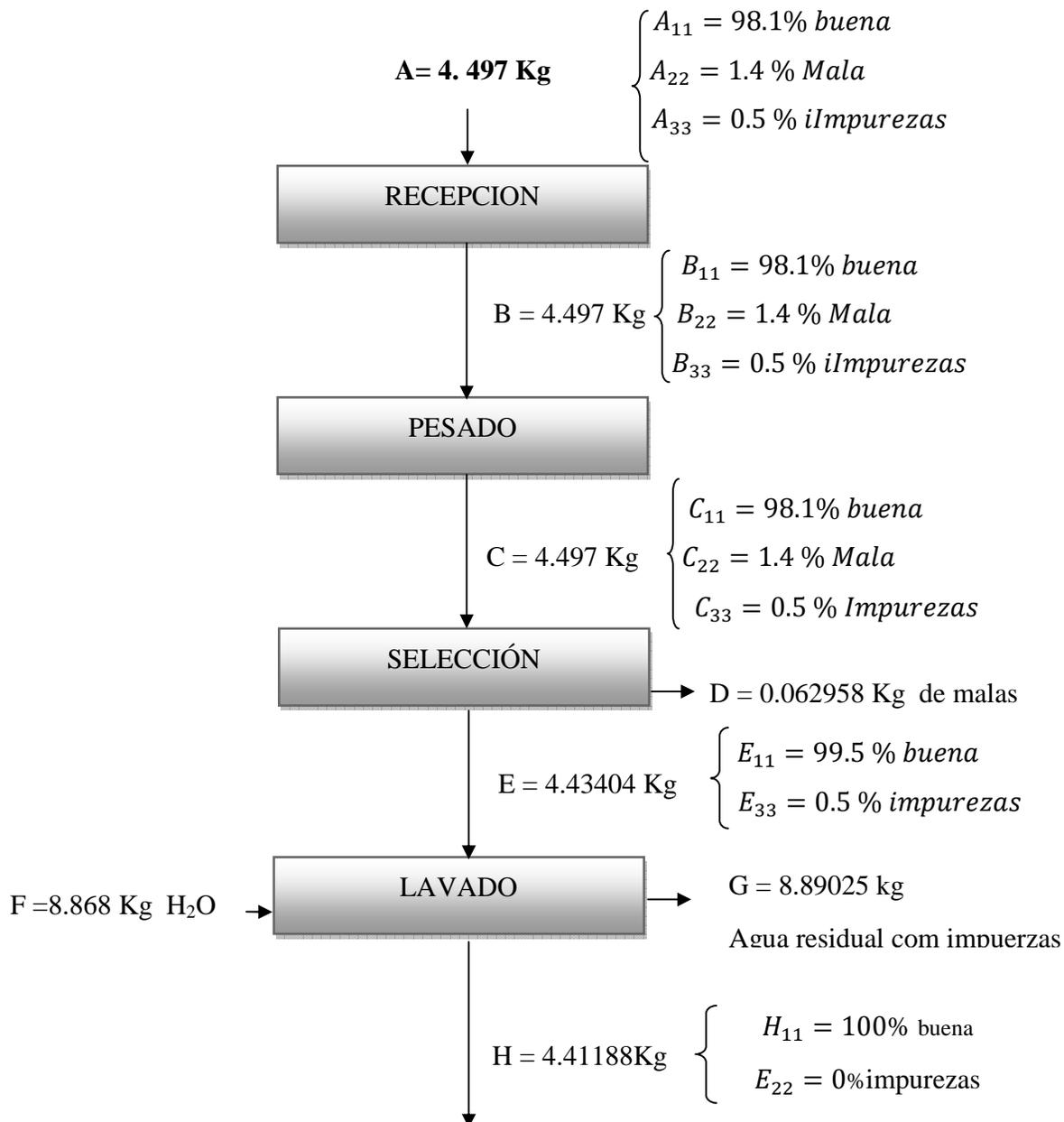
CAPITULO IV

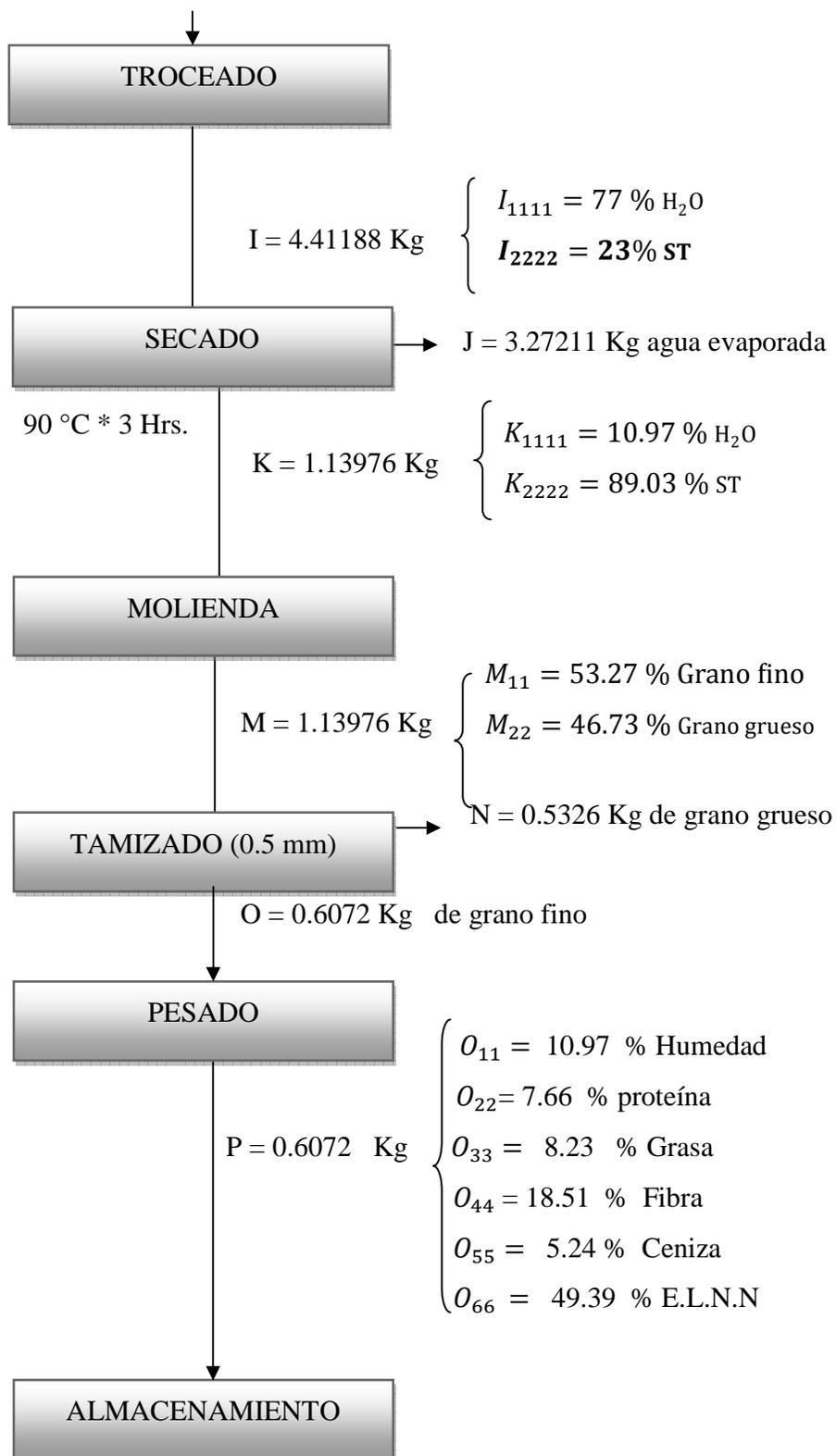
4.1 Balance de materia para la obtención de harina de guayaba

4.1.1 Diagrama cuantitativo para la obtención de harina de guayaba

A nivel de laboratorio

Base de cálculo = 4.497 Kg.de guayaba.

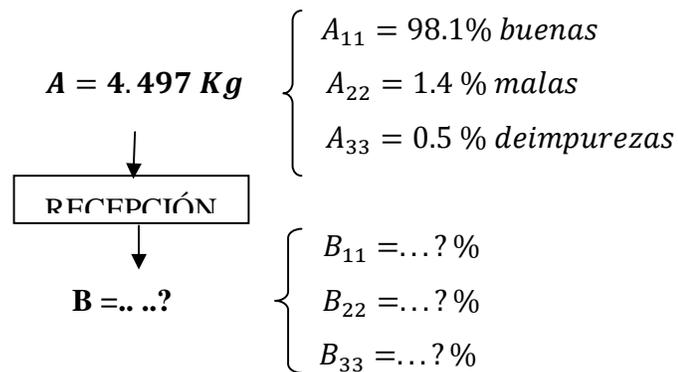




4.1.2 Balance de materia para la obtención de harina de guayaba A nivel de laboratorio

❖ Balance de materia para recepción

Base de cálculo = 4.497 Kg/h. de guayaba



Balance general

$$A = B$$

$$B = 4.497 \text{ Kg}$$

Balance parcial para guayaba buena

$$A(A_1) = B(B_1)$$

$$4.497(0.981) = 4.497(B_1)$$

$$B_1 = 0.981$$

$$B_{11} = 98.1\%$$

Balance parcial para guayabas malas

$$A(A_2) = B(B_2)$$

$$4.497(0.014) = 4.497(B_2)$$

$$B_2 = 0.014$$

$$B_{22} = 1.4\%$$

Balance parcial para impurezas

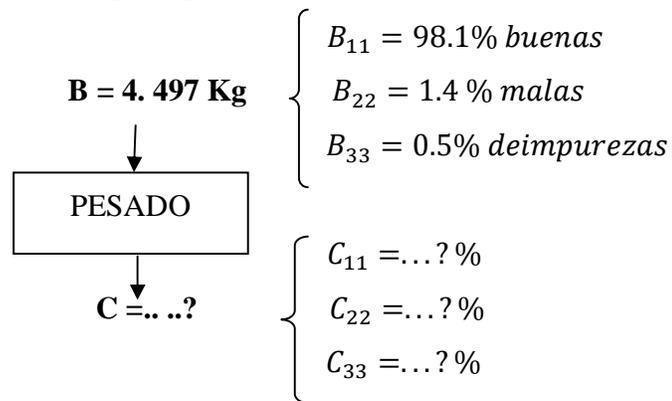
$$A(A_3) = B(B_3)$$

$$4.497(0.005) = 4.497(B_3)$$

$$B_3 = 0.005$$

$$B_{33} = 0.5 \%$$

❖ Balance de materia para pesado



Balance general

$$B = C$$

$$C = 4.497 \text{ Kg}$$

Balance parcial de guayabas buenas

$$B(B_1) = C(C_1)$$

$$4.497(0.981) = 4.497(C_1)$$

$$C_1 = 4.497(0.981)/4.497$$

$$C_1 = 0.981$$

$$C_{11} = 98.1\%$$

Balance parcial de guayabas malas

$$B(B_2) = C(C_2)$$

$$4.497(0.014) = 4.497(C_2)$$

$$C_2 = 0.014$$

$$C_{22} = 1.4 \%$$

Balance parcial para impurezas

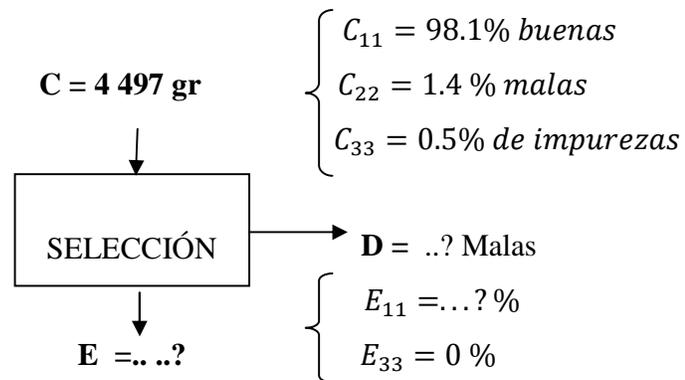
$$B(B_3) = C(C_3)$$

$$4.497(0.005) = 4.497(C_3)$$

$$C_3 = 0.005$$

$$C_{33} = 0.5 \%$$

❖ **Balance de materia para selección**



$$D = C(C_2)$$

$$D = 4.497(0.014)$$

$$D = 0.062958 \text{ Kg}$$

Balance general

$$C = D + E$$

$$4.497 = 0.062958 + E$$

$$E = 4.43404 \text{ Kg}$$

Balance parcial para impurezas

$$C(C_3) = E(E_3)$$

$$E_3 = C(C_3)/E$$

$$4.497(0.005) = 4.43404(E_3)$$

$$E_3 = 0.005$$

$$E_{33} = 0.5 \%$$

Balance parcial para guayabas buenas

$$C(C_1) = E(E_1)$$

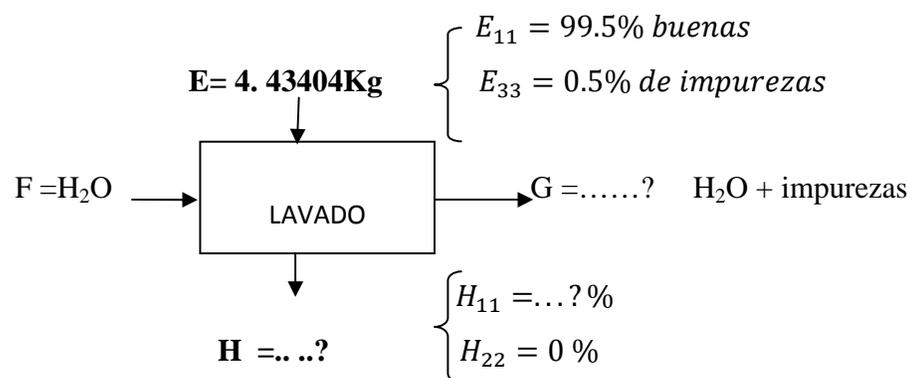
$$E_1 = C(C_1)/E$$

$$4.497(0.981) = 4.43404(E_1)$$

$$E_1 = 0.995$$

$$E_{11} = 99.5 \%$$

❖ Balance de materia para lavado



$$F = 2 E$$

$$F = 2 (4. 43404)$$

$$F = 8. 86808 \text{ Kg.}$$

$$G = E (E_3) + F$$

$$G = 4. 43404(0.005) + 8. 86808$$

$$G = 8. 89025 \text{ Kg}$$

Balance general

$$E + F = G + H$$

$$H = (E + F) - G$$

$$4. 43404 + 8. 86808 = 8.89025 + H$$

$$H = 4. 41187 \text{ Kg}$$

Balance parcial para guayabas buenas

$$E(E_1) = H(H_1)$$

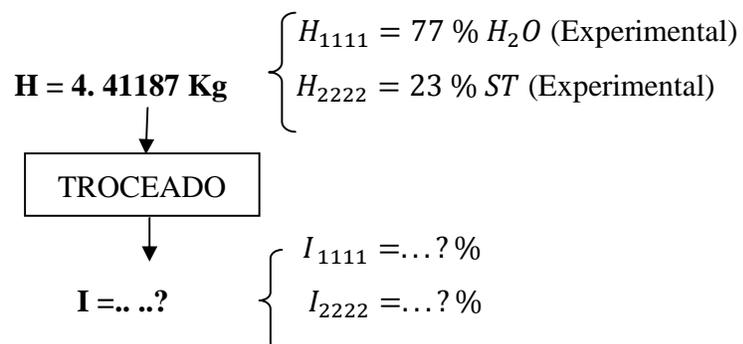
$$H_1 = E(E_1)/H$$

$$4 434.04 (0.995) = 4 411.87(H_1)$$

$$H_1 = 1$$

$$H_{11} = 100 \%$$

❖ **Bance de materia para troceado**



Balance General

$$H = I$$

$$I = 4.41187Kg$$

Balance parcial de sólidos totales

$$H(H_{222}) = I(I_{222})$$

$$I_{222} = H(H_{222}) / I$$

$$4.41187(0.23) = 4.41187(I_{222})$$

$$I_{222} = 0.23$$

$$I_{2222} = 23 \%$$

Balance parcial para H_2O

$$H(H_{111}) = I(I_{111})$$

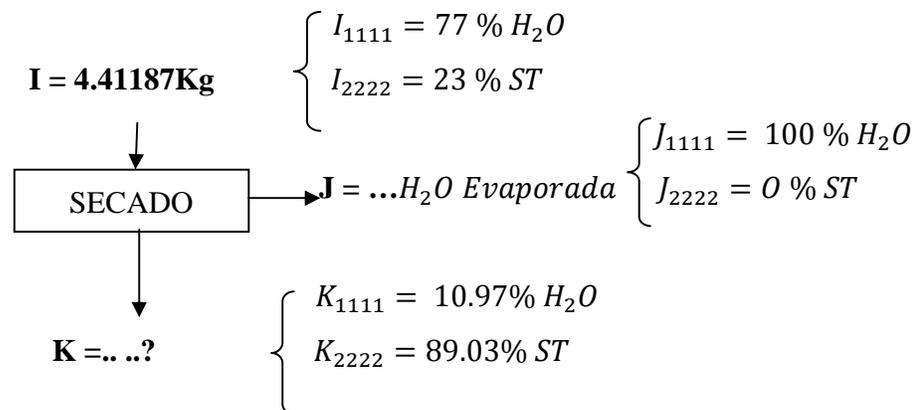
$$I_{111} = H(H_{111}) / I$$

$$4.41187(0.77) = 4.41187(I_{111})$$

$$I_{111} = 0.77$$

$$I_{1111} = 77 \%$$

❖ Balance de materia para secado



Balance General

$$I = J + K$$

$$J = I - K$$

Balance parcial de sólidos totales

$$I(I_{222}) = J(U_{222}) + K(K_{222})$$

$$4.41187(0.23) = J(0) + K(0.8903)$$

$$4.41187(0.23) = K(0.8903)$$

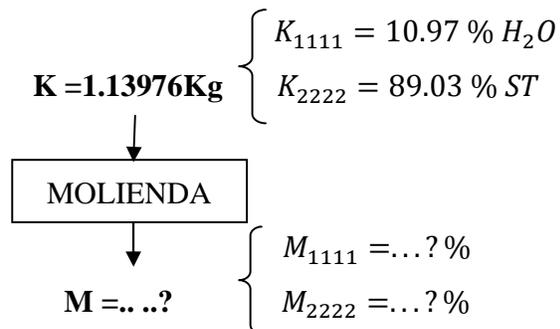
$$K = 1.13976 \text{ Kg de guayaba seca}$$

Por lo tanto

$$J = 4.41187 - 1.13976$$

$$J = 3.27211 \text{ Kg de agua evaporada}$$

❖ Balance de materia para molienda



Balance General

$$K = M$$

$$M = 1.13976 \text{ Kg}$$

Balance parcial para sólidos totales

$$K(K_{222}) = M(M_{222})$$

$$M_{222} = K(K_{222}) / M$$

$$1.13976(0.8903) = 1.13976(M_{222})$$

$$M_{222} = 0.8903$$

$$M_{2222} = 89.03 \%$$

Balance parcial para H_2O

$$K(K_{111}) = M(M_{111})$$

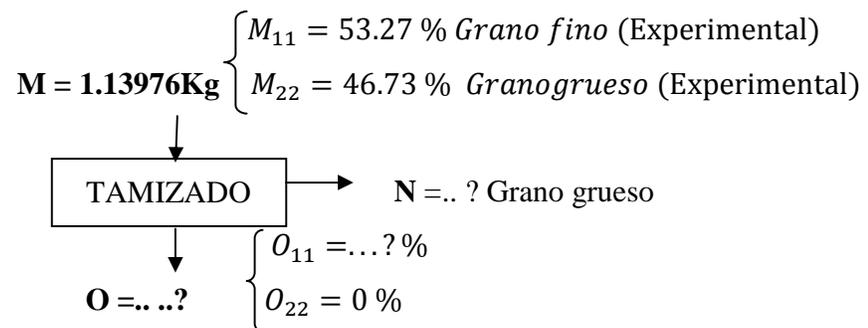
$$M_{111} = K(K_{111}) / M$$

$$1.13976 (0.1097) = 1.13976 (M_{111})$$

$$M_{111} = 0.1097$$

$$M_{1111} = 10.97 \%$$

❖ **Balance de materia para tamizado**



$$N = M (M_2)$$

$$N = 1.13976 (0.4673)$$

$$N = 0.5326 \text{ Kg de granogrueso}$$

Balance General

$$M = N + O$$

$$1.13976 = 0.5326 + O$$

$$O = 0.6072 \text{ Kg}$$

Balance parcial para Grano fino

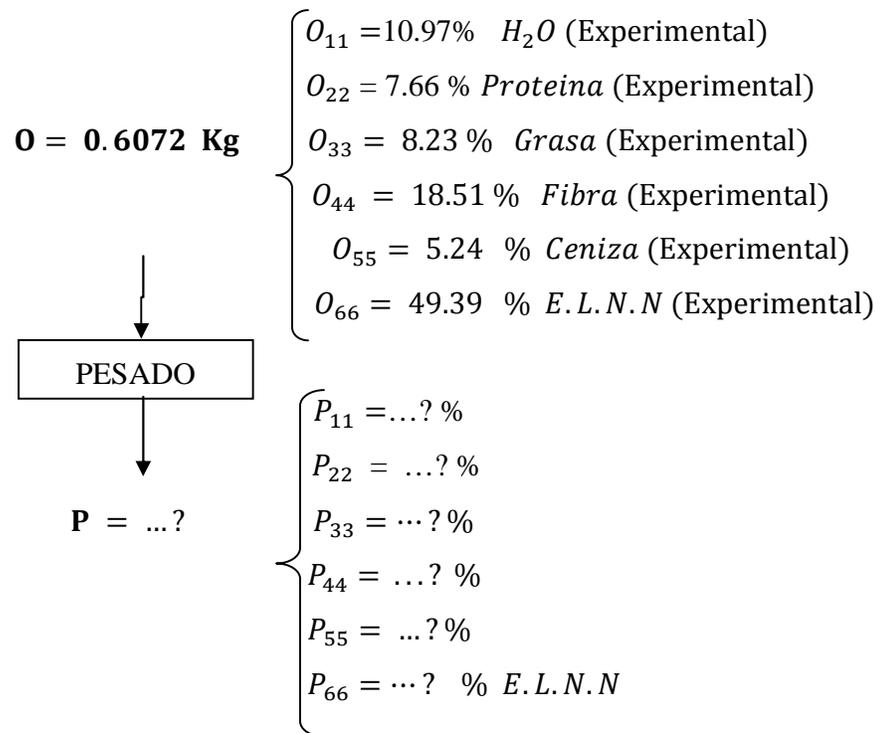
$$M(M_1) = O(O_1)$$

$$1.13976 (0.5327) = 0.6072(O_1)$$

$$O_1 = 1$$

$$O_{11} = 100 \%$$

❖ Balance de materia para pesado



Balance General

$$O = P$$

$$P = 0.6072 \text{ Kg}$$

Balance parcial para H_2O

$$O(O_1) = P(P_1)$$

$$0.6072(0.1097) = 0.6072(P_1)$$

$$P_1 = 0.1097$$

$$P_{11} = 10.97 \%$$

Balance parcial para Proteína

$$O(O_2) = P(P_2)$$

$$0.6072(0.0766) = 0.6072(P_2)$$

$$P_2 = 0.0766$$

$$P_{22} = 7.66 \%$$

Balance parcial para Grasa

$$O(O_3) = P(P_3)$$

$$0.6072(0.0823) = 0.6072(P_3)$$

$$P_3 = 0.0823$$

$$P_{33} = 8.23\%$$

Balance parcial para Fibra

$$O(O_4) = P(P_4)$$

$$0.6072(0.1851) = 0.6072(P_4)$$

$$P_4 = 0.1851$$

$$P_{44} = 18.51 \%$$

Balance parcial para Ceniza

$$O(O_5) = P(P_5)$$

$$0.6072(0.0524) = 0.6072(P_5)$$

$$P_5 = 0.0524$$

$$P_{55} = 5.24 \%$$

Balance parcial para E.L.N.N

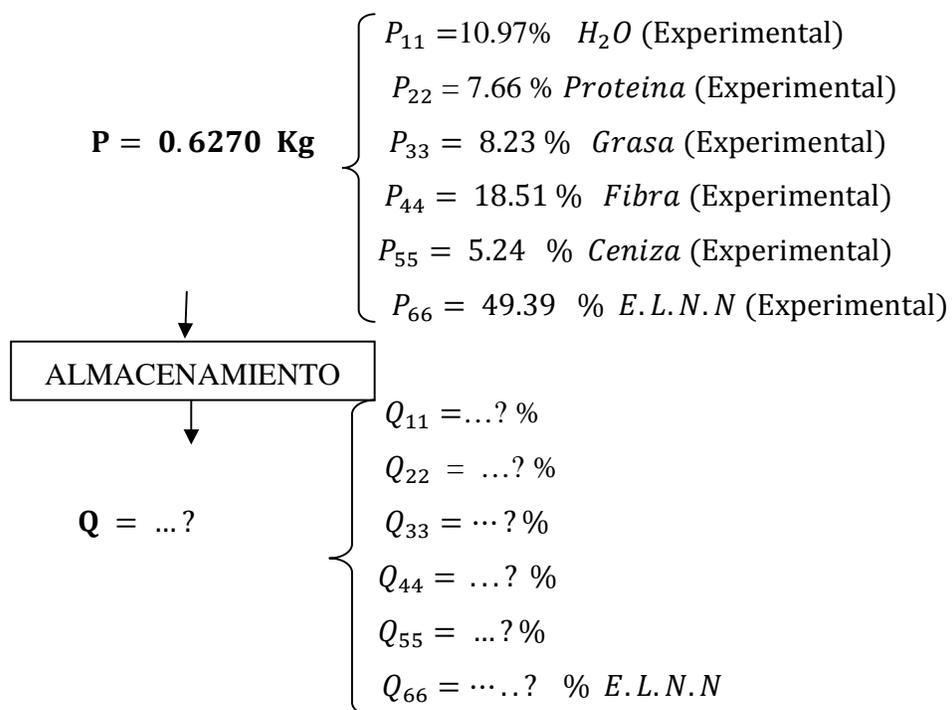
$$O(O_6) = P(P_6)$$

$$0.6072(0.4939) = 0.6072(P_6)$$

$$P_5 = 0.4939$$

$$P_{55} = 49.39 \%$$

❖ Balance de materia para almacenamiento



Balance General

$$P = Q$$

$$Q = 0.6072 \text{ Kg}$$

Balance parcial para H_2O

$$P(P_1) = Q(Q_1)$$

$$0.6072(0.1097) = 0.6072(Q_1)$$

$$Q_1 = 0.1097$$

$$Q_{11} = 10.97 \%$$

Balance parcial para Proteína

$$P(P_2) = Q(Q_2)$$

$$0.6072(0.0766) = 0.6072(Q_2)$$

$$Q_2 = 0.0766$$

$$Q_{22} = 7.66 \%$$

Balance parcial para Grasa

$$P(P_3) = Q(Q_3)$$

$$0.6072(0.0823) = 0.6072(Q_3)$$

$$Q_3 = 0.0823$$

$$Q_{33} = 8.23\%$$

Balance parcial para Fibra

$$P(P_4) = Q(Q_4)$$

$$0.6072(0.1851) = 0.6072(Q_4)$$

$$Q_4 = 0.1851$$

$$Q_{44} = 18.51 \%$$

Balance parcial para Ceniza

$$P(P_5) = Q(Q_5)$$

$$0.6072(0.0524) = 0.6072(Q_5)$$

$$Q_5 = 0.0524$$

$$Q_{55} = 5.24 \%$$

Balance parcial para E.L.N.N

$$P(P_6) = Q(Q_6)$$

$$0.6072(0.4939) = 0.6072(Q_6)$$

$$Q_6 = 0.4939$$

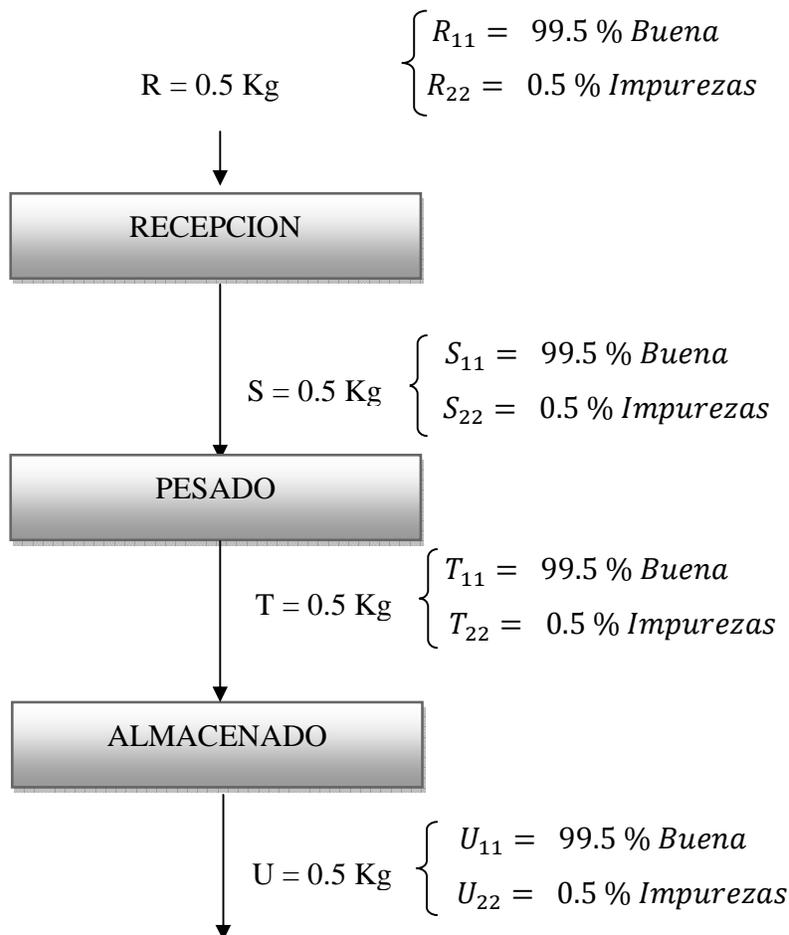
$$Q_{66} = 49.39\%$$

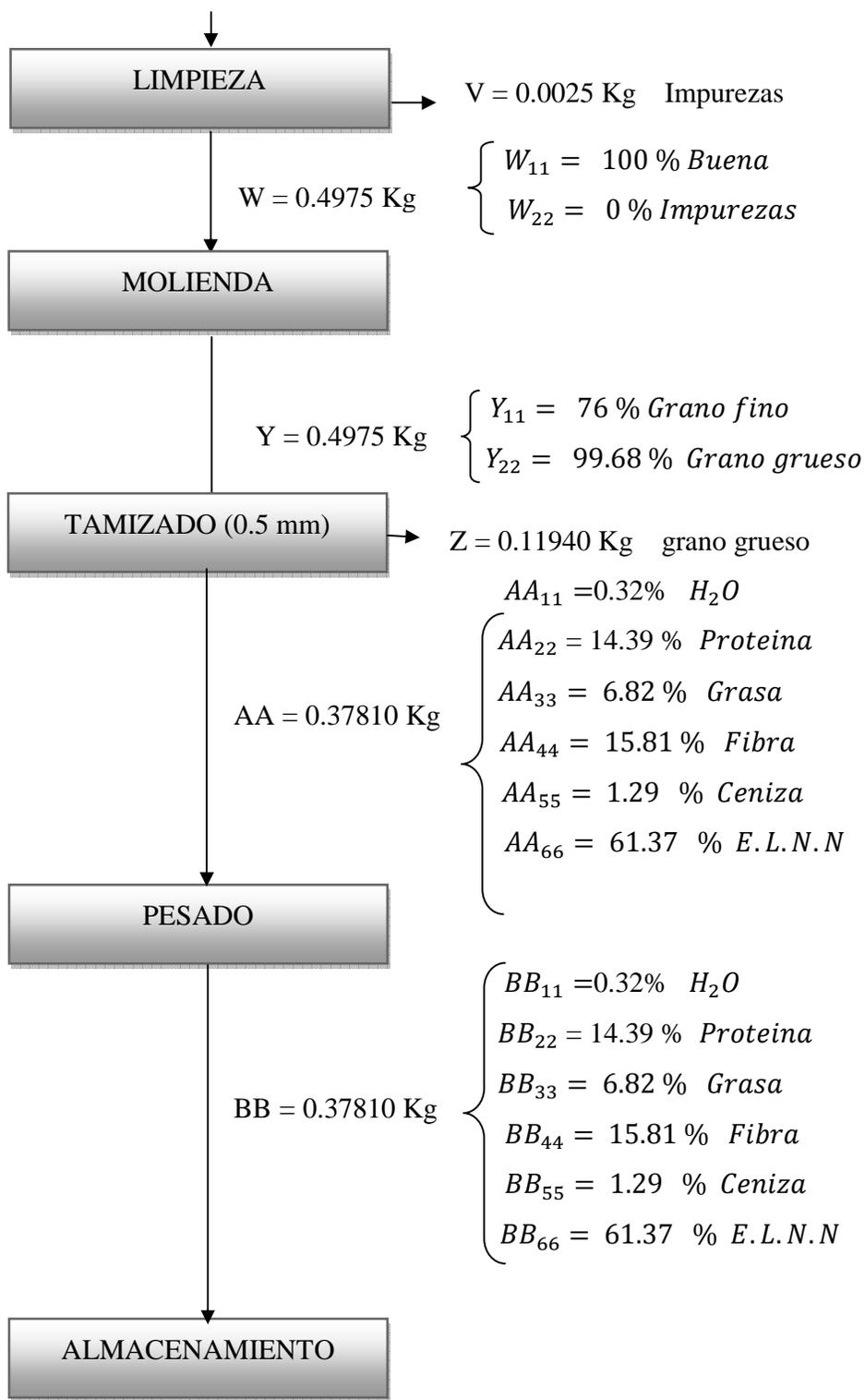
4.2 Balance de materia para la obtención de harina de avena

4.2.1 Diagrama cuantitativo para la obtención de harina de avena

A nivel de laboratorio

Base de cálculo: 0.5 kg de avena

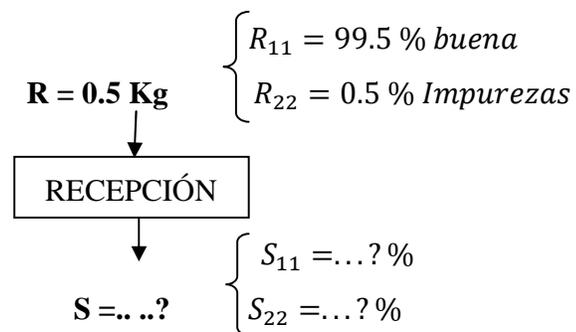




4.2.2 Balance de materia para la obtención de harina de avena A nivel de laboratorio

Base de cálculo: 0.5 Kg de Avena.

❖ Balance de materia para recepción



Balance general

$$R = S$$

$$S = 0.5 \text{ Kg}$$

Balance parcial para avena buena

$$R(R_1) = S(S_1)$$

$$0.5 (0.995) = 0.5(S_1)$$

$$S = 0.995$$

$$S_{11} = 99.5 \%$$

Balance parcial para impurezas

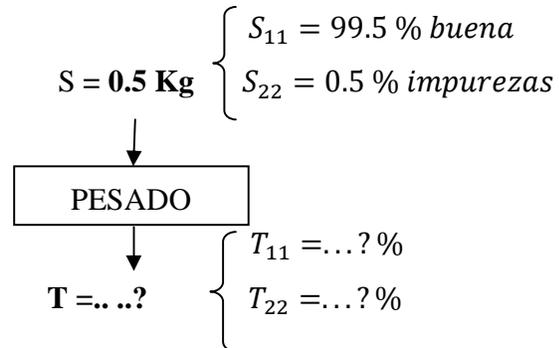
$$R(R_2) = S(S_2)$$

$$0.5 (0.005) = 0.5(S_2)$$

$$S_2 = 0.005$$

$$S_{22} = 0.5\%$$

❖ **Balance de materia para pesado**



Balance general

$$S = T$$

$$T = 0.5 \text{ Kg}$$

Balance parcial para avena buena

$$S(S_1) = T(T_1)$$

$$0.5 (0.995) = 0.5(T_1)$$

$$T_1 = 0.995$$

$$T_{11} = 99\%$$

Balance parcial para impurezas

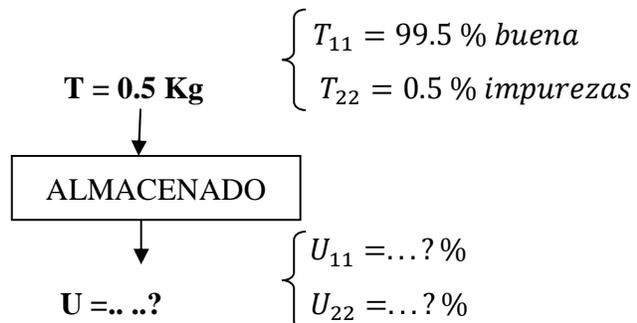
$$S(S_2) = T(T_2)$$

$$0.5 (0.005) = 0.5(T_2)$$

$$T_2 = 0.005$$

$$T_{22} = 0.5 \%$$

❖ **Balance de materia para almacenamiento**



Balance general

$$T = U$$

$$U = 0.5 \text{ Kg}$$

Balance parcial para avena buena

$$T(T_1) = U(U_1)$$

$$0.5 (0.995) = 0.5(U_1)$$

$$U_1 = 0.995$$

$$U_{11} = 99.5 \%$$

Balance parcial para impurezas

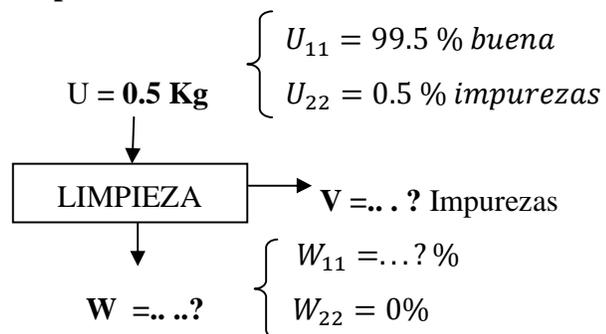
$$T(T_2) = U(U_2)$$

$$0.5(0.005) = 0.5(U_2)$$

$$U_2 = 0.005$$

$$U_{22} = 0.5 \%$$

❖ **Balance de materia para la selección**



$$V = U (U_2)$$

$$V = 0.5 (0.005)$$

$$V = 0.0025 \text{ Kg}$$

Balance general

$$U = V + W$$

$$0.5 = 0.0025 + W$$

$$W = 0.4975 \text{ gr}$$

Balance parcial para avena buena

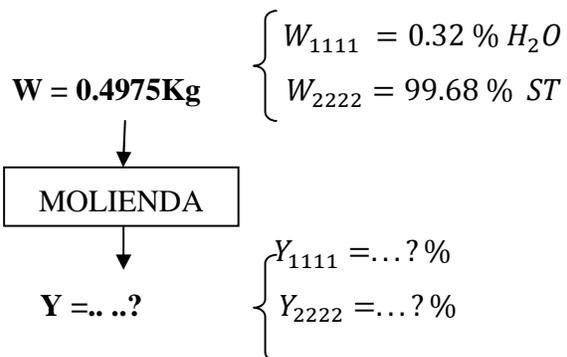
$$U(U_1) = W(W_1)$$

$$0.5 (0.995) = 0.4975(W_1)$$

$$W_1 = 1$$

$$W_{11} = 100 \%$$

❖ **Balance de materia para molienda**



Balance General

$$W = Y$$

$$Y = 0.4975 \text{ Kg}$$

Balance parcial para H_2O

$$W(W_{111}) = Y(Y_{111})$$

$$0.4975 (0.0032) = 0.4975(Y_{111})$$

$$Y_{111} = 0.0032$$

$$Y_{1111} = 0.32 \%$$

Balance parcial para sólidos totales

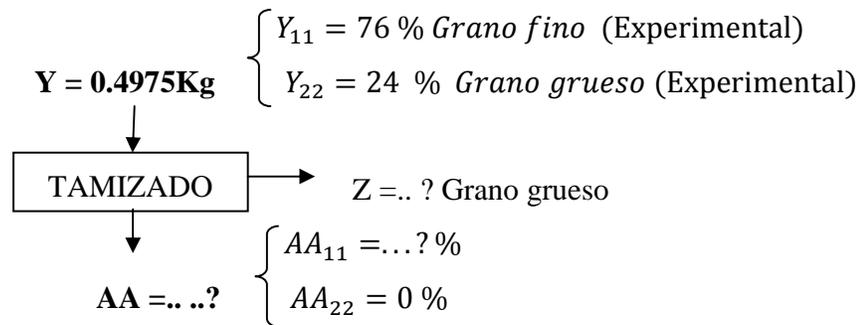
$$W(W_{222}) = Y(Y_{222})$$

$$0.4975(0.9968) = 0.4975(Y_{222})$$

$$Y_{222} = 0.9968$$

$$Y_{2222} = 99.68 \%$$

❖ Balance de materia para el tamizado



$$Z = Y (Y_2)$$

$$Z = 0.4975 (0.24)$$

$$Z = 0.11940 \text{ Kg de granogrueso}$$

Balance General

$$Y = Z + AA$$

$$0.4975 = 0.11940 + AA$$

$$AA = 0.37810 \text{ gr}$$

Balance parcial para grano fino

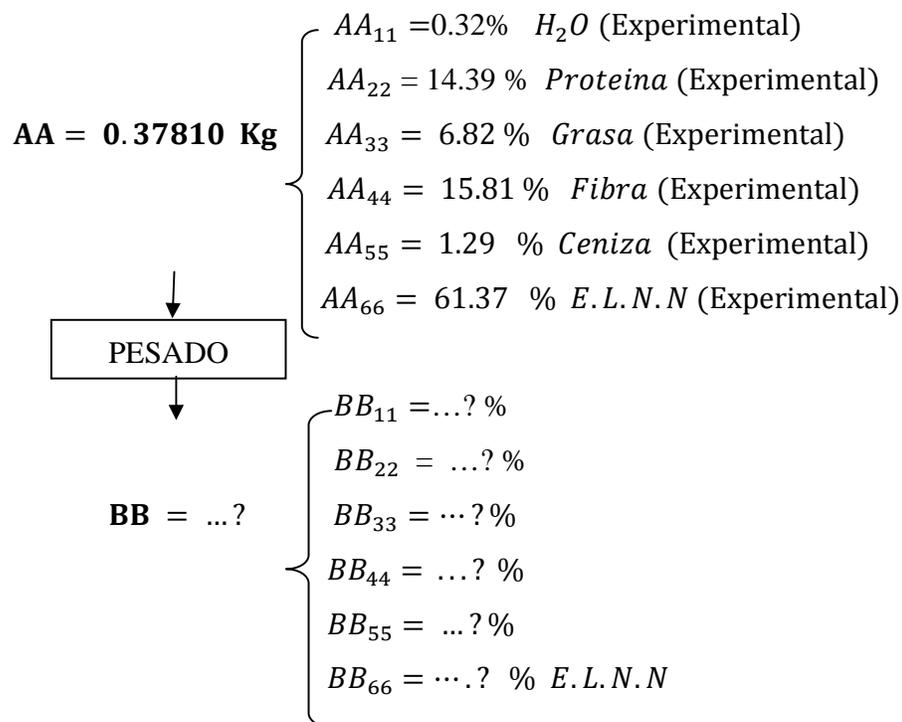
$$Y(Y_1) = AA(AA_1)$$

$$0.4975 (0.76) = 0.37810(AA_1)$$

$$AA_1 = 1$$

$$AA_{11} = 100 \%$$

❖ Balance de materia para pesado



Balance General

$$AA = BB$$

$$BB = 0.37810 \text{ gr}$$

Balance parcial para H_2O

$$AA(AA_1) = BB(BB_1)$$

$$0.37810(0.0032) = 0.37810(BB_1)$$

$$BB_1 = 0.0032$$

$$BB_{11} = 0.32 \%$$

Balance parcial para Proteína

$$AA(AA_2) = BB(BB_2)$$

$$0.37810(0.1439) = 0.37810(BB_2)$$

$$BB_2 = 0.1439$$

$$BB_{22} = 14.39 \%$$

Balance parcial para Grasa

$$AA(AA_3) = BB(BB_3)$$

$$0.37810(0.0682) = 0.37810(BB_3)$$

$$BB_3 = 0.0682$$

$$BB_{33} = 6.82 \%$$

Balance parcial para Fibra

$$AA(AA_4) = BB(BB_4)$$

$$0.37810(0.1581) = 0.37810(BB_4)$$

$$BB_4 = 0.1581$$

$$BB_{44} = 15.81 \%$$

Balance parcial para Ceniza

$$AA(AA_5) = BB(BB_5)$$

$$0.37810(0.0129) = 0.37810(BB_5)$$

$$BB_5 = 0.0129$$

$$BB_{55} = 1.29 \%$$

Balance parcial para E.L.N.N

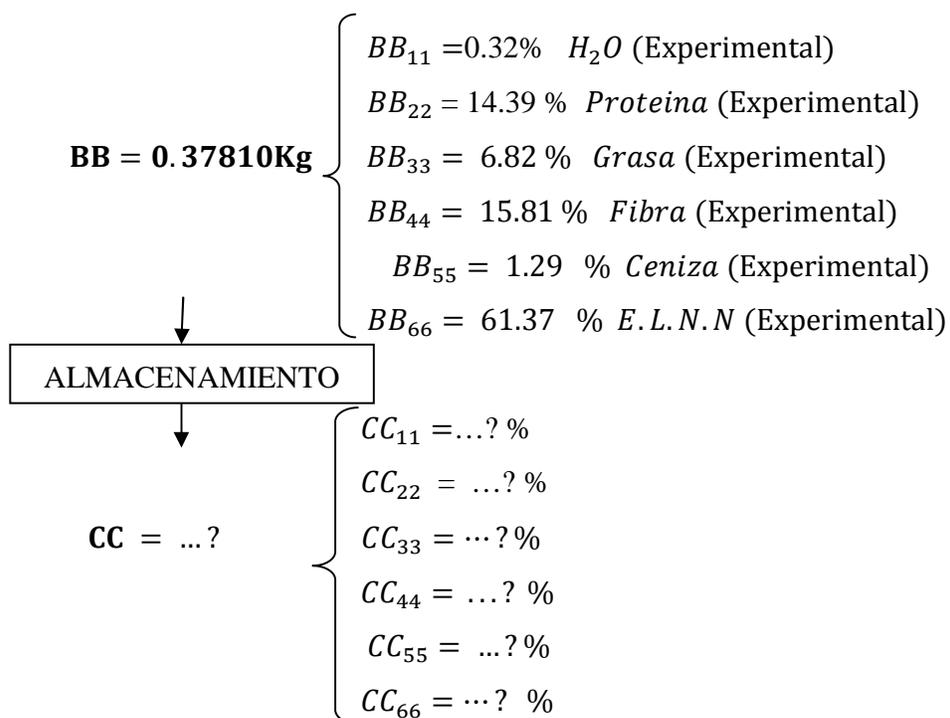
$$AA(AA_6) = BB(BB_6)$$

$$0.37810(0.6137) = 0.37810(BB_6)$$

$$BB_6 = 0.6137$$

$$BB_{66} = 61.37 \%$$

❖ Balance de materia para almacenamiento



Balance General

$$BB = CC$$

$$CC = 0.37810 \text{ Kg}$$

Balance parcial para H_2O

$$BB(BB_1) = CC(CC_1)$$

$$0.37810(0.0032) = 0.37810(CC_1)$$

$$CC_1 = 0.0032$$

$$CC_{11} = 0.32\%$$

Balance parcial para Proteína

$$BB(BB_2) = CC(CC_2)$$

$$0.37810(0.1439) = 0.37810(CC_2)$$

$$CC_2 = 0.1439$$

$$CC_{22} = 14.39 \%$$

Balance parcial para Grasa

$$BB(BB_3) = CC(CC_3)$$

$$0.37810(0.0682) = 0.37810(CC_3)$$

$$CC_3 = 0.0682$$

$$CC_{33} = 6.82 \%$$

Balance parcial para Fibra

$$BB(BB_4) = CC(CC_4)$$

$$0.37810(0.1581) = 0.37810(CC_4)$$

$$CC_4 = 0.1581$$

$$CC_{44} = 18.17 \%$$

Balance parcial para Ceniza

$$BB(BB_5) = CC(CC_5)$$

$$0.37810(0.0129) = 0.37810(CC_5)$$

$$CC_5 = 0.0129$$

$$CC_{55} = 1.29 \%$$

Balance parcial para E.L.N.N

$$BB(BB_6) = CC(CC_6)$$

$$0.37810(0.6137) = 0.37810(CC_6)$$

$$CC_6 = 0.6137$$

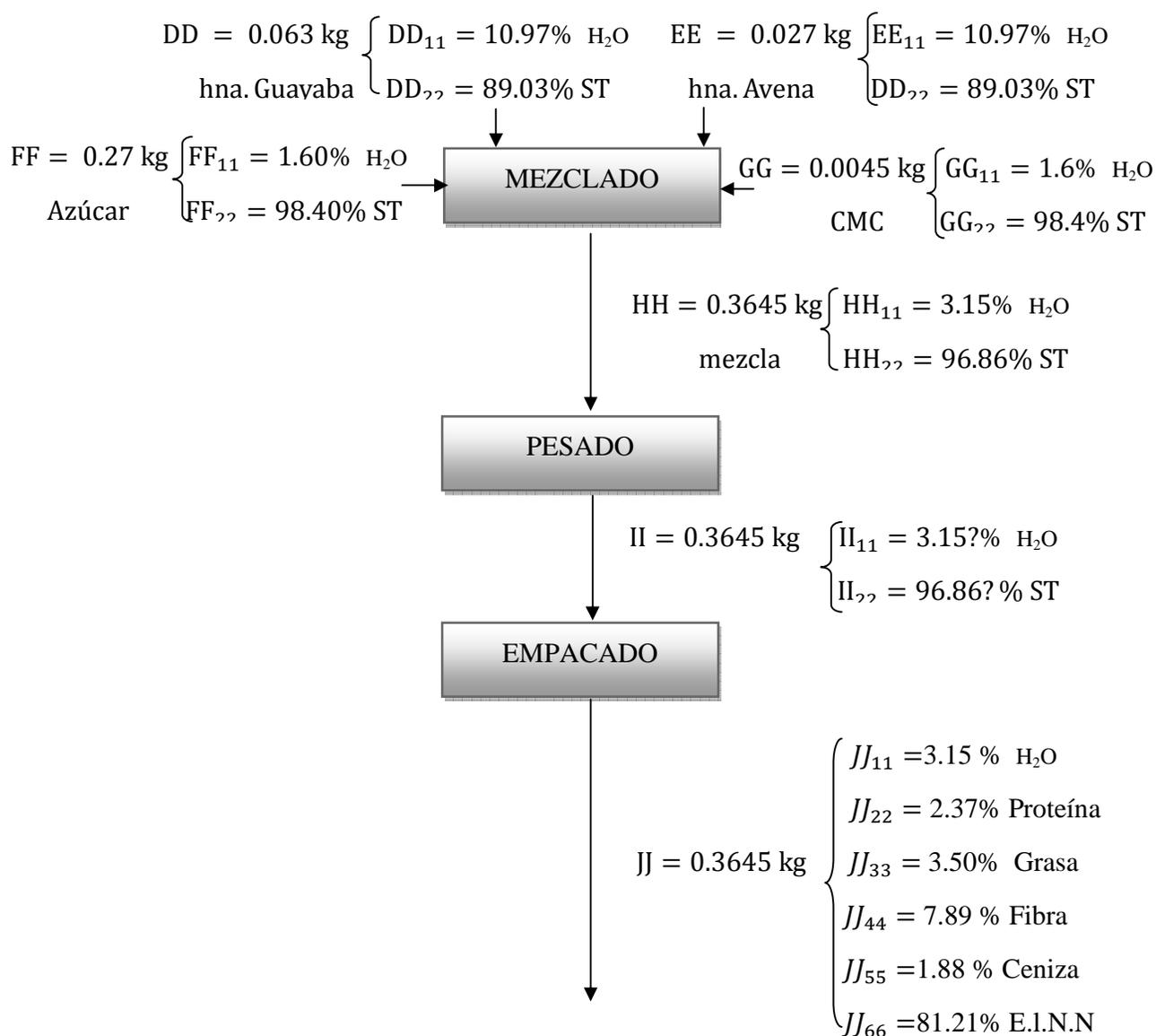
$$CC_{66} = 61.37 \%$$

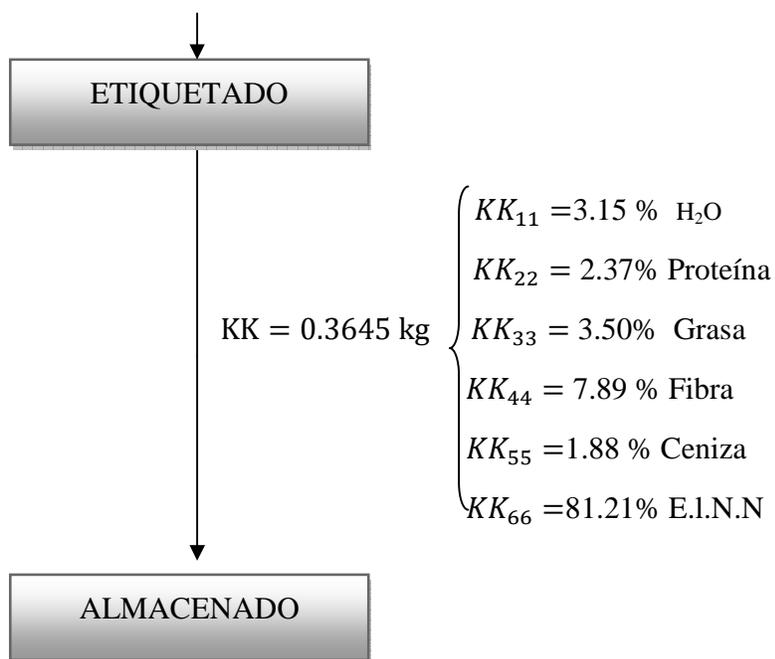
4.3 Balance de materia para la preparación de la mezcla a base de harina de guayaba y avena

4.3.1 Diagrama cuantitativo para la preparación de la mezcla a base de harina de guayaba y avena

A nivel de laboratorio

Base de cálculo: 0.3645 kg mezcla

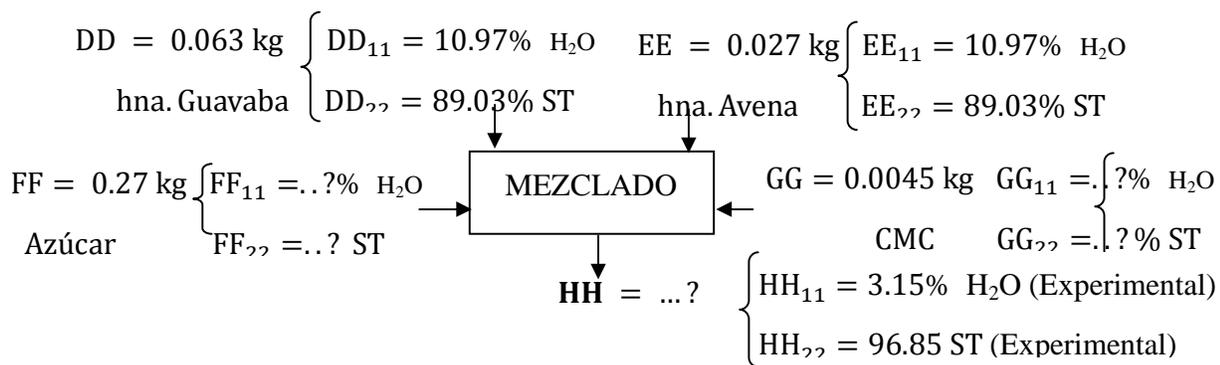




4.3.2 Balance de materia para la preparación de la mezcla a base de harina de guayaba y avena

❖ Balance de materia para el mezclado

Base de cálculo: 0.3645 kg de mezcla



Balance General

$$DD + EE + FF + GG = HH$$

$$(0.063 + 0.027 + 0.27 + 0.0045)Kg = HH$$

$$HH = 0.3645 \text{ kg de mezcla}$$

Balance parcial para humedad

$$DD(DD_1) + EE(EE_1) + FF(FF_1) + GG(GG_1) = HH(HH_1)$$

$$0.063(0.1097) + 0.027(0.0032) + 0.27(FF_1) + 0.0045(GG_1) \\ = 0.3645(0.0315)$$

$$0.0069 + 0.0000864 + 0.27FF_1 + 0.0045GG_1 = 0.01148$$

$$0.0045GG_1 = 0.0044946 - 0.27FF_1$$

$$GG_1 = FF_1$$

$$0.0045GG_1 = 0.0044946 - 0.27GG_1$$

$$0.2745GG_1 = 0.0044946$$

$$GG_1 = 0.016$$

$$GG_1 = 1.60\%$$

Balance parcial para sólidos totales

$$DD(DD_2) + EE(EE_2) + FF(FF_2) + GG(GG_2) = HH(HH_2)$$

$$0.063(0.8903) + 0.027(0.9968) + 0.27(FF_2) + 0.0045(GG_2) \\ = 0.3645(0.9685)$$

$$0.056 + 0.0269 + 0.27FF_2 + 0.0045GG_2 = 0.3530$$

$$0.0045GG_2 = 0.2701 - 0.27FF_2$$

$$GG_2 = FF_2$$

$$0.0045GG_2 = 0.2701 - 0.27GG_2$$

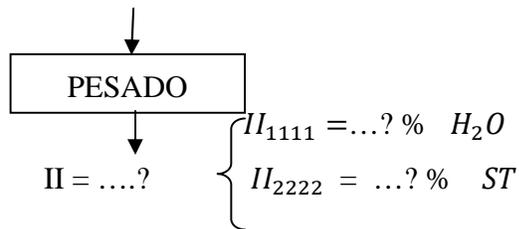
$$0.2745GG_2 = 0.2701$$

$$GG_2 = 0.9840$$

$$GG_2 = 98.40\%$$

❖ Balance de materia para el pesado

$$HH = 0.3645 \text{ Kg} \left\{ \begin{array}{l} HH_{1111} = 3.15 \% H_2O \text{ (Experimental)} \\ HH_{2222} = 96.85 \% ST \text{ (Experimental)} \end{array} \right.$$



Balance General

$$HH = II$$

$$II = 0.3645 \text{ Kg}$$

Balance parcial para humedad

$$HH(HH_{111}) = II(II_{111})$$

$$0.3645(0.0315) = 0.3645(II_{111})$$

$$II_{111} = 0.0315$$

$$II_{1111} = 3.15 \%$$

Balance parcial para sólidos totales

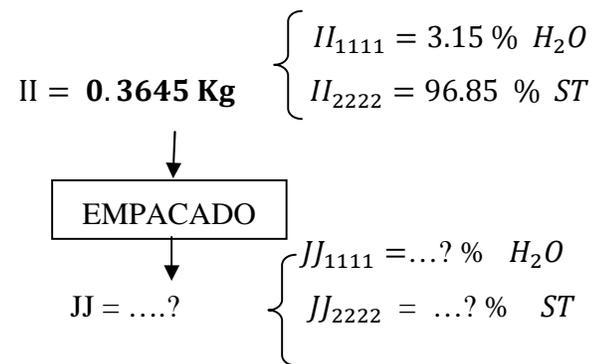
$$HH(HH_{222}) = II(II_{222})$$

$$0.3645(0.9685) = 0.3645(II_{222})$$

$$II_{222} = 0.9685$$

$$II_{2222} = 96.85 \%$$

❖ Balance de materia para el empacado



Balance General

$$\text{II} = \text{JJ}$$

$$\text{JJ} = 0.3645 \text{ Kg}$$

Balance parcial para humedad

$$\text{II}(\text{II}_{111}) = \text{JJ}(\text{JJ}_{111})$$

$$0.3645(0.0315) = 0.3645(\text{JJ}_{111})$$

$$\text{JJ}_{111} = 0.0315$$

$$\text{JJ}_{1111} = 3.15 \%$$

Balance parcial para sólidos totales

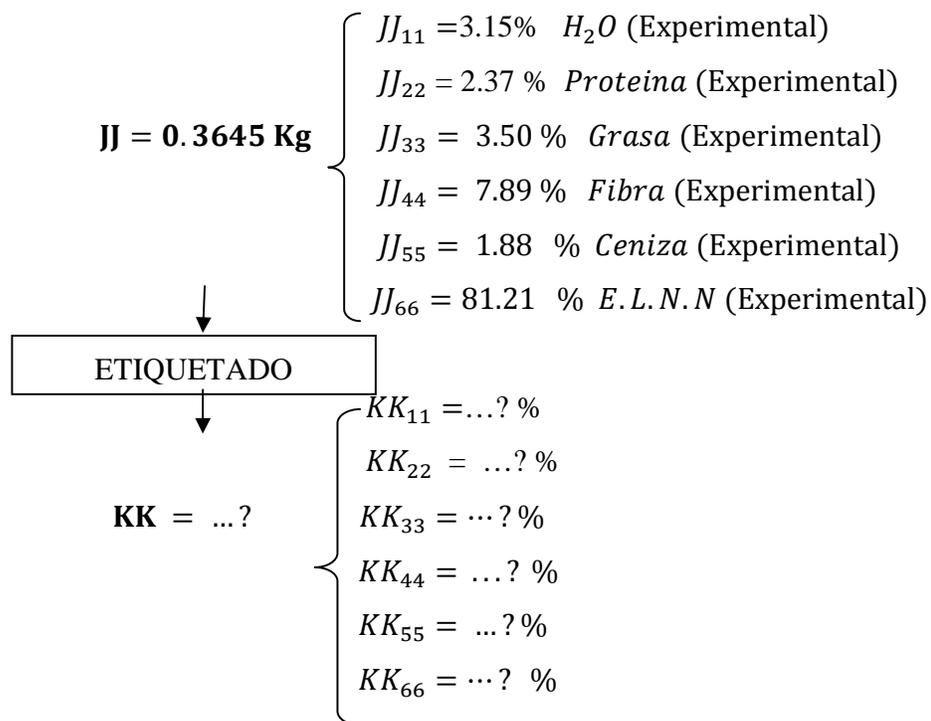
$$\text{II}(\text{II}_{222}) = \text{JJ}(\text{JJ}_{222})$$

$$0.3645(0.9685) = 0.3645(\text{JJ}_{222})$$

$$\text{JJ}_{222} = 0.9685$$

$$\text{JJ}_{2222} = 96.85 \%$$

❖ Balance de materia para el etiquetado



Balance General

$$JJ = KK$$

$$KK = 0.3645 \text{ Kg}$$

Balance parcial para H_2O

$$JJ(JJ_1) = KK(KK_1)$$

$$0.3645(0.0315) = 0.3645(KK_1)$$

$$KK_1 = 0.0315$$

$$KK_{11} = 3.15\%$$

Balance parcial para Proteína

$$JJ(JJ_2) = KK(KK_2)$$

$$0.3645(0.0237) = 0.3645(KK_2)$$

$$KK_2 = 0.0237$$

$$KK_{22} = 2.37 \%$$

Balance parcial para Grasa

$$JJ(JJ_3) = KK(KK_3)$$

$$0.3645(0.035) = 0.3645(KK_3)$$

$$KK_3 = 0.035$$

$$KK_{33} = 3.50 \%$$

Balance parcial para Fibra

$$JJ(KK_4) = KK(KK_4)$$

$$0.3645(0.0789) = 0.3645(KK_4)$$

$$KK_4 = 0.0789$$

$$KK_{44} = 7.89 \%$$

Balance parcial para Ceniza

$$JJ(JJ_5) = KK(KK_5)$$

$$0.3645(0.0188) = 0.3645(KK_5)$$

$$KK_5 = 0.0188$$

$$KK_{55} = 1.88 \%$$

Balance parcial para E.L.N.N

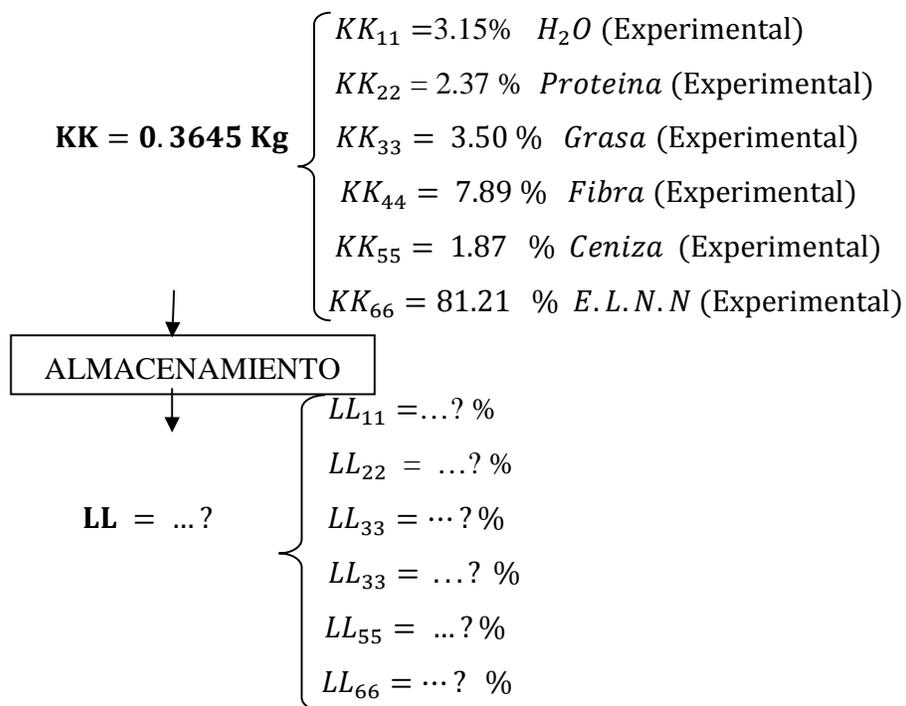
$$JJ(JJ_6) = KK(KK_6)$$

$$0.3645(0.8121) = 0.3645(KK_6)$$

$$KK_6 = 0.8121$$

$$KK_{66} = 81.21 \%$$

❖ Balance de materia para almacenamiento



Balance General

$$KK = LL$$

$$LL = 0.3645 \text{ Kg}$$

Balance parcial para H_2O

$$KK(KK_1) = LL(LL_1)$$

$$0.3645(0.0315) = 0.3645(LL_1)$$

$$LL_1 = 0.0315$$

$$LL_{11} = 3.15\%$$

Balance parcial para Proteína

$$KK(KK_2) = LL(LL_2)$$

$$0.3645(0.0237) = 0.3645(LL_2)$$

$$LL_2 = 0.0237$$

$$LL_{22} = 2.37 \%$$

Balance parcial para Grasa

$$KK(KK_3) = LL(LL_3)$$

$$0.3645(0.035) = 0.3645(LL_3)$$

$$LL_3 = 0.035$$

$$LL_{33} = 3.50 \%$$

Balance parcial para Fibra

$$KK(KK_4) = LL(LL_4)$$

$$0.3645(0.0789) = 0.3645(LL_4)$$

$$LL_4 = 0.0789$$

$$LL_{44} = 7.89 \%$$

Balance parcial para Ceniza

$$KK(KK_5) = LL(LL)$$

$$0.3645(0.0187) = 0.3645(LL_5)$$

$$LL_5 = 0.0187$$

$$LL_{55} = 1.87 \%$$

Balance parcial para E.L.N.N

$$KK(KK_6) = LL(LL_6)$$

$$0.3645(0.8121) = 0.3645(LL_6)$$

$$LL_6 = 0.8121$$

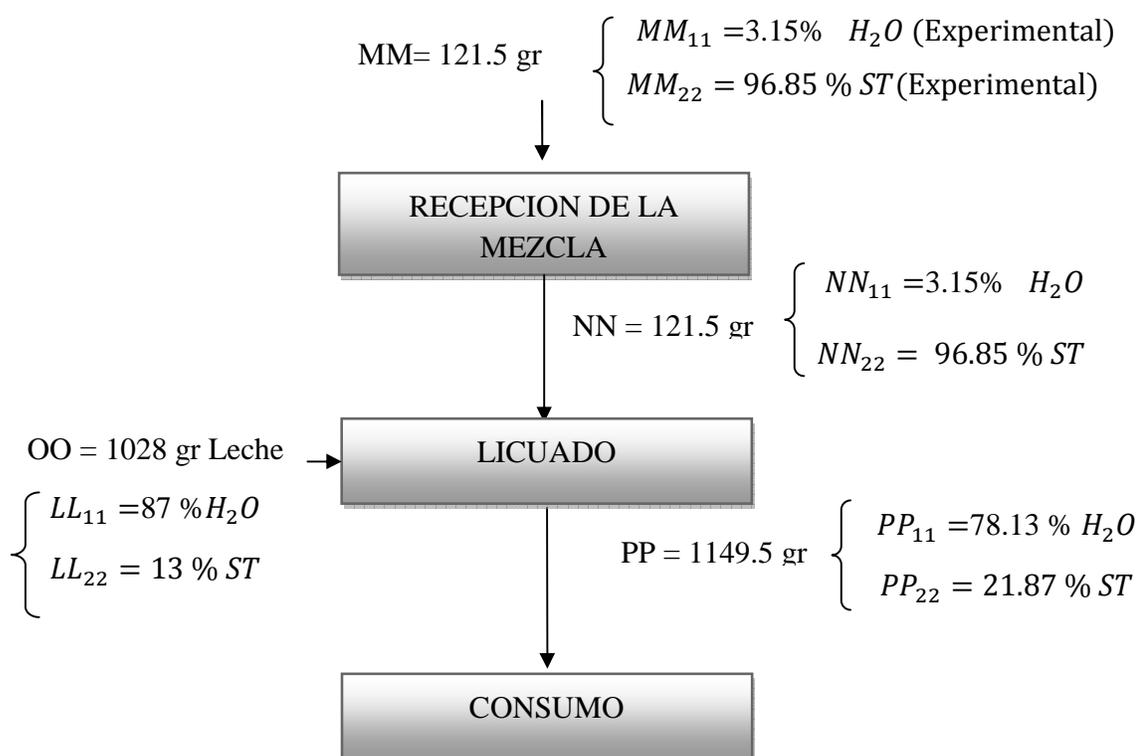
$$LL_{66} = 81.21 \%$$

4.4 Balance de materia para la elaboración de la Bebida Nutricional

4.4.1 Diagrama cuantitativo para la elaboración de la Bebida Nutricional

A nivel de laboratorio

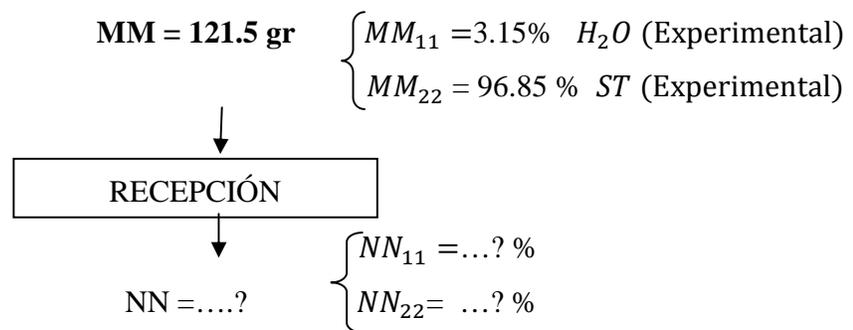
Base de cálculo: 121.5 gr



4.4.2 Balance de materia para la elaboración de la Bebida Nutricional

Base de cálculo: 121.5 gr de mezcla Guayavena (Mezcla para un litro de leche)

❖ Balance de materia para la recepción de la mezcla



Balance General

$$MM = NN$$

$$NN = 121.5 \text{ gr}$$

Balance parcial para H_2O

$$MM(MM_1) = NN(NN_1)$$

$$121.5(0.0315) = 121.5(NN_1)$$

$$NN_1 = 0.0315$$

$$NN_{11} = 3.15 \%$$

Balance parcial para sólidos totales

$$MM(MM_2) = NN(NN_2)$$

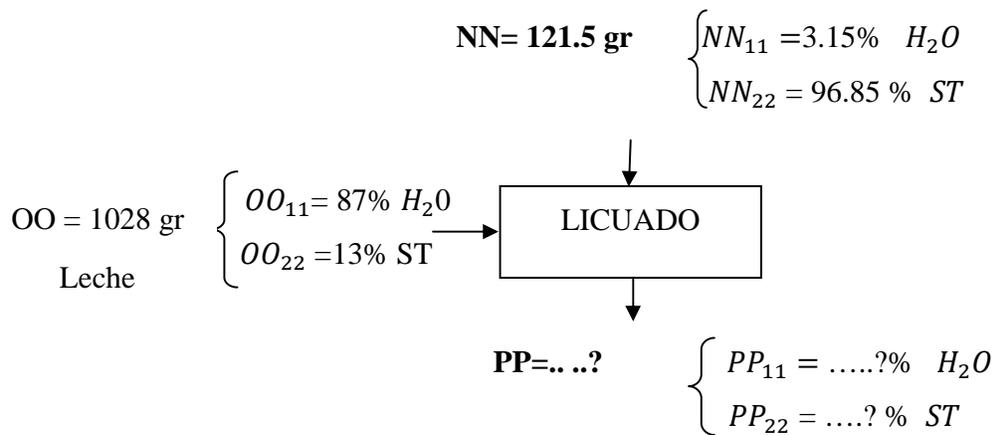
$$121.5(0.9685) = 121.5(NN_2)$$

$$NN_2 = 0.9685$$

$$NN_{22} = 96.85 \%$$

❖ Balance de material para el licuado

$$OO = 1000 \text{ ml de leche} * 1.028 \frac{\text{gr}}{\text{ml}} = 1020 \text{ gr}$$



Balance General

$$NN + OO = PP$$

$$121.5 + 1028 = PP$$

$$PP = 1149.5 \text{ gr.}$$

Balance parcial para H_2O

$$NN(NN_1) + OO(OO_1) = PP(PP_1)$$

$$121.5(0.0315) + 1028(0.87) = 1149.5(PP_1)$$

$$3.83 + 894.36 = 1149.5(PP_1)$$

$$PP_1 = 0.7813$$

$$MM_{11} = 78.13\%$$

Balance parcial para sólidos totales

$$NN(NN_2) + OO(OO_2) = PP(PP_2)$$

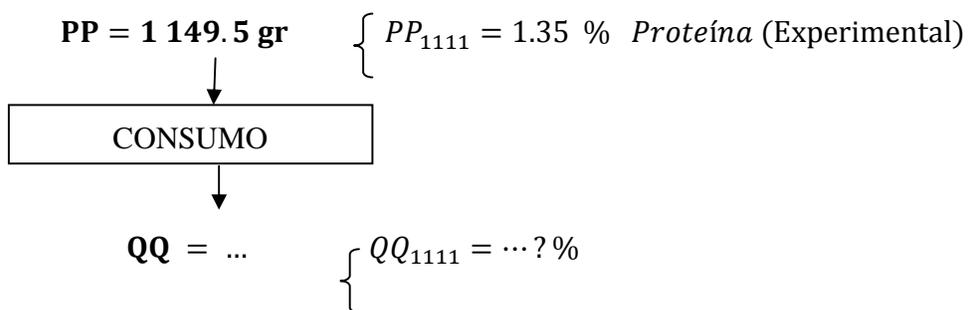
$$121.5(0.9685) + 1028(0.13) = 1149.5(PP_2)$$

$$117.67 + 133.64 = 1149.5(PP_2)$$

$$PP_2 = 0.2187$$

$$PP_{22} = 21.87 \%$$

❖ **Balance de materia para el consumo**



Balance General

$$PP = QQ$$

$$QQ = 1\ 149.5\ gr$$

Balance parcial para proteína

$$PP(PP_{111}) = QQ(QQ_{111})$$

$$1\ 149.5(0.0135) = 11\ 149.5(QQ_1)$$

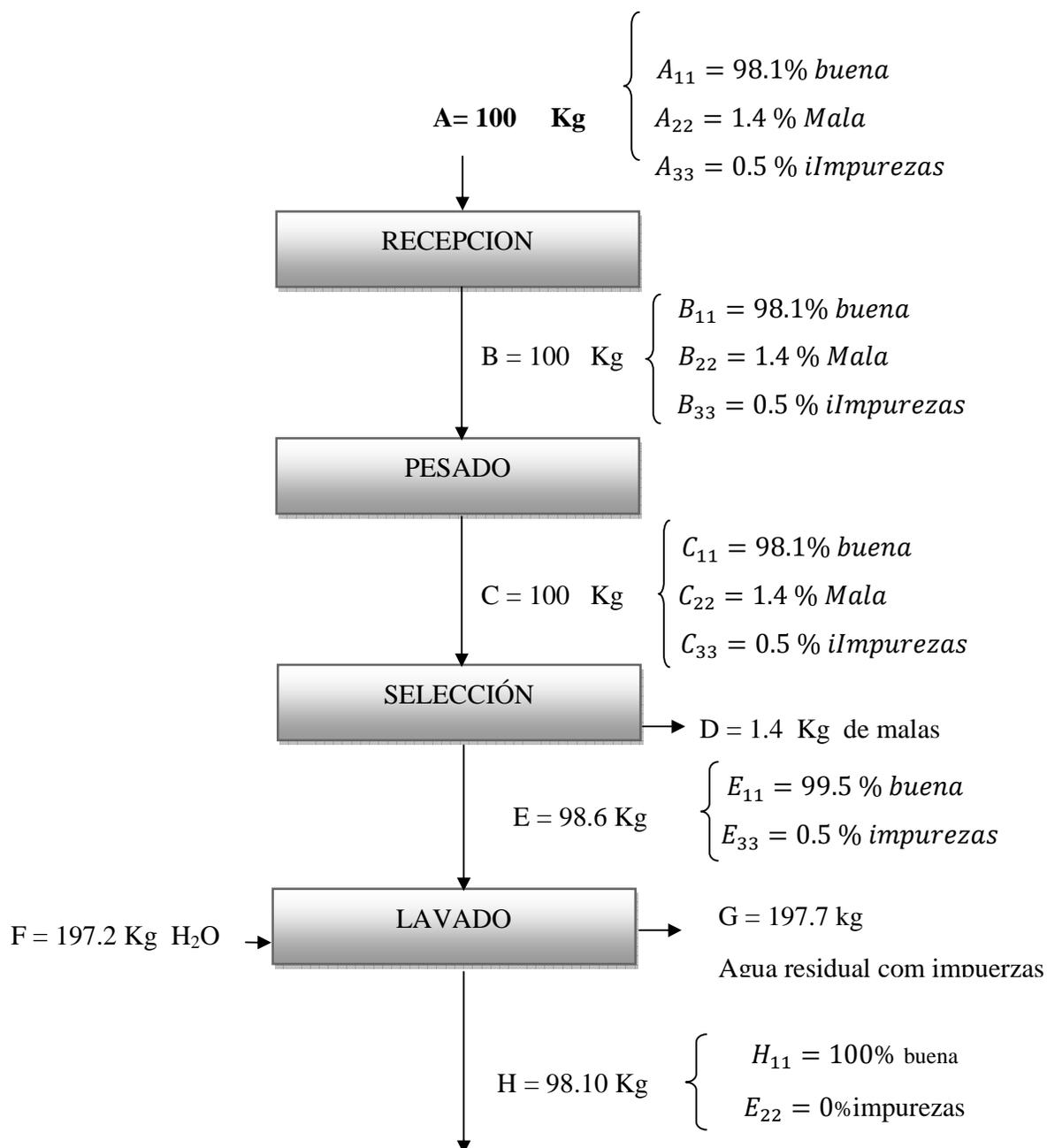
$$QQ_1 = 0.0135$$

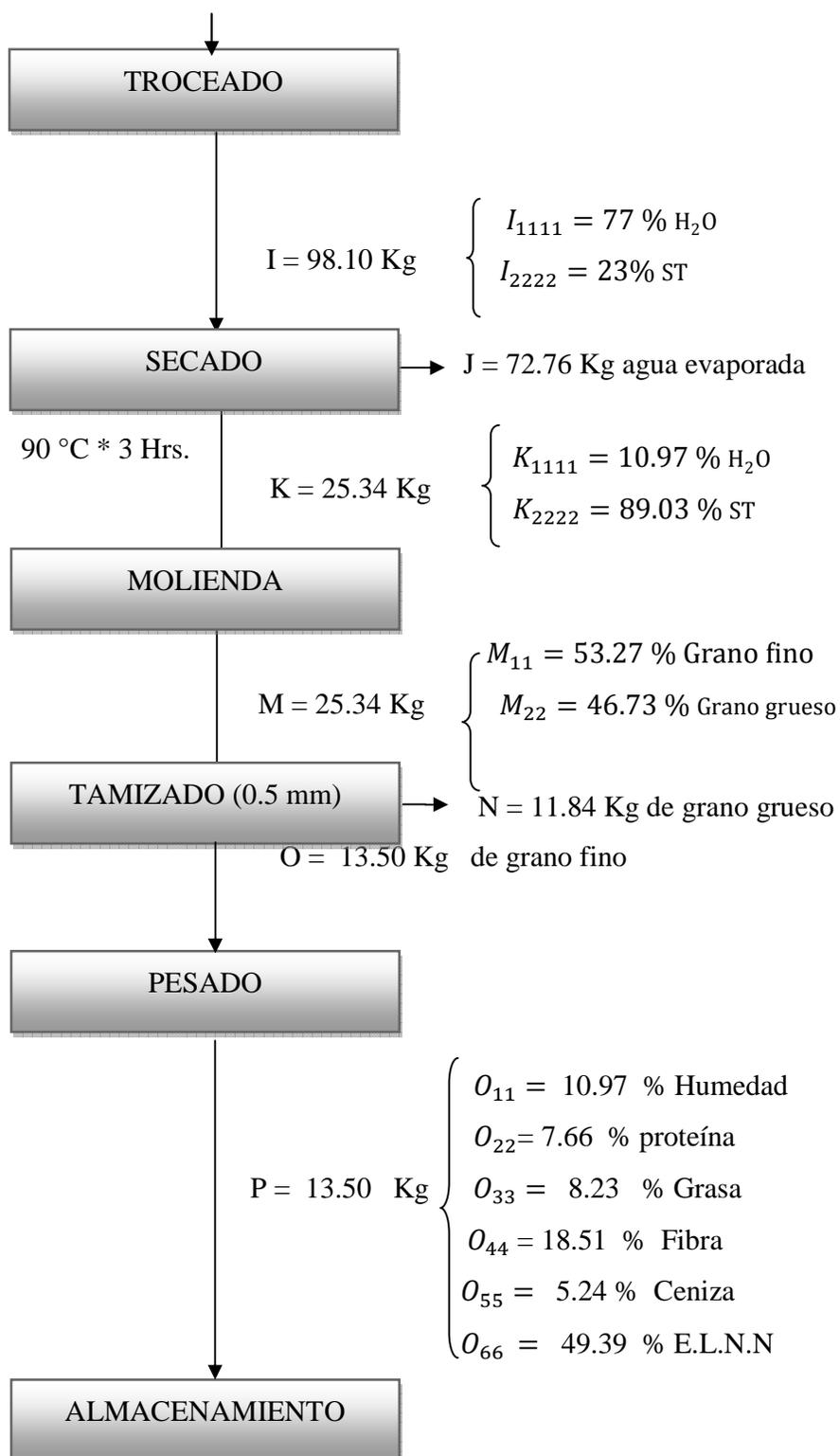
$$NN_{11} = 1.35 \%$$

Los cálculos de la elaboración de la bebida nutricional están realizados para preparar en un litro de leche, debido a que por cada litro de leche se utiliza un peso neto de mezcla de 121.5 gr.

4.5 Diagrama cuantitativo para la obtención de harina de guayaba A nivel de planta piloto

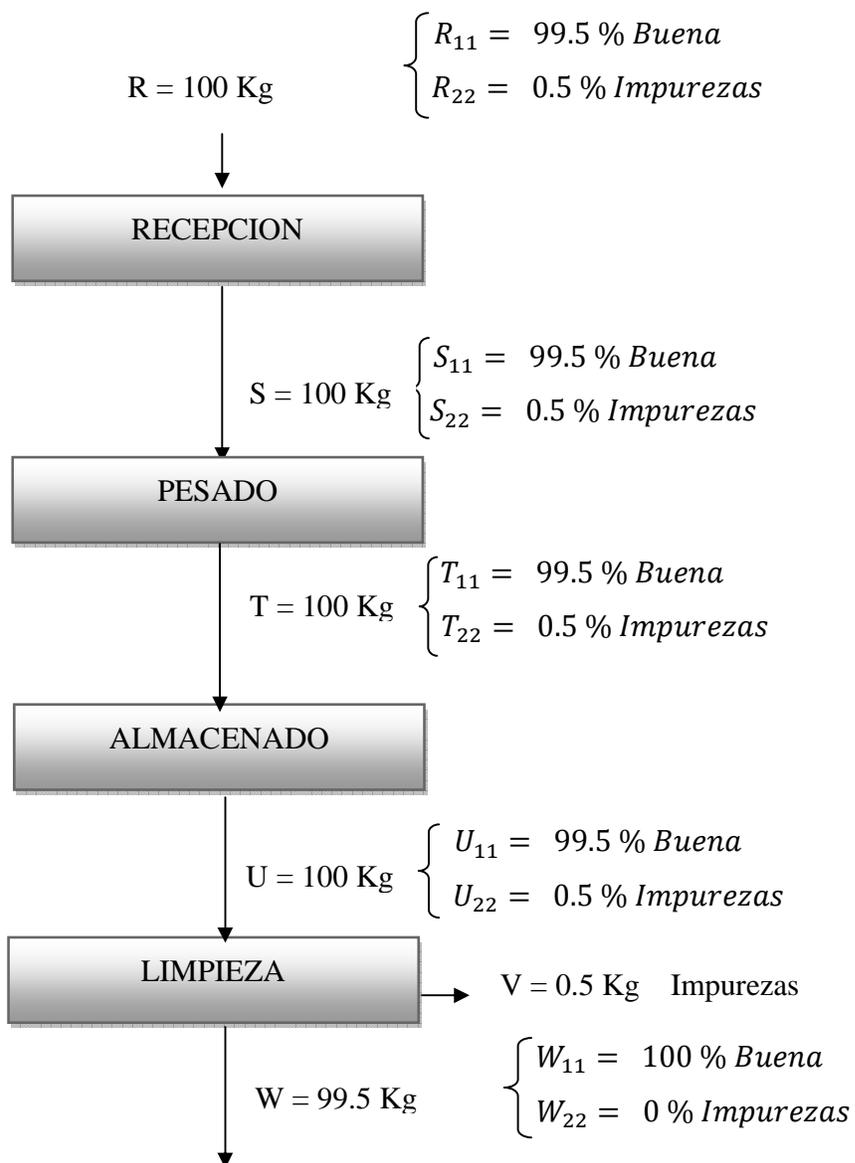
Base de cálculo = 100 Kg/Hr. de guayaba

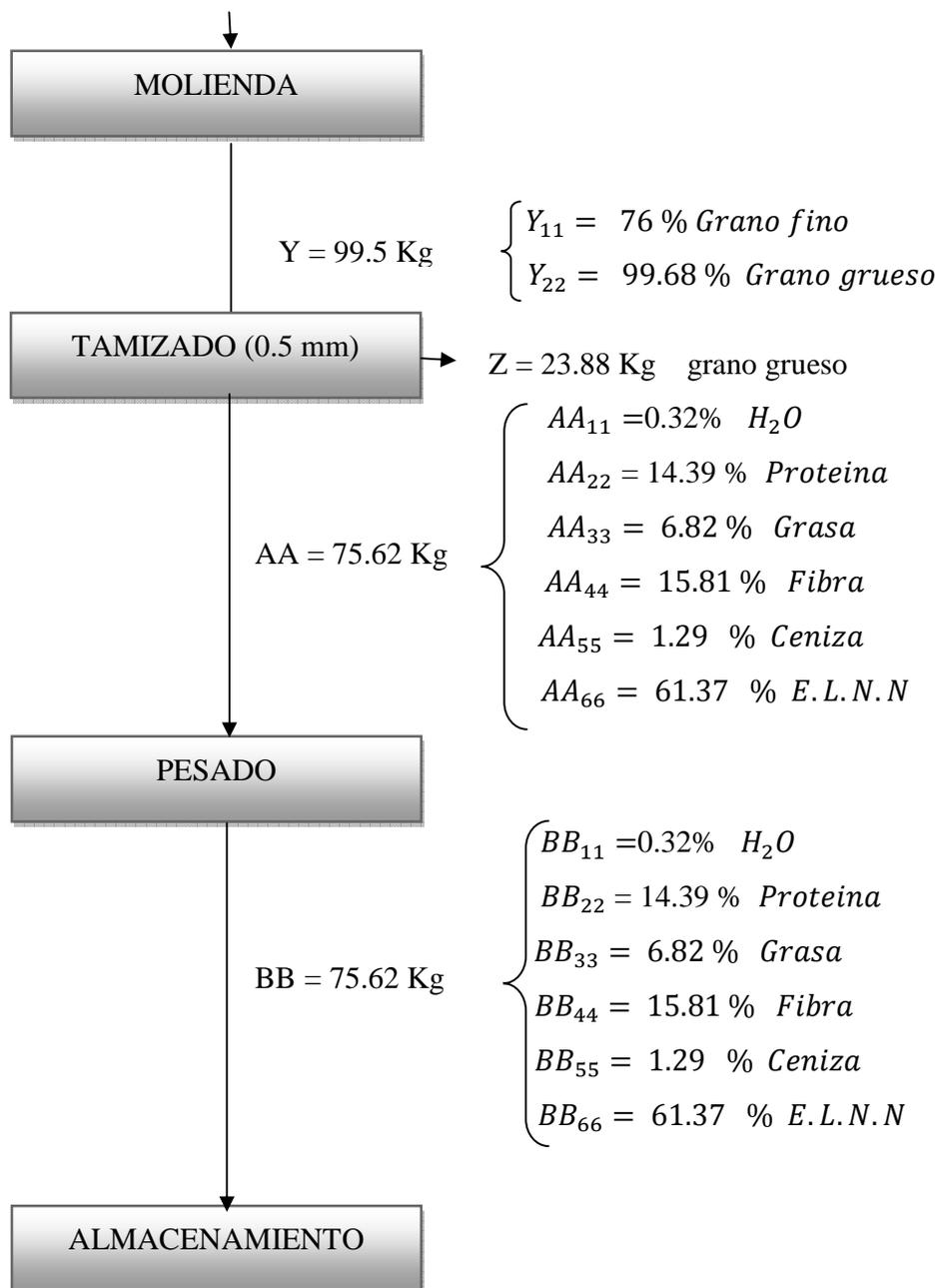




4.6 Diagrama cuantitativo para la obtención de harina de avena A nivel de planta piloto

Base de cálculo = 100 kg/hr de Avena

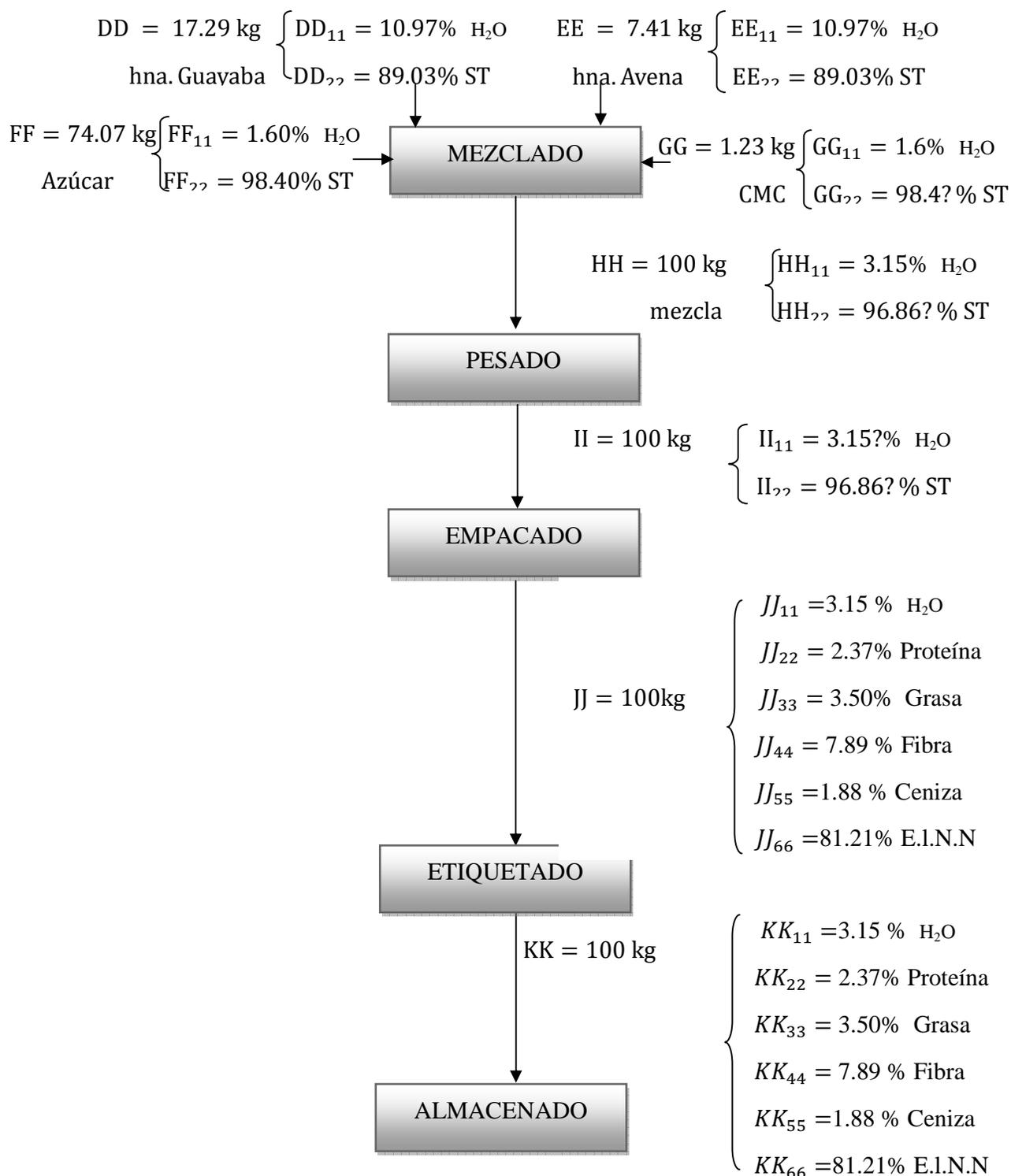




4.7 Diagrama cuantitativo para la preparación de la mezcla a base de harina de guayaba y avena

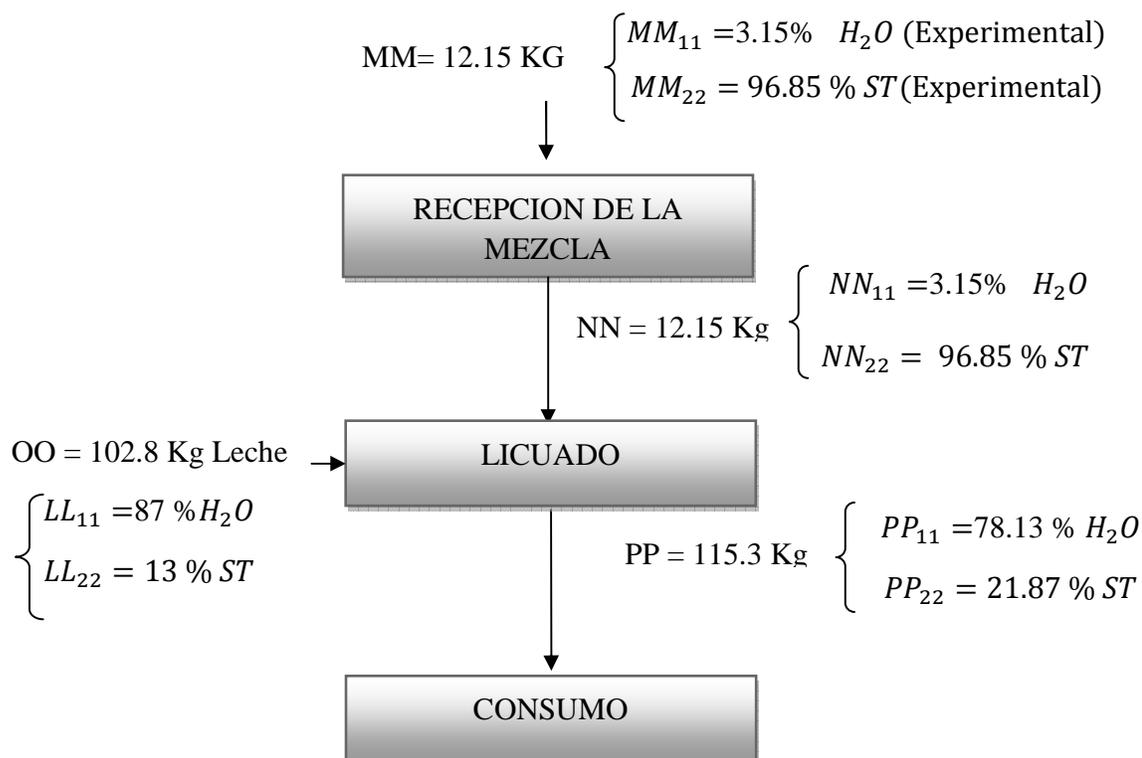
A nivel de planta piloto

Base de cálculo= 100 Kg/hr de mezcla



4.8 Diagrama cuantitativo para la elaboración de la Bebida Nutricional A nivel de planta piloto

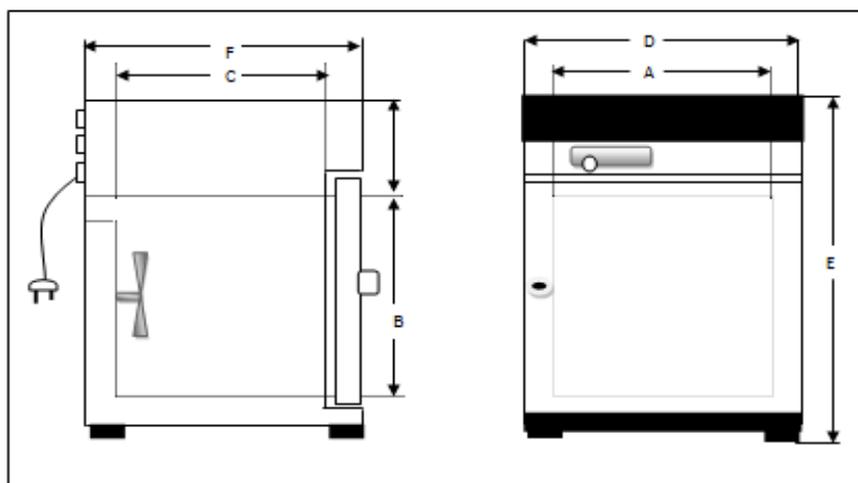
Base de cálculo: 12.15 Kg de mezcla. (Mezcla para 100 litros de leche.)



Los cálculos de la elaboración de la bebida nutricional a nivel piloto están realizados para preparar en 100 litro de leche, debido a que por cada litro de leche se utiliza un peso neto de mezcla de 0.1215 Kg

4.9 Balance de energía del proceso para la obtención de harina de guayaba a nivel de laboratorio.

Gráfico. N°: 06
Secador



Fuente: Moreno, Luis; UTE/2010.

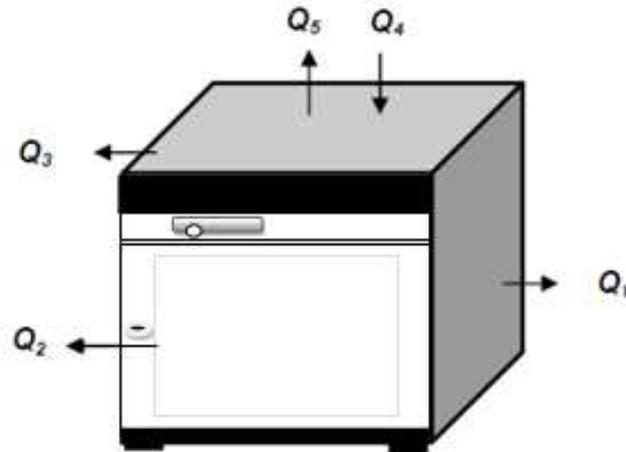
Cuadro. No: 50
Datos técnicos de la estufa

Modelo	400
Anchura de la cámara interior A (mm)	400
Altura de la cámara interior B (mm)	400
Fondo de la cámara interior C (mm)	330
Anchura exterior D (mm)	550
Altura exterior E (mm)	680
Fondo exterior F (mm)	480
Volumen interior (litros)	53
Peso (kg)	35
N° máx. de bandejas	4
Carga máx. por bandeja (kg)	30
Carga máx. total por estufa (kg)	90
Condiciones ambientales	Temperatura ambiente entre 5 °C Y 40 °C Humedad relativa 80%, sin condensar. Grado de contaminación 2.

Fuente: Manual de la estufa typ: SFB 400

4.9.1. Balance de energía del secado

Gráfico. N°: 07
Balance de energía del secador



Fuente: Moreno, Luis/UTE /2010|

Q_1 =Calor de paredes verticales

Q_2 =Calor de paredes frontal y posterior

Q_3 =Calor de paredes horizontales

Q_4 =Calor que ingresa al sistema

Q_5 = Calor práctico del producto

▪ **Ecuación general para realizar el balance de energía**

Balance general:

$$Q_5 = Q_4 - Q_3 - Q_2 - Q_1$$

4.9.1.1 Cálculo del calor de paredes verticales

Datos:

$$T_s = 31^\circ\text{C}$$

$$T_\infty = 26^\circ\text{C}$$

$$L = 0.68 \text{ m}$$

$$T_f = \frac{(T_s + T_\infty)}{2}$$

Donde:

T_S = Temperatura de la superficie

T_α = Temperatura de la corriente de aire

L = Longitud

$$T_f = \frac{(31 + 26)^\circ\text{C}}{2}$$

$$T_f = 28.5^\circ\text{C} + 273.15 = 301.65^\circ\text{K}$$

▪ **Coefficiente isobárico**

$$\beta = \frac{1}{T}$$

Donde:

β = Coeficiente isobárico

T = Temperatura

$$\beta = \frac{1}{301.65^\circ\text{K}}$$

$$\beta = 3.3151 * 10^{-3}$$

Lecturas tomadas a 300.16°K de la tabla de propiedades del aire para transferencia de calor por convección en la tabla C – 9 del apéndice del libro Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos Batty (Anexo 4)

$$G_r = \frac{g\beta(T_S - T_\alpha)\delta^2 L^2}{\mu^2}$$

Donde:

g = Gravedad

β = Coeficiente isobárico de expansión

T_S = Temperatura de la superficie

T_α = Temperatura de la corriente de aire

δ = Densidad

L = Longitud de la pared

M = Viscosidad

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$K = 0.02637 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\mu = 1.9860 \times 10^{-5} \text{ Kg/m} \cdot \text{s}$$

$$\delta = 1.1715 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Pr} = 0.7076$$

$$G_r = \frac{g\beta(T_s - T_\alpha)\delta^2 L^2}{\mu^2}$$

$$G_r = \frac{9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 3.3151 * 10^{-3} (31 - 26)^\circ\text{C} (1.1715 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3})^2 0.68^2}{1.9860 \times 10^{-5} \text{ Kg/m} \cdot \text{s}^2}$$

$$G_r = 2.6136 * 10^8$$

$$G_r * \text{Pr} = 1.8494 * 10^8$$

$$\log_{10} G_r * \text{Pr} = 8.27$$

Los valores de Nusselt se leen en la curva de la página 200 del libro de Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos de Batty (Anexo 6).

$N_u = \text{numero de nussel}$

$$\log_{10} N_u = 1.80$$

$$N_u = 63.10$$

$$N_u = \frac{h * L}{K}$$

Donde:

N_u = Número de Nussel

h = Coeficiente de transferencia de calor

L = Longitud

K = Propiedades del aire

$$h = \frac{N_u * K}{L}$$

$$h = \frac{63.10 * 0.02637 \text{ W/m.}^\circ\text{C}}{0.68\text{m}}$$

$$h = 2.4469\text{W/m}^2\text{}^\circ\text{C}$$

- **Área de las paredes verticales**

$$A = b * a$$

Donde:

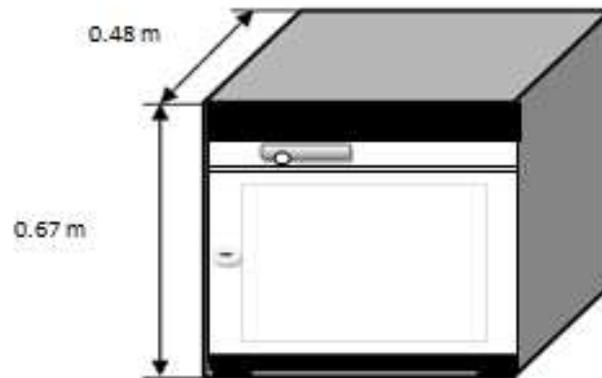
A= área

b = base

a = altura

Gráfico. N°: 08

Área de las paredes verticales del secador



Fuente: Moreno, Luis/UTE /2010

$$A = b \times a$$

$$A = (0.48\text{m} \times 0.67 \text{ m}) \times 2$$

$$A = 0.6432\text{m}^2$$

- **Calor de las paredes verticales**

$$\Delta T = (90 - 26)^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 64^\circ\text{C}$$

$$Q_1 = h * A * \Delta T$$

$$Q_1 = 2.4469 \text{ W/m}^2\text{°C} * 0.6432 \text{ m}^2 * 64\text{°C}$$

$$Q_1 = 100.73 \text{ W}$$

4.9.1.2. Cálculo del calor de las paredes frontal y posterior

Datos:

$$T_s = 31\text{°C}$$

$$T_\infty = 26\text{°C}$$

$$L = 0.55 \text{ m}$$

$$T_f = \frac{(T_s + T_\infty)}{2}$$

Donde:

T_s = Temperatura de la superficie

T_∞ = Temperatura de la corriente de aire

L = Longitud

$$T_f = \frac{(31 + 26)\text{°C}}{2}$$

$$T_f = 28.5\text{°C} + 273.15 = 301.65\text{°K}$$

- **Coefficiente isobárico**

$$\beta = \frac{1}{T}$$

Donde:

β = Coeficiente isobárico

T = Temperatura

$$\beta = \frac{1}{301.65\text{°K}}$$

$$\beta = 3.3151 * 10^{-3}$$

Lecturas tomadas a 300.16°K de la tabla de propiedades del aire para transferencia de calor por convección en la tabla C – 9 del apéndice del libro Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos Batty (Anexo 4)

$$G_r = \frac{g\beta(T_s - T_\alpha)\delta^2 L^2}{\mu^2}$$

Donde:

g = Gravedad

β = Coeficiente isobárico de expansión

T_s = Temperatura de la superficie

T_α = Temperatura de la corriente de aire

δ = Densidad

L = Longitud de la pared

M = Viscosidad

g = 9.8 m/s²

K = 0.02637 W/m.°C

μ = 1.9860 x 10⁻⁵ Kg/m. s

δ = 1.1715 Kg/m³

Pr = 0.7076

$$G_r = \frac{g\beta(T_s - T_\alpha)\delta^2 L^2}{\mu^2}$$

$$G_r = \frac{9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 3.3151 * 10^{-3} (31 - 26)^\circ\text{C} (1.1715 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3})^2 0.55^2}{1.9860 \times 10^{-5} \text{ Kg/m. s}^2}$$

$$G_r = 1.7098 * 10^8$$

$$G_r * Pr = 1.2099 * 10^8$$

$$\log_{10} Gr * Pr = 8.08$$

Los valores de Nusselt se leen en la curva de la página 200 del libro de Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos de Batty (Anexo 6).

$N_u = \text{numero de nussel}$

$$\log_{10} N_u = 1.75$$

$$N_u = 56.23$$

$$N_u = \frac{h * L}{K}$$

Donde:

N_u = Número de Nussel

h = Coeficiente de transferencia de calor

L = Longitud

K = Propiedades del aire

$$h = \frac{N_u * K}{L}$$

$$h = \frac{56.23 * 0.02637 \text{ W/m.}^\circ\text{C}}{0.55\text{m}}$$

$$h = 2.6960\text{W/m}^2\text{}^\circ\text{C}$$

- **Área de las paredes frontal y posterior del secador**

$$A = b * a$$

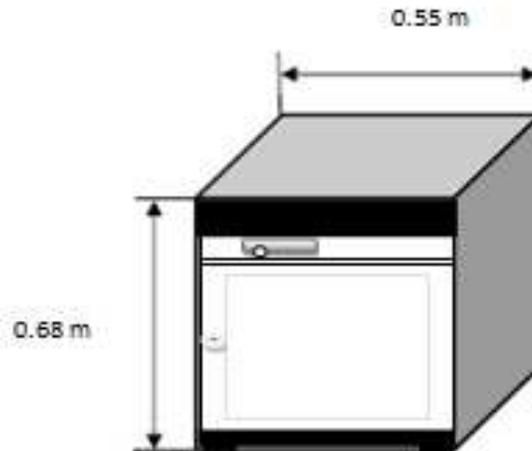
Donde:

A = área

b = base

a = altura

Gráfico. N°: 09
 Área de las paredes Frontal y posterior del secador



Fuente: Moreno, Luis/UTE /2010

$$A = b \times a$$

$$A = (0.55\text{m} \times 0.68\text{ m}) \times 2$$

$$A = 0.748\text{ m}^2$$

- **Calor de las paredes Frontal y posterior**

$$\Delta T = (90 - 26)^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 64^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = h \times A \times \Delta T$$

$$Q_2 = 2.6960\text{ W/m}^2\text{°C} \times 0.748\text{m}^2 \times 64^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = 129.06\text{ W}$$

4.9.1.3. Cálculo del calor de las paredes horizontales

Datos:

$$T_s = 31^\circ\text{C}$$

$$T_\infty = 26^\circ\text{C}$$

$$L = 0.48\text{ m}$$

$$T_f = \frac{(T_s + T_\infty)}{2}$$

Donde:

T_s = Temperatura de la superficie

T_∞ = Temperatura de la corriente de aire

L = Longitud

$$T_f = \frac{(31 + 26)^\circ\text{C}}{2}$$

$$T_f = 28.5^\circ\text{C} + 273.15 = 301.65^\circ\text{K}$$

▪ **Coefficiente isobárico**

$$\beta = \frac{1}{T}$$

Donde:

β = Coeficiente isobárico

T = Temperatura

$$\beta = \frac{1}{301.65^\circ\text{K}}$$

$$\beta = 3.3151 * 10^{-3}$$

Lecturas tomadas a 300.16°K de la tabla de propiedades del aire para transferencia de calor por convección en la tabla C – 9 del apéndice del libro Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos Batty (Anexo 4)

$$G_r = \frac{g\beta(T_s - T_\infty)\delta^2 L^2}{\mu^2}$$

Donde:

g = Gravedad

β = Coeficiente isobárico de expansión

T_s = Temperatura de la superficie

T_∞ = Temperatura de la corriente de aire

δ = Densidad

L= Longitud de la pared

M = Viscosidad

$g = 9.8 \text{ m/s}^2$

$K = 0.02637 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$

$\mu = 1.9860 \times 10^{-5} \text{ Kg/m. s}$

$\delta = 1.1715 \text{ Kg/m}^3$

$Pr = 0.7076$

$$Gr = \frac{g\beta(T_s - T_\alpha)\delta^2 L^2}{\mu^2}$$

$$Gr = \frac{9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 3.3151 * 10^{-3} (31 - 26)^\circ\text{C} (1.1715 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3})^2 0.48^2}{1.9860 \times 10^{-5} \text{ Kg/m. s}^2}$$

$$Gr = 1.3023 * 10^8$$

$$Gr * Pr = 9.2151 * 10^7$$

$$\log_{10} Gr * Pr = 7.96$$

Los valores de Nusselt se leen en la curva de la página 200 del libro de Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos de Batty (Anexo 6).

$N_u = \text{numero de nussel}$

$$\log_{10} N_u = 1.70$$

$$N_u = 50.12$$

$$N_u = \frac{h * L}{K}$$

Donde:

N_u = Número de Nussel

h = Coeficiente de transferencia de calor

L = Longitud

K = Propiedades del aire

$$h = \frac{N_u * K}{L}$$

$$h = \frac{50.12 * 0.02637 \text{ W/m.}^\circ\text{C}}{0.48\text{m}}$$

$$h = 2.7535\text{W/m}^2\text{}^\circ\text{C}$$

- **Área de las paredes horizontales**

$$A = b * a$$

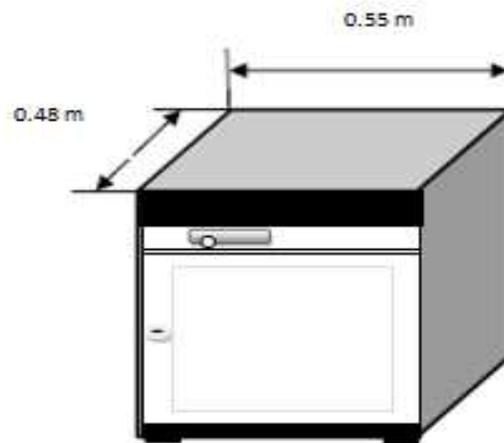
Donde:

A= área

b = base

a = altura

Gráfico. N°: 10
Área de las paredes horizontales



Fuente: Moreno, Luis/UTE /2010

$$A = b \times a$$

$$A = (0.55\text{m} \times 0.48 \text{ m}) \times 2$$

$$A = 0.528\text{m}^2$$

- **Calor de las paredes horizontales**

$$\Delta T = (90 - 26)^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = 64^{\circ}\text{C}$$

$$Q_3 = h * A * \Delta T$$

$$Q_3 = 2.7535\text{W/m}^2\text{C} * 0.528\text{m}^2 * 64^{\circ}\text{C}$$

$$Q_3 = 93.05 \text{ W}$$

4.9.1.4. Cálculo de la cantidad de energía que ingresa al secador

Datos:

$$\text{Vol.} = 110\text{vol}$$

$$\text{Amp} = 9 \text{ amp}$$

$$\text{T tiempo con energía} = 3 \text{ horas} = 10800 \text{ segundos}$$

$$\text{Eficiencia del secador} = 80\%$$

$$Q_4 = \text{vol} * \text{amp}$$

$$Q_4 = (110 * 9)\text{W}$$

$$Q_4 = (990 \text{ W}) + 20\%$$

$$Q_4 = 1188 \text{ W}$$

4.9.1.5. Cálculo del calor práctico del producto

Balance general

$$Q_5 = Q_4 - Q_3 - Q_2 - Q_1$$

$$Q_5 = (1188 - 93.05 - 129.06 - 100.73)\text{W}$$

$$Q_5 = 865.16 \text{ W}$$

4.9.1.6. Cálculo del calor teórico del producto

- **Calor específico de la harina de guayaba**

Datos:

$$\% \text{ Humedad} = 10.97 \%$$

$$\% \text{ sólidos} = 89.03 \%$$

$$C_p \text{ agua} = 4.19 \text{ KJ / Kg. } ^\circ\text{C}$$

$$C_p \text{ Solido} = 1.38 \text{ KJ / Kg. } ^\circ\text{C}$$

$$C_{p \text{ harina}} = \frac{M_{H_2O}}{M} * C_p H_2O + \frac{M_{\text{solido}}}{M} C_p \text{ Solido}$$

$$C_{p \text{ harina}} = \frac{10.97}{100} * 4.19 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C} + \frac{89.03}{100} * 1.38 \text{ KJ / Kg. } ^\circ\text{C}$$

$$C_{p \text{ harina}} = 1.6883 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C}$$

- **Calor sensible**

Datos:

$$M = 1.14 \text{ kg/3 h} = 0.38 \text{ Kg/h}$$

$$C_{p \text{ harina}} = 1.6883 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 64^\circ\text{C}$$

$$Q_s = M * C_p * \Delta T$$

$$Q_s = 0.38 \text{ Kg/h} * 1.6883 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C} * 64^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 41.059 \frac{\text{KJ}}{\text{h}} * \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 0.01141 \text{ KW} * \frac{1000 \text{ W}}{1 \text{ KW}}$$

$$Q_s = 11.41 \text{ W}$$

- **Calor latente**

Datos:

$$M_{\text{agua}} = 3.27 \text{ kg/3 h} = 1.09 \text{ kg/h}$$

$$C_{p_{\text{harina}}} = 1.6883 \text{ KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$h_{fg_{90^\circ\text{C}}} = 2283.2 \text{ KJ/Kg}$$

$$Q_l = M_{\text{agua}} * h_{fg_{90^\circ\text{C}}}$$

$$Q_l = 1.09 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} * 2283.2 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$Q_l = 2488.688 \frac{\text{KJ}}{\text{h}} * \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 0.6913 \text{ KW} * \frac{1000 \text{ W}}{1 \text{ KW}}$$

$$Q_l = 691.30 \text{ W}$$

- **Calor total teórico del producto**

$$Q_T = (Q_s + Q_s) + 20\%$$

$$Q_T = (11.41 + 691.30) \text{ W} + 20\%$$

$$Q_T = 702.71 \text{ W} + 20\%$$

$$Q_T = 843.25 \text{ W}$$

4.9.1.7. Porcentaje de eficiencia del secador

$$\%E = \frac{\text{Calor teórico del producto}}{\text{calor práctico del producto}} * 100$$

$$\%E = \frac{843.25 \text{ W}}{865.16 \text{ W}} * 100$$

$$\%E = 97.47 \%$$

4.9.1.8. Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor a nivel de laboratorio

Área de la superficie de las bandejas utilizadas para secar

$$A = b * h \text{ (Batty, 1990)}$$

Donde

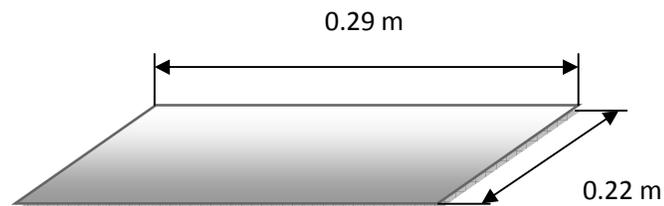
A = Área

b = Base

h = Altura

Gráfico. N°: 11

Área de las bandejas del secador



Fuente: Moreno, Luis/UTE /2010

$$A = (0.29 * 0.22) \text{ m}$$

$$A = 0.0638 \text{ m}^2 * 6 \text{ bandejas}$$

$$A = 0.38 \text{ m}^2$$

$$Q = U * A * \Delta T$$

$$U = \frac{Q}{A * \Delta T}$$

$$U = \frac{865.16 \text{ W}}{0.38 \text{ m}^2 * 64^\circ\text{C}}$$

$$U = 35.57 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}}$$

4.10 Curva de secado de la guayaba

Cuadro. No: 51

Datos experimentales para la curva de secado (90° C) de la Guayaba

Tiempo (Hrs)	Muestra (Kg)	H ₂ O Evaporada (kg)	H ₂ O Total	XT Perdida de humedad (kg)	X Cantidad de humedad kg H ₂ O /Kg m.s	Contenido de humedad media kg H ₂ O/kg ms	velocidad kg H ₂ O/hrm ²
0,0	0,44125						
0,5	0,39333	0,04792					
1,0	0,32182	0,07151	0,11943	0,24017	2,94146		
1,5	0,23493	0,08689	0,20632	0,15328	1,87728	2,40937	0,66838
2,0	0,17061	0,06432	0,27064	0,08896	1,08953	1,48340	0,49477
2,5	0,10843	0,06218	0,33282	0,02678	0,32799	0,70876	0,47831
3,0	0,09171	0,01672	0,34954	0,01006	0,12321	0,22560	0,12862

Fuente: Moreno, Luis/UTE; 2010

▪ **Datos y cálculos de laboratorio**

Producto húmedo: 77% H₂O

Producto seco: 10.97 % H₂O

▪ **Peso inicial de agua**

Peso inicial de H₂O = Peso de H₂O eliminada + Peso H₂O de la masa seca

Peso de H₂O eliminada = Peso muestra húmeda – Peso muestra seca

Peso de H₂O eliminada = 0.44125 – 0.09171

Peso de H₂O eliminada = 0.34954

- **Peso de agua de la masa seca**

$$\text{Peso H}_2\text{O de masa seca} = \text{Peso de masa seca} * \% \text{H}_2\text{O de masa seca}$$

$$\text{Peso H}_2\text{O de masa seca} = 0.09171 * 0.1097$$

$$\text{Peso H}_2\text{O de masa seca} = 0.01006 \text{ Kg H}_2\text{O}$$

$$\text{Peso inicial de H}_2\text{O} = \text{Peso de H}_2\text{O eliminada} + \text{Peso H}_2\text{O de la masa seca}$$

$$\text{Peso inicial de H}_2\text{O} = 0.34954 + 0.01006$$

$$\text{Peso inicial de H}_2\text{O} = 0.3596 \text{ Kg.}$$

- **Peso de la muestra seca**

$$\text{Peso de la materia seca} = \text{peso del producto seco} - \text{peso del H}_2\text{O del producto seco}$$

$$\text{Peso de la materia seca} = 0.09171 - 0.01006$$

$$\text{Peso de la materia seca} = 0.08165 \text{ Kg.}$$

- **Porcentaje de humedad inicial**

$$\% \text{ humedad inicial del producto} = \frac{\text{peso inicial del H}_2\text{O}}{\text{peso de la muestra humeda}} * 100$$

$$\% \text{ humedad inicial del producto} = \frac{0.3596 \text{ Kg.}}{0.44125 \text{ kg}} * 100$$

$$\% \text{ humedad inicial del producto} = 81.50 \%$$

- **Porcentaje de humedad final**

$$\% \text{ humedad final del producto} = \frac{\text{peso del H}_2\text{O muestra seca}}{\text{peso del producto seco}} * 100$$

$$\% \text{ humedad final del producto} = \frac{0.01006 \text{ Kg}}{(0.44125 - 0.34954)} * 100$$

$$\% \text{ humedad final del producto} = 10.97\%$$

4.10.1 Pérdida de humedad

$XT = \text{Peso inicial del H}_2\text{O} - \text{Pérdida de humedad}$

Cuadro. No: 52
Pérdida de humedad (XT) de la guayaba

Tiempo (Hrs)	Peso inicial del H ₂ O	Pérdida de humedad	Humedad total (Kg de H ₂ O)
1,0	0,3596	0,11943	0,24017
1,5	0,3596	0,20632	0,15328
2,0	0,3596	0,27064	0,08896
2,5	0,3596	0,33282	0,02678
3,0	0,3596	0,34954	0,01006

Fuente: Moreno, Luis/UTE; 2010

4.10.2 Contenido de humedad

$$\text{Contenido de humedad (X)} = \frac{\text{Humedad total XT}}{\text{Masa total seca}}$$

$$\text{Contenido de humedad (X)} = \frac{0.24017}{0.08165}$$

$$\text{Contenido de humedad (X)} = 2.941416 \text{ kg H}_2\text{O /Kg m. s}$$

4.10.3 Velocidad de secado

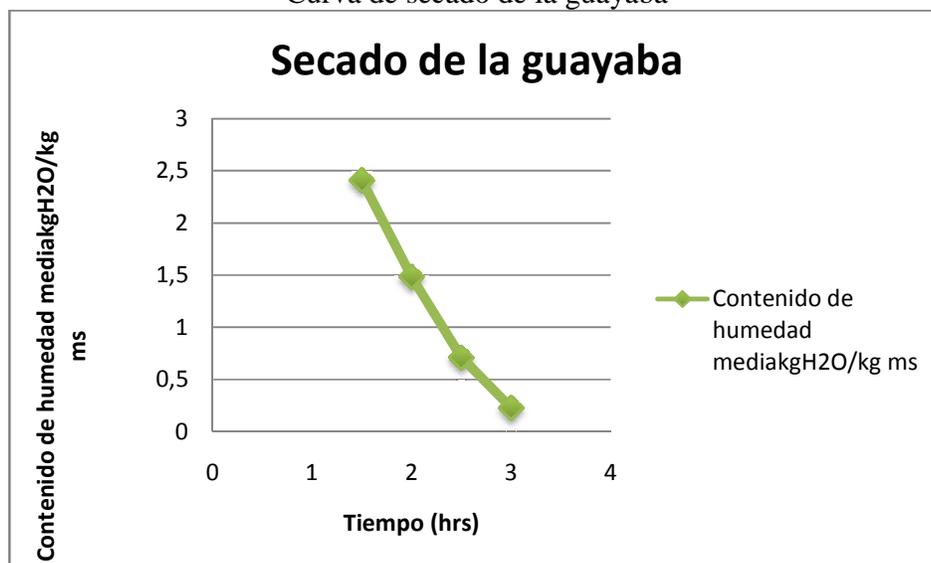
$$v = \frac{X_{T1} - X_{T2}}{\text{Tiempo (hrs)} * A (m^2)}$$

Cuadro. No: 53
Velocidad de secado

Tiempo (hrs)	Fórmula	Velocidad de secado (kgH ₂ O/hrm ²)
1.5	$v1=(0.24017-0.15328)/(0.5*0.26)$	0.6684
2.0	$v2=(0.15328-0.08896)/(0.5*0.26)$	0.49477
2.5	$v3=(0.08896-0.02678)/(0.5*0,26)$	0.47831
3.0	$v4=(0.02678-0.01006)/(0.5*0.26)$	0.12862

Fuente: Moreno, Luis; UTE/ 2010

Gráfico. N°: 12
Curva de secado de la guayaba



Fuente: Moreno, Luis; UTE/2010

4.10.4 Tiempo teórico de secado

$$\theta_1 = \int_{x_1}^{x_f} \frac{dx}{dq}$$

$$\theta_1 = \frac{S}{A} * \frac{(x_1 - x_2)}{v}$$

$$\theta_1 = \frac{0.08165 \text{ kg masa seca}}{0.26 \text{ m}^2} * \frac{(2.94146 - 1.87728) \frac{\text{kg H}_2\text{O}}{\text{kg masa seca}}}{0.66838 \frac{\text{kg H}_2\text{O}}{\text{hrs m}^2}}$$

$$\theta_1 = 0.5 \text{ hrs.}$$

$$\theta_2 = \frac{S}{A} \int \frac{xf}{x1}$$

$$\theta_2 = \frac{0.08165 \text{ kg masa seca}}{0.26 \text{ m}^2} * (1.87728 - 0.12321) \frac{\text{kg H}_2\text{O}}{\text{kg masa seca}} * \left(\frac{1}{\frac{0.66838}{0.5}} + \frac{1}{\frac{0.12862}{0.5}} \right)$$

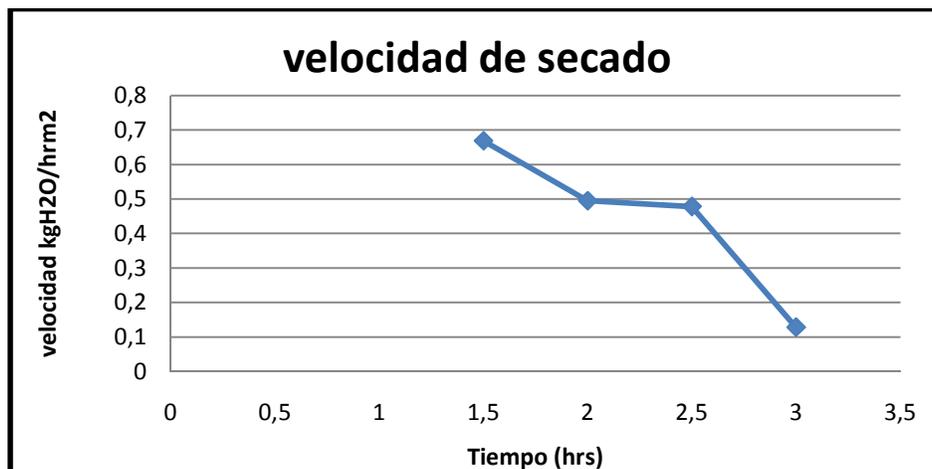
$$\theta_2 = 2.55 \text{ hrs}$$

$$\theta_T = \theta_1 + \theta_2$$

$$\theta_T = (0.5 + 2.55) \text{ hrs}$$

$$\theta_T = 3.05 \text{ hrs}$$

Gráfico N° 13
Velocidad de secado de la guayaba



Fuente: Moreno, Luis; UTE/2010

4.11 Rendimiento

4.11.1 Rendimiento de la harina de guayaba

Cuadro. No: 54
Rendimiento de la harina de guayaba

Kilogramos de guayaba que ingresa = 4.497 kg

Kilogramos de harina que se obtiene = 0.6072 kg

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{kilogramos de harina obtenida}}{\text{kilogramos de guayaba que ingresa}} * 100$$

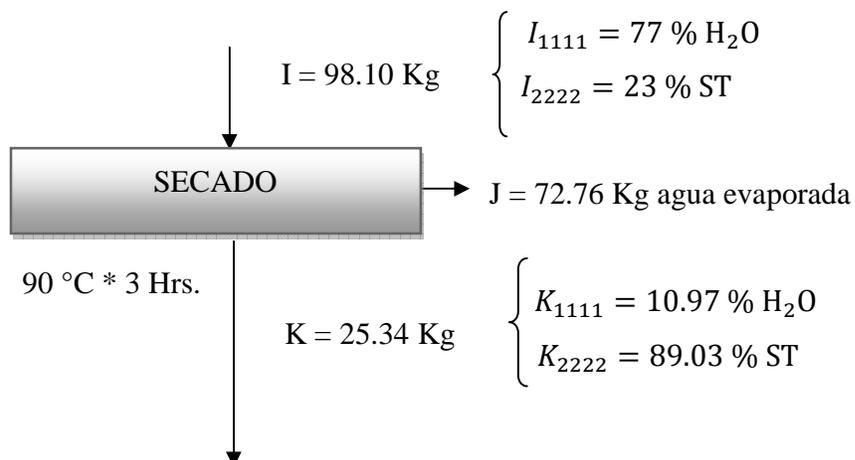
$$\text{Rendimiento} = \frac{0.6072 \text{ kg}}{4.497 \text{ kg}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 13.50 \%$$

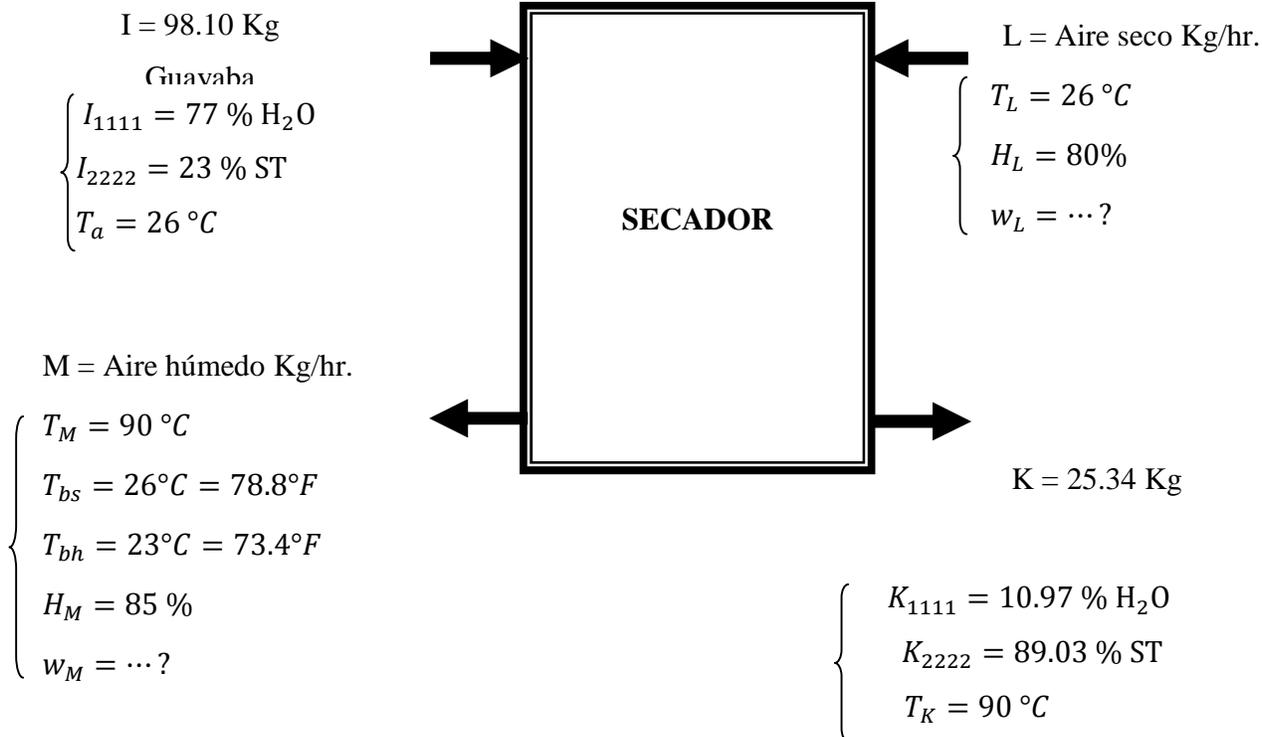
Fuente: Moreno, Luis; UTE/2010

4.12 Diseño del secador a nivel piloto

4.12.1 Área de transferencia de calor a nivel piloto



4.12.2 Flujo másico de aire



4.12.2.1. Cálculo de la humedad absoluta del aire que ingresa w_L

$$\phi_L = \frac{P_V}{P_g} = 80$$

$$P_g(26^\circ \text{C}) = 3.3844 \text{ KPa.}$$

$$P_V = P_g * \phi_L$$

$$P_V = 3.3844 \text{ KPa} * 0.80$$

$$P_V = 2.70752 \text{ KPa}$$

$$w_L = 0.622 \frac{P_V}{P - P_V}$$

$$w_L = 0.622 \frac{2.70752}{101.3 - 2.70752}$$

$$w_L = \mathbf{0.01708 \text{ KgH}_2\text{O/Kg aire seco}}$$

4.12.2.2. Cálculo de la humedad absoluta del aire que sale w_M

$$\phi_L = \frac{P_V}{P_g} = 0.85$$

$$P_g(90^\circ\text{C}) = 70.14 \text{ KPa.}$$

$$P_V = P_g * \phi_L$$

$$P_V = 70.14 \text{ KPa} * 0.85$$

$$P_V = 59.62 \text{ KPa}$$

$$w_M = 0.622 \frac{P_V}{P - P_V}$$

$$w_M = 0.622 \frac{59.62}{101.3 - 59.62}$$

$$w_M = \mathbf{0.8897 \text{ KgH}_2\text{O/Kg aire seco}}$$

4.12.2.3 Balance húmedo del sistema

- **Balance general**

$$I + L = K + M$$

$$98.10 + L = 25.34 + M$$

$$98.10 - 25.34 = M - L$$

$$72.76 + L = M$$

$$L = M - 72.76$$

- **Balance de agua**

$$I(w_I) + L(w_L) = K(W_k) + M(w_M)$$

$$98.10(0.77) + (M - 72.76)(0.01708) = 25.34(0.1097) + M(0.8897)$$

$$75.537 + 0.01708M - 1.2427 = 2.7798 + 0.8897M$$

$$-0.8726M = -71.5145$$

$$M = 81.96 \text{ Kg aire húmedo}$$

Por lo tanto

$$L = 81.96 - 72.76$$

$$L = 9.2 \text{ kg aire seco}$$

4.12.2.4 Cantidad de calor total del secador

$$Q = M_{pe} C_{pe} (T_{pe} - T_{pi}) + M_a (C_a (T_{ae} - T_{ai}) + w_{ai} (h_{ve} - h_{vi})) + M_{evap} (h_{ve} - h_{li}) + Q_{perdido}$$

Datos

Q = transferencia de calor que se necesita

M_{pe} = velocidad de flujo de la masa del producto que sale del sistema = 25.34 Kg

C_{pe} = calor específico del producto a la salida = 1.6883 KJ/Kg. °C

T_{pe} = temperatura del producto a la salida = 90 °C

T_{pi} = temperatura del producto a la entrada = 26 °C

M_a = velocidad de flujo de masa del aire seco a la entrada del secador
= 9.2 kg aire seco

C_a = calor específico a presión constante del aire seco = 1.0035 $\frac{KJ}{Kg \text{ } ^\circ C}$

T_{ae} = temperatura del aire a la salida = 90 °C

T_{ai} = temperatura del aire a la entrada = 26 °C

w_{ai} = humedad absoluta del aire que entra al secador
= 0.01708 KgH₂O/Kg aire seco

h_{ve} = entalpía del vapor de agua en la salida del aire = 2 660.1 KJ/Kg

h_{vi} = entalpía del vapor de agua en la entrada del aire = 2 549.02 KJ/Kg

M_{evap} = velocidad de evaporación dentro del secador = 72.76 Kg agua evaporada

h_{li} = entalpía del agua líquida en la entrada del producto = 109.07 KJ/Kg

$Q_{perdido}$ = pérdida del calor a través de las paredes por fuga del aire

$$Q = 25.34 \text{ Kg} * 1.6883 \frac{KJ}{Kg \cdot ^\circ C} (90 - 26)^\circ C + 9.2 \text{ Kg aire seco} \left(1.0035 \frac{KJ}{Kg \cdot ^\circ C} (90 - 26)^\circ C + 0.01708 \frac{KgH_2O}{Kg \text{ aire seco}} (2 660.1 - 2 549.02) \frac{KJ}{Kg} \right) + 72.76 \text{ Kg agua evaporada} (2 660.1 - 109.07) \frac{KJ}{Kg} + Q_{perdido}$$

$$Q = (2\,738.02\text{ KJ} + 608.32\text{ KJ} + 185\,612.94\text{ KJ}) + Q_{\text{perdido}}$$

$$Q = 188\,959.28\text{ KJ} + 20\%$$

$$Q = 226\,651.136\text{ KJ}$$

$$Q = 226\,651.136 \frac{\text{KJ}}{3\text{ h}} * \frac{1\text{ h}}{60\text{ min}} * \frac{1\text{ min}}{60\text{ seg}} * \frac{1000\text{ J}}{1\text{ KJ}}$$

$$Q = 20\,986.22\text{ W}$$

4.12.2.5 Cálculo del área

$$Q = U * A * \Delta T$$

$$A = \frac{Q}{U * \Delta T}$$

$$A = \frac{20\,986.22\text{ W}}{35.57 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{°C}} * 64\text{°C}} = 9.22\text{ m}^2$$

4.12.2.6 Dimensionamiento de las bandejas

$$A = \frac{9.22\text{ m}^2}{10\text{ bandejas}} = 0.92\text{ m}^2\text{ área de cada bandeja}$$

$$A = L^2$$

$$L = \sqrt{A}$$

$$L = \sqrt{0.92\text{ m}^2}$$

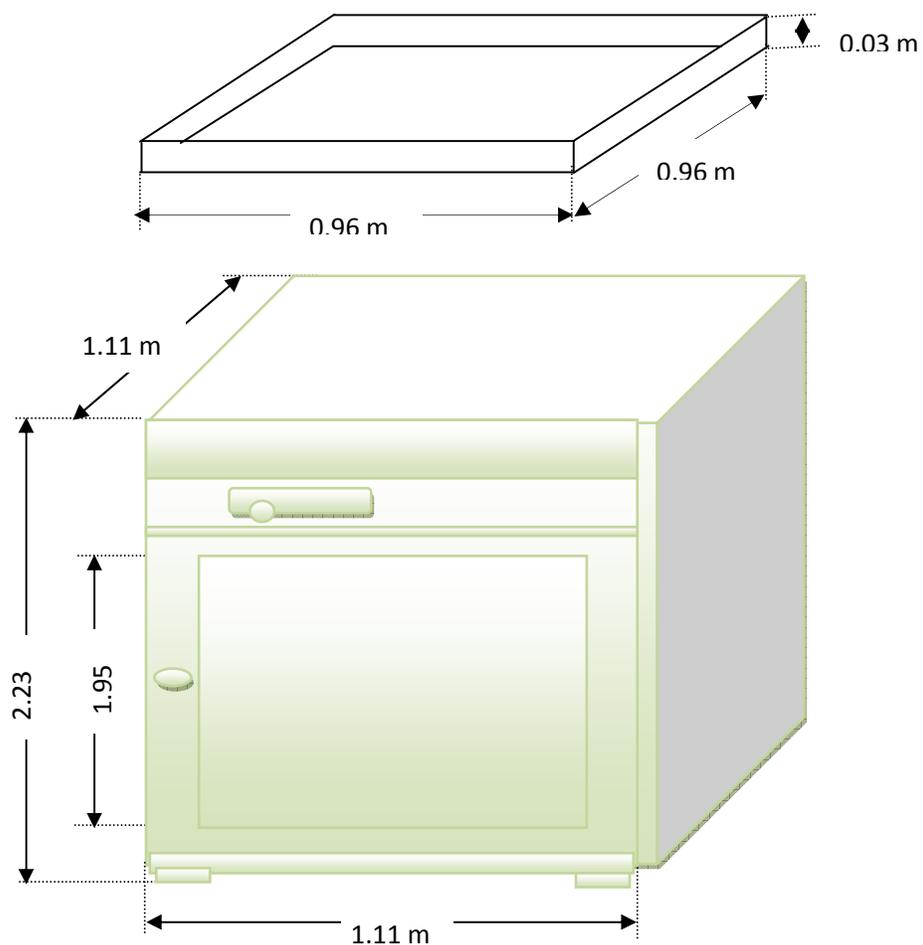
$$L = 0.96\text{ m}$$

• **Dimensionamiento de cada bandeja** = 0.96 m largo * 0.96 m de ancho.

• **Cantidad de materia prima en cada bandeja**

$$\text{MP(I)} = \frac{98.10\text{ Kg}}{10\text{ bandejas}}$$

$$\text{MP(I)} = 9.81\text{ Kg por bandeja}$$



Anchura de la cámara interior (cm)	96
Altura de la cámara interior (cm)	195
Fondo de la cámara interior (cm)	96
Anchura exterior (cm)	111
Altura exterior (cm)	223
Fondo exterior (mm)	111
N° de bandejas	10

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Diseño: Luis Moreno

Dibujó: Luis Moreno

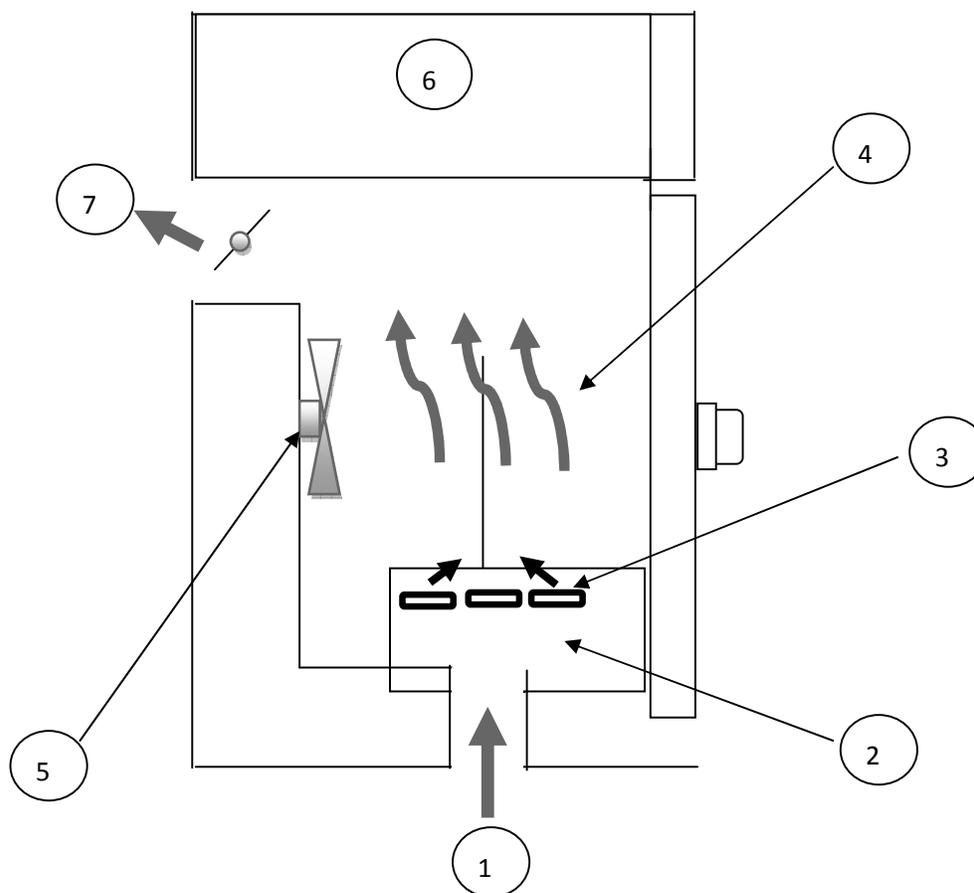
Aprobó: Ing. Burbano

**VISTA FRONTAL DEL
SECADOR**

Fecha: Diciembre 2010

Escala: 1:100

Plano: 1

**Simbología:**

- | | |
|---------------------------|-------------------------------|
| 1. Entrada de aire fresco | 2. Cámara de precalentamiento |
| 3. Ranuras de aire | 4. Cámara interior |
| 5. Turbina de aire | 6. Trampilla de aire |
| 7. Salida de aire | |

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Diseño: Luis Moreno

Dibujó: Luis Moreno

Aprobó: Ing. Burbano

**ESTRUCTURA Y
FUNCIONAMIENTO DEL
SECADOR**

Fecha: Diciembre 2010

Escala: 1:100

Plano: 2

4.13 Costos

4.13.1 Costos de la harina de la harina de guayaba

Cuadro. No: 55
Costos de producción de la harina de guayaba

Producto	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
Guayaba	4,497	½ Caja	1,75	1,75
fundas plásticas	1	Unid.	0,064	0,064
COSTO A				1,81
Detalle	Cantidad	Total		
mano obra	10% Costo A			0,1814
Energía	5 % Costo A			0,0907
Utilidad	20% Costo A			0,3628
produccion de maquinaria	5 % Costo A			0,0907
COSTO B			0,73	
COSTO TOTAL = COSTO A+ COSTO B				
COSTO TOTAL = 2.54				

Fuente: Moreno, Luis/UTE/2010

Peso total de la harina: 0.61 Kg,El costo de 0.61 kg de harina de guayaba cuesta 2.54 dólares. Por lo tanto un kilo de harina de guayaba cuesta 4.16 dólares.

4.13.2 Costos de la bebida nutricional instantánea

Cuadro. No: 56
Costos de producción de la bebida nutricional instantánea

Producto	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
Hna. Guayaba	21	gr.	0,004	0,0840
Hna. Avena	9	gr.	0,0009	0,0081
CMC	1,5	gr.	0,001	0,0015
Azúcar	90	gr.	0,0008	0,0720
COSTO A				0,17
Detalle	Cantidad	Total		
mano obra	10% Costo A			0,017
Energía	5 % Costo A			0,0085
Utilidad	20% Costo A			0,034
Producción de maquinaria	5 % Costo A			0,0085
COSTO B			0,07	
COSTO TOTAL = COSTO A+ COSTO B				
COSTO TOTAL = 0,24				

Fuente: Moreno, Luis/UTE/2010

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se caracterizó la guayaba como materia prima la cual debe estar en óptimas condiciones de procesamiento y una composición promedio de humedad del 76.54%, ceniza 1.38%, grasa 3.25%, proteína 2.02%, fibra 4.88% y el 11.93 % de elementos no nitrogenados.
- Se determinó que el mejor tratamiento para la obtención de harina de guayaba de calidad es secar la fruta a 90°C por el tiempo de 3 horas variedad rosada, el cual se obtuvo aplicando un Diseño Experimental (A*B) con tres repeticiones basándose en los resultados del contenido proteico considerado el más relevante de la investigación, el cual tiene diferencia significativa al secar a diferentes temperaturas y tiempos, dando como resultado la mejor temperatura y tiempo antes mencionadas con un promedio de 7.65% y variedad rosada con un promedio de 7.39%.
- Se analizó la composición bromatológica de la harina de guayaba obteniendo un resultado de humedad 10.97%, ceniza 5.24%, grasa 8.23%, proteína 7.66%, fibra 18.51%, 49.39% de elementos no nitrogenados y en minerales el 0.82% de potasio, 0.08% de calcio, 0.12% de magnesio, 0.04% fósforo, 24 ppm de cobre, 66.5 ppm de hierro, 18 ppm de zinc y 11 ppm de manganeso; dando una harina muy nutritiva para quien la consuma.

- Se determinó que el mejor tratamiento para la preparación de la mezcla es el (A2B3) 70% harina de guayaba y 30% de harina de avena con el 0.15% de carboximetilcelulosa (CMC) y el 9% de azúcar, el cual se obtuvo aplicando un Diseño Experimental (A*B) con tres repeticiones basándose en los resultados del contenido proteico considerado el más relevante de la investigación, el cual es altamente significativo al realizar diferentes formulaciones, reportando de acuerdo a la prueba del Tukey al 5% como mejor tratamiento la combinación de 70% harina de guayaba + 30% harina de avena con un promedio de 2.61% de proteína.
- Se analizó la composición bromatológica de la mejor formulación (70% harina de guayaba + 30%harina de avena + 0.15% CMC + 9% de azúcar) obteniendo un resultado de humedad de 3.15%, ceniza 1.88%, grasa 3.50%, proteína 2.37%, fibra 7.89%, 81.21% de elementos no nitrogenados y en minerales el 2.09% de potasio, 0.85% de calcio, 0.16% de magnesio, 0.02% fósforo, 29.5 ppm de cobre, 27 ppm de hierro, 7ppm de zinc y 5.50 ppm de manganeso; dando una mezcla con grandes beneficios nutritivos.
- Se comparó la mejor formulación (70% harina de guayaba + 30%harina de avena + 0.15% CMC + 9% de azúcar) con otras mezclas que se encuentran en el mercado, obteniendo en proteína 2.45% que es un valor inferior a los porcentajes de las mezclas de comparación.
- Se realizó los análisis microbiológicos a la mezcla en el laboratorio de control de calidad del Instituto “Leopoldo Izquieta Pérez” a los 0 días y 30 días de almacenamiento dando como resultado que la formulación se encuentra en buenas condiciones, cumpliendo con todos los parámetros de las normas INEN bajo el criterio referencial para harinas distintas a trigo y maíz, por lo tanto, el producto se encuentra en perfectas condiciones para ser consumido dentro de un tiempo de 30 días. Además se realizó un examen organoléptico que fue satisfactorio durante el almacenamiento.

- Se estudió un proceso tecnológico adecuado para la elaboración de la bebida a base de harina de guayaba y avena y de acuerdo a las cataciones realizadas se obtiene que la bebida de mayor aceptación es la muestra 3 (70% harina de guayaba + 30%harina de avena + 0.15% CMC + 9% de azúcar), considerando la consistencia el parámetro de mayor relevancia para la encuesta debido a la variación única del porcentaje de estabilizante en las formulaciones; dando como resultado una bebida agradable con el 48.65%.
- Se analizó la composición bromatológica de bebida, obteniendo un resultado 1.35% de proteína y en minerales el 3.09% de potasio, 1.38% de calcio, 0.14% de magnesio, 0.03% fósforo, 15.5 ppm de cobre, 18.5 ppm de hierro, 16 ppm de zinc y 2.50 ppm de manganeso; además se comparó con otras bebidas que se encuentran en el mercado dando así una bebida con mayor contenido de proteína en comparación con las otras bebidas.
- Se realizó un balance de materia tanto a nivel de laboratorio como a nivel de planta piloto obteniendo un 13.50 % de rendimiento para obtener la harina de guayaba, además se realizó un balance de energía para determinar la efectividad del secador dando un resultado del 97.47% debido a que el calor práctico del producto es de 865.16 W y el calor teórico del producto es de 843.25 W.
- Se diseñó un secador considerado para trabajar 100 Kg/ hora de guayaba, con una área de transferencia de 9.22 m², con un dimensionamiento por bandeja de 0.96 m de largo y ancho, y una capacidad por bandeja de 9.81 kg. Además considerando los espacios entre bandejas y carcasa del secador este tendrá las siguientes medidas 1.11m de largo por 1.11m de fondo y 2.23 m de alto.
- Se estableció un costo de USD 4.16 por kilogramo de harina de guayaba debido al costo de la materia prima por temporada de escasez, además al emplearla para la elaboración de la bebida nutricional instantánea se calculó un costo de 0.24 Cts. por funda de 121.5 gr.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda que la materia prima cumpla con las condiciones de procesamiento y esté libre de cualquier residuo o sustancias extrañas antes de ingresar al proceso que pueda afectar al consumidor final.
- Para la manipulación de la fruta se recomienda aplicar las BPM que consiste en la utilización de mesas y cuchillos de acero inoxidable; como también el uso de guantes, cofias y mascarillas para evitar contaminación que pueda afectar significativamente en la calidad producto final.
- Se recomienda trocear la guayaba de un grosor de 5mm aproximadamente para acelerar y permitir un secado homogéneo, más rápido y eficiente.
- La mezcla a base de harina de guayaba y avena debe almacenar en fundas de polietileno grado alimenticio, herméticamente cerradas, y almacenar en un área limpia y seca.
- Incentivar a las personas a consumir productos nutricionales instantáneos como lo son las bebidas derivadas de frutas e incluso concientizar a las personas sobre las ventajas y propiedades que tiene el consumir derivados de la guayaba.
- Incentivar a los agricultores de nuestro país a conservar y sembrar árboles de guayaba debido a la gran utilidad que se le puede dar a esta fruta e incluso por los beneficios tanto nutricionales como medicinales que ofrece a las personas que la consumen.

BIBLIOGRAFÍAS

1. BATTY, J.C & Folkman Steven: FUNDAMENTOS DE LA INGENIERÍA DE ALIMENTOS, Primera Edición, Compañía Editorial Continental S.A., México, 1990
2. BARDERAS, Valiente. Problemas de Balance de Materia y Energía en la Industria Alimentaria. Editorial McGraw-Hill. México. 1991
3. CÁNOVAS, Barbosa G., Dehydration of foods, Chapman and Hall. 1996. 1ª edición
4. CATALÁN, Manuel. / (1971). Tecnología de los cereales. Editorial Acriba Zaragoza, España.
5. FOSTER Dennis L. Análisis y bebidas: Operaciones, métodos y control de costos.
6. FONSECA, Vigoya Víctor Jairo. Operaciones en la Industria de alimentos II. Bogotá (Colombia): Edit. UNAD, 2002
7. GONZALEZ, Mayra Guillermina. Diseño de una planta piloto para la elaboración de harina de quinua, y su aplicación en la industria de la panificación para el consumo humano, UTE, 2006.
8. LARRAÑAGA, C. Ildefonso (1999): Control e Higiene de los Alimentos. Ed. Mc Graw Hill. Primera Edición. Aravaca – Madrid
9. LAMBERTINE, LEONIE. Alimentos y Bebidas: Higiene, manejo y preparación. Editorial CECSA México. 1999
10. LOMAS, Esteban María del Carmen << Introducción al cálculo de los procesos tecnológicos de los alimentos >> Edit. Acribia, 2002
11. MACIAS, Jefferson Vinicio. Obtención de harina de plátano verde dominico mediante proceso de secado por conducción para elaborar pan con diversos porcentajes de harina de trigo en UTE Santo Domingo, 2009.
12. Manual de Análisis de Alimentos, del “Laboratorio de Química”. Universidad Tecnológica Equinoccial. Santo Domingo de los Tsachilas.

13. MEDRANDA, Pablo Ernesto “Bebida energizante a partir del jugo de caña (Saccharum officinarum) mediante técnica de pasteurización UTE Santo Domingo”, 2006.
14. MADRID Vicente A y MADRID Genzano J. Normas de calidad de alimentos y bebidas.
15. MARÍN, F. 1998. Manejo Poscosecha de Guayaba (Psidium guajava L.) en Pacayitas de Turrialba. Consejo Nacional de Producción. San José.
16. PERRY, Robert. / (1992). “Manual del Ingeniero Químico”. Tomo II. México.
17. PEARSON. 2002. Composición y análisis de los alimentos. Editorial Continental. México.
18. SANDOVAL M, P Eduardo: Metodología de la investigación científica, 1992. EDITORIAL DON BOSCO
19. SÁNCHEZ, Otero Julio “Introducción al Diseño Experimental” Impreso en Ecuador 2006.
20. TUFÍÑO, Miguel Angel “Bebidas refrescantes naturales a partir de la piña y la naranja mediante el proceso de mezclado y adición de edulcorantes en Santo Domingo de los Colorados”. 2006
21. VILLAVICENCIO V, Aída; Vásquez C, Wilson (eds). 2008. Guía técnica de cultivos. Quito, EC, INIAP. 444 p. (Manual N° 73).
22. ZELEDON, R; WAN FUH J. 1994 El cultivo de la guayaba Cañas Guanacaste, Costa Rica
23. <http://www.encolombia.com/economia/Cultivos/Origenydistribucionguayaba.htm>
24. http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_guayaba.pdf
25. <http://www.nutricion.pro/04-06-2008/alimentos/beneficios-nutricionales-de-la-guayaba>
26. <http://agqnutricion.com/2009/02/propiedades-de-la-guayaba/>
27. <http://www.tusplantasmedicinales.com/guayaba/>
28. <http://articulos.infojardin.com/Frutales/fichas/guayabos-guayabas-guayabero-psidium-guayava.htm>

29. <http://www.laguayaba.net/Guayaba-caracteristicas-principales/6>
30. http://www.slan.org.mx/docs/pres_bebidas.pdf
31. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=89604>
32. <http://estebansalud.blogspot.com/2007/11/bebida-nutricional.html>

ANEXOS

ANEXO 1

Fotografías del proceso de elaboración de harina de guayaba hasta la preparación de la bebida



Guayaba fresca



Lavado



Impurezas



Guayaba Troceada



Secado



Guayaba seca



Tamizado



Harina de Guayaba



Producto
(GUAYAVENA)



Licudo



Bebida para consumir

ANEXO 2**Análisis m/os del producto (mezcla) a los 4 y 11 días de almacenamiento**

INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE Y MEDICINA TROPICAL
 " LEOPOLDO IZQUIETA PEREZ - SANTO DOMINGO "

INFORME ANALISIS DE ALIMENTO N° 175-6- 1010

Fecha de emisión del resultado 04 de noviembre del 2010
 Solicitante Sr. Luis Moreno
 Fecha de recepción de la muestra 19 de octubre del 2010
 Fecha de análisis de la muestra 22-29 de octubre del 2010

IDENTIFICACION**" Harina Guayavena "**

Fabrica Ensayo de Investigación
 Formulación declara harina de guayaba y avena
 Dirección de la empresa Santo Domingo / Ecuador
 Dirección del muestreo km 4 ½ Via Chone
 Responsables del muestreo Sr. Luis Moreno
 Envase 1 funda representativa peso 50 g
 Fecha de elaboración 18 de octubre del 2010

EXAMEN ORGANOLEPTICO

Color característico propio del producto
 Olor propio inobjetable
 Materia extraña visible ausencia
 Consistencia homogénea
 Condiciones de transporte ambiente / fundas cerradas
 Descripción del proceso secado / molienda

ANALISIS MICROBIOLÓGICO:

PARAMETRO	RESULTADO 22/10/2010	RESULTADO 29/10/2010	UNIDAD	CRITERIO MICROBIOLÓG.
Recuento de coliformes totales	< 1,0	< 1,0	u.f.c. / g	< 10
Investigación de estafilococcus aureus	< 1,0	< 1,0	u.f.c. / g	< 1,0
Recuento estándar en placa aerobios mesófilos	2x10 ¹	6x10 ²	u.f.c. / g	< 1000
Recuento de mohos y levaduras	< 1,0	8,0	u.p.c. /g	< 100

El criterio microbiológico se establece como valor referencial para harinas distintas a trigo y maíz
 Los resultados solo afectan al lote de esa fecha

ATENTAMENTE

Dr. Javier Caisaguano
 CONTROL DE CALIDAD

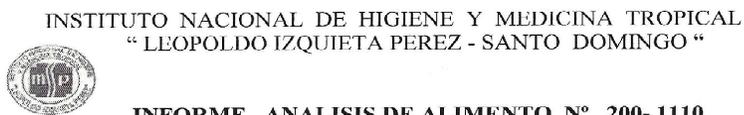
cc. archivo

NOTA: Prohibida su reproducción y utilización parcial

I.N.H TELEFAX 2750-716

ANEXO 3

Análisis m/os del producto (mezcla) a los 30 días de almacenamiento



Fecha de emisión del resultado	29 de noviembre del 2010
Solicitante	Sr. Luis Moreno
Fecha de recepción de la muestra	20 de noviembre del 2010
Fecha de análisis de la muestra	21 de noviembre del 2010

IDENTIFICACION

Formulación
Dirección de la empresa
Dirección del muestreo
Sitio de muestreo
Responsables del muestreo
Envase
Fecha de elaboración

**PRODUCTO SÓLIDO
"GUAYAVENA"**

declara avena y pulpa de guayaba
km 4 vía Chone /Univ. Tecnológica Equinocc.
Laboratorio de Química
Área de alimentos
Sr. Luis Moreno
1 funda representativa peso 100 g
no declara

EXAMEN ORGANOLEPTICO

Color	característico
Olor	propio inobjetable
Materia extraña visible	ausencia
Consistencia	homogénea
Condiciones de transporte	ambiente / funda cerrada plástica
Descripción del proceso	secado / molienda

ANALISIS MICROBIOLÓGICO:

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	METODO
Recuento de coliformes totales	$< 1.0 \times 10^0$	u.f.c. / ml	Petrifilm
Investigación de <i>Stafilococcus aureus</i>	$< 1.0 \times 10^0$	u.f.c. / ml	Petrifilm
Recuento estándar en placa aerobios mesófilos	40.0	u.f.c. / ml	Estándar methods
Recuento de mohos y levaduras	300	u.p.c. /ml	Estándar methods

Los resultados de la muestra analizada indican ausencia de bacterias patógenas.

Los resultados solo afectan al lote de esa fecha


ATENTAMENTE

 Dr. Javier Caisaguano
 CONTROL DE CALIDAD

cc. archivo

ANEXO 4

Tabla C-9 Propiedades útiles del aire para transferencia de calor por convección.

$T, ^\circ K$	ρ kg/m^3	c_p $kJ/kg \cdot ^\circ C$	μ $kg/m \cdot s$ $\times 10^4$	ν m^2/s $\times 10^6$	k $W/m \cdot ^\circ C$	α m^2/s $\times 10^4$	Pr
100	3.6010	1.0266	0.6924	1.923	0.009246	0.02501	0.770
150	2.3675	1.0099	1.0283	4.343	0.013735	0.05745	0.753
200	1.7684	1.0061	1.3289	7.490	0.01809	0.10165	0.739
250	1.4128	1.0053	1.488	9.49	0.02227	0.13161	0.722
300	1.1774	1.0057	1.983	15.68	0.02624	0.22160	0.708
350	0.9980	1.0090	2.075	20.76	0.03003	0.2983	0.697
400	0.8826	1.0140	2.286	25.90	0.03365	0.3760	0.689
450	0.7833	1.0207	2.484	28.86	0.03707	0.4222	0.683
500	0.7048	1.0295	2.671	37.90	0.04038	0.5564	0.680
550	0.6423	1.0392	2.848	44.34	0.04360	0.6532	0.680
600	0.5879	1.0551	3.018	51.34	0.04659	0.7512	0.680
650	0.5430	1.0635	3.177	58.51	0.04953	0.8578	0.682
700	0.5030	1.0752	3.332	66.25	0.05230	0.9672	0.684
750	0.4709	1.0856	3.481	73.91	0.05509	1.0774	0.686
800	0.4405	1.0978	3.625	82.29	0.05779	1.1951	0.689
850	0.4149	1.1095	3.765	90.75	0.06028	1.3097	0.692
900	0.3925	1.1212	3.899	99.3	0.06279	1.4271	0.696
950	0.3716	1.1321	4.023	108.2	0.06525	1.5510	0.699
1000	0.3524	1.1417	4.152	117.8	0.06752	1.6779	0.702
1100	0.3204	1.160	4.44	138.6	0.0732	1.969	0.704
1200	0.2947	1.179	4.69	159.1	0.0782	2.251	0.707
1300	0.2707	1.197	4.93	182.1	0.0837	2.583	0.705
1400	0.2515	1.214	5.17	205.5	0.0891	2.920	0.705
1500	0.2355	1.230	5.40	229.1	0.0946	3.262	0.705
1600	0.2211	1.248	5.63	254.5	0.100	3.609	0.705
1700	0.2082	1.267	5.85	280.5	0.105	3.977	0.705
1800	0.1970	1.287	6.07	308.1	0.111	4.379	0.704
1900	0.1858	1.309	6.29	338.5	0.117	4.811	0.704
2000	0.1762	1.338	6.50	369.0	0.124	5.260	0.702
2100	0.1682	1.372	6.72	399.6	0.131	5.715	0.700
2200	0.1602	1.419	6.93	432.6	0.139	6.120	0.707
2300	0.1538	1.482	7.14	464.0	0.149	6.540	0.710
2400	0.1458	1.574	7.35	504.0	0.161	7.020	0.718
2500	0.1394	1.688	7.57	543.5	0.175	7.441	0.730

ANEXO 5

Tabla B-1 Propiedades del vapor saturado (Unidades SI).

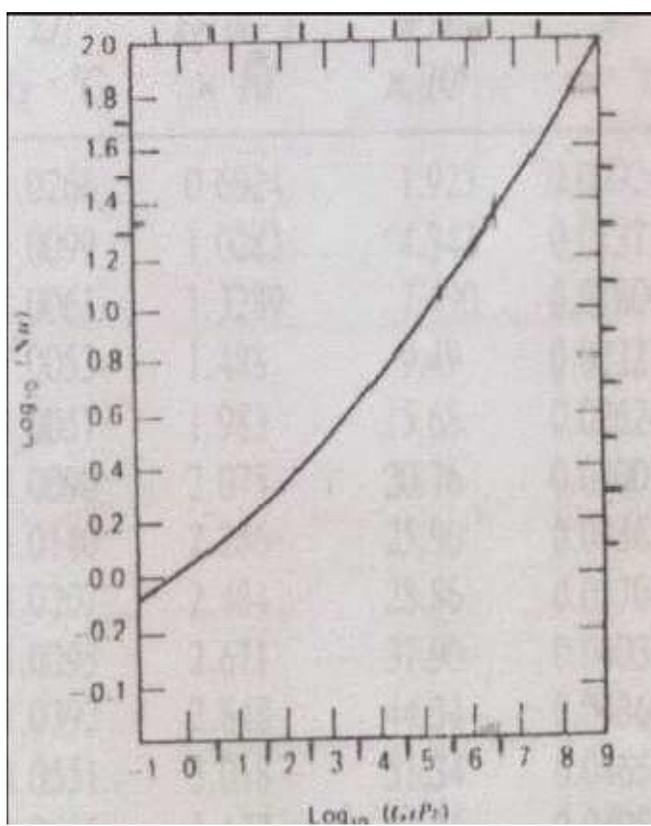
Tabla B-1 Propiedades del vapor saturado: Tabla de temperatura (Unidades SI)

Temp. °C T	Pres. kPa P _s	Volumen Especifico m ³ /kg		Energia Interna kJ/kg		Entalpia kJ/kg		Entropia kJ/kg·K				
		Liquido sat. v _f	Vapor sat. v _g	Liquido sat. u _f	Vapor sat. u _g	Liquido sat. h _f	Vapor sat. h _g	Liquido sat. s _f	Vapor sat. s _g			
0.01	0.6113	0.001 000	206.14	0.00	2375.3	2375.3	0.01	2501.3	2501.4	0.0000	9.1562	9.1562
5	0.8721	0.001 000	147.12	20.97	2361.3	2382.3	20.98	2489.6	2510.6	0.0761	8.9496	9.0257
10	1.2276	0.001 000	106.38	42.00	2347.2	2389.2	42.01	2477.7	2519.8	0.1510	8.7498	8.9008
15	1.7051	0.001 001	77.93	62.99	2333.1	2396.1	62.99	2465.9	2528.9	0.2245	8.5569	8.7814
20	2.339	0.001 002	57.79	83.95	2319.0	2402.9	83.96	2454.1	2538.1	0.2966	8.3706	8.6672
25	3.169	0.001 003	43.36	104.88	2304.9	2409.8	104.89	2442.3	2547.2	0.3674	8.1905	8.5580
30	4.246	0.001 004	32.89	125.78	2290.8	2416.6	125.79	2430.5	2556.3	0.4369	8.0164	8.4533
35	5.628	0.001 006	25.22	146.67	2276.7	2423.4	146.68	2418.6	2565.5	0.5053	7.8478	8.3531
40	7.384	0.001 008	19.52	167.56	2262.6	2430.1	167.57	2406.7	2574.3	0.5725	7.6845	8.2570
45	9.593	0.001 010	15.26	188.44	2248.4	2436.8	188.45	2394.8	2583.2	0.6387	7.5261	8.1648
50	12.349	0.001 012	12.03	209.32	2234.2	2443.5	209.33	2382.7	2592.1	0.7038	7.3725	8.0763
55	15.758	0.001 015	9.568	230.21	2219.9	2450.1	230.23	2370.7	2600.9	0.7679	7.2234	7.9913
60	19.940	0.001 017	7.671	251.11	2205.5	2456.6	251.13	2358.5	2609.6	0.8312	7.0784	7.9096
65	25.03	0.001 020	6.197	272.02	2191.1	2463.1	272.06	2346.2	2618.3	0.8935	6.9375	7.8310
70	31.19	0.001 023	5.042	292.95	2176.6	2469.6	292.98	2333.8	2626.8	0.9549	6.8004	7.7553
75	38.58	0.001 026	4.131	313.90	2162.0	2476.2	313.94	2321.4	2635.3	1.0155	6.6669	7.6824
80	47.39	0.001 029	3.407	334.86	2147.4	2482.8	334.91	2308.8	2643.7	1.0755	6.5369	7.6122
85	57.83	0.001 033	2.828	355.84	2132.6	2488.4	355.90	2296.0	2651.9	1.1345	6.4102	7.5445
90	70.14	0.001 036	2.361	376.85	2117.7	2494.5	376.92	2283.2	2660.1	1.1925	6.2866	7.4791
95	84.53	0.001 040	1.982	397.88	2102.7	2500.6	397.96	2270.2	2668.1	1.2500	6.1659	7.4159
MP _s												
100	0.101 35	0.001 044	1.6729	418.94	2087.6	2506.5	418.94	2257.0	2676.1	1.3069	6.0480	7.3549
105	0.120 82	0.001 048	1.4194	440.02	2072.3	2512.4	440.15	2243.7	2683.8	1.3630	5.9328	7.2958
110	0.143 27	0.001 052	1.2102	461.14	2057.0	2518.1	461.30	2230.2	2691.5	1.4185	5.8202	7.2387
115	0.169 06	0.001 056	1.0366	482.30	2041.4	2523.7	482.48	2216.5	2699.0	1.4734	5.7100	7.1833
120	0.198 53	0.001 060	0.8919	503.50	2025.8	2529.3	503.71	2202.6	2706.3	1.5276	5.6020	7.1296
125	0.2321	0.001 065	0.7706	524.74	2009.9	2534.6	524.99	2188.5	2713.5	1.5813	5.4962	7.0775
130	0.2701	0.001 070	0.6685	546.02	1993.9	2539.9	546.31	2174.2	2720.5	1.6344	5.3925	7.0269
135	0.3150	0.001 075	0.5822	567.35	1977.7	2545.0	567.69	2159.6	2727.3	1.6870	5.2907	6.9777
140	0.3613	0.001 080	0.5089	588.74	1961.3	2550.0	589.13	2144.7	2733.9	1.7391	5.1908	6.9299
145	0.4154	0.001 085	0.4463	610.18	1944.7	2554.9	610.63	2129.6	2740.3	1.7907	5.0926	6.8833
150	0.4758	0.001 091	0.3928	631.68	1927.9	2559.5	632.20	2114.3	2746.5	1.8418	4.9980	6.8379
155	0.5431	0.001 096	0.3468	653.24	1910.8	2564.1	653.84	2098.6	2752.4	1.8925	4.9010	6.7935
160	0.6178	0.001 102	0.3071	674.87	1893.5	2568.4	675.55	2082.6	2758.1	1.9427	4.8075	6.7502
165	0.7005	0.001 108	0.2727	696.56	1876.0	2572.5	697.34	2066.2	2763.5	1.9925	4.7153	6.7078
170	0.7917	0.001 114	0.2428	718.33	1858.1	2576.5	719.21	2049.5	2768.7	2.0419	4.6244	6.6663
175	0.8920	0.001 121	0.2168	740.17	1840.0	2580.2	741.17	2032.4	2773.6	2.0909	4.5347	6.6266
180	1.0021	0.001 127	0.194 05	762.09	1821.6	2583.7	763.22	2015.0	2778.2	2.1396	4.4461	6.5887
185	1.1227	0.001 134	0.174 09	784.10	1802.9	2587.0	785.37	1997.1	2782.4	2.1879	4.3586	6.5465
190	1.2544	0.001 141	0.156 34	806.19	1783.8	2590.0	807.62	1978.8	2786.4	2.2359	4.2720	6.5079
195	1.3978	0.001 149	0.141 05	828.37	1764.4	2592.8	829.98	1960.0	2790.0	2.2835	4.1863	6.4698
200	1.5538	0.001 157	0.127 36	850.65	1744.7	2595.3	852.45	1940.7	2793.2	2.3309	4.1014	6.4323
205	1.7230	0.001 164	0.115 21	873.04	1724.5	2597.5	875.04	1921.0	2796.0	2.3780	4.0172	6.3952
210	1.9062	0.001 173	0.104 41	895.53	1703.9	2599.5	897.76	1900.7	2798.5	2.4248	3.9337	6.3585
215	2.104	0.001 181	0.094 79	918.14	1682.9	2601.1	920.62	1879.9	2800.5	2.4714	3.8507	6.3221
220	2.318	0.001 190	0.086 19	940.87	1661.5	2602.4	943.62	1858.5	2802.1	2.5178	3.7683	6.2861
225	2.548	0.001 199	0.078 49	963.73	1639.6	2603.3	966.78	1836.5	2803.5	2.5639	3.6865	6.2503
230	2.795	0.001 209	0.071 58	986.74	1617.2	2603.9	990.12	1813.8	2804.0	2.6099	3.6047	6.2146
235	3.060	0.001 219	0.065 37	1009.89	1594.2	2604.1	1013.62	1790.5	2804.2	2.6558	3.5233	6.1791
240	3.344	0.001 229	0.059 78	1033.21	1570.8	2604.0	1033.32	1766.5	2803.8	2.7015	3.4422	6.1437
245	3.648	0.001 240	0.054 71	1056.71	1546.7	2603.4	1061.23	1741.7	2803.0	2.7472	3.3612	6.1083
250	3.973	0.001 251	0.050 13	1080.39	1522.0	2602.4	1085.36	1716.2	2801.5	2.7927	3.2802	6.0730
255	4.319	0.001 263	0.045 98	1104.28	1496.7	2600.9	1109.75	1689.8	2799.5	2.8383	3.1992	6.0375
260	4.684	0.001 276	0.042 21	1128.39	1470.6	2599.0	1134.57	1662.5	2796.9	2.8838	3.1181	6.0019
265	5.081	0.001 289	0.038 77	1152.74	1443.9	2596.6	1159.28	1634.4	2793.6	2.9294	3.0368	5.9662
270	5.499	0.001 302	0.035 64	1177.36	1416.3	2593.7	1184.51	1605.2	2789.7	2.9751	2.9551	5.9301
275	5.942	0.001 317	0.032 79	1202.25	1387.9	2590.2	1210.07	1574.9	2785.0	3.0208	2.8730	5.8938
280	6.412	0.001 332	0.030 17	1227.46	1358.7	2586.1	1235.99	1543.6	2779.6	3.0668	2.7903	5.8571
285	6.909	0.001 348	0.027 77	1253.00	1328.4	2581.4	1262.31	1511.0	2773.3	3.1130	2.7070	5.8199
290	7.436	0.001 366	0.025 57	1278.92	1297.1	2576.0	1289.07	1477.1	2766.2	3.1594	2.6227	5.7821
295	7.993	0.001 384	0.023 54	1305.2	1263.7	2569.9	1316.3	1441.8	2758.1	3.2062	2.5375	5.7437
300	8.581	0.001 404	0.021 67	1332.0	1231.0	2563.0	1344.0	1404.9	2749.0	3.2534	2.4511	5.7045
305	9.202	0.001 425	0.019 948	1359.3	1195.9	2555.2	1372.4	1366.4	2738.7	3.3010	2.3633	5.6643
310	9.856	0.001 447	0.018 350	1387.1	1159.4	2546.4	1401.3	1326.0	2727.3	3.3493	2.2737	5.6230
315	10.547	0.001 472	0.016 867	1415.5	1121.1	2535.6	1431.0	1283.5	2714.5	3.3982	2.1821	5.5804
320	11.274	0.001 499	0.015 488	1444.6	1080.9	2523.5	1461.5	1238.6	2700.1	3.4480	2.0882	5.5362
330	12.845	0.001 561	0.012 996	1503.3	993.7	2498.9	1525.3	1140.6	2665.9	3.5507	1.8909	5.4417
340	14.586	0.001 638	0.010 797	1570.3	894.3	2464.6	1594.2	1027.9	2622.0	3.6594	1.6763	5.3557
350	16.513	0.001 740	0.008 813	1641.9	776.6	2418.4	1670.6	893.1	2563.9	3.7777	1.4355	5.2112
360	18.651	0.001 893	0.006 945	1725.2	626.3	2351.5	1760.5	720.5	2481.0	3.9147	1.1379	5.0526
370	21.01	0.002 213	0.004 925	1844.0	384.5	2228.5	1890.5	411.6	2332.1	4.1106	0.6905	4.7971
374.14	22.09	0.003 135	0.003 135	2029.6	0	2029.6	2029.3	0	2029.3	4.4208	0	4.4208

Las Tablas B-1 a B-10 adaptadas de Joseph H. Keenan, Frederick G. Keyes, Philip G. Hill, y Joan G. Moos Steam Tables (Nueva York: John Wiley and Sons, Inc. 1969). Reimpresión de Gordon J. Van Wyle

ANEXO 6

Cuadro de lectura de Nusselt



ANEXO 7

Etiqueta del producto.

GUAYAYENA




PESO: 121.5 g.

Ingredientes: Harina de guayaba y avena, estabilizante (CMC), azúcar.

PREPARAR EN UN LITRO DE LECHE

INFORMACION NUTRICIONAL	
Cantidad por porción	
Calorías 72.53 K calorías/100 Gr.	
INFORMACION NUTRICIONAL	
Humedad.....	3.15 %
Proteína.....	2.37%
Fibra.....	7.89%
Potasio.....	2.09%
Calcio.....	0.85%
Magnesio.....	0.16%
Fósforo.....	0.02%
Cu.....	29.5 ppm

Mantener en un lugar fresco y seco

Tiempo de consumo: 1 mes

F. Elab: 18/10/2010

Lote: 001 P.V.P.: 0.24 Cx

Reg. San. N°: En trámite

ELABORADO POR:
Industria **aitc**

Santo Domingo - Ecuador

Telf.: (02) 3709 009



5 012345 678900

ANEXO 8

Formato de la hoja de encuesta para la bebida

PRUEBA SENSORIAL DE LA BEBIDA NUTRICIONAL INSTANTÁNEA A BASE DE HARINA DE GUAYABA Y AVENA

La siguiente es una encuesta para establecer la bebida nutricional instantánea de mejor calidad y aceptabilidad, por favor analice cada una de las muestras y señale con una X una sola de las alternativas propuestas.

OLOR	DIAGNÓSTICO	M1	M2	M3
	1. Desagradable			
	2. Aceptable			
	3. Agradable			
	4. Muy agradable			

COLOR	DIAGNÓSTICO	M1	M2	M3
	1. Desagradable			
	2. Aceptable			
	3. Agradable			
	4. Muy agradable			

SABOR	DIAGNÓSTICO	M1	M2	M3
	1. Desagradable			
	2. Aceptable			
	3. Agradable			
	4. Muy agradable			

CONSISTENCIA	DIAGNÓSTICO	M1	M2	M3
	1. Desagradable			
	2. Aceptable			
	3. Agradable			
	4. Muy agradable			

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN