



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**  
**Campus Santo Domingo**  
**ARTURO RUIZ MORA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL Y SISTEMAS DE GESTIÓN**

Tesis de grado previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL, MENCIÓN EN ALIMENTOS**

**“BALANCEADO MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DEL NACEDERO  
(*Trichantera gigantea*) PARA GANADO BOVINO LECHERO EN EL RECINTO  
MAR DE LA TRANQUILIDAD”.**

**Estudiante:**

**CHAMBA ELIZALDE JORGE LUIS**

**Director de Tesis:**

**ING. ELSA BURBANO**

**Santo Domingo – Ecuador**

**Abril, 2012**

**“BALANCEADO MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DEL NACEDERO  
(*Trichanthera gigantea*) PARA GANADO BOVINO LECHERO EN EL RECINTO  
MAR DE LA TRANQUILIDAD”.**

Ing. Elsa Burbano  
**DIRECTOR DE TESIS**

---

**APROBADO**

Ing. Daniel Anzules  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Juan Crespín  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Wiston Morales  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Santo Domingo.....de.....2012.

**Autor:** Jorge Luis Chamba Elizalde

**Institución:** Universidad Tecnológica Equinoccial.

**Título de Tesis:** “Balanceado mediante la utilización del nacedero (*Trichanthera gigantea*) para ganado bovino lechero en el recinto mar de la tranquilidad.”

**Fecha:** Abril, 2012

El contenido del presente trabajo, esta bajo la responsabilidad del autor.

---

**Jorge Luis Chamba Elizalde**

**C.I. 172066785-4**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**  
**Campus Santo Domingo**  
**Arturo Ruíz Mora**

**INFORME DEL DIRECTOR DE TESIS**

Santo Domingo.....de.....del 2012

Ing. Daniel Anzules  
**COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**  
**UTE SANTO DOMINGO**

Estimado Ingeniero

Yo, Ing. Elsa Burbano, en calidad de directora de tesis, informo que el presente tema investigativo "**BALANCEADO MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DEL NACEDERO (*Trichanthera gigantea*) PARA GANADO BOVINO LECHERO EN EL RECINTO MAR DE LA TRANQUILIDAD**", se realizó en Santo Domingo de los Tsáchilas, bajo la ejecución del Sr. **Jorge Luis Chamba Elizalde**, 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 y autorizo su respectiva presentación.

Atentamente.

---

Ing. Elsa Burbano  
**DIRECTOR DE TESIS**

# *Dedicatoria*

*Con mucho cariño y respeto a mi Dios, por el gran regalo de la vida y por darme la fortaleza y la constancia durante el camino ya recorrido, para llegar a cumplir mis metas trazadas.*

*Con inmenso y profundo amor a mis padres, José Chamba y Gloria Elízalde por ser los pilares de mi formación integral, encaminada en valores y por ese apoyo constante e incondicional que siempre he recibido en todos los momentos difíciles y alegres de mi existencia.*

*A Mónica y Gloria por ser verdadero ejemplo de hermanas y amigas, y a Edwin y Evelyn mis dos sobrinos, con su ternura e inocencia que los caracteriza son mi inspiración, para ser cada día mejor y ser un ejemplo en su camino a recorrer en la vida.*

*A mi cuñado Edwin Castillo, por ser un verdadero amigo en quien puedo confiar siempre y a toda mi familia que de una u otra forma me ayudaron para poder cumplir esta meta.*

**Jorge Chamba**

# *Agradecimiento*

*El presente trabajo expresa mis más nobles agradecimientos al Universidad Tecnológica Equinoccial, Campus - Santo Domingo, por su labor de enseñar y permitir que nuestras metas profesionales se cumplan.*

*Gratitud y respeto a mis queridos catedráticos por compartir sus más valiosos y sabios conocimientos, que sin duda permitieron mi enriquecimiento intelectual, los mismos que se verán forjados y aplicados con esmero en las diferentes actividades y lugares donde desarrolle mi vida profesional productiva.*

*De manera muy especial a mi directora de Tesis, Ing. Elsa Burbano, por su profesionalismo demostrado en cada conocimiento compartido para culminar el trabajo investigativo.*

*Al Ing. Paúl Gonzales por su paciencia, don de gente y sus conocimientos en análisis de laboratorio, permitieron que mi estadía en laboratorio fuese de mucho enriquecimiento intelectual. Al Ing. Verónica Fernández por su predisposición y su tiempo que me brindó en el desarrollo de la tesis.*

*A mi cuñado, Edwin Castillo y su familia por confiar y creer en mí, permitiéndome que este trabajo se cristalice al abrirme las puertas de su finca "Norma" y así realizar el trabajo de campo. También al personal de Créditos Comisa a Don Marcos S., Roberto M., Darwin C., Jenny P., Jenny B., y Mariuxi B., gracias por su amistad y por todo el apoyo que siempre me han brindado.*

*No podría dejar pasar por alto para agradecer a mis amigos y compañeros, por los más bellos y gratos recuerdos vividos y luchados en las aulas, por todo mil gracias.*

**Jorge Chamba**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

TEMA	PÁG.
Portada.....	i
Sustentación y Aprobación de los Integrantes del Tribunal.....	ii
Responsabilidad del Autor.....	iii
Aprobación del Director de Tesis.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice.....	vii
Resumen Ejecutivo.....	xvii
Executive Summary.....	xviii

### 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 de estudio.....	2
1.1.5	Situación actual del tema de investigación.....	3
1.2	Límites de estudio.....	3
1.3	Alcance del trabajo.....	3
1.4	Objeto de estudio.....	3
1.5	Objetivos.....	4
1.5.1	Objetivo general.....	4
1.5.2	Objetivos específicos.....	4

1.6	Justificación.....	5
1.7	Hipótesis.....	6
1.7.1	Hipótesis alternativa.....	6
1.7.2	Hipótesis nula.....	6
1.8	Aspectos metodológicos.....	7
1.8.1	Variables.....	7
1.8.1.1	Variables independientes.....	7
1.8.1.2	Variables dependientes.....	7
1.9	Unidad de análisis.....	7

## CAPÍTULO II

### MARCO DE REFERENCIA

2.1	El nacedero.....	9
2.1.1	Descripción botánica.....	9
2.1.2	Características e identificación.....	10
2.1.3	Prácticas culturales.....	11
2.1.4	Composición nutricional.....	11
2.1.5	Altura y frecuencia de corte.....	11
2.1.6	Antecedentes del uso del nacedero.....	13
2.2	Ganado bovino lechero.....	13
2.2.1	Generalidades.....	13
2.2.2	Alimentación del ganado lechero.....	14
2.2.3	Características nutricionales del ganado lechero.....	15
2.2.3.1	Carbohidratos y grasas.....	15
2.2.3.2	Proteína.....	15
2.2.3.3	Minerales.....	16
2.2.3.4	Vitaminas.....	16
2.2.3.5	Agua.....	17
2.3	Productos del suplemento alimenticio.....	17



2.3.1	Maíz molido.....	17
2.3.2	Afrecho de trigo.....	18
2.3.3	Polvillo de arroz.....	18
2.3.4	Palmiste.....	19
2.3.5	Torta de soya.....	19
2.3.6	Cáscara de cacao.....	20
2.3.8	Harina del nacedero.....	20
2.4	Operaciones unitarias.....	21
2.4.1	Secado.....	21
2.4.2	Tipos de secadores.....	23
2.4.2.1	Secadores rotatorios.....	24
2.4.2.2	Secadores de bandejas.....	24
2.4.2.3	Secadores de túnel.....	25
2.4.3	Balance de materia y energía.....	25
2.4.4	Transmisión de calor.....	26
2.4.5	Diseño experimental.....	27
2.4.5.1	Diseño completamente aleatorio de un factor (DCA).....	27

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

3.1	Aspectos metodológicos de estudio.....	28
3.1.1	Ubicación.....	28
3.1.2	Diseño o tipo de investigación.....	28
3.1.2.1	Experimental.....	28
3.1.2.2	Relacional.....	29
3.1.2.3	No observacional.....	29
3.2	Métodos de investigación.....	29
3.2.1	Método inductivo.....	29
3.2.2	Método deductivo.....	29

3.2.3	Método de análisis – síntesis.....	29
3.2.4	Método estadístico.....	30
3.2.5	Método de laboratorio.....	30
3.3	Fuentes y técnicas de investigación.....	30
3.4	Variables.....	30
3.4.1	Variables para la obtención de la harina de nacedero.....	30
3.4.2	Variables para la formulación del balanceado.....	31
3.4.3	Tratamientos de los datos.....	31
3.4.4	Obtención de la harina de nacedero.....	32
3.4.4.1	Interacciones.....	32
3.4.4.2	Total de tratamientos.....	32
3.4.4.3	Repeticiones.....	32
3.4.4.4	Diseño experimental.....	33
3.4.4.5	Pruebas de significación.....	33
3.4.5	Incremento de la producción de leche.....	33
3.4.5.1	Total tratamientos.....	33
3.4.5.2	Repeticiones.....	33
3.4.5.3	Diseño experimental.....	34
3.4.5.4	Pruebas de significación.....	34
3.5	Materiales, equipos y reactivos.....	34
3.5.1	Materiales.....	34
3.5.2	Equipos.....	35
3.5.3	Materias primas.....	35
3.5.4	Reactivos y sustancias.....	35
3.6	Obtención de la harina de nacedero a nivel de laboratorio.....	36
3.7.	Diagrama de flujo para la obtención de la harina de nacedero.....	36
3.7.1	Memoria técnica.....	37
3.7.1.1	Recepción.....	37
3.7.1.2	Pesado.....	38
3.7.1.3	Picado.....	38
3.7.1.4	Secado.....	38

3.7.1.5	Molido.....	38
3.7.1.6	Pesado.....	38
3.7.1.7	Empacado.....	39
3.7.2	Control de calidad de la harina de nacedero ( <i>Trichantheragigantea</i> ).....	39
3.8	Diseño estadístico para la prueba de hipótesis y determinar el mejor tratamiento en la obtención de la harina de nacedero.....	40
3.8.1	Tabulación numérica de las interacciones.....	41
3.8.1.1	Análisis de variancia para la variable proteína.....	41
3.8.1.2	Análisis de variancia para la variable fibra.....	42
3.8.1.3	Análisis de varianza para la variable grasa.....	43
3.8.1.4	Análisis de variancia para la variable ceniza.....	45
3.8.1.5	Análisis de varianza para la variable fósforo.....	46
3.8.1.6	Análisis de varianza para la variable potasio.....	48
3.8.1. 7	Análisis de variancia para la variable calcio.....	49
3.8.1.8	Análisis de variancia para la variable magnesio.....	51
3.8.2	Determinación del mejor tratamiento.....	53
3.9.	Diagrama de flujo cualitativo de la elaboración del suplemento alimenticio para ganado lechero.....	53
3.9.1	Memoria técnica.....	54
3.9.1.1	Recepción.....	54
3.9.1.2	Formulación.....	54
3.9.1.3	Pesado.....	58
3.9.1.4	Mezclado.....	58
3.9.1.5	Empacado.....	58
3.9.1.6	Almacenado.....	58
3.9.2	Control de calidad del alimento balanceado.....	58
3.9.3	Proteína digestible del alimento balanceado (dieta 1).....	59
3.10	Alimentación del ganado bovino a nivel de campo en la finca “Norma”.....	59
3.11	Diagrama de flujo cualitativo del manejo de ganado lechero.....	60
3.11.1	Memoria técnica.....	61

3.11.1.1	Recepción.....	61
3.11.1.2	Identificación.....	62
3.11.1.3	Alimentación.....	62
3.11.1.4	Ordeño.....	62
3.11.1.5	Medición.....	62
3.11.1.6	Toma de datos.....	62
3.12	Incremento de la producción lechera.....	62
3.13	Control de la calidad de la leche.....	64
3.14	Diseño estadístico para la prueba de hipótesis y determinar el incremento de la producción lechera.....	65
3.14.1	Incremento de producción leche en cada uno de los tratamientos a los 30 días.....	65
3.14.2	Análisis de Varianza para el incremento de producción de leche en vacas.....	66
3.14.3	Promedios y pruebas de significación para los tratamientos en la evaluación del incremento de producción de leche en vacas.....	66

## CAPÍTULO IV

### BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA

4.1	Diagrama de flujo cuantitativo para la obtención de la harina de nacedero a nivel de laboratorio.....	68
4.2	Balance de energía a nivel de Laboratorio para la obtención de la harina de nacedero.....	70
4.2.1	Balance de energía del secado primer fase.....	70
4.2.1.1	Cálculo del calor de paredes frontal y posterior.....	70
4.2.1.2	Cálculo del calor de paredes verticales.....	74
4.2.1.3	Cálculo del calor de las paredes horizontales.....	77
4.2.1.4	Cálculo de la cantidad de energía que ingresa al secador.....	80
4.2.1.5	Cálculo del calor práctico del producto.....	81

4.2.1.6	Cálculo del calor teórico del producto.....	81
4.2.1.7.	Porcentaje de eficiencia del secador.....	84
4.2.1.8	Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor a nivel de laboratorio.....	84
4.3	Balance de materia a nivel piloto para la obtención de la harina de nacedero.....	85
4.4	Balance de energía a nivel piloto para la obtención de la harina de nacedero.....	90
4.4.1	Coeficiente global de transferencia de calor del intercambiador.....	96
4.5	Balance de materia a nivel de campo para la elaboración del suplemento alimenticio.....	100
4.6	Curva de secado.....	109
4.6.1	Pérdida de humedad.....	111
4.6.2	Velocidad de secado.....	112
4.6.3	Tiempo teórico de secado.....	113
4.7	Rendimiento de la harina de nacedero.....	114
4.8	Costos.....	115
4.8.1	Análisis de costo de la harina de nacedero.....	115
4.8.2	Análisis de costos de la alimentación del ganado lechero.....	115
4.8.3	Análisis económico.....	116
4.9	Discusión.....	117

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones.....	119
5.2	Recomendaciones.....	121
BIBLIOGRAFÍA.....		122

ANEXOS.....	125
-------------	-----

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1	Detalle de las variables dependientes.....	8
Cuadro N° 2	Composición química de hojas de nacedero (base seca).....	12
Cuadro N° 3	Producción de forraje verde (t/ha) a diferentes intervalos de corte.....	13
Cuadro N° 4	Composición nutricional del maíz molido.....	17
Cuadro N° 5	Composición nutricional del afrecho de trigo.....	18
Cuadro N° 6	Composición nutricional del polvillo de arroz.....	18
Cuadro N° 7	Composición nutricional del palmiste.....	19
Cuadro N° 8	Composición nutricional de torta de soya.....	19
Cuadro N° 9	Composición nutricional de cáscara de cacao.....	20
Cuadro N° 10	Composición nutricional de la harina de nacedero.....	20
Cuadro N° 11	Tabla de tratamientos.....	32
Cuadro N° 12	Combinación de tratamientos.....	32
Cuadro N° 13	Esquema del ADEVA.....	33
Cuadro N° 14	Descripción de tratamientos.....	33
Cuadro N° 15	Esquema del ADEVA para incremento de la producción de leche.....	34
Cuadro N° 16	Composición nutricional de la harina de nacedero (70°C x 3 horas).....	39
Cuadro N° 17	Caracterización de la materia prima.....	40
Cuadro N° 18	Análisis de granulometría.....	40
Cuadro N° 19	Composición nutricional del balanceado (DIETA 1).....	59
Cuadro N° 20	Incremento de producción de leche a los 30 días.....	65
Cuadro N° 21	ADEVA Análisis de Varianza para el incremento de producción de leche en vacas.....	66
Cuadro N° 22	Promedios y pruebas de significación para los tratamientos en la evaluación del incremento de producción de leche en vacas.....	66
Cuadro N° 23	Datos experimentales para la curva de secado (70° C).....	109

Cuadro N° 24	Pérdida de humedad (XT).....	111
Cuadro N° 25	Velocidad de secado.....	112
Cuadro N° 26	Rendimiento de la harina de nacedero.....	114
Cuadro N° 27	Costos de producción de la harina de nacedero.....	115
Cuadro N° 28	Costos de alimentación del hato bovino lechero.....	116
Cuadro N° 29	Margen neto de utilidad.....	116
Cuadro N° 30	Ganancias generadas en cada uno de los lotes.....	117

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1	Árbol de nacedero.....	9
Gráfico N° 2	Flores y frutos del nacedero.....	10
Gráfico N° 3	Secador rotatorio.....	24
Gráfico N° 4	Secador de bandeja.....	25
Gráfico N° 5	Secador de túnel (A, entrada de aire caliente: B, salida de aire).....	25
Gráfico N° 6	Análisis del incremento de producción.....	63
Gráfico N° 7	Comparación de los datos del control de calidad de la leche.....	65
Gráfico N° 8	Secador del Laboratorio.....	70
Gráfico N° 9	Área de las bandejas del secador.....	84
Gráfico N° 10	Esquema del equipo de secado a nivel piloto.....	90
Gráfico N° 11	Área de contacto del secador a nivel piloto.....	95
Gráfico N° 12	Curva del secado de la hojas de nacedero.....	113
Gráfico N° 13	Velocidad del secado de las hojas de nacedero.....	114

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1	Formulación para el lote 1.....	55
Tabla N° 2	Formulación para el lote 2.....	56
Tabla N° 3	Formulación para el lote 3.....	57
Tabla N° 4	Definición de los lotes.....	60

Tabla N° 5	Promedio semanal de producción de leche.....	63
Tabla N° 6	Incremento de la producción de leche en las 5 semanas.....	64
Tabla N° 7	Análisis de calidad de la leche.....	64

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1	Fotografías de la obtención de la harina de nacedero.....	126
ANEXO N° 2	Mezcla de ración alimenticia.....	127
ANEXO N° 3	Alimentación del ganado.....	128
ANEXO N° 4	Análisis bromatológicos de la leche al inicio de la investigación.....	129
ANEXO N° 5	Análisis bromatológicos de la leche después de los 15 días de la investigación.....	130
ANEXO N° 6	Análisis bromatológicos de la leche al final de la investigación.....	131
ANEXO N° 7	Técnica para determinar proteína digestible.....	132
ANEXO N° 8	Tabla B-1 Propiedades del vapor saturado (Unidades SI).....	134
ANEXO N° 9	Cuadro de lectura de Nusselt.....	135
ANEXO N° 10	Propiedades útiles del aire para la transferencia de calor por convección.....	136
ANEXO N° 11	Orden de magnitud de los coeficientes de transferencia de calor por convección.....	137
ANEXO N° 12	Etiqueta.....	138
ANEXO N° 13	Formato de hoja de registro de producción diaria de leche.....	139



## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo se realizó en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, en donde se llevo a cabo dos etapas de investigación, la primera etapa de laboratorio se realizó en el Laboratorio de Química de la UTE, ubicado en la vía Chone Km 4½ y la segunda etapa en la finca “Norma” en la Vía Chiriboga Km 30, margen izquierdo, Recinto “Mar de la Tranquilidad”. Tiene como finalidad aportar nuevas alternativas, tanto nutricionales y comerciales de las hojas y tallos finos del nacedero (*Trichanthera gigantea*). Por tal razón este trabajo describe el proceso de obtención de harina de nacedero como suplemento alimenticio principal de la ración alimenticia para el ganado bovino lechero.

A nivel de laboratorio inicia con la caracterización de la materia prima y para determinar la temperatura adecuada de secado, se empleo un diseño experimental (A x B) implementando un DCA siendo las variables: Temperatura de secado (60°C, 70°C y 80°C), tiempo de secado (3, 4, 5)hrs. con tres repeticiones, obteniendo como mejor tratamiento la interacción 70°C \* 3 hrs.

En la investigación de campo se estudiaron 4 lotes de 4 animales cada uno durante 30 días, se considero las mismas características y requerimientos nutricionales del ganado lechero. Para lograrlos resultados se procedió a formular 3 dietas balanceadas y un testigo, cabe recalcar que el porcentaje de proteína es el mismo para todas las dietas (17%), en la primera aportando con el 40% de harina de nacedero; alcanzó un incremento de 3.85 lt., la segunda con una participación del 30% de harina de nacedero; logrando un incremento de 2.30 lt., la tercera con el 20% de harina de nacedero; alcanzando un incremento de 1.58 lt., y el testigo con el 100% pasto fresco (pastomiel, brachiaria y gramalote) sin variación significativa en el aumento de leche. Para el complemento de la ración se emplearon materias primas económicas y existentes en la zona como: maíz N° 04, palmiste, cáscara de cacao, torta de soya, afrecho de trigo y polvillo de arroz. El costo de la harina de nacedero es de 0.30cvs por kilogramo.

## EXECUTIVE SUMMARY

The present work was carried out in the province of Santo Domingo de los Tsáchilas, where two investigation stages were done. The first laboratory stage was carried out in the Laboratory of Chemistry of the UTE, located in the route Chone Km 4 ½ and the second stage was carried out in the farm “Norma“ in the Route Chiriboga Km 30, left margin, Town “Mar de la Tranquilidad.“ The purpose of the investigation was to contribute new alternatives, such as nutritional and commercial benefits, of the fine leaves and stems of foliage of *Trichanthera gigantea*. For that reason this summary describes the process of obtaining the foliage flour as main diet supplement in the food ration for the dairy cattle.

At the laboratory, the process starts with the characterization of the raw material to determine the correct temperature for drying. We used an experiment design (AxB) by implementing a DCA. The variables are: drying temperature (60 °C, 70 °C and 80 °C), drying time (3,4,5 hours) with three repetitions, obtaining better treatment interaction 70 °C \* 3 hours.

In a field investigation we studied 4 batches of 4 animals each for 30 days. It was considered to provide the same nutritious characteristics and requirements for the dairy cattle. To achieve results, we proceeded to formulate 3 balanced diets and a witness. It should be noted that the percentage of protein is the same for all the diets (17%). The first diet provided 40% of foliage of *Trichanthera gigantea* flour; reaching an increase of 3.85 liters. The second diet provided of 30% of foliage of *Trichanthera gigantea* flour; reaching an increase of 2.30 liters. The third diet provided 20% of foliage of *Trichanthera gigantea* flour; reaching an increase of 1.58 liters. And the witness with the 100% fresh grass (pastomiél, brachiaria, and gramalote) without significant variation in the increase of milk. For the complement of the ration is used economical raw material existing in the area such as: corn N° 04, palm nut, cocoa skin, soybean, wheat bran, and rice powder. The cost of the foliage of *Trichanthera gigantea* flour is 30 cents per kilogram.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1 Antecedentes

##### 1.1.1 Antecedentes históricos

El nacedero pertenece a la familia Acanthaceae constituida por cerca de 200 géneros con más de 2000 especies en su mayoría nativas de los trópicos (Heywood V H, 1985). En América casi todas las especies son hierbas, arbustos y trepadoras, encontrándose únicamente tres o cuatro especies de árboles en los géneros Trichanthera, Bravaisia y Suessengufia (Gentry A, 1993).

La primera descripción botánica la realizó el sabio José Celestino Mutis en 1779. En 1809 es descrito y clasificado por Humboldt y Bonpland bajo el nombre de Ruellia gigantea, con base en muestras colectadas a lo largo del río Magdalena (Leonard, 1951). Al publicar Kunt las plantas del viaje de Humboldt y Bonpland (1817) le dejó el nombre y sugirió la creación del género Trichanthera, que quiere decir planta de anteras peludas; años después Nees de Essenbeck (1847), en el Prodomus de Augusto de Príamo De Candolle, creó el género Trichanthera (Pérez-Arbeláez, 1990). (Ríos C, 1994). Los nombres "nacedero" y "madre de agua", significan que el árbol crece en los nacimientos de las aguas (Pérez, 1990). El uso más generalizado es como cerca viva y como planta destinada a proteger y mantener nacimientos de agua.<sup>1</sup>

Según Zoraida Calle y Enrique Restrepo **“esta especie fue descrita al final de la Colonia por el director de la Expedición Botánica, José Celestino Mutis, quien observó los pelos que cubren las anteras u órganos sexuales masculinos de la flor”**, a raíz de esta característica se le da el nombre del género Trichanthera.

---

<sup>1</sup> [http://trichanthera.100webspaces.net/index.php?option=com\\_content&task=view&id=36&Itemid=51.htm](http://trichanthera.100webspaces.net/index.php?option=com_content&task=view&id=36&Itemid=51.htm)

El nacedero se encuentra en Colombia, Venezuela, Panamá, Brasil, Bolivia, Guatemala; en Colombia, así como también en las zonas templadas en ambientes húmedos; en el departamento de Cundinamarca se observa en los municipios de Apulo, Girardot, Guaduas, Tocaima, La mesa, entre otros lugares.

### **1.1.2 Antecedentes científicos**

A raíz de los trabajos de investigación adelantados por CIPAV, sobre la utilización de *Trichanthera gigantea* como árbol forrajero, se ha incrementado el cultivo, la distribución, la investigación agronómica y zootécnica en esta especie tanto a nivel nacional como internacional. Los primeros resultados de esta expansión, especialmente ensayos de alimentación con animales, se han caracterizado por ser considerablemente diversos.

### **1.1.3 Antecedentes prácticos**

En la Finca “Norma” se maneja el sistema de crianza de ganado no estabulado, con un sistema de pastoreo rotacional, en donde el ganado se mueve de un potrero a otro con el fin de utilizar más eficientemente toda la pastura. Para este efecto el área de pastoreo se subdivide en cierto número de potreros que cuentan con cercas de alambre, garantizando un excelente manejo.

### **1.1.4 Importancia práctica de estudio**

Su importancia radica que a nivel tecnológico se propone en esta investigación la utilización de las hojas y tallos delgados del nacedero (*Trichanthera gigantea*), para realizar su industrialización en un producto concentrado, de acuerdo a las necesidades y requerimiento nutricionales que el ganado lechero necesita para una excelente producción láctea.

### **1.1.5 Situación actual del tema de investigación**

El nacedero es un árbol forrajero que en nuestro país hay un gran desconocimiento de sus bondades nutricionales y de los beneficios que este aporta en la alimentación del ganado, por lo que su uso sólo es para cerca viva.

En la actualidad no existe el uso de la harina de nacedero como ingrediente principal en la elaboración de balanceados o como parte de la dieta alimenticia del ganado lechero, permitiendo así aplicar una nueva tecnología a través de la fabricación de un nuevo producto de buena calidad nutricional y a bajos costos.

### **1.2 Límites de estudio**

Los factores que podrían paralizar el estudio son la falta de información y disponibilidad de la materia prima a utilizar, el equipo para el secado y los animales que serán parte del estudio.

### **1.3 Alcance del trabajo**

Este proyecto tiene como fin la industrialización de la harina de nacedero (*Trichanthera gigantea*) para su uso en la industria alimentaria pecuaria, mediante el estudio de las variables y la aplicación de pruebas en base a la temperatura y tiempo de secado que permita disminuir el porcentaje de humedad, sin interferir en la calidad nutricional de la materia prima para una adecuada dosificación de la ración alimenticia.

### **1.4 Objeto de estudio**

El objeto de estudio del trabajo investigativo es la obtención de la harina de nacedero (*Trichathera gigantea*), para la alimentación de ganado bovino lechero.

## 1.5 Objetivos

### 1.5.1 Objetivo general

Elaborar balanceado mediante la utilización del nacedero (*Trichanthera gigantea*) para ganado bovino lechero en el recinto “Mar de la Tranquilidad”.

### 1.5.2 Objetivos específicos

- ❖ Realizar una caracterización de la materia prima (hojas, tallos) para determinar su composición nutricional.
- ❖ Determinar la temperatura y tiempo de secado para obtener harina del nacedero (*Trichanthera gigantea*).
- ❖ Determinar el porcentaje de harina de nacedero (*Trichanthera gigantea*) y materias primas que se debe utilizar en la formulación del balanceado.
- ❖ Realizar un análisis bromatológico y de minerales (Mg, Ca, P, K) del balanceado obtenido.
- ❖ Realizar ensayos de campo para determinar la variación de la producción de leche.
- ❖ Evaluar las características de calidad de la leche (densidad, proteína, grasa) antes y después de suministrar la ración alimentaria al ganado.

## 1.6 Justificación

El Ecuador por su ubicación geográfica, la diversidad de suelos y los diferentes tipos de climas, hacen de él un país eminentemente agrícola y ganadero. La ganadería en explotación lechera, es una actividad que la realiza desde grandes propietarios de haciendas hasta pequeños finqueros. El alimento para hatos lecheros esta basado en pastos como: gramíneas, leguminosas y concentrados, pero poco o casi nada en el uso de arboles forrajeros.

El presente trabajo investigativo propone una alternativa para la alimentación del ganado lechero, a través de un concentrado rico en proteínas y minerales, elaborado a partir de la harina de nacedero (*Trichathera gigantea*), obtenida mediante un proceso de secado.

La investigación tiene dos fases; la primera etapa es la de laboratorio que permitió determinar: la temperatura y tiempo de secado de las hojas de nacedero, que es la materia prima principal. También se determinó la correcta formulación para obtener un balanceado de buena calidad y a bajo costo. La segunda etapa de investigación que consiste en la comprobación de las bondades de las tres formulaciones de balanceado propuestas. Se realizaron mediciones de producción diaria de leche en las vacas productoras y se determinaron los costos de producción de la dieta.

La ciencia a la cual pertenece esta investigación es a la Tecnología de Balanceados, ya que abre el camino a incorporar una nueva materia prima con excelentes componentes nutricionales, ideal en formulación de dietas alimenticias según los requerimientos y propósitos de los animales a alimentar.

A nivel social esta investigación tiene muchos puntos importantes: fomentar el cultivo de los arboles de nacedero (*Trichanthera gigantea*) en los ganaderos, ya que este árbol se lo puede utilizar como cercar vivas, como preservador de cuencas hídricas, ayudando

al medio ambiente y en épocas de cosecha sus hojas servirían como materia prima para las industrias de balanceados, mejorando de esta manera sus ingresos.

## **1.7 Hipótesis**

### **1.7.1 Hipótesis alternativa**

#### **❖ A nivel de laboratorio:**

La temperatura y tiempo de secado del nacedero (*Trichanthera gigantea*) está influenciando en la obtención de la harina.

#### **❖ A nivel de campo:**

El balanceado a partir del nacedero (*Trichanthera gigantea*) estará influenciando significativamente en la producción lechera.

### **1.7.2 Hipótesis nula**

#### **❖ A nivel de laboratorio:**

La temperatura y tiempo de secado del nacedero (*Trichanthera gigantea*) no están influenciando en la obtención de la harina.

#### **❖ A nivel de campo:**

El balanceado a partir del nacedero (*Trichanthera gigantea*) no está influenciando significativamente en la producción lechera.



## 1.8 Aspectos metodológicos

### 1.8.1 Variables

#### 1.8.1.1 Variables independientes

A nivel de laboratorio:

- ❖ Temperatura
- ❖ Tiempo de secado

A nivel de campo:

- ❖ Porcentaje de harina de nacedero (*Trichanthera gigantea*)

#### 1.8.1.2 Variables dependientes

A nivel de laboratorio:

- ❖ Composición nutricional

A nivel de campo:

- ❖ Incremento de leche

## 1.9 Unidad de análisis: Nacedero (*Trichanthera gigantea*)

En el cuadro N° 1 se presenta la operacionalización de las variables disponibles

**Cuadro N° 1**  
**Detalle de las variables dependientes**

<b>NOMBRE</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>INSTRUMENTO TÉCNICO</b>	<b>TIEMPO DE MEDIDA</b>
<b>A NIVEL DE LABORATORIO</b>			
C. Nutricional			
Humedad	Porcentaje	Estufa	Al inicio
Proteína	Porcentaje	Método Kjeldahl	Al inicio
Fibra	Porcentaje	Método digestión	Al inicio
Grasa	Porcentaje	Destilación	Al inicio
Ceniza	Porcentaje	Mufla	Al inicio
Minerales (Ca, P, K, Mg)	Porcentaje	Absorción atómica	Al inicio
<b>ANIVEL DE CAMPO</b>			
Incremento de leche	Lt.	Ordeño	Al final

**Elaborado por:** Chamba Jorge /2011

## CAPÍTULO II

### MARCO DE REFERENCIA

#### 2.1 El nacedero

##### 2.1.1 Descripción botánica

Las acantáceas son plantas vistosas que crecen en forma silvestre y pueden ser cultivadas para fines específicos, son cosmopolitas en trópicos y subtrópicos y están especialmente bien desarrolladas en los Andes Americanos.

#### Gráfico N° 1

##### Árbol de nacedero



Fuente: <http://trichantera.100webspaces.net>

Es un árbol mediano que alcanza 4 – 12m de altura y copa de 6m de diámetro, muy ramificado, las ramas poseen nudos muy prolongados, hojas opuestas aserradas y vellosas de color verde muy oscuras por el haz y más claras por el envés. Las flores dispuestas en racimos terminales de formas acampanadas de color ocre con anteras pubescentes (de allí su género *Trichanthera*) que sobresalen de las coronas. El fruto es una cápsula pequeña redonda con varias semillas orbiculares.”<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup>Memorias. Conferencias magistrales agroforestería. Identificación y caracterización de leñosos forrajeros. San José Costa Rica, 1993

**Gráfico N° 2**  
**Flores y frutos del nacedero**



Fuente: <http://cotoplozoario.blogspot.com/>

### 2.1.2 Características e identificación

**Nombre científico:** *Trichanthera gigantea*

**Nombre común:** Nacedera, quiebra barriga, naranjillo, cajeto, madre de agua, palo de agua, etc.

**“Sistemática:**

**Reino:** Plantae

**División:** Spermatophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Lamiales

**Familia:** Acanthaceae

**Serie:** Contortae

**Tribu:** Trichanthereae

**Género:** Trichanthera

**Especie:** *Trichanthera gigantea*.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Durán, Flipe. Granja integral. Cultivo de pastos y forrajes. Editores Grupo Latino. 2009

### 2.1.3 Prácticas culturales

Un buen método de propagación es por medio de estacas permitiendo así obtener materiales con alta probabilidad de ser uniformes genéticamente, pues el éxito de tener un alto porcentaje de prendimiento y poblaciones uniformes en el campo, radica en una buena selección del material de propagación y de proporcionar condiciones adecuadas para su desarrollo.

Su adaptación está entre los 0 y 2150 metros de altura sobre el nivel del mar, en sitios con precipitación entre 400 a más de 600 mm por año.<sup>4</sup>

Se adapta a clima cálido húmedo, templado y frío. Suelos ácidos, pero requiere terrenos profundos, aireados y necesita fertilización orgánica. Responde a las aplicaciones de nitrógeno como (gallinaza, porquinaza, fríjol abono). (Murgueitio E, 1999).

### 2.1.4 Composición nutricional

La composición química del forraje varía de acuerdo al tipo de suelo, a los intervalos de corte y las condiciones climáticas. Posee un alto contenido de proteína, mediano en carbohidratos y en los diferentes análisis de minerales presenta un excelente contenido de Ca y P, (ver cuadro N° 2) que lo hace ideal para animales en lactancia.

### 2.1.5 Altura y frecuencia de corte

“En diferentes ensayos realizados con respecto a la altura de corte se concluyó que la altura ideal es de 1 m (por control de malezas), el corte se realiza dejando un tallo principal y teniendo cuidado de no atrofiar los puntos de crecimiento (nudos) para la formación de follaje en los posteriores cortes. A través del tiempo y dependiendo de los

---

<sup>4</sup> RÍOS, Clara (2001). Guía para el cultivo y aprovechamiento del nacedero, naranjillo o naranjito. Convenio Adres Bello.

parámetros productivos y el estado del cultivo se puede ir rotando el tallo principal. El manejo de las alturas de corte está estrechamente relacionado con las condiciones climáticas”. (AROSEMENA/2009)

**Cuadro N° 2**  
**Composición química de hojas de nacedero (base seca)**

Componentes	Rango de porcentaje
Materia seca	20.00 -26.90
Proteína cruda	15.09 - 22.5
Ceniza	16.70 -19.90
Fibra cruda	16.70 -18.30
Calcio	2.34 – 4.30
Fósforo	0.26 – 0.92
Potasio	2.42 – 3.76
Magnesio	0.75 – 1.14

**Fuente:** DURAN, Flipe. (2009). Cultivo de pasto y forrajes

Existe coincidencia entre diferentes autores en cuanto al momento de realizar el primer corte: 6-7 meses después del trasplante, y el intervalo entre ellos: 3 meses (Gómez y Murgueitio, 1991; Murgueitio, 1991b; Sarría et al., 1991; Gómez, 1993; Sarría et al., 1994).

En cultivos intensivos, sembrados a distancia de 1 x 1 m, con intervalos de cortes realizados cada 3.5 meses, se han obtenido hasta 5.ta/ha/año de biomasa, que representa 16.2t/ha/año de hoja verde. (GÓMEZ et al, 1997)

“En cuanto a la calidad de biomasa los niveles más altos de proteína se obtuvieron en la muestra correspondiente al t3 (120 días) con 21.41% y el nivel más bajo en la muestra correspondiente al t2 (90 días) con 16.3%”.(JARAMILLO / ROMERO, 2002)

**Cuadro N° 3**  
**Producción de forraje verde (t/ha) a diferentes intervalos de corte**

Intervalos entre cortes (meses)	Promedio de forraje verde (t/ha)
3	12.57
4	8.47
5	13.66
6	13.38

**Fuente:** Gómez y Murgueitio, 1991; Murgueitio, 1991; Sarría et al., 1991; Gómez, 1993; Sarría et al., 1994.

### 2.1.6 Antecedentes del uso del nacedero

Este forraje ha sido utilizado en diferentes investigaciones para la obtención de resultados en la alimentación de animales, se han hecho ensayos con cerdos, gallinas, conejos, cuyes y en peces como: la cachama y la carpa espejo.

La Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Pecuaria (CIPAV) se ha destacado por ser la pionera en trabajos de investigación sobre la utilización del nacedero como árbol forrajero, en donde se ha incrementado el cultivo, la distribución y la investigación agronómica y zootécnica en esta especie.

## 2.2 Ganado bovino lechero

### 2.2.1 Generalidades

Ganado vacuno, nombre común de los mamíferos herbívoros domesticados del género Bos, de la familia Bóvidos y su especie Bos Taurus, que tienen gran importancia para el hombre por el aporte de leche y carne en la alimentación.

En la actualidad se han hecho grandes cambios en el mejoramiento de la genética del ganado bovino, para adaptarlos a los diferentes climas, suelos, sin perder el rendimiento productivo (carne, leche). Es por esto que se los clasifica en: razas de carne, razas de leche y razas de doble propósito.

Las razas de ganado lechero más conocidas son Holstein, Brown Swiss, Jersey, GyrHolando lechera y Sahiwal las cuales han sido especializadas a través de los siglos, ya que poseen la facilidad de convertir los alimentos de su dieta en leche y para lograr su alta eficiencia se requiere de un buen manejo, reproducción, sanidad y una adecuada alimentación.

### 2.2.2 Alimentación del ganado lechero

Las necesidades nutritivas del ganado varían según su producción lechera y sus requerimientos nutricionales, tanto que la cantidad de leche producida por un animal es el resultado una serie de factores y acciones combinadas.

La nutrición es importante en el desempeño del ganado lechero. Una dieta bien balanceada y un manejo adecuado optimizan la producción de leche, la reproducción y la salud de la vaca. Una nutrición inadecuada predispone a la vaca a problemas de reproducción y a no cubrir los requerimientos para la producción de leche. Para que la alimentación de una vaca sea exitosa, en su dieta debe estar lo necesario:

- ❖ **Forrajes** son las partes vegetativas de las plantas gramíneas o leguminosas que contienen una alta proporción de fibra (más de 30% de fibra neutro detergente). Las vaca de alta producción en el inicio de lactancia necesitará una ración que contiene no menos de 40-45% forraje (60-55% concentrados).Usualmente los forrajes se producen en fincas y pueden ser pastoreados directamente por los animales.
  
- ❖ **Concentrados** son alimentos con alto contenido de energía, proteína y poca fibra.



- ❖ **Los minerales y vitaminas** son de gran importancia en la nutrición y la fertilidad. En las vacas lactantes, los macro minerales de principal importancia son cloruro de sodio (NaCl), calcio (Ca), fósforo (P), y a veces magnesio (Mg) y azufre (S).
- ❖ **Agua** debe abundante y limpia.

### 2.2.3 Características nutricionales del ganado lechero

El término nutrientes, significa cualquier clase de comida o grupo de alimentos que ayudan para mantener la vida y hacer posible producir en los animales los productos que el hombre espera de ellos. Los nutrientes, por lo general se dividen en cinco clases: carbohidratos, grasas, proteínas, minerales y vitaminas. El agua es esencial y puede clasificarse como el sexto nutriente. Cada uno de estos nutrientes es importante para la alimentación de la vaca lechera.

#### 2.2.3.1 Carbohidratos y grasas

Proporcionan calor y energía. En seguimiento del agua, el requerimiento mayor es la energía. Sin una energía adecuada la utilización de todos los demás nutrientes no se lleva a cabo de forma correcta, por lo tanto, la energía es el factor limitante para la alta producción láctea. Las grasas son más concentradas y proporcionan dos cuartos y medio más de calor y energía que lo que aportan los carbohidratos.

#### 2.2.3.2 Proteína

La mayor parte de los músculos, órganos internos, piel, pelo, pezuña y cuernos, están elaborados en base a proteína. Las necesidades de proteína para los bovinos se expresan en proteína digestible (PD). Las vacas lecheras necesitan aproximadamente 70 a 100 g de proteínas digestibles por cada kg de materia seca que consumen.

### 2.2.3.3 Minerales

Son necesarios en casi todas las partes del cuerpo de la vaca, los minerales mayores como el calcio, fósforo, se necesitan en mayor cantidad y son los que en mayor cantidad escasean en la ración alimenticia.

- ❖ El fósforo es esencial para la buena fertilidad
- ❖ Las leguminosas tienen gran cantidad de calcio que las gramíneas
- ❖ La sal es el único mineral que se debe dar ad libitum (en bloques)
- ❖ La suplementación mineral de la dieta de la vaca lechera es usualmente entre 0 y 150gr/vaca/día.
- ❖ Usualmente los concentrados tienen bajo contenido de minerales y mientras más alta la cantidad de concentrados en la dieta, es más alta la necesidad de suplementación de minerales.
- ❖ Una vaca necesita 30 a 50 gr de calcio y 10 a 30gr de fósforo cada día
- ❖ Cada kilo de leche requiere aproximadamente 3gr de calcio y 2 gr de fósforo.

### 2.2.3.4 Vitaminas

El ganado lechero utiliza un gran número de vitaminas, pero la mayoría son manufacturadas en el sistema digestivo. Las vitaminas A y D son las más requeridas por el ganado lechero en su ración.

### 2.2.3.5 Agua

El agua transporta el alimento digerido a través de las paredes intestinales para contactar con la sangre, expulsa desechos y ayuda a controlar la temperatura corporal.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup>DIGGINS, Ronal; BUNDY, Clarence; CHISTENSEN, Virgil. Vacas, lecheras y sus derivados. CECSA, Editorial Continental, México.

## 2.3 Productos del suplemento alimenticio

Para la formulación de la dieta alimenticia se tomo materias primas de origen vegetal disponibles en la zona.

### 2.3.1 Maíz molido

El maíz se utiliza para consumo humano pero principalmente para alimentar el ganado (cerdos, ganado vacuno y aves de corral). Este producto es la principal materia prima en la elaboración de balanceados.

#### Cuadro N° 4

#### Composición nutricional del maíz molido

Maíz molido	Porcentaje (%)
Humedad	10.43
Proteína	5.02
Grasa	4.30
Fibra	1.97
Ceniza	0.96
Calcio	1.13
Fósforo	0.30

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

### 2.3.2 Afrecho de trigo

Es un subproducto que está formado por capas exteriores de la molienda de los granos de trigo, posee vitaminas y facilita la digestión de los animales.

**Cuadro N° 5**  
**Composición nutricional del afrecho de trigo**

Afrecho de trigo	Porcentaje (%)
Humedad	9.11
Proteína	11.76
Grasa	4.29
Fibra	13.06
Ceniza	5.01
Calcio	1.00
Fósforo	1.24

**Elaborado por:** Chamba Jorge /2011

### 2.3.3 Polvillo de arroz

Es un subproducto que sale luego de pulir el arroz en las peladoras. Al tacto es grasoso, tiene algo de cascarilla, un poco dulce al olerlo.

**Cuadro N° 6**  
**Composición nutricional del polvillo de arroz**

Polvillo de arroz	Porcentaje (%)
Humedad	6.23
Proteína	4.67
Grasa	2.71
Fibra	27.92
Ceniza	16.26
Calcio	0.88
Fósforo	0.29

**Elaborado por:** Chamba Jorge /2011

### 2.3.4 Palmiste

Es un subproducto de la extracción del aceite de almendra de la palma africana. El palmiste se lo obtiene por extracción mediante presión mecánica y por extracción con solventes, en ambos casos se trata de ingredientes con un valor nutritivo muy variable,

en función del tipo y condiciones de procesado y de la cantidad de fibra que se extrae. Por su alto contenido de fibra lo hace ideal para rumiantes.

**Cuadro N° 7**  
**Composición nutricional del palmiste**

Palmiste	Porcentaje (%)
Humedad	3.44
Proteína	13.76
Grasa	7.24
Fibra	31.07
Ceniza	3.33
Calcio	1.63
Fósforo	0.59

**Elaborado por:** Chamba Jorge /2011

### 2.3.5 Torta de soya

Es un subproducto de la extracción del aceite de soya, con un excelente contenido de proteína, lo que lo convierte como fuente básica de proteínas en la elaboración de alimentos concentrados.

**Cuadro N° 8**  
**Composición nutricional de torta de soya**

Torta de soya	Porcentaje (%)
Humedad	9.3
Proteína	36.49
Grasa	2.09
Fibra	4.15
Ceniza	6.42
Calcio	0.5
Fósforo	0.8

**Elaborado por:** Chamba Jorge /2011

### 2.3.6 Cáscara de cacao

Producto obtenido previa extracción del aceite de cacao. Este desecho agro-industrial se considera como una fuente baja de energía debido a que presenta niveles de energía digestible menor a 2500 Kcal/Kg; que es la base de la fibra para la nutrición animal.

**Cuadro N° 9**

#### Composición nutricional de cáscara de cacao

Cáscara de cacao	Porcentaje (%)
Humedad	8.93
Proteína	11.15
Grasa	9.89
Fibra	22.39
Ceniza	6.36
Calcio	1.63
Fósforo	0.06

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

### 2.3.8 Harina del nacedero

Producto obtenido mediante un proceso desecado y molido de las hojas de nacedero (*Trichanthera gigantea*). Posee un alto contenido de proteína, calcio y fósforo, lo que lo hace ideal para la formulación de raciones alimenticias para ganado lechero.

**Cuadro N° 10**

#### Composición nutricional de la harina de nacedero

Harina de nacedero	Porcentaje (%)
Humedad	8.06
Proteína	16.53
Grasa	3.68
Fibra	14.77
Ceniza	17.91
Calcio	6.83
Fósforo	0.2

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

## 2.4 Operaciones unitarias

### 2.4.1 Secado

El secado es uno de los métodos mas antiguos para la conservación de alimentos, ya que los alimentos secos se pueden almacenar durante grandes períodos de tiempo sin que se alteren, la razón principal se debe a que los microorganismos que causan la destrucción o deterioro de los alimentos no pueden crecer ni multiplicarse en ausencia de agua ya que muchas de las enzimas que provocan cambios indeseables en la composición química del alimento tampoco puede actuar sin agua.

“Se entiende por secado de los alimentos la extracción deliberada de agua que contienen, operación que se lleva a cabo en la mayoría de los casos evaporando el agua por adición de su calor latente de vaporización. Por tanto, en la operación básica de secado interviene dos factores importantes.

- ❖ Transmisión de calor, para suministrar el calor latente de vaporización necesario.
- ❖ Movimiento de agua a través del producto alimenticio y su separación del mismo.

Hay tres clases diferentes de proceso de secado:

1. **Secado por contacto con aire a presión atmosférica** en el que se transmite calor a la sustancia alimenticia bien por medio de aire caliente o bien por superficies caliente y se extrae el vapor de agua juntamente con el aire.
2. **Secado al vacío.** Utiliza la propiedad de que la evaporación del agua tiene lugar más fácilmente a presiones reducidas. La transmisión de calor casi siempre se efectúa por conducción.

**3. Liofilización.** El vapor de agua se efectúa por sublimación desde el alimento congelado.<sup>6</sup>

Los métodos para realizar un secado son diversos, pero se clasifican de la siguiente manera:

- a) Método de Secado natural para este tipo de secado se recomienda una temperatura de 26°C y una humedad relativa del 30%. Se lo puede realizar en el campo directamente al sol y en cobertizos o secadores solares.
- b) Método de Secado artificial, para este tipo de secados se recomienda temperaturas de 31°C hasta 34 °C y una humedad relativa del 40%, y altas temperaturas se lo puede realizar de 70 °C a 100 °C y una humedad relativa del 20%.
- ❖ **Método de secado artificial a bajas temperaturas.-** Son aquellos que usan el aire a temperatura ambiente o calentada entre 3 y 5°C sobre la temperatura ambiente. Estos procedimientos de secado a baja temperatura emplean flujos específicos de aire con el inconveniente que son lentos y tardan días o semanas en alcanzar la humedad deseada del producto, con el peligro de su deterioro.
- ❖ **Método de secado artificial a altas temperaturas.-** Este método se caracteriza por el empleo de altas temperaturas por lo menos a 100°C sobre la temperatura ambiente. Este procedimiento se puede dar en lecho fijo o estático, en flujo cruzado, concurrente, contracorriente o en cascada.<sup>7</sup>

<sup>6</sup> EARLE, R. L.(1998). Ingeniería de alimentos. Zaragoza – España: Acribia, S.A.

<sup>7</sup> DIOS, C. Alberto.(1996)[<http://www.fao.org/docrep/X5028S/X5028S00.htm>], Secado de granos y secadoras .



### 2.4.2 Tipos de secadores

Se usan muchos tipos de secadores en la deshidratación de alimentos, la selección de un tipo en particular es guiada por la naturaleza del producto que va a ser secado, la forma deseada del producto terminado, la economía y las condiciones de operación. La energía para operar los secadores de plato, túnel o banda su puede estimar si se conocen las propiedades de toda la masa que fluye al entrar y salir del secador. Un balance de energía para estos sistemas da:

$$Q = M_{pe}C_{pe}(T_{pe} - T_{pi}) + M_a[C_a(T_{ae} - T_{ai}) + a_i(h_{ve} - h_{vi})] + M_{evap.}(h_{ve} - h_{li}) + Q_{Perdido}$$

#### En donde

$Q$ = transferencia de calor que se necesita.

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

$C_{pe}$ = calor específico del producto de 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 sacador.

$C_a$  = calor específico a presión constante del aire seco.

$T_{ae}$  = temperatura del aire a la salida.

$T_{ai}$ = temperatura del aire a la entrada.

$a_i$ = humedad absoluta del aire que entra al secador.

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

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

$M_{evap.}$  = velocidad de evaporación dentro del secador.

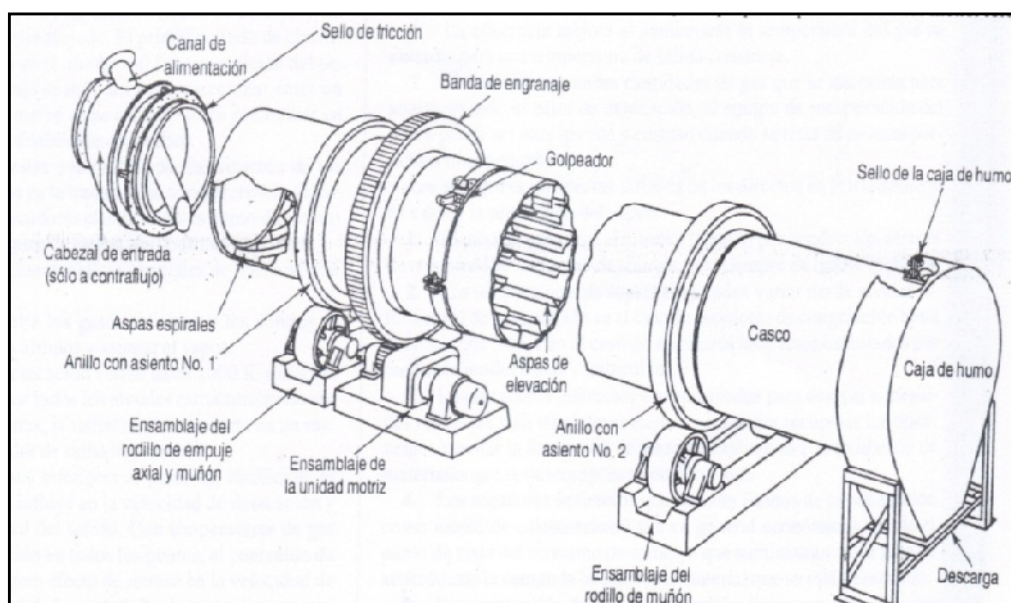
$H_{li}$  = entalpía del vapor de agua líquida en la entrada del producto.

$Q_{Perdido}$ =perdida de calor a través de las paredes por fugas de aire.

### 2.4.2.1 Secadores rotatorios

El producto alimenticio pasa a través de un cilindro horizontal inclinado, donde se calienta, bien con un flujo de aire que circula en su interior o bien por conducción de calor a través de las paredes. En algunos casos el cilindro gira y en otros casos se mantiene estacionario, moviéndose el producto por medio de palas o tornillos sin fin hasta la salida.

**Gráfico N° 3**  
**Secador rotatorio**

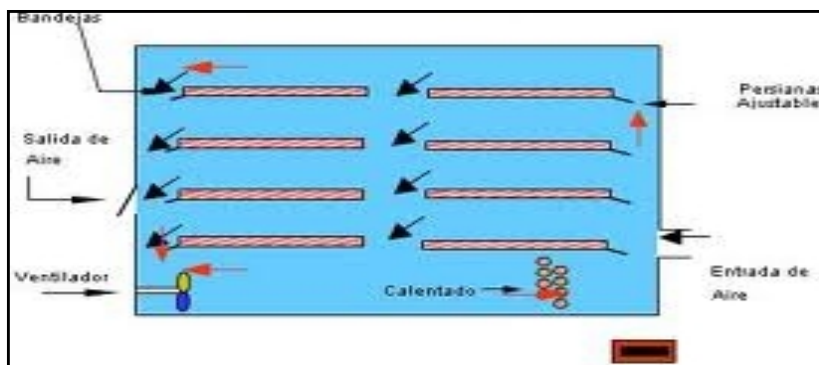


Fuente: PERRY, (1992). Manual del Ingeniero Químico

### 2.4.2.2 Secadores de bandejas

El producto alimenticio se extiende sobre bandejas en las que tiene lugar la desecación. La calefacción se puede llevar a cabo mediante una corriente de aire que pasa sobre la bandeja, por conducción en bandejas calefactoras, por soportes calentados o por radiación desde superficies calientes. La mayoría de los secadores de bandejas están calentados con aire que a la vez extrae el vapor.

**Gráfico N° 4**  
**Secador de bandeja**

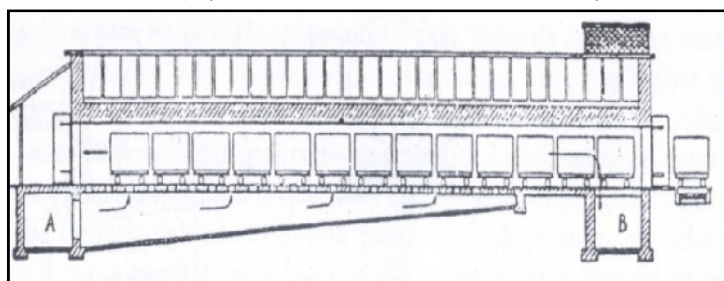


Fuente: [fhttp://reezedryfoods.com](http://reezedryfoods.com)

### 2.4.2.3 Secadores de túnel

Se puede considerar una variación de los secadores de bandeja, en los que las bandejas pasan a través de un túnel donde se les aplica el calor y se extrae el vapor. En la mayoría de los casos se utiliza aire caliente en el túnel de secado y los productos se mueven bien de forma paralela o bien en contracorriente con el flujo de aire.

**Gráfico N° 5**  
**Secador de túnel (A, entrada de aire caliente: B, salida de aire)**



Fuente: BADGER/ BANCHERO. Introducción a la Ingeniería Química

### 2.4.3 Balance de materia y energía

La primera ley de la termodinámica sugiere que la energía es una propiedad de la materia y en los sistemas normales, en los cuales los efectos relativistas no son

importantes, la energía se conserva. La energía no aparece ni desaparece súbita e inesperadamente. No se crea ni se destruye. Así, durante un periodo

La energía que entra en el sistema = La energía que sale del sistema + El cambio de energía en el sistema

$$E_i = E_e + E_{\text{sistema}}^8$$

#### 2.4.4 Transmisión de calor

Es el proceso por medio del cual se intercambia energía (calor) entre cuerpos que poseen diferentes temperaturas. La transferencia de calor se puede encontrar en dos categorías, transferencia de calor en estado estacionario significa que las propiedades del sistema no cambian con el tiempo, y transferencia de calor transitoria denota una situación donde las propiedades cambian con el tiempo. El calor se puede transmitir por conducción, convección y radiación, aunque existen casos en que estos procesos pueden tener lugar simultáneamente.

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

#### Dónde:

A = Es el área de transferencia de calor en m<sup>2</sup> o pie<sup>2</sup>

U = Coeficiente de transferencia de calor global en W/M<sup>2</sup>°K

T = Es la diferencia de temperatura en °C o °F, y el calor esta en W o BTU

<sup>8</sup> BATTY, J. Clair, FOLKMAN,. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Primera edición, Compañía Editorial Continental, pág. 87

## 2.4.5 Diseño experimental

El diseño experimental proporciona los principales del diseño, manejo y análisis de experimentos, en consecuencia los elementos para el desenvolvimiento acertado 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 el análisis e interpretación de los resultados experimentales.

### 2.4.4.1 Diseño completamente aleatorio de un factor (DCA)

Es un diseño básico del cual se originan los demás diseños conforme se adicionen otras restricciones o fuentes de variación. Se lo considera el más sencillo para sus cálculos estadísticos y fácil de planificar, si se pierden unidades experimentales no hay problema dado que puede ser analizado como un DCA con muestras de diferente tamaño.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> SÁNCHEZ, Julio.(2006), Introducción al diseño experimental, Quito –Ecuador

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1 Aspectos metodológicos de estudio

##### 3.1.1 Ubicación

El estudio a nivel de laboratorio se realizó en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Cantón Santo Domingo y en el Laboratorio de Química de la Universidad Tecnológica Equinoccial, ubicada en el km. 4 ½ de la Vía Chone.

El estudio a nivel de campo se realizó en la finca “Norma” perteneciente al Señor Edwin Castillo Macas, ubicada en la Parroquia Alluriquin, vía a Chiriboga km. 6, margen izquierdo, Recinto “Mar de la Tranquilidad”.

##### 3.1.2 Diseño o tipo de investigación

Para este tema investigativo se aplicará el tipo de investigación Experimental-Relacional- No Observacional.

###### 3.1.2.1 Experimental

Con este tipo de estudio se probará la relación causa y efecto entre las variables dependientes e independientes.

### **3.1.2.2 Relacional**

Debido a que las variables se relacionan directa o indirectamente entre ellas, es decir, muestran una casualidad causa-efecto, las mismas que sólo el diseño experimental podrá mostrar su relación.

### **3.1.2.3 No observacional**

Este tipo de investigación trabajará sobre las variables para obtener diferentes resultados.

## **3.2 Métodos de investigación**

### **3.2.1 Método inductivo**

Se parte de la observación de fenómenos particulares con el fin de llegar a conclusiones generales.

### **3.2.2 Método deductivo**

Permite involucrarnos directamente en la teoría con el propósito de llegar a hechos particulares.

### **3.2.3 Método de análisis - síntesis**

Permite determinar las causas y efectos del proceso a investigar y sus relaciones con el entorno.

### 3.2.4 Método estadístico

Es fundamental ya que con el se puede cuantificar los resultados obtenidos durante la práctica.

### 3.2.5 Método de laboratorio

Este método es importante para determinar la calidad del producto y sus condiciones nutricionales.

## 3.3 Fuentes y técnicas de investigación

- a) **Fuentes:** Los documentos que se utilizarán para obtener información de esta investigación, será a través de fuentes primarias de personas que manejen y tengan conocimiento de la elaboración de harinas y balanceados para ganado lechero y fuentes secundarias como libros e internet.
  
- b) **Técnicas de investigación:** En el desarrollo de esta investigación para el cumplimiento de los objetivos se utilizaran las siguientes técnicas: consulta a expertos, consultas de internet, consultas bibliográficas y revisión de documentos.

## 3.4 Variables

### 3.4.1 Variables para la obtención de la harina de nacedero

#### Variable independiente

- ❖ Temperatura
- ❖ Tiempo de secado



### Variable dependiente

Características bromatológicas de la materia prima y harina de calidad

- |             |                              |
|-------------|------------------------------|
| ❖ % Humedad | ❖ % Proteína                 |
| ❖ % Grasa   | ❖ % Fibra                    |
| ❖ % Ceniza  | ❖ % Minerales (Ca, P, K, Mg) |

### 3.4.2 Variables para la formulación del balanceado

#### Variable independiente

1. % de harina de nacedero (*Trichanthera gigantea*)
2. % de materias primas

#### Variable dependiente

1. Composición nutricional

- |             |                              |
|-------------|------------------------------|
| ❖ % Humedad | ❖ % Proteína                 |
| ❖ % Grasa   | ❖ % Fibra                    |
| ❖ % Ceniza  | ❖ % Minerales (Ca, P, K, Mg) |

### 3.4.3 Tratamiento de los datos

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

### 3.4.4 Obtención de la harina de nacedero

**Cuadro N° 11**

**Tabla de tratamientos**

FACTORES	NIVELES
A = Temperatura (°C)	A1 = 50 °C A2 = 60 °C A3 = 70 °C
B = Tiempos (hora)	B1 = 3 horas B2 = 4 horas B3 = 5 horas

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

#### 3.4.4.1 Interacciones

**Cuadro N° 12**

**Combinación de tratamientos**

INTERACCIONES	TEMPERATURA	TIEMPO
A1B1	60 °C	3 horas
A1B2	60 °C	4 horas
A1B3	60 °C	5 horas
A2B1	70 °C	3 horas
A2B2	70 °C	4 horas
A2B3	70 °C	5 horas
A3B1	80 °C	3 horas
A3B2	80 °C	4 horas
A3B3	80 °C	5 horas

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

#### 3.4.4.2 Total de tratamientos: 9

#### 3.4.4.3 Repeticiones: 3 repeticiones por tratamiento.

**3.4.4.4 Diseño experimental:** A nivel de laboratorio se aplicará un diseño completamente al azar (DCA) con arreglos factoriales A x B y tres repeticiones.

**3.4.4.5 Pruebas de significación:** Prueba de Tuckey con el 5 % de error.

**Cuadro N° 13**  
**Esquema del ADEVA**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grado de libertad</b>
<b>Total</b>	26
<b>Tratamientos</b>	8
<b>Repeticiones</b>	3
<b>A</b>	2
<b>B</b>	2
<b>A x B</b>	4
<b>Error experimental</b>	15

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

**3.4.5 Incremento de la producción de leche**

**Cuadro N° 14**  
**Descripción de tratamientos**

<b>Tratamientos</b>	<b>%de Hna. de nacedero</b>	<b>%de materias primas</b>
Dieta 1	40%	60%
Dieta 2	30%	70%
Dieta 3	20%	80%
Testigo	100% pastos	

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

**3.4.5.1 Total tratamientos: 4**

**3.4.5.2 Repeticiones: 4 repeticiones por tratamiento.**

**3.4.5.3 Diseño experimental:** A nivel de campo se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), para analizar el incremento en la producción de leche en vacas, en donde se trabajó con tres dietas y un testigo, cada uno con 4 repeticiones.

**3.4.5.4 Prueba de significación:** Prueba de Tuckey con el 5 % de error.

**Cuadro N° 15**

**Esquema del ADEVA para incremento de la producción de leche**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grado de libertad</b>
Total	15
Tratamientos	3
Error experimental	12

**Elaborado por:** Chamba Jorge /2011

### 3.5 Materiales, equipos, reactivos y materias primas

#### 3.5.1 Materiales

- ❖ Agitadores
- ❖ Balón de aforo de 100 ml, 250 ml, 500 ml
- ❖ Cápsula de porcelana
- ❖ Crisoles de porcelana
- ❖ Cucharas
- ❖ Desecador
- ❖ Dispensadores de ácidos
- ❖ Erlenmeyer de 250 ml
- ❖ Papel aluminio
- ❖ Papel filtro
- ❖ Peras

- ❖ Pinzas
- ❖ Pipetas 10 ml, 20 ml y 25 ml
- ❖ Vasos de precipitación
- ❖ Vasos plásticos

### 3.5.2 Equipos

- ❖ Balanza analítica
- ❖ Bomba de vacío
- ❖ Calentadores
- ❖ Equipo de espectroscopia
- ❖ Equipo kjendahl
- ❖ Estufa
- ❖ Mufa

### 3.5.3 Materias primas

- ❖ Nacadero (*Tricahthera gigantea*)
- ❖ Maíz N° 04
- ❖ Palmiste
- ❖ Torta de soya
- ❖ Cáscara de cacao
- ❖ Polvillo fino de arroz
- ❖ Afrecho de trigo

### 3.5.4 Reactivos y sustancias

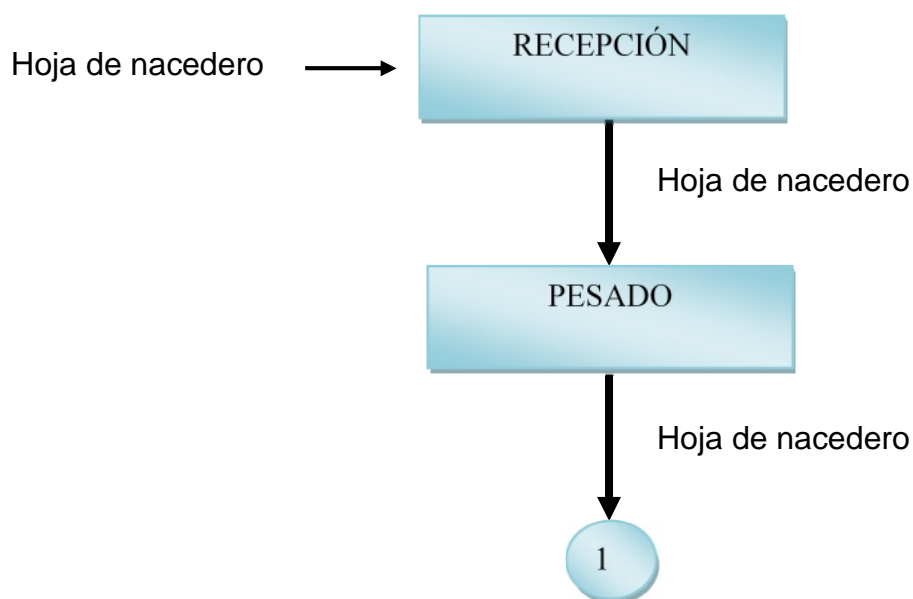
- ❖ Ácido bórico al 2% N
- ❖ Ácido clorhídrico al 0,0075N
- ❖ Acido sulfúrico al 1.25 %

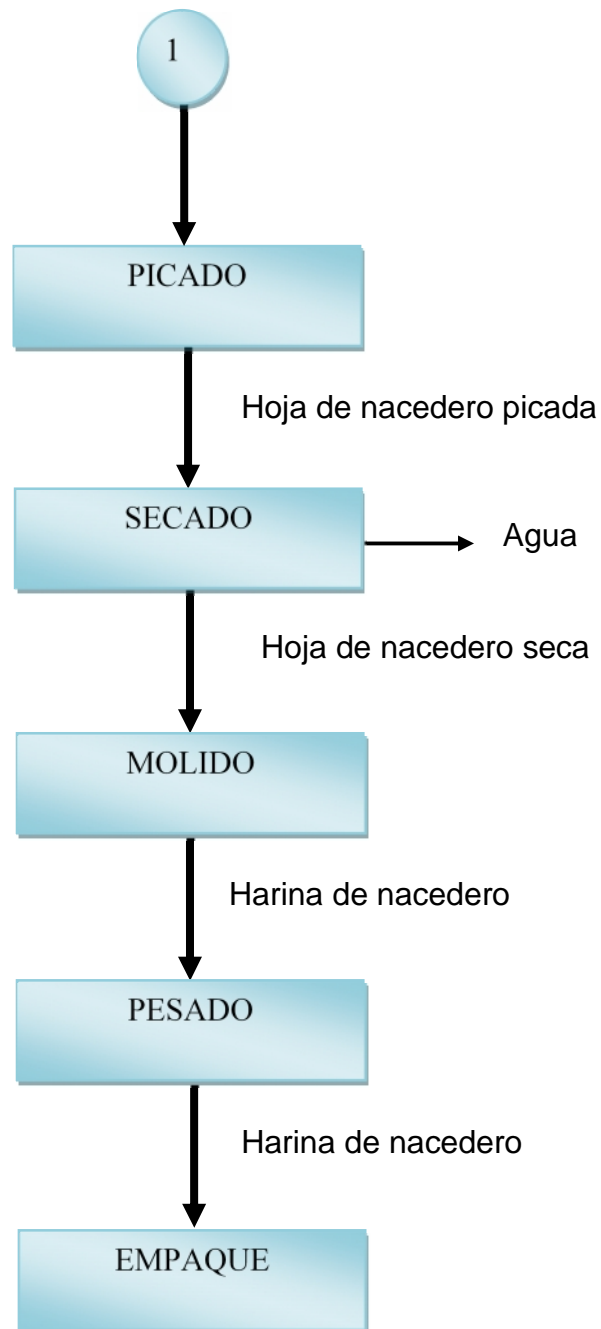
- ❖ Hidróxido de sodio al 1.25 %
- ❖ Ácido sulfúrico concentrado
- ❖ Agua destilada
- ❖ Catalizador de proteína
- ❖ Etanol
- ❖ Éter de petróleo
- ❖ Hidróxido de sodio
- ❖ Indicador de proteína
- ❖ Oxido de lantano
- ❖ Pepsina
- ❖ Solución de fósforo de 100 ppm

### 3.6 Obtención de harina de nacedero a nivel de laboratorio

La harina de nacedero es un producto nuevo que posee una excelente composición nutricional ideal para ganado bovino, la misma que se la obtiene mediante el secado de las hojas y tallos delgados para posterior realizarle una molido. Obtenida la harina se mezcla con otras materias primas para la elaboración del balanceado.

### 3.7 Diagrama de flujo para la obtención de la harina de nacedero





### 3.7.1 Memoria técnica

#### 3.7.1.1 Recepción

Se recibe la materia prima fresca que esté en buenas condiciones, libres de impurezas para garantizar un producto de calidad para los animales.

### **3.7.1.2 Pesado**

Esta actividad se la realizó antes y después del secado, para determinar el porcentaje de humedad y el rendimiento final del producto.

### **3.7.1.3 Picado**

El picado se lo realizó para reducir el tamaño de las hojas y de esta manera conseguir mayor área de contacto con el aire caliente.

### **3.7.1.4 Secado**

Este proceso se lo realizó es un secador rotatorio a una temperatura de 70°C x 3 horas. El secado se lo efectuó con la finalidad de eliminar la mayor cantidad de agua de la materia prima y así garantizar su conservación a nivel industrial. A nivel de laboratorio se utilizó una estufa con aire recirculatorio a diferentes temperaturas y tiempos de secado, que a través de un diseño experimental se determino el mejor tratamiento.

### **3.7.1.5 Molido**

Se lo realizó con la ayuda de un molino eléctrico para reducir la materia prima seca en partículas pequeñas.

### **3.7.1.6 Pesado**

Se procedió a pesar el producto seco (hojas de nacedero), para determinar el rendimiento total del proceso de obtención de la harina y calcular los costos de producción.



### 3.7.1.7 Empacado

Se debe empacar la harina de nacedero en fundas herméticas, para evitar que tome humedad del ambiente y así garantizar su conservación por periodos mas largo. Cuando es para mezclar con otras materias primas su traslado deber ser rápido sin descuidar su empaque que debe estar limpio y seco.

### 3.7.2 Control de calidad de la harina de nacedero (*Trichanthera gigantea*)

Los análisis bromatológicos y de minerales (Ca, P, Mg, K), se realizaron en el Laboratorio Químico de la Universidad Tecnológica Equinoccial - Campus Santo Domingo obteniendo los siguientes resultados.

**Cuadro N° 16**

#### **Composición nutricional de la harina de nacedero (70°C x 3 horas)**

Harina de nacedero	Porcentaje (%)
Humedad	8.06
Proteína	19.81
Grasa	10.37
Fibra	12.24
Ceniza	19.18
Calcio	9.38
Fósforo	0.02

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

**Cuadro N° 17**  
**Caracterización de la materia prima**

<b>Porcentaje</b>	<b>Hojas de nacedero</b>	<b>Tallos finos</b>	<b>Tallos gruesos</b>
Humedad	79.12	88.22	85.08
Proteína	16.53	9.96	10.96
Grasa	3.68	2.57	5.14
Fibra	14.77	22.35	23.59
Ceniza	17.91	21.04	27.20
Calcio	6.83	5.91	7.52
Fósforo	0.2	0.19	0.14
Magnesio	8.37	6.04	8.04
Potasio	3.90	3.85	3.88

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

**Cuadro N° 18**  
**Análisis de granulometría**

	<b>Muestra 150gr</b>
<b>Tamiz (mm)</b>	<b>Pesos (gr)</b>
2.00mm	75.78
1.68mm	10.85
1.00mm	41.02
0.50mm	<b>16.30</b>
<b>Fondo</b>	<b>6.05</b>
<b>TOTAL</b>	150.00

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

El análisis realizado nos da como resultado utilizar el tamiz de 2.00 mm.

### **3.8 Diseño estadístico para la prueba de hipótesis y determinar el mejor tratamiento en la obtención de la harina de nacedero.**

Se aplicará un diseño completamente al azar (DCA) con arreglos factoriales A x B y tres repeticiones.

### 3.8.1 Tabulación numérica de las interacciones

#### 3.8.1.1 Análisis de variancia para la variable proteína

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Proteína	27	1,00	0,99	2,07

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	324,40	10	32,44	331,28	<0,0001
Réplica	0,10	2	0,05	0,51	0,6072ns
Temp.	204,05	2	102,03	1041,90	<0,0001**
Tiempo	30,00	2	15,00	153,19	<0,0001**
Temp.*Tiempo.	90,25	4	22,56	230,40	<0,0001**
Error	1,57	16	0,10		
Total	325,97	26			

En los resultados del ADVA, al haber diferencias altamente significativas para todos los factores e interacciones, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la nula. La temperatura y tiempo de secado afectan en el contenido de proteína de la harina de nacedero.

#### Prueba de tukey para la interacción tiempo por temperatura

Test: Tukey Alfa = 0,05 DMS = 0,90895

Error: 0,0979gl: 16

Temp.	Tiempo	Medias	n	E.E.			
2	2	20,53	3	0,18	A		
2	1	19,81	3	0,18	A		
1	1	17,74	3	0,18		B	
2	3	16,67	3	0,18			C
3	2	13,91	3	0,18			D
3	3	13,47	3	0,18			D
3	1	11,60	3	0,18			E
1	3	11,27	3	0,18			E
1	2	11,11	3	0,18			E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

Si se compara las interacciones, se observan varios rangos de significación, de los cuales los valores más altos de proteína y en el rango uno se encuentran los tratamientos 70 °C por 4 horas de secado y, 70 °C por 3 horas de secado, con promedios de 20.53 y 19.81% de proteína. El resto de interacciones tienen promedios inferiores a estos.

En este estudio cuando se seca las hojas a 70 °C y 80 °C, si se aumenta el tiempo de secado de 3 a 4 horas, aumenta el contenido de proteína; no sucede lo mismo al aumentar a 5 horas ya que su contenido disminuye.

El coeficiente de variación es 2.07%, refleja el buen manejo del experimento en laboratorio.

### 3.8.1.2 Análisis de variancia para la variable fibra

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Fibra	27	0,95	0,92	1,94

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20,46	10	2,05	30,33	<0,0001
Réplicas	0,02	2	0,01	0,17	0,8434ns
Temp.	0,66	2	0,33	4,90	0,0219*
Tiempo	14,37	2	7,18	106,48	<0,0001**
Temp.*Tiempo	5,41	4	1,35	20,04	<0,0001**
Error	1,08	16	0,07		
Total	21,54	26			

En el resultado de la tabla de ADEVA con un F calculado del 5%, se obtiene que los factores tiempo y temperatura, así como la interacción son significativos; se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la nula. El tiempo y temperatura de secado afecta en el contenido del % de Fibra de la harina de nacedero.

### Prueba de tukey para la interacción tiempo por temperatura de secado

Test: Tukey Alfa = 0,05 DMS = 0,75445

Error: 0,0675gl: 16

<b>Temp.</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>					
2	3	14,75	3	0,15	A				
3	3	14,30	3	0,15	A	B			
1	3	14,21	3	0,15	A	B			
2	2	13,83	3	0,15		B	C		
3	1	13,32	3	0,15			C	D	
1	1	12,88	3	0,15				D	E
1	2	12,65	3	0,15				D	E
3	2	12,32	3	0,15					E
2	1	12,24	3	0,15					E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

Se observa que el mejor tratamiento se encuentra al secar las hojas de nacedero con las tres temperaturas (60, 70 y 80) °C por 5 horas, con un promedio de 14.75, 14.30, 14.21% de fibra. Cuando aumenta el tiempo de secado de 3 a 4 horas, disminuye el contenido de fibra; si se aumenta a 5 horas el % de fibra es mayor. Este comportamiento ocurre cuando se utiliza temperaturas de secado de 60 y 80 °C.

El coeficiente de variación es de 1.94%, indica buen manejo del experimento en laboratorio.

#### 3.8.1.3 Análisis de varianza para la variable grasa

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Grasa	27	1,00	0,99	3,34

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	228,84	10	22,88	462,38	<0,0001
Réplicas	0,06	2	0,03	0,60	0,5614ns
Temp.	98,02	2	49,01	990,26	<0,0001**
Tiempo	111,68	2	55,84	1128,31	<0,0001**
Temp.*Tiempo	19,08	4	4,77	96,36	<0,0001**
Error	0,79	16	0,05		
<b>Total</b>	<b>229,63</b>	<b>26</b>			

Para la variable % grasa la tabla de ADEVA con un F calculado al 5%, resalta los siguientes resultados; todos los factores e interacciones son significativas, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula de igualdad de tratamientos y se acepta la alternativa. En este estudio la temperatura y tiempo de secado afecta en el contenido de grasa de la harina de nacedero.

**Prueba de tukey para la interacción tiempo por temperatura de secado**

Test: Tukey Alfa = 0,05 DMS = 0,64619

Error: 0,0495gl: 16

<b>Temp.</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Media</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
1	1	10,48	3	0,13	A
2	1	10,37	3	0,13	A
2	2	9,01	3	0,13	B
1	2	7,33	3	0,13	C
3	1	7,25	3	0,13	C
1	3	6,16	3	0,13	D
2	3	4,72	3	0,13	E
3	3	2,51	3	0,13	F
3	3	2,51	3	0,13	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

El mejor tratamiento se logra con 60 °C por tres horas, y 70 °C por 3 horas; con promedios de 10.48, 10.37% de grasa. Los tratamientos más bajos se encuentra a 80 °C por 5 horas, así como 80 °C por 4 horas; con promedios de 2.51,2.16% de grasa. Cuando se seca la hoja de nacedero a 60 o 70 °C, a medida que aumenta el tiempo de secado; disminuye el contenido de grasa. No así a 80°C. El coeficiente de variación es menor al 5%, indica buen manejo del experimento en condiciones de laboratorio.

### 3.8.1.4 Análisis de variancia para la variable ceniza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ceniza	27	0,96	0,94	2,47

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	76,57	10	7,66	39,70	<0,0001
Réplicas	0,34	2	0,17	0,89	0,4319ns
Temp.	59,05	2	29,52	153,07	<0,0001**
Tiempo.	5,67	2	2,83	14,69	0,0002**
Temp.*Tiempo	11,52	4	2,88	14,93	<0,0001**
Error	3,09	16	0,19		
Total	79,66	26			

La tabla de ADEVA al 5%, para % de ceniza todos los factores e interacciones son altamente significativas. La variación de las condiciones de secado afecta en el % de ceniza de la harina de nacedero.

#### Prueba de tukey para la interacción temperatura por tiempo de secado

Test: Tukey Alfa = 0,05 DMS = 1,27566

Error: 0,1929gl: 16

<u>Temp.</u>	<u>Tiempo</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>		
2	1	19,18	3	0,25	A	
2	2	19,02	3	0,25	A	
1	2	18,91	3	0,25	A	
2	3	18,79	3	0,25	A	
1	3	18,75	3	0,25	A	
1	1	18,23	3	0,25	A	B
3	3	17,47	3	0,25		B
3	2	15,37	3	0,25		C
3	1	14,24	3	0,25		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

En la interacción tiempo por temperatura se observa, que existe mayor cantidad de ceniza cuando se seca las hojas a 70 °C por 3 horas, con un promedio de 19.18%. En este tratamiento a medida que aumenta el tiempo de extracción disminuye el contenido de ceniza.

Como segunda alternativa se puede tomar la temperatura de 60 °C por 4 horas de secado, con un promedio de 18.91% de ceniza. Tiempos menores o mayores a 4 horas determina menor cantidad de ceniza.

La temperatura de 80 °C, tiene un comportamiento gradual; a medida que aumenta el tiempo de secado se obtiene aumento en el % de Ceniza, sin embargo este tratamiento es menos eficiente.

El coeficiente de variación es de 2.47%, indica buen manejo del experimento en laboratorio.

### 3.8.1.5. Análisis de varianza para la variable fósforo

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Fósforo	27	0,95	0,92	2,96



**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	0,01	10	9,8E-04	32,54	<0,0001
Réplicas	5,2E-05	2	2,6E-05	0,86	0,4412ns
Temp.	0,01	2	3,8E-03	127,14	<0,0001**
Tiempo	9,4E-04	2	4,7E-04	15,63	0,0002**
Temp.*Tiempo	1,1E-03	4	2,9E-04	9,54	0,0004**
Error	4,8E-04	16	3,0E-05		
<b>Total</b>	<b>0,01</b>	<b>26</b>			

Para la variable % fósforo la tabla de ADEVA con un F calculado al 5%, resalta los siguientes resultados; todos los factores e interacciones son altamente significativas, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula de igualdad de tratamientos y se acepta la alternativa. En este estudio la temperatura y tiempo de secado afecta en el contenido de del fósforo.

**Prueba de tukey para la interacción tiempo por temperatura de secado**

Test: Tukey Alfa = 0,05 DMS = 0,01593

Error: 0,0000 gl: 16

<b>Temp.</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>				
2	3	0,21	3	3,2E-03	A			
2	2	0,21	3	3,2E-03	A	B		
2	1	0,20	3	3,2E-03	A	B		
1	2	0,19	3	3,2E-03		B	C	
1	3	0,18	3	3,2E-03			C	D
3	3	0,18	3	3,2E-03			C	D
1	1	0,17	3	3,2E-03				D
3	2	0,16	3	3,2E-03				E
3	1	0,16	3	3,2E-03				E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

Los mejores tratamientos se encuentran al secar la hoja de nacedero a 70°C por cualquiera de los tres tiempos, con promedios de 0.21, 0.21, 0.20% de fósforo. Los tratamientos no recomendados son los que utilizan la temperatura de 80 °C por 3 y 4 horas. El coeficiente de variación es de 2.96%, indica buen manejo del estudio en laboratorio.

### 3.8.1.6 Análisis de variancia para la variable potasio

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Potasio	27	0,68	0,49	6,52

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	1,53	10	0,15	3,45	0,0135
Réplicas	0,03	2	0,01	0,33	0,7250ns
Temp.	0,27	2	0,14	3,06	0,0751ns
Tiempo	0,03	2	0,01	0,29	0,7526ns
Temp.*Tiempo	1,20	4	0,30	6,80	0,0021**
Error	0,71	16	0,04		
<u>Total</u>	<u>2,24</u>	<u>26</u>			

La tabla de ADEVA para la variable % de potasio al 5%, demuestra no significancia para los factores temperatura y tiempo de secado; y alta significancia para la interacción. La variación de las condiciones de secado de la hoja de nacedero afecta en el contenido de potasio. En la interacción se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la nula.

#### Prueba de tukey para la interacción temperatura por tiempo de secado

Test: Tukey Alfa = 0,05 DMS = 0,61127

Error: 0,0443gl: 16

<b>Temp.</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Media</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>		
2	1	3,58	3	0,12	A	
2	2	3,53	3	0,12	A	
1	3	3,46	3	0,12	A	B
3	3	3,28	3	0,12	A	B
3	2	3,17	3	0,12	A	B
3	1	3,10	3	0,12	A	B
1	2	3,06	3	0,12	A	B
2	3	2,99	3	0,12	A	B
2	3	2,87	3	0,12		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

Tukey al 5%, indica dos rangos de significación de los cuales la mayoría de tratamientos se encuentran en el rango uno, excepto el tratamiento 60 °C por 3 horas. A medida que aumenta el tiempo de secado, aumenta el contenido de potasio, cuando se seca al 60 y 80 °C. Sucede lo contrario a 70 °C, disminuye el contenido de potasio en función del tiempo. El coeficiente de variación es de 6.52%, indica buen manejo del estudio en laboratorio.

### 3.8.1.7 Análisis de variancia para la variable calcio

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
Calcio	27	0,97	0,96	3,43

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	57,44	10	5,74	58,38	<0,0001
Réplicas	0,52	2	0,26	2,63	0,1031ns
Temp.	9,86	2	4,93	50,11	<0,0001**
Tiempo	22,03	2	11,01	111,92	<0,0001**
Temp.*Tiempo	25,04	4	6,26	63,62	<0,0001**
Error	1,57	16	0,10		
Total	59,02	26			

Para la variable % calcio la tabla de ADEVA con un F calculado al 5%, resalta los siguientes resultados; todos los factores e interacciones son altamente significativas, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula de igualdad de tratamientos y se acepta la alternativa. En este estudio la temperatura y tiempo de secado afecta en el contenido de del calcio.

### Prueba de tukey para la interacción temperatura por tiempo de secado

Test: Tukey Alfa = 0,05 DMS = 0,91112

Error: 0,0984gl: 16

Temp.	Tiempo	Media	n	E.E.				
1	2	11,00	3	0,18	A			
1	3	10,50	3	0,18	A	B		
3	2	10,21	3	0,18	A	B		
3	3	9,67	3	0,18		B	C	
2	1	9,38	3	0,18			C	D
2	3	8,75	3	0,18			D	E
2	2	8,50	3	0,18			D	E
1	1	8,42	3	0,18				E
3	1	5,81	3	0,18				F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

En la interacción tiempo por temperatura Tukey indica algunos rangos de significancia, de los cuales en el rango uno como mejores tratamientos se encuentran.

60 °C por 4 horas media 11% de calcio

60 °C por 5 horas media 10.50% de calcio

80 °C por 4 horas media 10.50% de calcio

El tratamiento más bajo en contenido de calcio 5.81 %. Este se obtiene al secar las hojas a 80 °C por 3 horas. A medida que aumenta el tiempo de secado de 3 a 4 horas,

aumenta el contenido de calcio, y disminuye al aumentar el tiempo a 5 horas; este comportamiento sucede al secar el balanceado a 60 y 80 °C. El coeficiente de variación es de 3.43%, valor aceptable para un estudio de laboratorio.

### 3.8.1.8 Análisis de variancia para la variable magnesio

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Magnesio	27	0,97	0,94	3,29

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,53	10	0,05	44,39	<0,0001
Réplicas	2,8E-03	2	1,4E-03	1,15	0,3404ns
Temp.	0,27	2	0,14	114,34	<0,0001**
Tiempo	0,10	2	0,05	42,78	<0,0001**
Temp.*Tiempo	0,15	4	0,04	31,82	<0,0001**
Error	0,02	16	1,2E-03		
Total	0,55	26			

La tabla de ADEVA indica significancia al 1%, para todos los factores e interacciones. Se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la nula. La variación de las condiciones de secado tiempo y temperatura produce un efecto altamente significativo en el % de magnesio de la harina de nacedero.

#### Prueba de tukey para la interacción temperatura por tiempo de secado

Test: Tukey Alfa = 0,05 DMS = 0,10039

Error: 0,0012gl: 16

<b>Temp.</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Media</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
3	2	1,20	3	0,02	A
2	3	1,18	3	0,02	A
2	1	1,17	3	0,02	A
3	3	1,16	3	0,02	A
2	2	1,14	3	0,02	A
1	2	1,01	3	0,02	B
1	1	0,88	3	0,02	C
1	3	0,87	3	0,02	C
3	1	0,85	3	0,02	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

En la interacción tiempo por temperatura Tukey indica tres rangos de significancia, de los cuales en el rango uno como mejores tratamientos se encuentran.

80 °C por 4 horas media 1.20% de magnesio

70 °C por 5 horas media 1.18% de magnesio

70 °C por 3 horas media 1.17% de magnesio

80 °C por 5 horas media 1.16% de magnesio

70 °C por 4 horas media 1.14% de magnesio

Los tratamientos en el rango más bajo y no recomendados son los siguientes:

60 °C por 3 horas media de 0.88% de magnesio

60 °C por 5 horas media de 0.87% de magnesio

80 °C por 3 horas media de 0.85% de magnesio

A medida que aumenta el tiempo de secado de 3 a 4 horas, aumenta el contenido de magnesio, y disminuye al aumentar el tiempo a 5 horas; este comportamiento sucede al secar las hojas a 60 y 80 °C.

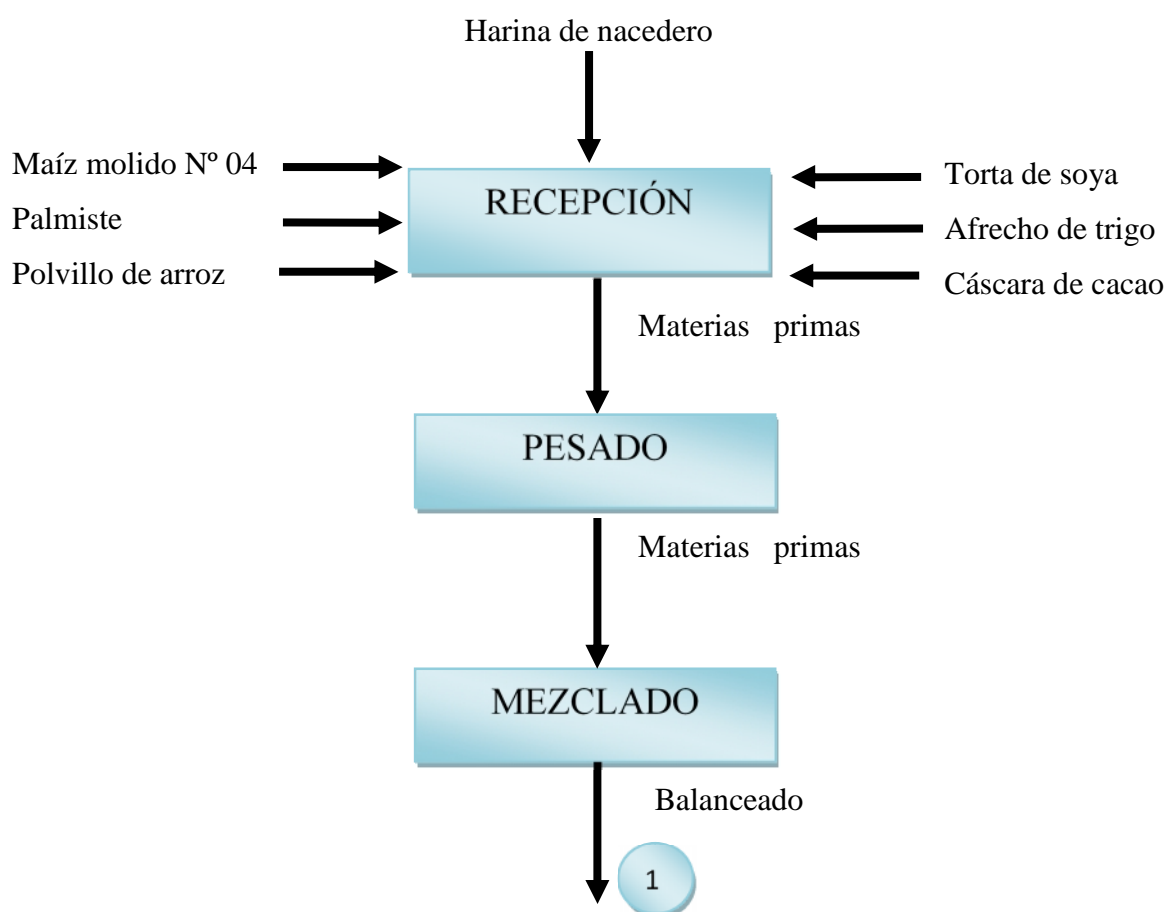
El coeficiente de variación es de 3.29%, valor aceptable para un estudio de laboratorio.

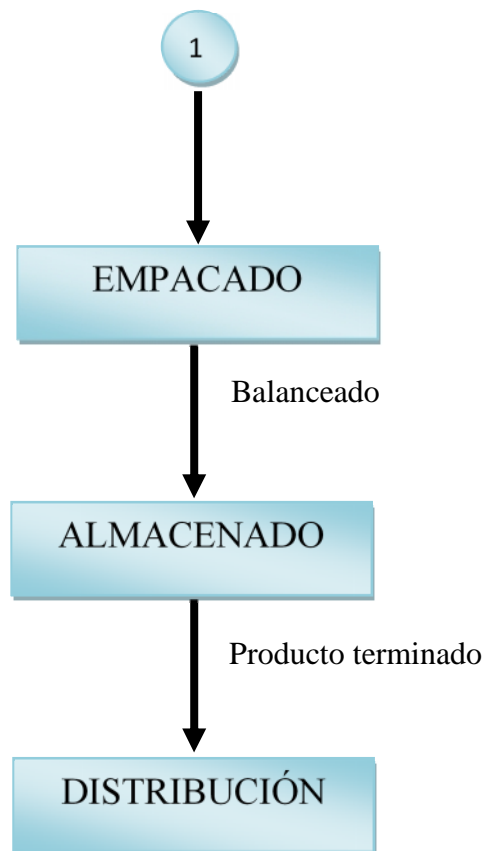
### 3.8.2 Determinación del mejor tratamiento

Del total de las variables analizadas estadísticamente el mejor tratamiento es 70 °C por 3 horas de secado, para las siguientes determinaciones: % de humedad, % ceniza, % de grasa % proteína, % fósforo, % potasio, y % magnesio.

La temperatura de 70 °C, por tres horas de secado. Es un tratamiento eficiente al optimizar el tiempo. Para el caso de % fibra y % de calcio, se requiere mayor tiempo de secado hasta 5 horas.

### 3.9 Diagrama de flujo cualitativo de la elaboración del suplemento alimenticio para ganado lechero.





### 3.9.1 Memoria técnica

#### 3.9.1.1 Recepción

Se recibe todas las materias primas en óptimas condiciones de calidad, que nos garanticen un producto terminado sano y nutritivo para la ración alimenticia del ganado lechero.

#### 3.9.1.2 Formulación

La formulación de las dietas alimenticias se la realizó de acuerdo a las necesidades nutricionales de los animales a alimentar. Para lo cual se formuló tres dietas al 40%, 30% y 20% a base harina de nacedero y la diferencia en materas primas.



## Formulación de la primera dieta alimenticia para el lote 1

Esta dieta esta conformada del 40% de harina de nacedero y el otro 60% lo constituyen otras materias primas.

**Tabla N° 1**  
**Formulación para el lote 1**

<b>Ciente:</b>	Tesis/ Jorge Chamba
<b>Fórmula N°:</b>	Dieta N° 1
<b>Especie:</b>	Ganado lechero
<b>Producción de Leche:</b>	7,07 Lt.
<b>Fecha:</b>	07/12/2011 hasta 10/01/2012

Cant	\$/Kg	\$	INGREDIENTES	PROTEINA		E M		GRASA		FIBRA		CALCIO		FOSFORO	
				%	Kg/100	Kcal		%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg
11	0,16	1,76	Afrecho de trigo	11,76	1,29	3610	397	4,29	0,47	13,06	1,44	1	0,11	1,24	0,14
13	0,29	3,77	Pasta de soya	36,49	4,74	2230	290	2,09	0,27	4,15	0,54	0,5	0,07	0,8	0,10
9	0,075	0,675	Palmiste	13,76	1,24	2075	187	7,24	0,65	31,07	2,80	1,63	0,15	0,59	0,05
7	0,08	0,56	Polvillo fino arroz	4,67	0,33	3000	210	2,71	0,19	27,92	1,95	0,88	0,06	0,29	0,02
11	0,11	1,21	Cáscara de cacao	11,15	1,23	3695	406	9,89	1,09	22,39	2,46	1,63	0,18	0,06	0,01
9	0,2	1,8	Maiz molido N° 4	5,02	0,45	3107	280	4,3	0,39	1,97	0,18	1,13	0,10	0,3	0,03
40	0,4	16	Harina nacedero	19,81	7,92	2031	812	10,4	4,15	12,24	4,90	9,38	3,75	0,02	0,01
100		25,78													
			<b>TOTALES</b>		<b>17,20</b>		<b>2582</b>		<b>7,21</b>		<b>14,26</b>		<b>4,42</b>		<b>0,36</b>

<b>Costo de Formulación</b>	25,8
<b>Costo de Producción</b>	2,58
<b>Envase</b>	0,2
<b>15% de Utilidad</b>	4,28
<b>Precio venta</b>	32,86
<b>Precio del saco de 45Kg</b>	14,78
<b>Precio/Kg</b>	0,33

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

## Formulación de la segunda dieta para el lote 2

En esta dieta la harina de nacedero tiene el 30% y el 70% esta formado por otras materias primas.

**Tabla N° 2**  
**Formulación para el lote 2**

<b>Clinete:</b>	Tesis/ Jorge Chamba
<b>Fórmula N°:</b>	Dieta N° 2
<b>Especie:</b>	Ganado lechero
<b>Producción de Leche:</b>	7,01
<b>Fecha:</b>	07/12/2011 hasta 10/01/2012

Cant	\$/Kg	\$	INGREDIENTES	PROTEÍNA		E M		GRASA		FIBRA		CALCIO		FÓSFORO	
				%	Kg/10	Kcal		%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg
12	0,16	1,92	Afrecho de trigo	11,8	1,41	3610	433	4,29	0,51	13,06	1,57	1	0,12	1,24	0,15
17	0,29	4,93	Pasta de soya	36,5	6,20	2230	379	2,09	0,36	4,15	0,71	0,5	0,09	0,8	0,14
10,5	0,08	0,79	Palmiste	13,8	1,44	2075	218	7,24	0,76	31,07	3,26	1,63	0,17	0,59	0,06
10	0,08	0,80	Polvillo fino arroz	4,67	0,47	3000	300	2,71	0,27	27,92	2,79	0,88	0,09	0,29	0,03
12	0,11	1,32	Cáscara de cacao	11,2	1,34	3695	443	9,89	1,19	22,39	2,69	1,63	0,20	0,06	0,01
8	0,2	1,60	Maiz molido N°4	5,02	0,40	3107	249	4,3	0,34	1,97	0,16	1,13	0,09	0,3	0,02
30	0,4	12,00	Harina nacedero	19,8	5,94	2030,8	609	10,37	3,11	12,24	3,67	9,38	2,81	0,02	0,01
99,5		23,36													
			<b>TOTALES</b>		17,21		2631		6,54		14,84		3,56		0,41

<b>Costo de Formulación</b>	23,36
<b>Costo de Producción</b>	2,34
<b>Envase</b>	0,2
<b>15% de Utilidad</b>	3,88
<b>Precio venta</b>	29,78
<b>Precio del saco de 45Kg</b>	13,4
<b>Precio/Kg</b>	0,3

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

### Formulación de la tercera dieta para el lote 3

Esta dieta esta conformada por el 20% de harina de nacedero y el 80% lo constituyen otras materias primas.

**Tabla N° 3**  
**Formulación para el lote 3**

<b>Cliente:</b>	Tesis/ Jorge Chamba
<b>Fórmula N°:</b>	Dieta N° 3
<b>Especie:</b>	Ganado lechero
<b>Producción de Leche:</b>	7,29
<b>Fecha:</b>	07/12/2011 hasta 10/01/2012

Cat	\$Kg	\$	INGREDIENTES	PROTEIN		EM		GRASA		FIBRA		CALCIO		FÓSFORO	
				%	Kg	Kcal	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	
15	0,16	240	Afrodetrigo	11,8	1,8	360	541,5	4	0,64	13,1	1,959	1	0,15	1,24	0,19
20	0,29	580	Pastadesoya	36,5	7,3	220	445,0	2	0,42	4,15	0,83	0,5	0,10	0,8	0,16
13	0,075	0,98	Paliste	13,8	1,8	20,5	20,8	7	0,94	31,1	4,039	1,6	0,21	0,59	0,08
5	0,08	0,40	Pd villofinaroz	46,7	0,2	300	150,0	3	0,14	2,9	1,396	0,9	0,04	0,29	0,01
13	0,11	1,43	Cáscaradecacao	11,2	1,4	30,5	480,4	10	1,29	22,4	2,911	1,6	0,21	0,06	0,01
14	0,2	2,80	MiznolobN°4	50,2	0,7	310,7	435,0	4	0,60	1,97	0,276	1,1	0,16	0,3	0,04
20	0,4	8,00	Hirinacedero	19,8	4,0	20,1	406,2	10	2,07	12,2	2,448	9,4	1,88	0,02	0,00
100		21,81													
			<b>TOTALES</b>		<b>17,2</b>		<b>27,9</b>		<b>6,10</b>		<b>13,86</b>		<b>2,75</b>		<b>0,49</b>

Costo de Formulación	21,81
Costo de Producción	2,18
Envase	0,2
15% de Utilidad	3,62
Precio venta	27,81
Precio del saco de 45Kg	12,51
Precio/venta	0,28

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

### 3.9.1.3 Pesado

Se lo realizó con la finalidad de conocer los pesos de las materias primas a utilizar en cada una de las formulaciones.

### 3.9.1.4 Mezclado

Una vez que todas las materias primas han sido pesadas de acuerdo a cada formulación, se procedió a mezclar de forma homogénea cada uno de los ingredientes.

### 3.9.1.5 Empacado

Inmediatamente del mezclado se procedió a colocar el balanceado obtenido en sacos impermeables y limpios.

### 3.9.1.6 Almacenado

En esta etapa es muy importante controlar la temperatura y la humedad para prolongar la conservación del producto, así como también tiene que ser un lugar limpio y libre de contaminantes.

## 3.9.2 Control de calidad del alimento balanceado

A través del diseño experimental se logró determinar que el mejor alimento balanceado es la **DIETA 1**(40% de harina de nacedero). Los análisis bromatológicos y de minerales (Ca, P, Mg, K) se realizaron en el laboratorio químico de la Universidad Tecnológica Equinoccial, obteniendo los siguientes resultados (ver cuadro N° 19).

### 3.9.3 Proteína digestibles del alimento balanceado (dieta 1)

Realizado el análisis correspondiente (ver anexo N° 7) se determinó que del 17.2% de proteína que contiene el concentrado alimenticio sólo el 15.69 % es proteína digestible o asimilable por el aparato digestivo del animal.

**Cuadro N° 19**

#### **Composición nutricional del balanceado (DIETA 1)**

Harina de nacedero	Porcentaje (%)
Humedad	8.10
Proteína	17.20
Grasa	7.21
Fibra	14.26
Ceniza	11.28
Calcio	4.42
Fósforo	0.36
Magnesio	3.90

**Elaborado por:** Chamba Jorge /2011

### 3.10 Alimentación del ganado bovino a nivel de campo en la finca “Norma”

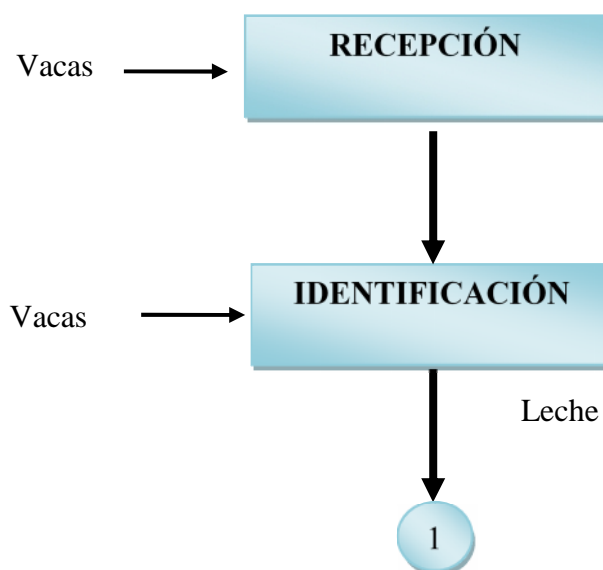
Actualmente se maneja un sistema de pastoreo rotacional para la alimentación de las vacas lecheras, con pastos como: gramalote, bachearía y pasto miel. En esta investigación se tomó una muestra de 16 vacas, con promedios de producción similares para cada lote, distribuidos de la siguiente manera:

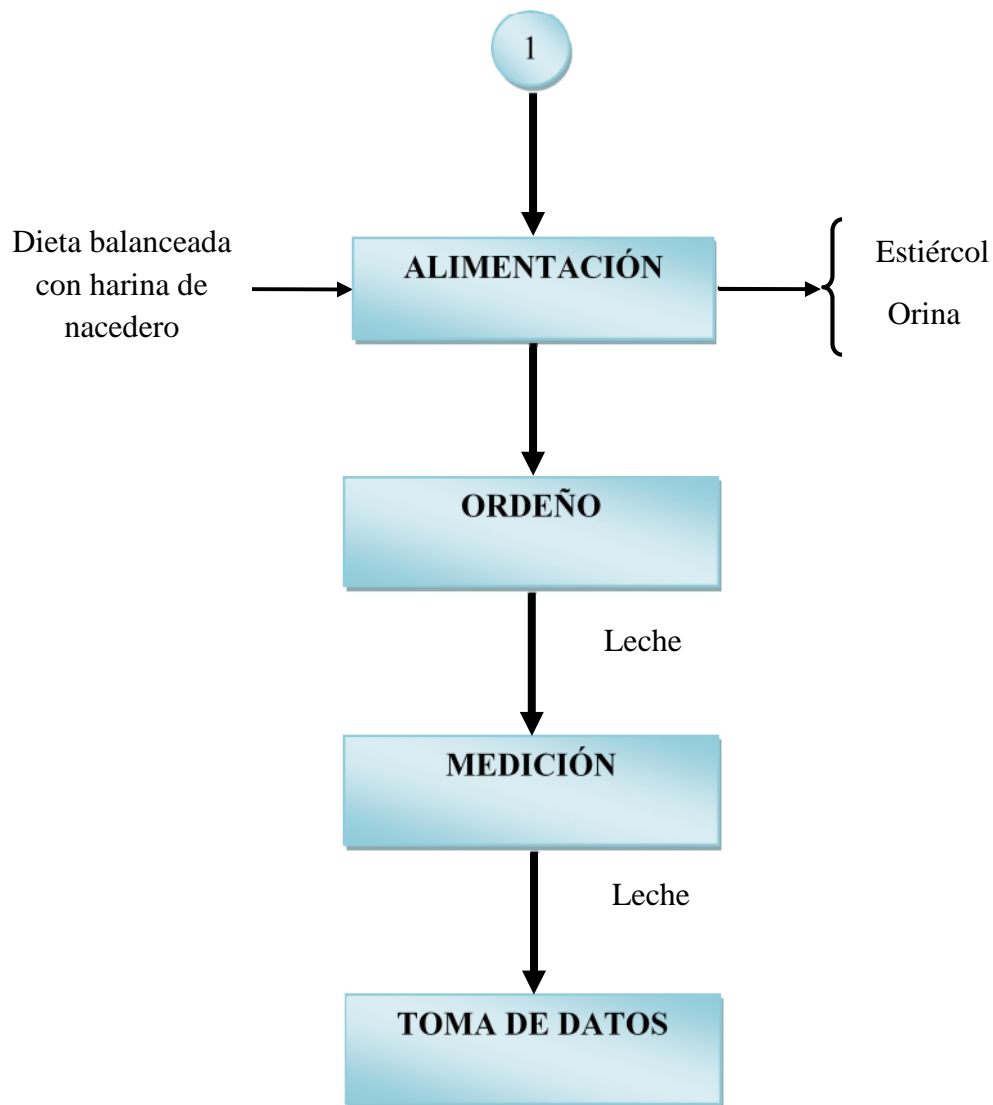
**Tabla N° 4**  
**Definición de los lotes**

<b>LOTE 1</b>			
<b>Producción inicial</b>	<b>N° de vacas</b>	<b>Materias primas</b>	<b>% mezcla</b>
7,07	4 vacas	Afrecho de trigo, maíz N° 04, palmiste, pasta soya, cáscara cacao, polvillo arroz	40% de harina de nacedero
<b>LOTE 2</b>			
7,01	4 vacas	Afrecho de trigo, maíz N° 04, palmiste, pasta soya, cáscara cacao, polvillo arroz	30% de harina de nacedero
<b>LOTE 3</b>			
7,29	4 vacas	Afrecho de trigo, maíz N° 04, palmiste, pasta soya, cáscara cacao, polvillo arroz	20% de harina de nacedero
<b>TESTIGO</b>			
6,2	4 vacas	Pastomiel, brachiaria y gramalote	100% pasto

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

### 3.11 Diagrama de flujo cualitativo del manejo de ganado lechero





### 3.11.1 Memoria técnica

#### 3.11.1.1 Recepción

Del hato lechero se seleccionó las vacas más saludables, con producciones similares de leche y se las clasificó por lotes, para alimentarlas con las respectivas dietas.

### **3.11.1.2 Identificación**

Esta actividad se la realizó por medio de aretes, para poder realizar el control diario de la producción de leche de cada vaca.

### **3.11.1.3 Alimentación**

Se la realizó por la mañana juntamente con el ordeño en cantidades de 1.5Kg/día vaca; se manejó un solo ordeño al día.

### **3.11.1.4 Ordeño**

Esta actividad se la ejecutó manualmente con la debida higiene para obtener una leche de calidad, la misma que se colocó en baldes para su medición respectiva.

### **3.11.1.5 Medición**

Se deja que baje la espuma producida en el balde por el ordeño y se mide la cantidad de leche obtenida.

### **3.11.1.6 Toma de datos**

En esta etapa se elaboró un registro de cada lote, diferenciando cada una de las vacas para anotar los litros de leche producidos diariamente.

## **3.12 Incremento de la producción lechera**

Con la finalidad de valorar los efectos del suplemento alimenticio con la harina de nacedero (*Trichanthera gigantea*) sobre la producción de vaca lecheras, se procedió a



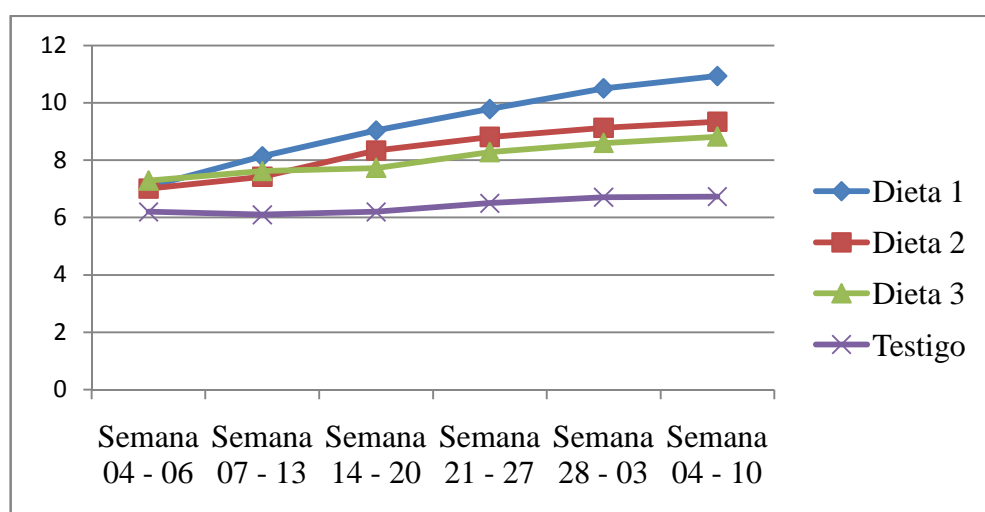
alimentar por 5 semanas para determinar el incremento de leche en los animales, logrando un incremento aceptable en leche, el mismo que se resumirá de forma más detallada en el diseño experimental. En la tabla N° 5 se observa la producción semanal de leche durante las 5 semanas de estudio.

**Tabla N° 5**  
**Promedio semanal de producción de leche**

<b>PROMEDIO SEMANAL DE PRODUCCIÓN LECHERA POR LOTES(Diciembre- Enero)</b>						
<b>Tratamientos</b>	<b>Semana 4-6</b>	<b>Semana 7-13</b>	<b>Semana 14-20</b>	<b>Semana 21-27</b>	<b>Semana 28-03</b>	<b>Semana 4-10</b>
Dieta 1	7.07	8.13	9.03	9.78	10.50	10.93
Dieta 2	7.01	7.42	8.34	8.81	9.13	9.34
Dieta 3	7.29	7.62	7.73	8.28	8.60	8.82
Testigo	6.2	6.21	6.20	6.50	6.71	6.73

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

**Gráfico N° 6**  
**Análisis del incremento de producción**



Elaborado por: Chamba Jorge /2011

**Tabla N° 6**  
**Incremento de la producción de leche en las 5 semanas**

<b>Tratamientos</b>	<b>Producción (Lt.) promedio inicial</b>	<b>Producción (Lt.) promedio final</b>	<b>Incremento Lt.</b>
<b>Dieta 1</b>	7.07	10.93	3.85
<b>Dieta 2</b>	7.01	9.34	2.30
<b>Dieta 3</b>	7.29	8.82	1.58
<b>Testigo</b>	6.2	6.73	0.53

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

### 3.13 Control de la calidad de la leche

Los análisis de control de calidad de la leche (densidad, grasa y proteína) se realizaron antes, durante y después de suministrar la dieta balanceada al ganado para obtener datos reales que nos permitan determinar diferencias en cuanto a calidad.

**Tabla N° 7**  
**Análisis de calidad de la leche**

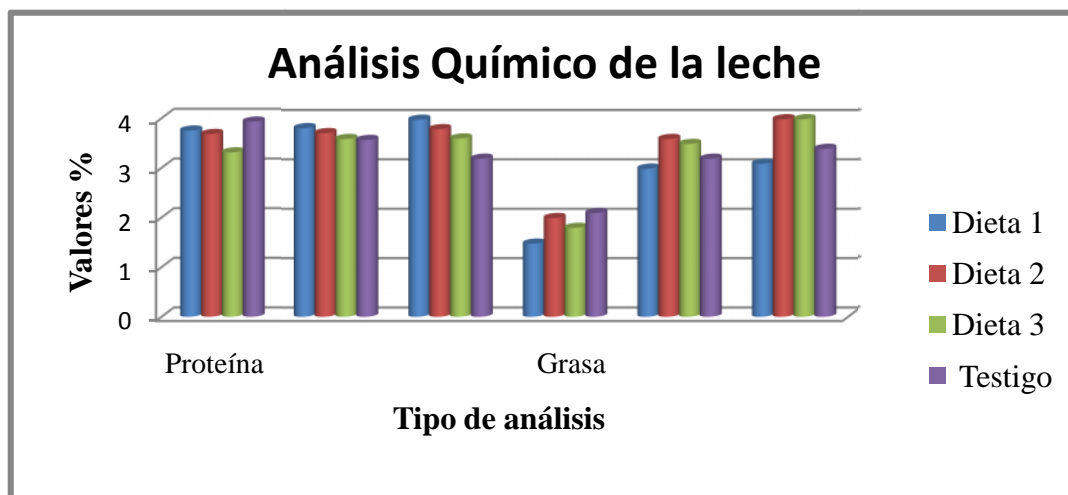
	<b>Densidad Kg/m<sup>3</sup></b>			<b>Proteína %</b>			<b>Grasa %</b>		
<b>Dieta 1</b>	1,03	1,029	1,031	3,75	3,82	3,99	1,48	3	3,1
<b>Dieta 2</b>	1,0302	1,029	1,031	3,68	3,72	3,8	2	3,6	4
<b>Dieta 3</b>	1,0302	1,029	1,031	3,31	3,6	3,61	1,8	3,5	4
<b>Testigo</b>	1,0294	1,029	1,03	3,93	3,58	3,2	2,1	3,2	3,4

Fuente: Lab. Químico/Agrolab / 2012

La alimentación del ganado con el suplemento alimenticio a base de harina de nacedero (*Trichanthera gigantea*) ha logrado que los porcentajes de grasa y proteína aumenten. Se puede observar en la tabla N° 7 la variación significativa en las dietas en relación al testigo.

Gráfico N° 7

## Comparación de los datos del control de calidad de la leche



### 3.14 Diseño estadístico para la prueba de hipótesis y determinar el incremento de la producción lechera.

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), para analizar el incremento en la producción de leche en vacas, en donde se trabajó con tres dietas y un testigo y cada uno con 4 repeticiones.

#### 3.14.1 Incremento de producción leche en cada uno de los tratamientos a los 30 días

Cuadro N° 20

## Incremento de producción de leche a los 30 días

Tratamientos	REPETICIONES				Trat.	X Trat.
	I	II	III	IV		
Dieta 1	4.00	3,00	3,50	4.9	15.40	3.85
Dieta 2	3.00	1.50	2,40	2.30	9.20	2.30
Dieta 3	2.50	1.00	1,50	1,30	6.30	1.58
Testigo	0,5	0,5	0,6	0,5	2.10	0.52
				Total	33.00	2.06

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

### 3.14.2 Análisis de Varianza para el incremento de producción de leche en vacas.

**Cuadro N° 21**

**ADEVA Análisis de Varianza para el incremento de producción de leche en vacas.**

F d V	GL	SC	CM	F Cal.	F Tabla
<b>Total</b>	15	27.80	----	----	
<b>Tratamientos</b>	3	23.42	7.81	21.69**	3.49 - 5.95
<b>Error Exp.</b>	12	4.38	0.36		

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

**CV% = 29.12%**

En el cuadro del ADEVA se observa alta significación estadística, por lo tanto aceptamos la hipótesis alternativa y deseamos la hipótesis nula; lo que determina que el balanceado a partir del nacedero (*Trichanthera gigantea*) esta influenciando significativamente en la producción lechera. El coeficiente de variación es del 29.12% el cual determina un manejo aceptable del ensayo con un promedio general de 2.06 litros de incremento de leche.

### 3.14.3 Promedios y pruebas de significación para los tratamientos en la evaluación del incremento de producción de leche en vacas

**Cuadro N° 22**

**Promedios y pruebas de significación para los tratamientos en la evaluación del incremento de producción de leche en vacas**

Dietas	Promedios	Rangos de Significación
<b>Dieta 1</b>	3.85	A
<b>Dieta 2</b>	2.30	B
<b>Dieta 3</b>	1.58	C
<b>Testigo</b>	0.52	D

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

De los promedios, usando la prueba de Tukey al 5% se observa 4 rangos, de los cuales en el primer lugar se encuentra la dieta 1 como el mejor nivel con un promedio de 3.85 litros de incremento de leche, en comparación con el testigo el cual se ubico en el último rango con un promedio de 0.52 litros de incremento de leche.

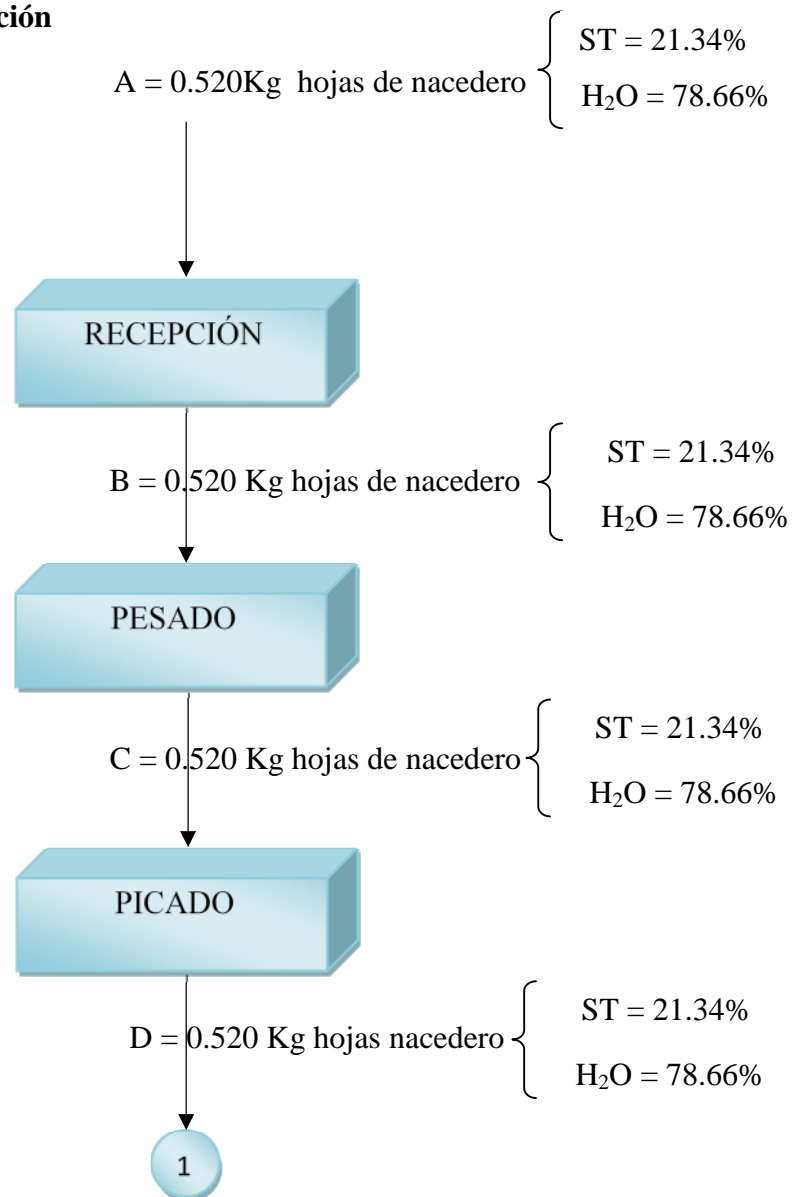
## CAPÍTULO IV

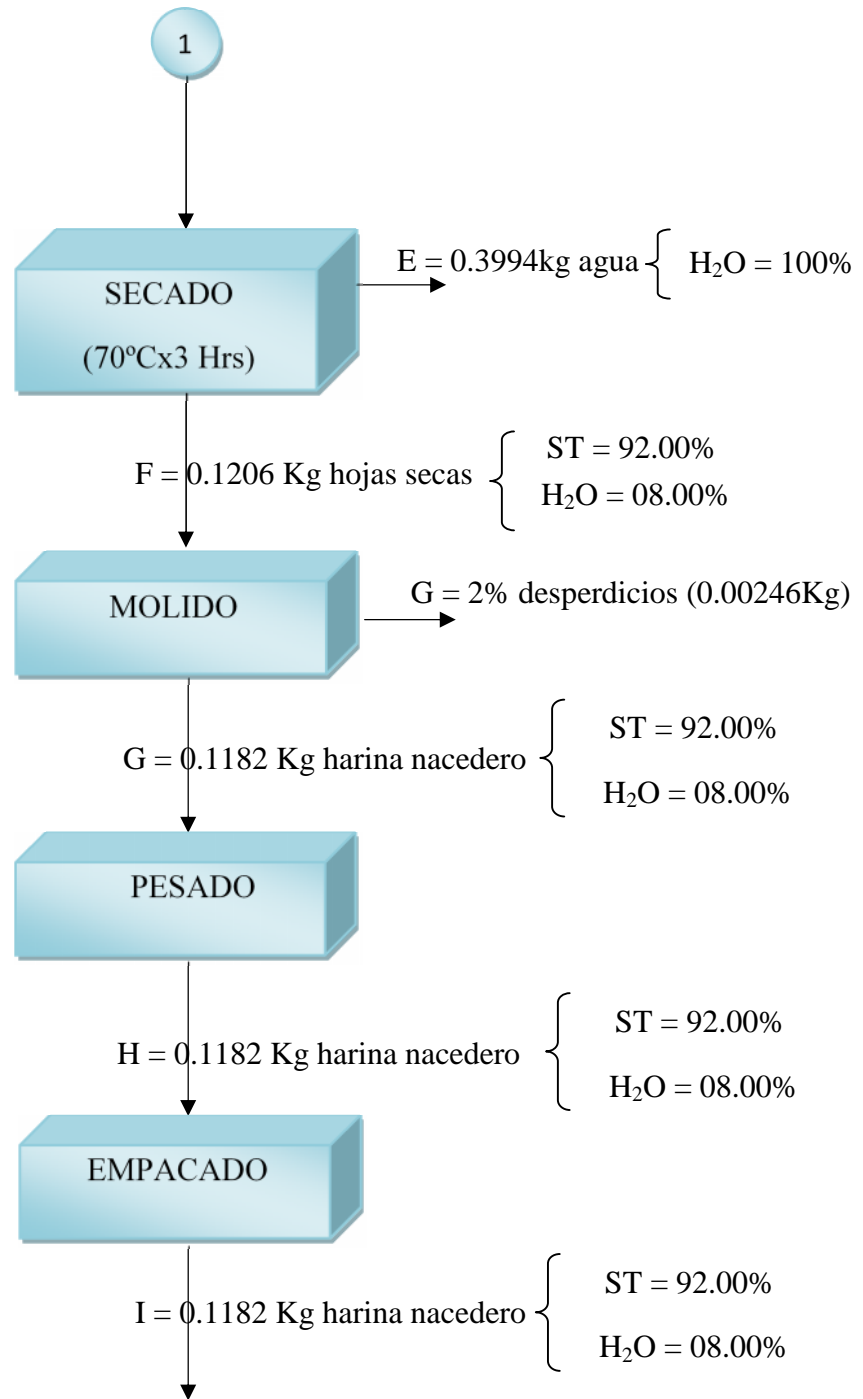
### BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA

#### 4.1 Diagrama de flujo cuantitativo para la obtención de la harina de nacedero a nivel de laboratorio

Base de cálculo 0.520kg de hoja de nacedero

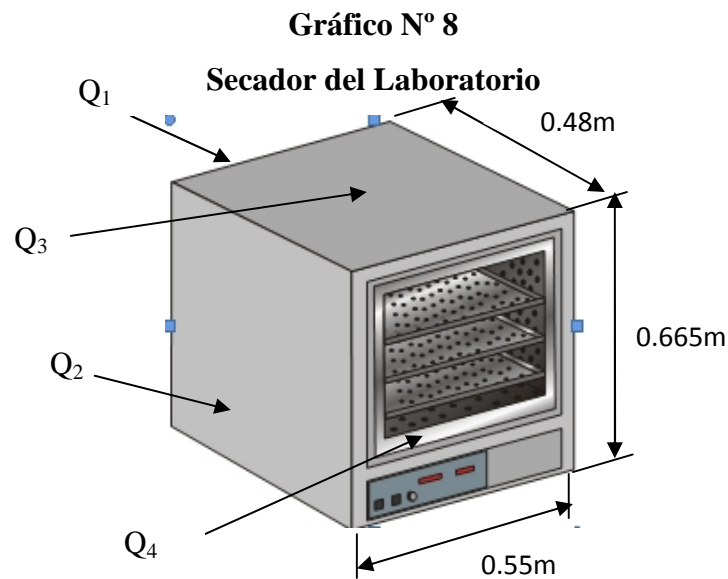
##### Balace de recepción





## 4.2 Balance de energía a nivel de Laboratorio para la obtención de la harina de nacedero

### 4.2.1 Balance de energía del secado primer fase



$Q_1$  =Calor de paredes frontal y posterior

$Q_2$  =Calor de paredes verticales

$Q_3$  =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

$$Q_4 = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

#### 4.2.1.1 Cálculo del calor de paredes frontal y posterior

**Datos:**

$$T_s = 28^\circ\text{C}$$

$$T_\alpha = 25^\circ\text{C}$$



$$L = 0.55 \text{ m}$$

$$T_f = \frac{(T_s + T_\infty)}{2}^{10}$$

**Donde:**

$T_s$  = Temperatura de la superficie

$T_\infty$  = Temperatura de la corriente de aire

L = Longitud

$$T_f = \frac{(28 + 25)^\circ\text{C}}{2}$$

$$T_f = 26.5^\circ\text{C} + 273.15 = 299.65^\circ\text{K}$$

❖ **Coefficiente isobárico**

$$\beta = \frac{1}{T}$$

Donde:

$\beta$  = Coeficiente isobárico

T = Temperatura

$$\beta = \frac{1}{299.65^\circ\text{K}}$$

$$\beta = 3.3372 * 10^{-3}$$

Lecturas tomadas a 299.65°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.

---

<sup>10</sup>BATTY, J.Claire, FOLKMAN, Steven. Fórmula para el cálculo de la temperatura media pelicular. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 192.

$$G_r = \frac{g\beta(T_s - T_\alpha)\delta^2 L^2}{\mu^2} \text{ }^{11}$$

**Donde:**

G = Gravedad

= Coeficiente isobárico de expansión

$T_s$  = Temperatura de la superficie

$T_\alpha$  = Temperatura de la corriente de aire

= Densidad

L = Longitud de la pared

= Viscosidad

$g = 9.8 \text{ m/s}^2$

$K = 0.02621 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$

$\mu = 1.9795 \times 10^{-5} \text{ Kg/m. s}$

=  $1.1790 \text{ Kg/m}^3$

$Pr = 0.708$

$$G_r = \frac{g\beta(T_s - T_\alpha)\delta^2 L^2}{\mu^2}$$

$$G_r = \frac{9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 3.3372 * 10^{-3} (28 - 25)^\circ\text{C} (1.1790 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3})^2 0.55^3}{1.9795 \times 10^{-5} \text{ Kg/m. s}^2}$$

$$G_r = 5.79 * 10^7$$

$$G_r * Pr = 4.0998 * 10^7$$

$$\log_{10} G_r * Pr = 7.61$$

Los valores de Nusselt se leen en la curva de la página 200 del libro de Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos de Batty.

$N_u = \text{Número de Nussel}$

$$\log_{10} N_u = 1.70$$

<sup>11</sup> BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Fórmula de número de Grasoft. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 191.

$$N_u = 50.11$$

$$N_u = \frac{h * L}{K}^{12}$$

**Donde:**

$N_u$  = Número de Nussel

$h$  = Coeficiente de transferencia de calor

$L$  = Longitud

$K$  = Propiedades del aire

$$h = \frac{N_u * K}{L}$$

$$h = \frac{50.11 \quad 0.02621 \text{ W/m. } ^\circ\text{C}}{0.55\text{m}}$$

$$h = 2.38\text{W/m}^2^\circ\text{C}$$

❖ **Área de paredes frontal y posterior**

$$A = b \quad a$$

**Donde:**

$A$  = área

$b$  = base

$a$  = altura

$$A = (0.55\text{m} \times 0.665 \text{ m}) \times 2$$

$$A = 0.7315\text{m}^2$$

❖ **Calor de las paredes frontal y posterior**

$$Q_1 = h \quad A \quad T$$

---

<sup>12</sup>BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Fórmula número de Nusselt. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 192.

$$Q_1 = 2.38 \text{ W/m}^2\text{°C} \cdot 0.7315 \text{ m}^2 \cdot (28 - 25)$$

$$Q_1 = 5.22 \text{ W}$$

#### 4.2.1.2 Cálculo del calor de paredes verticales

**Datos:**

$$T_s = 27^\circ\text{C}$$

$$T_c = 25^\circ\text{C}$$

$$L = 0.48 \text{ m}$$

$$T_f = \frac{(T_s + T_c)}{2}$$

**Donde:**

$T_s$  = Temperatura de la superficie

$T_c$  = Temperatura de la corriente de aire

$L$  = Longitud

$$T_f = \frac{(27 + 25)}{2}$$

$$T_f = 26 + 273.15 = 299.15^\circ\text{K}$$

❖ **Coefficiente isobárico**

$$= \frac{1}{T}$$

**Donde:**

$\beta$  = Coeficiente isobárico

$$\begin{aligned}
 T &= \text{Temperatura} \\
 &= \frac{1}{299.15^\circ\text{K}} \\
 &= 3.34 \cdot 10^{-3}
 \end{aligned}$$

Lecturas tomadas a 299.15°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.

$$G_r = \frac{g\beta(T_s - T_\alpha)\delta^2 L^2}{\mu^2}^{13}$$

**Donde:**

$g$  = Gravedad

= Coeficiente isobárico de expansión

$T_s$  = Temperatura de la superficie

$T_\alpha$  = Temperatura de la corriente de aire

= Densidad

$L$  = Longitud de la pared

= Viscosidad

$g = 9.8 \text{ m/s}^2$

$K = 0.02617 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$

$\mu = 1.9746 \times 10^{-5} \text{ Kg/m}\cdot\text{s}$

=  $1.1814^\circ\text{Kg/m}^3$

$Pr = 0.708$

$$\begin{aligned}
 G_r &= \frac{g (T_s - T_\alpha) \delta^2 L^2}{\mu^2} \\
 G_r &= \frac{9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3.34 \cdot 10^{-3} (27 - 25)^\circ\text{C} (1.1814 \frac{\text{Kg}}{\text{m}\cdot\text{s}})^2 \cdot 0.48^3}{(1.9746 \times 10^{-5} \text{ Kg/m}\cdot\text{s})^2}
 \end{aligned}$$

$$G_r = 1.5916 \cdot 10^7$$

<sup>13</sup>BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Fórmula número de Grashof. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 191.

$$Gr \ Pr = 1.83 \cdot 10^7$$

$$\log_{10} Gr \ Pr = 7.26$$

Los valores de Nusselt se leen en la curva de la página 200 del libro de Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos de Batty.

$$N_u = \text{Número de Nussel}$$

$$\log_{10} N_u = 1.49$$

$$N_u = 30.90$$

$$N_u = \frac{h \ L}{K}$$

**Donde:**

$N_u$  = Número de Nussel

$h$  = Coeficiente de transferencia de calor

$L$  = Longitud

$K$  = Propiedades del aire

$$h = \frac{N_u \ K}{L}$$

$$h = \frac{30.90 \cdot 0.02617 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}}{0.48\text{m}}$$

$$h = 1.68 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

❖ **Área de las paredes frontal y posterior del secador**

$$A = b \cdot a$$

**Donde:**

A= área

b = base

a = altura

A =b x a

A = (0.48m x 0.665 m) x 2

A= 0.6348m<sup>2</sup>

❖ **Calor de las paredes verticales**

$Q_2 = h \cdot A \cdot T$

$Q_2 = 1.68 \text{ W/m}^2\text{°C} \cdot 0.6384\text{m}^2 \cdot (27 - 25)$

$Q_2 = 1.88 \text{ W}$

#### 4.2.1.3 Cálculo del calor de las paredes horizontales

**Datos:**

$T_s = 27^\circ\text{C}$

$T_c = 25^\circ\text{C}$

L = 0.55 m

$$T_f = \frac{(T_s + T_c)}{2}$$

**Donde:**

$T_s$  = Temperatura de la superficie

$T_c$  = Temperatura de la corriente de aire

L = Longitud

$$T_f = \frac{(27 + 25)}{2}$$

$$T_f = 26 + 273.15 = 299.15^\circ\text{K}$$

❖ **Coefficiente isobárico**

$$\beta = \frac{1}{T}$$

**Donde:**

$\beta$  = Coeficiente isobárico

T = Temperatura

$$\beta = \frac{1}{299.15^\circ\text{K}}$$

$$\beta = 3.34 \cdot 10^{-3}$$

Lecturas tomadas a 299.15°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.

$$G_r = \frac{g\beta(T_s - T_\alpha)\delta^2 L^2}{\mu^2}$$

**Donde:**

g = Gravedad

= Coeficiente isobárico de expansión

$T_s$  = Temperatura de la superficie

$T_\alpha$  = Temperatura de la corriente de aire

= Densidad

L = Longitud de la pared

= Viscosidad



$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$K = 0.02617 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\mu = 1.9746 \times 10^{-5} \text{ Kg/m} \cdot \text{s}$$

$$= 1.1814 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Pr} = 0.708$$

$$G_r = \frac{g (T_s - T_\alpha) \rho L^3}{\mu^2}$$

$$G_r = \frac{9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3.34 \cdot 10^{-3} (27 - 25)^\circ\text{C} (1.1814 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3})^2 0.55^3}{(1.9746 \times 10^{-5} \text{ Kg/m} \cdot \text{s})^2}$$

$$G_r = 3.8987 \cdot 10^7$$

$$G_r \cdot \text{Pr} = 2.73 \cdot 10^7$$

$$\log_{10} G_r \cdot \text{Pr} = 7.44$$

Los valores de Nusselt se leen en la curva de la página 200 del libro de Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos de Batty.

$$N_u = \text{Número de Nusselt}$$

$$\log_{10} N_u = 1.6$$

$$N_u = 39.81$$

$$N_u = \frac{h \cdot L}{K}$$

**Donde:**

$$N_u = \text{Número de Nusselt}$$

$h$  = Coeficiente de transferencia de calor

$L$  = Longitud

$K$  = Propiedades del aire

$$h = \frac{N_u \cdot K}{L}$$

$$h = \frac{39.81 \cdot 0.02617 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}}{0.55 \text{ m}}$$

$$h = 1.89 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

❖ **Área de las paredes horizontales**

$$A = b \cdot a$$

**Donde:**

A= área

b = base

a = altura

$$A = b \times a$$

$$A = (0.55\text{m} \times 0.48 \text{ m}) \times 2$$

$$A = 0.528\text{m}^2$$

❖ **Calor de las paredes horizontales**

$$Q_3 = h \cdot A \cdot T$$

$$Q_3 = 2.7535\text{W/m}^2\text{°C} \cdot 0.528\text{m}^2 \cdot (27 - 25)$$

$$Q_3 = 1.995\text{W}$$

**4.2.1.4 Cálculo de la cantidad de energía que ingresa al secador**

**Datos:**

$$\text{Vol.} = 110\text{vol}$$

$$\text{Amp} = 9 \text{ amp}$$

$$\text{Tiempo con energía} = 3 \text{ horas} = 10800 \text{ segundos}$$

$$\text{Eficiencia del secador} = 80\%$$

$$Q_5 = \text{vol} \cdot \text{amp}$$

$$Q_5 = (110 \cdot 9)\text{W}$$

$$Q_5 = (990 \text{ W}) + 20\%$$

$$Q_5 = 1188 \text{ W}$$

#### 4.2.1.5 Cálculo del calor práctico del producto

##### Balance general

$$Q_5 = Q_1 - Q_2 - Q_3 - Q_4$$

$$1188 = 5.22 \text{ W} + 1.88 \text{ W} + 1.995 \text{ W} + Q_4$$

$$Q_4 = 1188 \text{ W} - 5.22 \text{ W} - 1.88 \text{ W} - 1.995 \text{ W}$$

$$Q_4 = 1178.90 \text{ W}$$

#### 4.2.1.6 Cálculo del calor teórico del producto

##### ❖ Calor específico de la harina de nacedero

##### Datos:

$$\% \text{ Humedad} = 8 \%$$

$$\% \text{ sólidos} = 92 \%$$

$$C_{p\text{agua}} = 4.19 \text{ KJ} / \text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$C_{p\text{Sólido}} = 1.38 \text{ KJ} / \text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

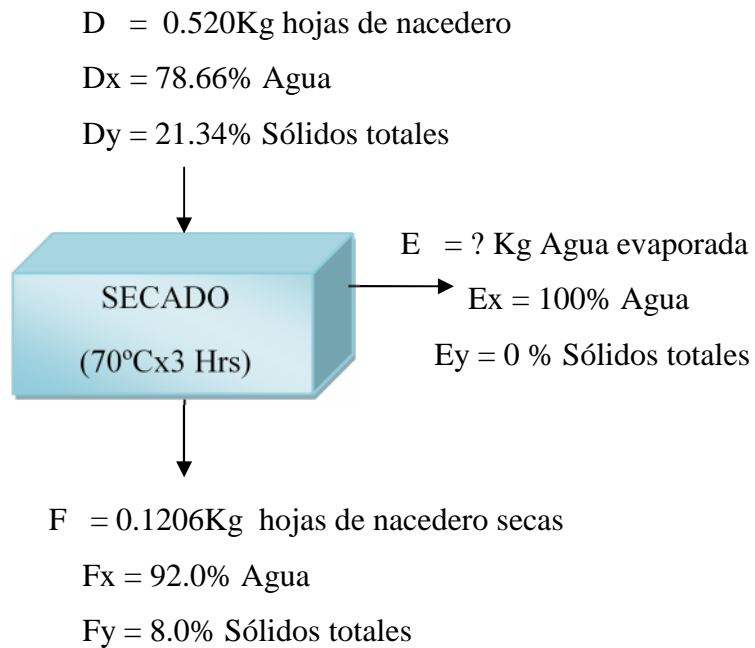
$$C_{p\text{harina}} = \frac{M_{H_2O}}{M} C_{pH_2O} + \frac{M_{\text{sólido}}}{M} C_{p\text{Sólido}}^{14}$$

$$C_{p\text{harina}} = \frac{8.00}{100} 4.19 \text{ KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C} + \frac{92.00}{100} 1.38 \text{ KJ} / \text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$C_{p\text{harina}} = 1.6048 \text{ KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$C = 0.520 \text{ Kg hojas de nacedero}$$

<sup>14</sup> BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Fórmula de Calor específico de los productos alimentarios. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 104.



### Balance general

$$D = E + F$$

$$E = D - F$$

$$D = 0.520\text{Kg} - 0.1206\text{Kg}$$

$$D = 0.3994\text{Kg agua}$$

Se tomaron datos se las propiedades del vapor saturado: Tabla de temperatura T (45°C)

### Datos:

$$M = 0.1206\text{Kg} / 3\text{h} = 0.0402\text{Kg/h}$$

$$C_p \text{ Hna. Nacedero} = 1.6048\text{KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$T = 64^\circ\text{C}$$

❖ **Calor sensible**

$$Q_s = m \cdot C_p \cdot \Delta T^{15}$$

$$Q_s = 0.0402 \text{ Kg/h} \cdot 1.6048 \text{ KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot (70 - 25) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 2.9031 \frac{\text{KJ}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 0.000806 \text{ KW} \cdot \frac{1000 \text{ W}}{1 \text{ KW}}$$

$$Q_s = 0.806$$

❖ **Calor latente**

$$M_{\text{agua}} = 0.3994 \text{ Kg/3 h} = 0.1331 \text{ kg/h}$$

$$C_{p_{\text{harina}}} = 1.6883 \text{ KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$h_{fg_{70}} = 2333.85 \text{ KJ/Kg}$$

$$Q_l = M_{\text{agua}} \cdot h_{fg_{70}}^{16}$$

$$Q_l = 0.1331 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \cdot 2333.85 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$Q_l = 310.64 \frac{\text{KJ}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 0.0863 \text{ KW} \cdot \frac{1000 \text{ W}}{1 \text{ KW}}$$

$$Q_l = 86.30 \text{ W}$$

❖ **Calor total teórico del producto**

$$Q_T = (Q_s + Q_l) + 20\%$$

$$Q_T = (0.806 + 86.30) \text{ W} + 20\%$$

$$Q_T = 87.11 \text{ W} + 20\%$$

<sup>15</sup>BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Calor sensible. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 192.

<sup>16</sup>BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Calor latente. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 192.

$$Q_T = 104.53 \text{ W}$$

#### 4.3.1.7 Porcentaje de eficiencia del secador

$$\%E = \frac{\text{Calor teórico del producto}}{\text{calor práctico del producto}} \cdot 100$$

$$\%E = \frac{104.53 \text{ W}}{1178.90 \text{ W}} \cdot 100$$

$$\%E = \mathbf{8.87\%}$$

#### 4.2.1.8 Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor a nivel de laboratorio

#### Área de la superficie de las bandejas utilizadas para secar

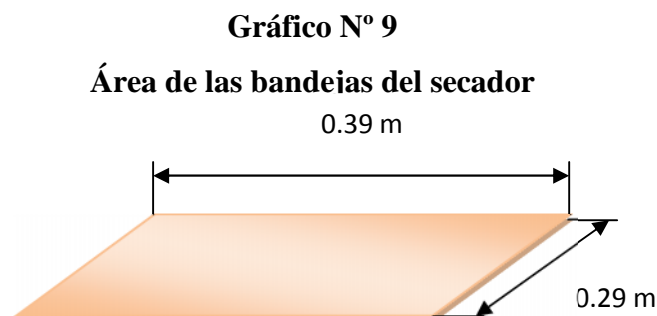
$$A = b \cdot h \text{ (Batty, 1990)}$$

**Donde:**

A = Área

b = Base

h = Altura



Elaborado por: Chamba Jorge /2011

$$A = (0.39 \cdot 0.29) \text{ m}$$

$$A = 0.0638 \text{ m}^2 \quad 3 \text{ bandejas}$$

$$A = 0.34 \text{ m}^2$$

$$Q = U A T$$

$$U = \frac{Q}{A T}$$

$$U = \frac{104.53 \text{ W}}{0.34 \text{ m}^2 \cdot 45}$$

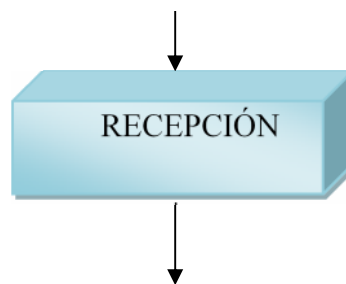
$$U = 6.83 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

### 4.3 Balance de materia a nivel piloto para la obtención de la harina de nacedero

Base de cálculo en el laboratorio 100kg de hoja de nacedero

Balance de recepción

A = 100Kg hojas de nacedero



B = ? Kg hojas de nacedero

Balance general

$$A = B$$

$$B = 100\text{Kg}$$

Balance parcial de agua

$$A(A_x) = B(B_x)$$

$$100\text{Kg} (0.7866) = 100\text{Kg} (B_x)$$

$$B_x = \frac{100\text{Kg}(0.7866)}{100\text{Kg}}$$

$$F_x = 0.7866 * 100$$

$$F_x = 78.66\%$$

### Balance parcial de sólidos totales

$$A(A_y) = B(B_y)$$

$$100\text{Kg} (0.2134) = 100\text{Kg} (B_y)$$

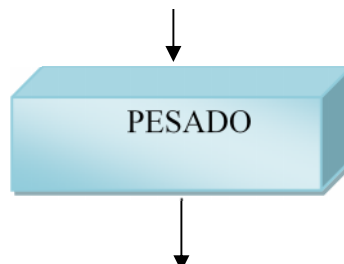
$$B_x = \frac{100\text{Kg}(0.2134)}{100\text{Kg}}$$

$$F_x = 0.2134 * 100$$

$$F_x = 21.34\%$$

### Balance de pesado

B = 100Kg hojas de nacedero



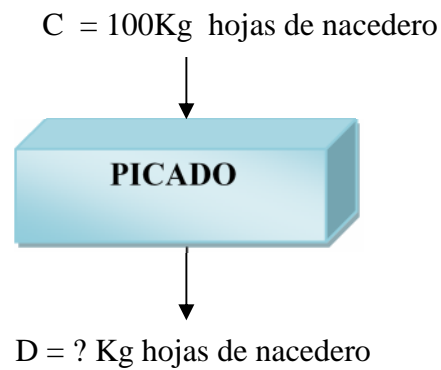
C = ? Kg hojas de nacedero

### Balance general

$$B = C$$

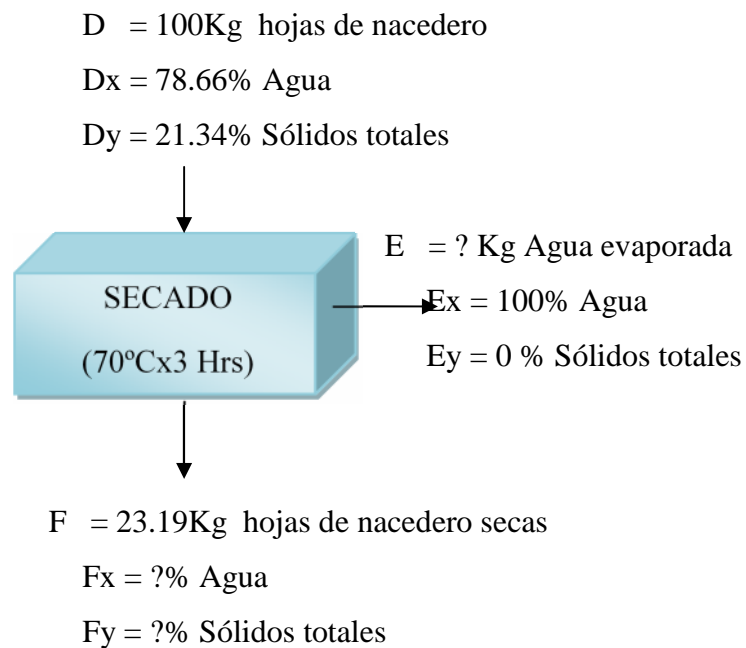
$$C = 100\text{Kg}$$



**Balance de picado****Balance general**

$$C = D$$

$$D = 100\text{Kg}$$

**Balance en secado****Balance general**

$$D = E + F$$

$$E = D - F$$

$$E = 100\text{Kg} - 23.19\text{Kg}$$

$$E = 76.81\text{Kg}$$

### Balance parcial de agua

$$D(D_x) = E(E_x) + F(F_x)$$

$$100\text{Kg} (0.7866) = 74.57\text{Kg} (1) + 25.43\text{Kg} (F_x)$$

$$F_x = \frac{100\text{Kg}(0.7866) - 76.81\text{Kg}(1)}{23.19\text{Kg}}$$

$$F_x = 0.0797 * 100$$

$$F_x = 8 \%$$

### Balance parcial de sólidos totales

$$D(D_y) = F(F_y)$$

$$100\text{Kg} (0.7866) = 23.19\text{Kg} (F_y)$$

$$F_y = \frac{100\text{Kg}(0.2134)}{23.19\text{Kg}}$$

$$F_y = 0.9202 * 100$$

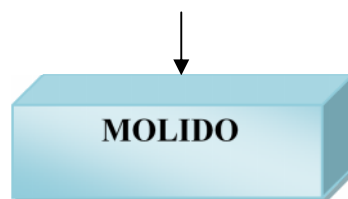
$$F_y = 92\%$$

### Balance en molido

$F = 23.19\text{Kg}$  hojas de nacedero secas

$F_x = 8\%$  Agua

$F_y = 92\%$  Sólidos totales



$G = ?\text{Kg}$  harina de nacedero

$G_x = 8\%$  Agua

$G_y = 92\%$  Sólidos totales

**Balance general**

$$F = G$$

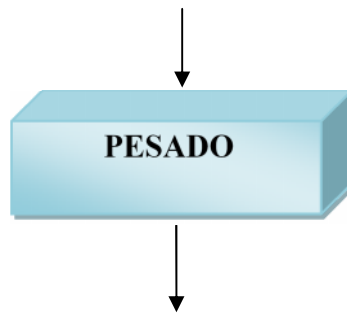
$$G = 23.19\text{Kg}$$

**Balance en Pesado**

$G = 23.19\text{Kg}$  hojas de nacedero secas

$G_x = 8\%$  Agua

$G_y = 92\%$  Sólidos totales



$H = ?\text{Kg}$  harina de nacedero

$H_x = 8\%$  Agua

$H_y = 92\%$  Sólidos totales

**Balance general**

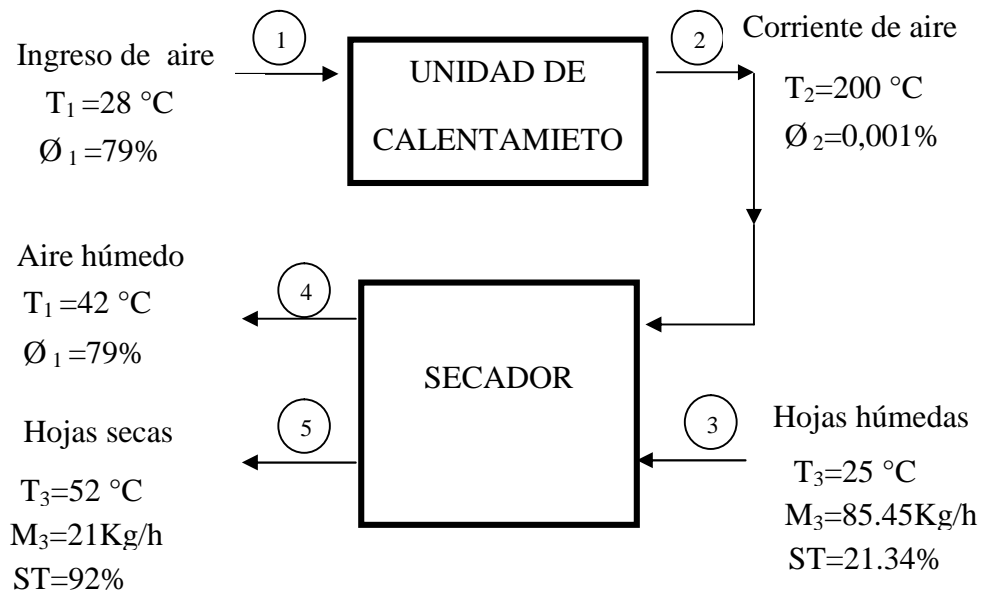
$$G = H$$

$$H = 23.19\text{Kg}$$

#### 4.4 Balance de energía a nivel piloto para la obtención de la harina de nacedero

Gráfico N° 10

#### Esquema del equipo de secado a nivel piloto



#### Balance general del proceso

$$M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

#### Balance de masa de agua que entra y que sale:

$$M_{2,2} + M_3 = M_{4,4} + M_5$$

$$4 = 2 + \frac{M_3 - M_5}{M_2}$$

#### Fórmula de la humedad absoluta

$$1 = 2$$

$$w_1 = 0,622 \frac{\phi P_g}{(P - \phi P_g)}^{17}$$

$$w_1 = 0,622 \frac{0,78(3,169)}{101 - (0,78 \cdot 3,169)}$$

**$w_1 = 0,0156 \text{Kg de vapor / Kg de aire seco}$**

$$w_1 = w_2$$

**$w_2 = 0,0156 \text{Kg de vapor / Kg de aire seco}$**

$$w_4 = 0,622 \frac{\phi P_g}{(P - \phi P_g)}$$

$$w_4 = 0,622 \frac{0,60(8,267)}{101 - (0,60 \cdot 8,267)}$$

**$w_4 = 0,0321 \text{Kg de vapor / Kg de aire seco}$**

### **Volvemos a la formula general del balance**

$$M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

$$M_4 = M_2 + 85,45 - 21$$

$$\mathbf{M_4 = M_2 + 64,45}$$

### **Balance de agua que entra y sale del sistema**

$$M_{2\text{ agua}} + M_3 = M_{4\text{ agua}} + M_5$$

$$M_2 \cdot 0,0156 + 85,45(0,7866) = M_4 \cdot 0,0321 + 21(0,08)$$

$$M_2 \cdot 0,0156 + 67,21 = (M_2 + 64,45) \cdot 0,0321 + 1,68$$

$$M_2 \cdot 0,0156 + 67,21 = M_2 \cdot 0,0321 + 2,07 + 1,68$$

$$67,21 - 2,07 - 1,68 = M_2 \cdot 0,0321 - M_2 \cdot 0,0156$$

<sup>17</sup>BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Fórmula para el cálculo de la humedad absoluta. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 134.

$$M_2 = \frac{63,46}{0,0165}$$

$$M_2 = 3845,45$$

$$M_4 = M_2 + 64,45$$

$$M_4 = 3910,51 \text{ Kg/h}$$

### Fórmula para el balance de energía del sistema del secador.

$$Q = M_{pe} C_{pe} (T_{pe} - T_{pi}) + M_a [C_a (T_{ae} - T_{ai}) + a_i (h_{ve} - h_{vi})] + M_{evap.} (h_{ve} - h_{li}) + Q_{Perdido}^{18}$$

### En donde

$Q$  = transferencia de calor que se necesita.

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

$C_{pe}$  = calor específico del producto de 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.

$a_i$  = humedad absoluta del aire que entra al secador.

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

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

$M_{evap.}$  = velocidad de evaporación dentro del secador.

$H_{li}$  = entalpía del vapor de agua líquida en la entrada del producto.

$Q_{Perdido}$  = pérdida de calor a través de las paredes por fugas de aire.

<sup>18</sup>BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Fórmula para el cálculo de la temperatura media pelicular. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 192.

$$Q = M_{pe}C_{pe}(T_{pe} - T_{pi}) + M_a[C_a(T_{ae} - T_{ai}) + a_i(h_{ve} - h_{vi})] + M_{evap.}(h_{ve} - h_{li}) + Q_{Perdido}$$

Cp del nacedero (*Trichanthera gigantea*) = 1,6048KJ/Kg °C

$$Q = [21 \text{ Kg/h} * 1,6048\text{KJ/Kg } ^\circ\text{C} (52 - 25) ^\circ\text{C}] + \{3846,06\text{Kh}_{aire}/\text{h}[1,0067\text{KJ/Kg}(42 - 25) ^\circ\text{C} + 0,0156\text{Kg}_{H2O}/\text{Kg}_{gas}(2577,86 - 2547,2) \text{ KJ/Kg}]\} + [64.45(2577,86 - 104,89) \text{ KJ/Kg}] + 30\%$$

$$Q = (909,92 + 65821,55 + 159382,91) \text{ KJ/h}$$

$$Q = 226114,38 \text{ KJ/h} + 30\%$$

$$Q = 293948,69 \text{ KJ/h}$$

$$M \text{ combustible} = \frac{293948,69 \text{ KJ/h}}{(48 \times 10^3 \text{ KJ/Kg})(0.7)}$$

M comb = 8,74 Kg de gas/h \* 4 horas

M comb = 34,96 Kg de gas por jornada

$$\text{Costos} = 34,96 \text{ Kg} \frac{2,25}{15\text{Kg}}$$

Costos = 5.24 por jornada

Costos x Kg = 0.06\$/Kg de hojas de nacedero.

### Calor teórico del producto

#### ❖ Calor sensible

$$Q_s = m C_p \Delta T$$

$$Q_s = 21\text{Kg/h} \cdot 1,6048\text{KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C} (200 - 25) ^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 5897.64\text{KJ/h}$$

❖ **Calor latente**

$$Q_L = m \ Hfg$$

$$Q_L = 64,45\text{Kg/h} \ Hfg$$

$$Q_L = 64,45\text{Kg/h} * 1940,7\text{KJ/Kg}$$

$$Q_L = 125078,11\text{KJ/h}$$

❖ **Calor total teórico del producto**

$$Q_T = (Q_s + Q_l) + 30\%$$

$$Q_T = (5897,64 * 125078,11)\text{KJ/h} + 30\%$$

$$Q_T = (130975,75) \text{KJ/h} + 30\%$$

$$Q_T = 170268,47 \text{KJ/h}$$

**Calor de combustión del gas**

50% butano / 50% propano

$$C = 48000 \text{KJ/Kg} * 1000/\text{KJ}$$

$$C = 48x 10^3 \text{KJ/Kg}$$

$$M \text{ combustible} = \frac{170268,47 \text{KJ/h}}{(48x10^3\text{KJ/Kg})(0.7)}$$

$$M \text{ comb} = 5.06 \text{Kg de gas/h} * 4 \text{ horas}$$

$$M \text{ comb} = 20.24 \text{Kg de gas por jornada}$$

$$\text{Costos} = 20.24 \text{Kg} \frac{2,25}{15\text{Kg}}$$

$$\text{Costos} = \$3,04 \text{ por jornada}$$



❖ **Eficiencia del secador**

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Q teórico del producto}}{\text{Q práctico de producto}} \times 100$$

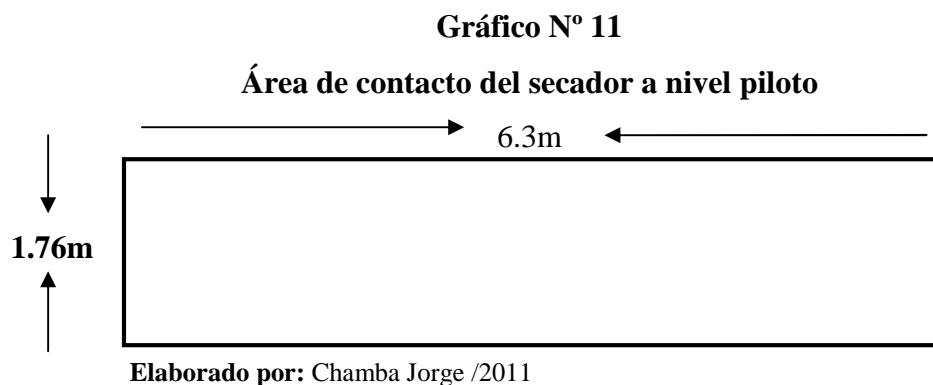
$$\text{Eficiencia} = \frac{170268,47 \text{ KJ/h}}{293948,69 \text{ KJ/h}} \times 100$$

$$\text{Eficiencia} = 57.93\%$$

❖ **Cálculo del coeficiente de transferencia de calor**

**Área de contacto del secador**

Descomponiendo el cilindro se tendrá una figura rectangular



$$A = b * h$$

$$A = (6.3 * 1.76) \text{ m}$$

$$A = 11\text{mA de las aspás} = b * l$$

$$A_{\text{asp}} = (0.51 * 0.9) * 14\text{aspás}$$

$$A_{\text{asp}} = 1.89\text{m}^2$$

$$A_{\text{total}} = 12.89\text{m}^2$$

❖ **Calor en las superficies de las bandejas**

$$Q = U * A * T$$

$$U = \frac{Q}{A * T}$$

$$Q = 293948,69 \text{ KJ/h} * 0.277 \text{ W - h/ Kj}$$

$$Q = 81423,79\text{W}$$

$$U = \frac{81423,79\text{W}}{12.89\text{m}^2 * (200-25)^\circ\text{C}} \quad X \quad 100$$

$$U = 36.10\text{W/m}^2\text{°C}$$

En la página 20 – 46 de desecación de sólidos del libro del Ingeniero Químico de Jhon Perry, indica que los coeficientes de transmisión de calor para secadores que usan como fuente de calentamiento tubos de vapor de 30 a 85 W/m<sup>2</sup>°C

#### 4.4.1 Coeficiente global de transferencia de calor del intercambiador

$$Nu = C(R_{eD})^{n19}$$

$$R_{eD} = \frac{\rho * V * D}{\mu} \quad 20$$

#### Datos a 25°C

$$\mu = 1,983 \times 10^{-4} \text{ Kg/m s}$$

$$K = 0,02624 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$Pr = 0,708$$

<sup>19</sup>BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Fórmula para el número de Nusselt. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 195.

<sup>20</sup>BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Fórmula para el número de Reynolds. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 195.

$$= 1,1774 \text{Kg/m}^3$$

$$\mathbf{Re_D} = \frac{1,1774 \text{Kg/m}^3 * 25 \text{m/s} * 0,432 \text{m}}{1,983 \times 10^{-4} \text{Kg/m s}}$$

$$\mathbf{Re_D} = 638277,86$$

Según la tabla 12-1 de los coeficientes para convección forzada del libro de Batty en flujo normal para cilindros circulares tenemos.

$$\mathbf{C} = 0,024$$

$$\mathbf{n} = 0,805$$

$$\mathbf{Nu} = 0,024(638277,86)^{0,805}$$

$$\mathbf{Nu} = 1130,43$$

$$\mathbf{h} = \frac{\text{Nu} * K}{D}$$

$$\mathbf{h} = \frac{1130,43 * 0,02624 \text{W/m}^\circ\text{C}}{0,43}$$

$$\mathbf{h} = 68,98 \text{W/m}^2\text{C}$$

Por ser un intercambiador de calor en  $h = U$ . valor referencial para comprobar un valor práctico a partir de los siguiente datos.

$$\mathbf{Q} = h A T$$

$$h = U$$

$$\mathbf{Q} = U A T$$

$$\mathbf{Q} = 81423,79 \text{W}$$

$$\mathbf{A} = 4 \text{m}^2$$

$$T = 175^\circ\text{C}$$

$$U = \frac{Q}{A * T}$$

$$U = \frac{81423,79W}{4m^2 * 175^{\circ}C}$$

$$U = 116,32 \text{ W/m}^2\text{C}$$

#### ❖ Porcentaje de error

$$\% \text{ de error} = \frac{U \text{ práctico} - U \text{ teórico}}{U \text{ practico}}$$

$$\% \text{ de error} = \frac{116,32 \text{ W/m}^2\text{C} - 68,98\text{W/m}^2\text{C}}{116,32 \text{ W/m}^2\text{C}}$$

$$\% \text{ de error} = 40\%$$

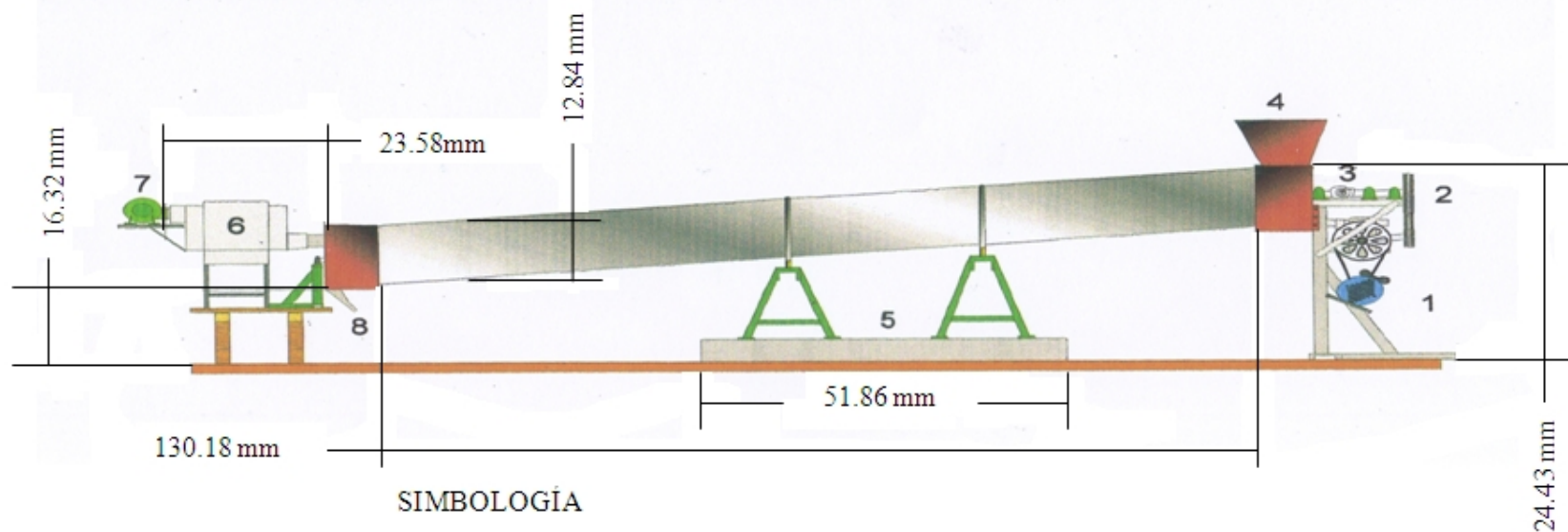
Es necesario hacer la siguiente relación para sustentar el U práctico encontrado en el equipo. En la tabla 12-4 orden de magnitudes de los coeficientes de calor por convección, de la pág. 207 del libro de Patty.

Para superficies expuestas a convección forzada de aire el U será el siguiente correspondientemente.

Velocidad – 3m/s                      15W/m<sup>2</sup>C

Velocidad – 15m/s                    50W/m<sup>2</sup>C

La velocidad fue de 25m/s y realizando una extrapolación con estos datos el U debería ser de 79.16W/m<sup>2</sup>C, permitiéndonos de esta manera estar dentro de los rangos establecidos en los libros.



## SIMBOLOGÍA

- |                    |                           |
|--------------------|---------------------------|
| 1 MOTOR            | 5 SOPORTE DEL SECADOR     |
| 2 POLEAS           | 6 INTERCAMBIADOR DE CALOR |
| 3 BRIDA            | 7 FRAGUA                  |
| 4 TOLVA DE ENTRADA | 8 TOLVA DE DESACRGA       |

## UTE. SEDE SANTO DOMINGO

PROYECTO:

DIBUJO: CHAMBA JORGE

APROBADO: Ing. BURBANO

PERSPECTIVA DEL SECADOR

FECHA: 09/12/2011

ESCALA: 1:4

PLAN: 1:2

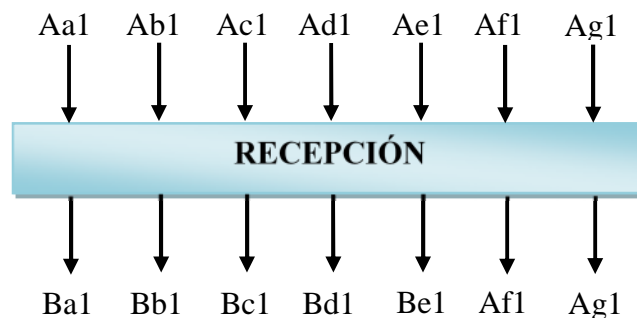
#### 4.5 Balance de materia a nivel de campo para la elaboración del suplemento alimenticio

Una vez determinada la mejor formulación del alimento balanceado, que en este caso fue la **Dieta 1**, se procedió hacer el balance de materia.

#### Base de cálculo 100kg de balanceado

#### Balance de recepción

$$\begin{array}{l}
 A = 100\text{Kg} \\
 \text{(Materias primas)}
 \end{array}
 \left\{
 \begin{array}{l}
 Aa1 = 0.40 * A \text{ Harina de nacedero} \\
 Ab1 = 0.13 * A \text{ Pasta de soya} \\
 Ac1 = 0.09 * A \text{ Maíz molido N° 04} \\
 Ad1 = 0.11 * A \text{ Afrecho de trigo} \\
 Ae1 = 0.09 * A \text{ Palmiste} \\
 Af1 = 0.07 * A \text{ Polvillo de arroz} \\
 Ag1 = 0.11 * A \text{ Cáscara de cacao}
 \end{array}
 \right.$$



$$\begin{array}{l}
 B = 100\text{Kg} \\
 \text{(Materias primas)}
 \end{array}
 \left\{
 \begin{array}{l}
 Ba1 = ? \text{Harina de nacedero} \\
 Bb1 = ? \text{Pasta de soya} \\
 Bc1 = ? \text{Maíz molido N° 04} \\
 Bd1 = ? \text{Afrecho de trigo} \\
 Be1 = ? \text{Palmiste} \\
 Bf1 = ? \text{Polvillo de arroz} \\
 Bg1 = ? \text{Cáscara de cacao}
 \end{array}
 \right.$$

**Balance general**

$$A = B$$

100Kg = 100Kg de materias primas

**Balance parcial de harina de nacedero**

$$A(Aa1) = B(Ba1)$$

$$100\text{Kg}(0.40 * 100\text{Kg}) = 100(Ba1)$$

$$Ba1 = \frac{100\text{Kg}(0.40 \quad 100\text{Kg})}{100\text{Kg}}$$

$$Ba1 = 40\text{Kg}$$

**Balance parcial de pasta de soya**

$$A(Ab1) = B(Bb1)$$

$$100\text{Kg}(0.13 * 100\text{Kg}) = 100(Bb1)$$

$$Bb1 = \frac{100\text{Kg}(0.13 \quad 100\text{Kg})}{100\text{Kg}}$$

$$Bb1 = 13\text{Kg}$$

**Balance parcial de maíz N° 04**

$$A(Ac1) = B(Bc1)$$

$$100\text{Kg}(0.09 * 100\text{Kg}) = 100(Bc1)$$

$$Bc1 = \frac{100\text{Kg}(0.09 \quad 100\text{Kg})}{100\text{Kg}}$$

$$Bc1 = 9\text{Kg}$$

**Balance parcial de afrecho de trigo**

$$A(Ad1) = B(Bd1)$$

$$100\text{Kg}(0.11 * 100\text{Kg}) = 100(Bd1)$$

$$Bd1 = \frac{100\text{Kg}(0.11 \quad 100\text{Kg})}{100\text{Kg}}$$

$$Bd1 = 11\text{Kg}$$

**Balance parcial de palmiste**

$$A(Ae1) = B(Be1)$$

$$100\text{Kg}(0.13 * 100\text{Kg}) = 100(Be1)$$

$$Be1 = \frac{100\text{Kg}(0.09 \quad 100\text{Kg})}{100\text{Kg}}$$

$$Be1 = 9\text{Kg}$$

**Balance parcial de polvillo de arroz**

$$A(Af1) = B(Bf1)$$

$$100\text{Kg}(0.07 * 100\text{Kg}) = 100(Bf1)$$

$$Bf1 = \frac{100\text{Kg}(0.07 \quad 100\text{Kg})}{100\text{Kg}}$$

$$Bf1 = 7\text{Kg}$$

### Balance parcial de cáscara de cacao

$$A(Ag1) = B(Bg1)$$

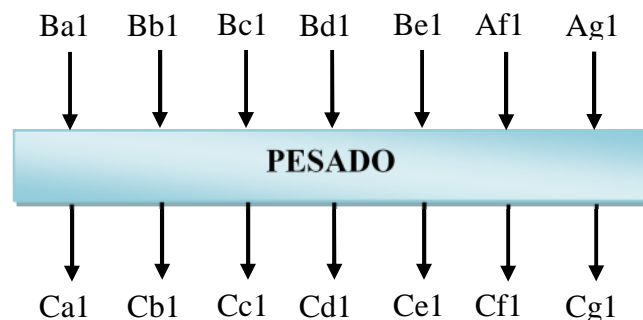
$$100\text{Kg}(0.11 * 100\text{Kg}) = 100(Bg1)$$

$$Bg1 = \frac{100\text{Kg}(0.11 * 100\text{Kg})}{100\text{Kg}}$$

$$Bg1 = 11\text{Kg}$$

### Balance en pesado

$$\begin{array}{l}
 B = 100\text{Kg} \\
 \text{(Materias primas)}
 \end{array}
 \left\{
 \begin{array}{l}
 Ba1 = 0.40 * B \text{ Harina de nacedero} \\
 Bb1 = 0.13 * B \text{ Pasta de soya} \\
 Bc1 = 0.09 * B \text{ Maíz molido N° 04} \\
 Bd1 = 0.11 * B \text{ Afrecho de trigo} \\
 Be1 = 0.09 * B \text{ Palmiste} \\
 Bf1 = 0.07 * B \text{ Polvillo de arroz} \\
 Bg1 = 0.11 * B \text{ Cáscara de cacao}
 \end{array}
 \right.$$



$$\begin{array}{l}
 C = 100\text{Kg} \\
 \text{(Materias primas)}
 \end{array}
 \left\{
 \begin{array}{l}
 Ca1 = ? \text{ Harina de nacedero} \\
 Cb1 = ? \text{ Pasta de soya} \\
 Cc1 = ? \text{ Maíz molido N° 04} \\
 Cd1 = ? \text{ Afrecho de trigo} \\
 Ce1 = ? \text{ Palmiste} \\
 Cf1 = ? \text{ Polvillo de arroz} \\
 Cg1 = ? \text{ Cáscara de cacao}
 \end{array}
 \right.$$



**Balance general**

$$B = C$$

100Kg = 100Kg de materias primas

**Balance parcial de harina de nacedero**

$$B(Ba1) = C(Ca1)$$

$$100\text{Kg}(0.40 * 100\text{Kg}) = 100(Ca1)$$

$$Ca1 = \frac{100\text{Kg}(0.40 \quad 100\text{Kg})}{100\text{Kg}}$$

$$Ca1 = 40\text{Kg}$$

**Balance parcial de pasta de soya**

$$B(Bb1) = C(Cb1)$$

$$100\text{Kg}(0.13 * 100\text{Kg}) = 100(Cb1)$$

$$Cb1 = \frac{100\text{Kg}(0.13 \quad 100\text{Kg})}{100\text{Kg}}$$

$$Cb1 = 13\text{Kg}$$

**Balance parcial de maíz N° 04**

$$B(Bc1) = C(Cc1)$$

$$100\text{Kg}(0.09 * 100\text{Kg}) = 100(Cc1)$$

$$Cc1 = \frac{100\text{Kg}(0.09 \quad 100\text{Kg})}{100\text{Kg}}$$

$$Cc1 = 9\text{Kg}$$

**Balance parcial de afrecho de trigo**

$$B(Bd1) = C(Cd1)$$

$$100\text{Kg}(0.11 * 100\text{Kg}) = 100(Cd1)$$

$$Cd1 = \frac{100\text{Kg}(0.11 \quad 100\text{Kg})}{100\text{Kg}}$$

$$Cd1 = 11\text{Kg}$$

**Balance parcial de palmiste**

$$B(Be1) = C(Ce1)$$

$$100\text{Kg}(0.13 * 100\text{Kg}) = 100(Ce1)$$

$$Ce1 = \frac{100\text{Kg}(0.09 \quad 100\text{Kg})}{100\text{Kg}}$$

$$Ce1 = 9\text{Kg}$$

**Balance parcial de polvillo de arroz**

$$B(Bf1) = C(Cf1)$$

$$100\text{Kg}(0.07 * 100\text{Kg}) = 100(Cf1)$$

$$Cf1 = \frac{100\text{Kg}(0.07 \quad 100\text{Kg})}{100\text{Kg}}$$

$$Cf1 = 7\text{Kg}$$

### Balance parcial de cáscara de cacao

$$B(Bg1) = C(Cg1)$$

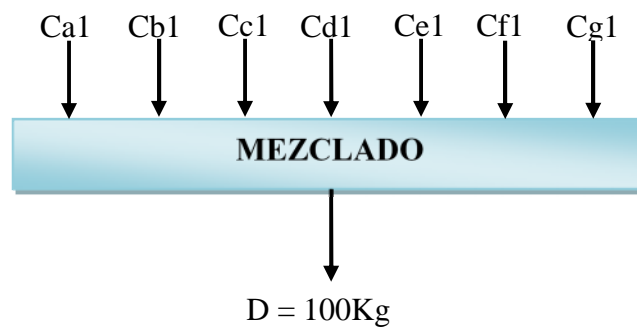
$$100\text{Kg}(0.11 * 100\text{Kg}) = 100(Cg1)$$

$$Cg1 = \frac{100\text{Kg}(0.11 * 100\text{Kg})}{100\text{Kg}}$$

$$Cg1 = 11\text{Kg}$$

### Balance en mezclado

$$\begin{array}{l}
 C = 100\text{Kg} \\
 \text{(Materias primas)}
 \end{array}
 \left\{
 \begin{array}{l}
 Ca1 = 0.40 * C \text{ Harina de nacedero} \\
 Cb1 = 0.13 * C \text{ Pasta de soya} \\
 Cc1 = 0.09 * C \text{ Maíz molido N° 04} \\
 Cd1 = 0.11 * C \text{ Afrecho de trigo} \\
 Ce1 = 0.09 * C \text{ Palmiste} \\
 Cf1 = 0.07 * C \text{ Polvillo de arroz} \\
 Cg1 = 0.11 * C \text{ Cáscara de cacao}
 \end{array}
 \right.$$



### Balance general

$$Ca1 + Cb1 + Cc1 + Cd1 + Ce1 + Cf1 + Cg1 = D$$

$$(40 + 13 + 9 + 11 + 9 + 7 + 11)\text{Kg} = 100\text{Kg de mezcla alimenticia}$$

**Balance parcial de agua**

$$Ca1(a1x)+Cb1(b1x)+Cc1(c1x)+Cd1(d1x)+Ce1(e1x)+Cf1(f1x)+Cg1(g1x)= D(dx)$$

$$40(0.08)+13(0.093)+9(0.1043)+11(0.0911)+9(0.0394)+7(0.0623)+11(0.0893) = 100(dx)$$

$$dx = \frac{(3.2 + 1.2 + 0.94 + 1 + 0.35 + 0.44 + 0.98)Kg}{100Kg}$$

$$dx = 0.0811 * 100$$

$$dx = 8.11\% \text{ agua}$$

**Balance parcial de sólidos totales**

$$Ca1(a1y)+Cb1(b1y)+Cc1(c1y)+Cd1(d1y)+Ce1(e1y)+Cf1(f1y)+Cg1(g1y)= D(dy)$$

$$40(0.92)+13(0.9017)+9(0.8957)+11(0.9089)+9(0.9656)+7(0.9377)+11(0.9107)=100(dy)$$

$$dy = \frac{(36.87 + 11.75 + 8.06 + 9.99 + 8.69 + 6.56 + 10.02)Kg}{100Kg}$$

$$dy = 0.9187 * 100$$

$$dy = 91.87\% \text{ sólidos totales}$$

**Balance parcial de proteína**

$$Ca1(a1p)+Cb1(b1p)+Cc1(c1p)+Cd1(d1p)+Ce1(e1p)+Cf1(f1p)+Cg1(g1p)= D(dp)$$

$$40(0.1981)+13(0.3649)+9(0.0502)+11(0.1176)+9(0.1376)+7(0.0467)+11(0.1115)=100$$

(dp)

$$dp = \frac{(7.92 + 4.47 + 0.45 + 1.29 + 1.24 + 0.33 + 1.23)Kg}{100Kg}$$

$$dp = 0.1720 * 100$$

$$dp = 17.2\% \text{ proteína}$$

**Balance parcial de grasa**

$$Ca1(a1g)+Cb1(b1g)+Cc1(c1g)+Cd1(d1g)+Ce1(e1g)+Cf1(f1g)+Cg1(g1g)= D(dg)$$

$$40(0.1042)+13(0.0209)+9(0.043)+11(0.0429)+9(0.0724)+7(0.0271)+11(0.0989)=100$$

(dg)

$$dg = \frac{(4.16 + 0.27 + 0.39 + 0.47 + 0.65 + 0.19 + 1.09)Kg}{100Kg}$$

$$dg = 0.0722 * 100$$

$$dg = 7.22\% \text{ grasa}$$

**Balance parcial de fibra**

$$Ca1(a1f)+Cb1(b1f)+Cc1(c1f)+Cd1(d1f)+Ce1(e1f)+Cf1(f1f)+Cg1(g1f)= D(df)$$

$$40(0.1224)+13(0.0415)+9(0.0197)+11(0.1306)+9(0.3107)+7(0.2792)+11(0.2239) = 100$$

(df)

$$df = \frac{(4.9 + 0.54 + 0.18 + 1.44 + 2.8 + 1.95 + 2.46)Kg}{100Kg}$$

$$df = 0.1427 * 100$$

$$df = 14.27\% \text{ fibra}$$

**Balance parcial de ceniza**

$$Ca1(a1c)+ Cb1(b1c)+ Cc1(c1c)+ Cd1(d1c)+ Ce1(e1c)+ Cf1(f1c) + Cg1(g1c)= D(dc)$$

$$40(0.1791)+13(0.0642)+9(0.0096)+11(0.0501)+9(0.0333)+7(0.1626)+11(0.0636)$$

$$=100(dc)$$

$$dc = \frac{(28.62 + 0.83 + 0.086 + 0.55 + 0.30 + 1.14 + 0.7)Kg}{100Kg}$$

$$dc = 0.3223 * 100$$

$$dc = 32.23\% \text{ ceniza}$$

### Balance parcial de energía

$$Ca1(a1e)+ Cb1(b1e)+ Cc1(c1e)+ Cd1(d1e)+ Ce1(e1e)+ Cf1(f1e) + Cg1(g1e)= D(de)$$

$$40(20.31)+13(22.30)+9(31.07)+11(36.10)+9(20.75)+7(30.00)+11(36.95) = 100(de)$$

$$de = \frac{(812.4 + 289.9 + 279.63 + 397.1 + 186.75 + 210 + 406.45) \text{Kg}}{100\text{Kg}}$$

$$de = 25.82 * 100$$

$$de = 2582 \text{ Kcal}$$

### Balance de almacenamiento

D = 100Kg de mezcla alimenticia

Dx = 8.11% Agua

Dy = 91.87% Sólidos totales



E = ?Kg harina de nacedero

Ex = % Agua

Ey = % Sólidos totales

### Balance general

$$D = E$$

$$E = 100 \text{ Kg de mezcla alimenticia}$$

**Balance parcial de agua**

$$D(D_x) = E(E_x)$$

$$100\text{Kg} (0.0811) = 100\text{Kg} (E_x)$$

$$E_x = \frac{100\text{Kg}(0.0811)}{100\text{Kg}}$$

$$E_x = 0.0811 * 100$$

$$E_x = 8.11\% \text{ agua}$$

**Balance parcial de sólidos totales**

$$D(D_y) = E(E_y)$$

$$100\text{Kg} (0.9187) = 100\text{Kg} (E_y)$$

$$E_y = \frac{100\text{Kg}(0.9187)}{100\text{Kg}}$$

$$E_y = 0.9187 * 100$$

$$E_y = 91.87\% \text{ sólidos totales}$$

#### 4.6 Curva de secado

**Cuadro N° 23**  
**Datos experimentales para la curva de secado (70° C)**

Tiempo (Hrs)	Muestra (Kg)	H <sub>2</sub> O Evaporada (kg)	H <sub>2</sub> O Total	XT Perdida de humedad (kg)	X Cantidad de humedad kg H <sub>2</sub> O /Kg m.s	Contenido de humedad media kg H <sub>2</sub> O/kg ms	velocidad kg H <sub>2</sub> O/hrm <sup>2</sup>
0,0	0,05428	0.00	0.00	0.037776			
0,30	0,04614	0,00814	0,00814	0,029636	1,795686		0,24012
1.0	0,03806	0,00808	0,01622	0,021556	1,306108	1,550897	0,23029
1.30	0,03062	0,00744	0,02366	0,014116	0,855308	1,080708	0,21947
2.0	0,02598	0,00464	0,0283	0,009476	0,574164	0,714736	0,13687
2.30	0,02224	0,00374	0,03204	0,005736	0,347552	0,460858	0,18437
3.0	0,01973	0,00251	0,03455	0,003226	0,195468	0,27151	0,07404
3.3	0,01842	0,00131	0,03586	0,001916	0,116093	0,155780	0,03864
4.00	0,01802	0,0004	0,03626	0,001516	0,091856	0,103974	0,01178
4.3	0,01795	0,00007	0,03633	0,001446	0,087615	0,089735	0,00204

Elaborado por: Chamba Jorge/2011

#### Datos y cálculos de laboratorio

Producto húmedo: 78.66%

Producto seco: 21.34 %

#### ❖ Peso inicial de agua

Peso inicial de H<sub>2</sub>O= Peso de H<sub>2</sub>O eliminada + Peso H<sub>2</sub>O de la masa seca

Peso de H<sub>2</sub>O eliminada = Peso muestra húmeda - Peso muestra seca

Peso de H<sub>2</sub>O eliminada = 0.05428 – 0.01795

Peso de H<sub>2</sub>O eliminada = 0.03633

#### ❖ **Peso de agua de la masa seca**

Peso H<sub>2</sub>O de masa seca = Peso de masa seca %H<sub>2</sub>O de masa seca

Peso H<sub>2</sub>O de masa seca = 0.01795 0.0806

Peso H<sub>2</sub>O de masa seca = 0.001446 Kg H<sub>2</sub>O

Peso inicial de H<sub>2</sub>O = Peso de H<sub>2</sub>O eliminada + Peso H<sub>2</sub>O de la masa seca

Peso inicial de H<sub>2</sub>O = 0.03633 + 0.001446

Peso inicial de H<sub>2</sub>O = 0.037776 Kg.

#### ❖ **Peso de la muestra seca**

Peso de la materia seca = peso del producto seco – peso del H<sub>2</sub>O del producto seco

Peso de la materia seca 0.01795 - 0.001446

Peso de la materia seca = 0.016504 Kg.

#### **Porcentaje de humedad inicial**

$$\% \text{ humedad inicial del producto} = \frac{\text{Peso inicial del H}_2\text{O}}{\text{Peso de la muestra húmeda}} \times 100$$

$$\% \text{ humedad inicial del producto} = \frac{0.037776 \text{ Kg.}}{0.05428 \text{ Kg}} \times 100$$

% humedad inicial del producto = 69.59 %

#### **Porcentaje de humedad final**

$$\% \text{ humedad final del producto} = \frac{\text{Peso inicial del H}_2\text{O}}{\text{Peso de la muestra húmeda}} \times 100$$



$$\% \text{ humedad final del producto} = \frac{0.001446\text{Kg}}{0.05428\text{Kg} - 0.03633\text{Kg}} \times 100$$

$$\% \text{ humedad final del producto} = 8.06\%$$

#### 4.6.1 Pérdida de humedad

$$XT = \text{Peso inicial de H}_2\text{O} - \text{Pérdida de humedad}$$

**Cuadro N° 24**  
**Pérdida de humedad (XT)**

Tiempo (Hrs)	Peso inicial del agua	Pérdida de humedad	Humedad total (Kg de agua)
0.0	0.037776	0	0.037776
0.50	0.037776	0.00814	0.029636
1.00	0.037776	0,01622	0.021556
1.50	0.037776	0,02366	0.014116
2.00	0.037776	0,0283	0.009476
2.50	0.037776	0.03204	0.005736
3.00	0.037776	0.03455	0.003226
3.50	0.037776	0.03586	0.001916
4.00	0.037776	0.03626	0.001516
4.50	0.037776	0.03633	0.001446

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

#### Contenido de humedad

$$\text{Contenido de humedad (X)} = \frac{\text{Humedad total XT}}{\text{Masa total seca}}$$

$$\text{Contenido de humedad (X)} = \frac{0.029636}{0.016504}$$

$$\text{Contenido de humedad (X)} = 1.795686 \text{ kg H}_2\text{O /Kg m s}$$

#### 4.6.2 Velocidad de secado

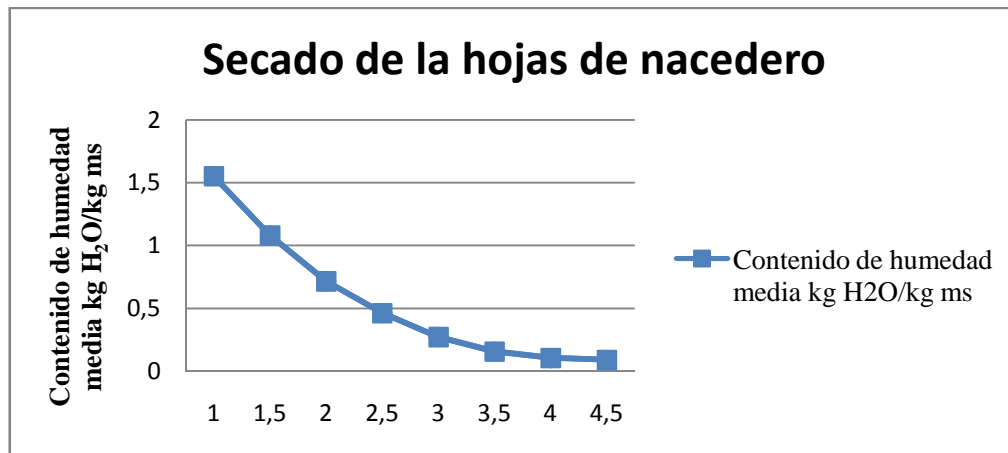
$$v = \frac{X_{T1} - X_{T2}}{\text{Tiempo}(hrs) \cdot A(m^2)}$$

**Cuadro N° 25**  
**Velocidad de secado**

Tiempo (hrs)	Fórmula	Velocidad de secado (KgH <sub>2</sub> O/hm <sup>2</sup> )
0,5	$v_1 = \frac{0.037776 - 0.029636}{0.3 \cdot 0.113}$	0.24012
1,0	$v_2 = \frac{0.029636 - 0.021556}{0.3 \cdot 0.113}$	0.23029
1,5	$v_3 = \frac{0.021556 - 0.014116}{0.3 \cdot 0.113}$	0.21947
2,0	$v_4 = \frac{0.014116 - 0.009476}{0.3 \cdot 0.113}$	0.13687
2,5	$v_5 = \frac{0.009476 - 0.005736}{0.3 \cdot 0.113}$	0.1103
3,0	$v_6 = \frac{0.005736 - 0.003226}{0.3 \cdot 0.113}$	0.07404
3,5	$v_7 = \frac{0.003226 - 0.001916}{0.3 \cdot 0.113}$	0.03864
4,0	$v_8 = \frac{0.001916 - 0.001516}{0.3 \cdot 0.113}$	0.01178
4,5	$v_9 = \frac{0.001516 - 0.001446}{0.3 \cdot 0.113}$	0.00204

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

Gráfico N° 12  
Curva del secado de la hojas de nacedero



Elaborado por: Chamba Jorge /2011

#### 4.6.3 Tiempo teórico de secado

$$\theta_1 = \int \frac{xf}{x^1} dx/dq$$

$$\theta_1 = \frac{S}{A} \frac{(x_1 - x_2)}{v}$$

$$\theta_1 = \frac{0.016504 \text{ kgmasaseca}}{0.113 \text{ m}^2} \frac{(1.795686 - 1.306108) \frac{\text{kgH}_2\text{O}}{\text{kgmasaseca}}}{0.24012 \frac{\text{kgH}_2\text{O}}{\text{hrsm}^2}}$$

$$\theta_1 = 0.3 \text{ hrs.}$$

$$\theta_2 = \frac{S}{A} \int \frac{xf}{x^1}$$

$$\theta_2 = \frac{0.016504 \text{ kgm. s}}{0.113 \text{ m}^2} (1.306108 - 0.087615) \frac{\text{kgH}_2\text{O}}{\text{kgm. seca}} \left( \frac{1}{0.30} + \frac{1}{0.30} \right)$$

$$\theta_2 = 4.75 \text{ hrs}$$

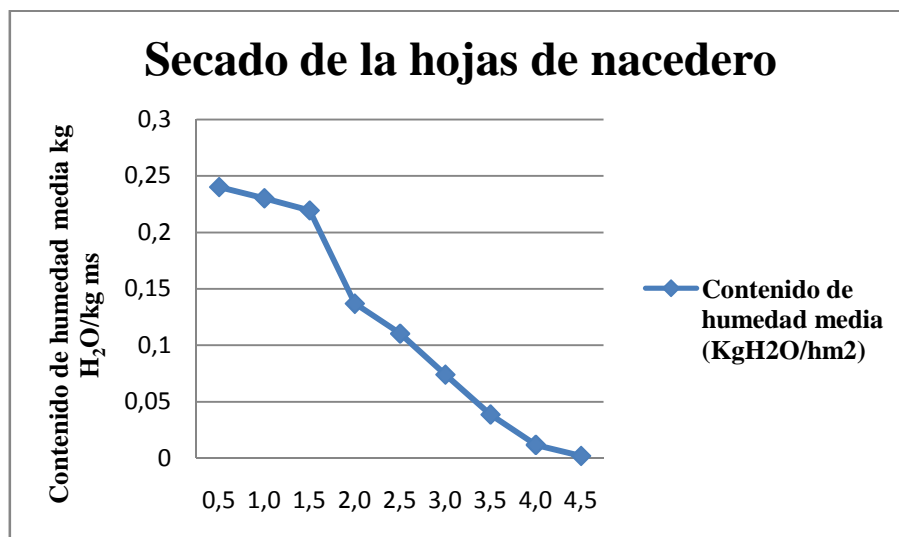
$$\theta_T = \theta_1 + \theta_2$$

$$\theta_T = (0.3 + 4.75) \text{ hrs}$$

$$\theta_T = 5.05 \text{ hrs}$$

Gráfico N° 13

## Velocidad del secado de las hojas de nacedero



Elaborado por: Chamba Jorge /2011

## 4.7 Rendimiento de la harina de nacedero

Cuadro N° 26

## Rendimiento de la harina de nacedero

RENDIMIENTO	
	Kg.
Total de harina de nacedero obtenida	23.19Kg
Total de materia prima	100Kg
$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{total harina de nacedero obtenida}}{\text{Total de materia prima}} \cdot 100$ $\% \text{ Rendimiento} = \frac{23.19}{100} \cdot 100$ $\% \text{ Rendimiento} = 23.19\%$	

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

## 4.8 Costos

Se calculó el costo de la elaboración de la harina de nacedero, del suplemento alimenticio y el consumo total de suministro balanceado para cada una de las dietas con las respectivas ganancias que produjeron durante los 30 días de alimentación.

### 4.8.1 Análisis de costo de la harina de nacedero

**Cuadro N° 27**

**Costos de producción de la harina de nacedero**

Cantidad de nacedero	\$/Kg	\$
200Kg	0,12	23,3
Costo de producción total		\$ 23,30
Costo de producción		\$ 2,33
Envase		\$0,50
15% utilidad		\$3,92
Precio venta		\$30,00
Precio del saco de 45Kg		\$6,75
Precio / Kg		\$0,30

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

El costo de la harina de nacedero es de 0.30 ctvs. de dólar por Kg. Considerando que para la alimentación de las 12 vacas en los 30 días se necesitó 200Kg de harina de nacedero.

### 4.8.2 Análisis de costos de la alimentación del ganado lechero

Los costos de la alimentación por animal durante la investigación de campo fueron de \$ 233.80, con un hato ganadero lechero de 12 vacas, en el cual se puede diferenciar los costos para cada una de las dietas.

**Cuadro N° 28**  
**Costos de alimentación del hato bovino lechero**

<b>ESTABLECIMIENTO:</b> Finca "Norma"			
<b>LOCALIDAD:</b> Santo Domingo de los Tsáchilas			
<b>ESPECIE:</b> Ganado lechero			
<b>FECHA:</b> Dic - Ene/ 2012			
<b>DETALLE DE LOS ANIMLES</b>			
Animales en estudio			16
Animales con balanceado			12
Testigo			4
Días de alimentación			30
Precio de venta litro de leche			0,35
<b>COSTOS</b>	<b>\$ / DÍA</b>	<b>\$ HATO / DIA</b>	<b>\$ / MENSUA</b>
K g Alimento Dieta 1	0,495	1,98	59,4
K g Alimento Dieta 2	0,45	1,8	54
K g Alimento Dieta 3	0,42	1,68	50,4
Mano obra/ día	0,16	2	60
Otros	0,03	0,3	10
<b>TOTAL</b>			<b>233,8</b>

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

#### 4.8.3 Análisis económico

Para obtener la utilidad generada durante el estudio, se realizó una comparación de los ingresos y egresos con meses anteriores. Logrando de esta manera un margen neto de ganancia de \$123.98

**Cuadro N° 29**  
**Margen neto de utilidad**

Precio venta litro		0,35 ctvs
<b>INGRESOS</b>	<b>\$</b>	<b>Difer./ ingreso</b>
Ingreso mensual Lt. Finca Oct-Nov	1144,5	
Ingreso mensual Lt. Finca Nov - Dic	1137,5	7
Ingreso mesual Lt. Finca Dic-Ene	1505,28	<b>367,78</b>
<b>EGRESOS</b>	<b>Oct-Nov</b>	<b>Nov-Dic</b>
Suplementación mensual (balanceado)	0	0
Suplementación mensual Vit-Min	5	5
Gastos mano obra	60	60
Otros	5	5
Total gastos	70	70
<b>Margen neto</b>		<b>123,98</b>

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

En el cuadro N° 30, se detallará las ganancias netas y los gastos que han generado cada una de las dietas durante el proceso de investigación.

**Cuadro N° 30**  
**Ganancias generadas en cada uno de los lotes**

<b>INGRESOS</b>	<b>Producción 1era</b>	<b>Producción 2da Quincena</b>	<b>Producción Total</b>	<b>Valor Litros</b>	<b>Total Ingresos</b>
Dieta 1	625,8	685,8	1311,6	0,35	459,06
Dieta 2	536,6	580,6	1117,2	0,35	391,02
Dieta 3	504,2	560,2	1064,4	0,35	372,54
Testigo	396,8	410,8	807,6	0,35	282,66
			<b>4300,8</b>		<b>1505,28</b>
<b>EGRESOS</b>	<b>Suplemento mensual</b>	<b>Suplemento Vit-M in</b>	<b>Gastos mano obra</b>	<b>Gastos varios</b>	<b>Total egresos</b>
Dieta 1	59,4	15	15	2,5	91,9
Dieta 2	54	15	15	2,5	86,5
Dieta 3	50,4	15	15	2,5	82,9
Testigo	0	0	15	2,5	17,5
				<b>Total</b>	<b>278,8</b>

Elaborado por: Chamba Jorge /2011

#### 4.9 Discusión

En el presente estudio el utilizar balanceado a base de nacedero (*Trichathera gigantea*), se logró un incremento significativo en producción de leche en ganado bovino lechero, obteniendo un promedio de 2.06 litros de leche/ diario durante la etapa investigativa a nivel de campo. Las características de calidad de la leche mejoró en cuanto a densidad, proteína y grasa con relación al testigo.

Según PACHECO Diana, en su trabajo investigativo “HARINA DE ALGARROBO MEDIANTE EL CONTROL DE TEMPERATURA DE SECADO COMO SUPLEMENTO ALIMENTICIO PARA LA DOSIFICACIÓN DE LA RACIÓN DEL GANADO LECHERO EN SANTO DOMINGO 2009”, realizado en la universidad Tecnológica Equinoccial logró incrementos similares en cuanto a producción de leche al utilizar las vainas de algarrobo para la elaboración de balanceado bovino lechero con un

promedio de 2.86 litros/día. También permitió mejorar las características de calidad de la leche (densidad, proteína y grasa).

En Colombia, la organización Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV), a fomentado la utilización del nacedero (*Trichanthjera gigantea*) como árbol forrajero y su combinación con pastos en el establecimiento de praderas para alimentación de ganado bovino lechero, también se han trabajado con ensayos en la alimentación de especies monogástricas., pero en todos estos ensayos se ha utilizado la biomasa de los arboles de nacedero (hojas verdes) y no como una materia prima en la elaboración de balanceados.

Por lo tanto, podemos decir que los arboles forrajeros no tradicionales en la alimentación de ganado bovino lechero permiten el incremento de producción de leche y mejoran la calidad de la misma tanto en proteína, grasa y densidad, factores importantes para indicar que son materias primas de excelente calidad para la alimentación diaria del ganado bovino y para la elaboración de balanceados.



## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- ❖ Se caracterizó la materia prima en hojas, tallos finos y tallos gruesos para diferenciar su composición nutricional, obteniendo los siguientes resultados, como se puede observar en el cuadro N° 17 de la pág. 40. Lo que permite que esta materia prima se la pueda utilizar en su totalidad en la alimentación bovina lechera.
- ❖ Se determinó que el mejor tratamiento para la obtención de la harina de nacedero (*Trichanthera gigantea*) es secar a 70°C por un tiempo de 3 horas, el cual se obtuvo aplicando un diseño experimental (A\*B) con tres repeticiones, basándose en los datos de proteína considerado el más relevante en esta investigación, el mismo que tiene diferencia altamente significativa al secar a diferentes temperaturas y tiempos, dando como resultado la mejor temperatura y tiempo de secado antes mencionada con un promedio 20.53 y 19.81% y un coeficiente de variación del 2.07%, reflejado un buen manejo del experimento en el laboratorio.
- ❖ Se determinó tres fórmulas de balanceado para obtener resultados más visibles en incremento de leche a nivel de campo, para lo cual se utilizó porcentajes de harina de nacedero en un 40%, 30%, 20% y de materia primas (Afrecho de trigo, pasta de soya, palmiste, polvillo de arroz, maíz N° 04 y cáscara de cacao) en un 60%. 70% y 80% respectivamente, logrando de esta manera un 100%. Tomando en cuentas que cada formulación tiene un 17% de proteína como componente nutricional principal.
- ❖ Se realizó la composición bromatológica del balanceado obteniendo un resultado de humedad 8.10%, proteína 17.20%, grasa 7.21%, fibra 14.26%, ceniza 11.28% y en

minerales el calcio 4.42%, fósforo 0.36% y magnesio 3.95%, dando un balanceado excelente para alimentación bovina lechera.

- ❖ Se determinó que la mejor dieta alimenticia para esta investigación es a 40% de harina de nacedero y 60% de materia primas, el cual se obtuvo aplicando un diseño experimental DCA con 4 repeticiones basándose en los resultados de producción de leche diarios, el mismo que se observa alta significación estadística al utilizar diferentes porcentajes de harina de nacedero y materias primas, dando como resultado la mejor dieta alimenticia antes mencionada con un promedio de 2.06 litros de incremento de leche.
- ❖ La alimentación del ganado con el suplemento alimenticio a base de harina de nacedero (*Trichanthera gigantea*), ha logrado que la densidad aumente e igual que los porcentajes de grasa y proteína en relación al testigo.
- ❖ En relación a conversión de alimento/ litro leche ganado fue de 2:1, es decir, por cada 1 Kg de balanceado consumido, se logro aumentar 1 litro de leche, con la suplementación de la Dieta 1.

## 5.2 Recomendaciones

- ❖ Se recomienda que la materia prima a utilizar cumpla con las condiciones de procesamiento y esté libre de cualquier sustancia tóxica antes de ingresar al proceso que puedan afectar en la alimentación animal.
- ❖ Para una mejor optimización del secador se recomienda picar las hojas y así acelerar el secado permitiendo una homogeneidad en el mismo, más rápida y eficaz.
- ❖ Es de vital importancia que antes de dar un concentrado alimenticio, desparasitar y suministra complejos vitamínicos a los animales, para garantizar que los nutrientes aportados por el concentrado cumplan sus fines específicos (incremento de leche).
- ❖ Para conservar y preservar las propiedades nutricionales iniciales del producto terminado, se debe adecuar un lugar que cumpla con las condiciones necesarias y ya establecidas para un óptimo almacenamiento.
- ❖ Se recomienda elaborar registros que permitan llevar un control de la producción diaria de los litros de leche y de la suplementación balanceada por cada animal, lo que permitirá obtener cálculos fácilmente.

## BIBLIOGRAFÍAS

1. BADGER y BANCHERO (1964). Introducción a la Ingeniería Química, Editorial Mc Graw –Hill. México.
2. BATTY, J.C, FALJMAN, S. (1990). Fundamentos de la ingeniería de alimentos. Primera Edición, Compañía Editorial Continental, S.A., México.
3. DESROSIER, Norman (1997). Conservación de alimentos. Editorial Continental, SA. DE CV. México.
4. DIGGINS, Ronal, BUNGY, Clarence. Vacas lecheray sus derivados. Editorial Continental. México.
5. DIGGINS, Ronal; BUNDY, Clarence; CHISTENSEN, Virgil. Vacas, lecheras y sus derivados. CECSA, Editorial Continental, México.
6. DIOS, C. Alberto.(1996)[<http://www.fao.org/docrep/X5028S/X5028S00.htm>], Secado de granos y secadoras .
7. DISLOQUE. Biblioteca del Campo, Granja integral autosuficiente. Tercera edición, 1994.
8. DURAN, Flipe. Granja integral. Cultivo de pastos y forrajes. Editores Grupo Latino. 2009
9. DURÁN, R. Felipe (2004). Volvamos al campo, Manual ganadero actual. Editorial Grupo Latino LTDA. Tomo I. Colombia.

10. EARLE, R. L.(1998). Ingeniería de alimentos. Zaragoza – España: Acribia, S.A
11. Enciclopedia Agropecuaria Terranova, Producción agrícola 1, Editores Terranova.
12. LOMAS, Esteban María del Carmen (2002). Introducción al cálculo de los procesos tecnológicos se los alimentos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza (España).
13. LOOR, Roque. Dieta alimenticia seca a base de maralfalfa para mejorar la producción de ganado bovino de carne en etapa de engorde en la hacienda “Río Muchacho” 2006.
14. Manual de Análisis de Alimentos, de “Laboratorio de Química”. Universidad Tecnológica Equinoccial. Santo Domingo de los Tsáchilas.
15. Normas INEN para control de Harinas.
16. PARDO, Nelson (2007). Manual de nutrición animal. Grupo Latino Editores, Bogotá
17. PACHECO, Diana. Harina de algarroba mediante control de temperatura de secado como suplemento alimenticio para la dosificación de la ración del ganado lechero en Santo Domingo 2009.
18. PERRY, Robert (1992). Manual del Ingeniero Químico. Editorial Mc.Granw-Hill. Tomo VI. México.
19. PERRY, Robert (1992). Manual del Ingeniero Químico. Editorial Mc.Granw-Hill. Tomo V. México.

20. RÍOS, Clara (2001). Guía para el cultivo y aprovechamiento del nacedero, naranjillo o naranjito. Convenio Adres Bello.
21. SÁNCHEZ, Cristian (2003). Cría y mejoramiento del ganado bovino lechero, Colección granjas y negocios. Lima
22. SANCHÉZ, Julio (2006). Introducción al diseño experimental. QualityPaint, Quito- Ecuador.
23. TRUJILLO, S., MADRIGAL, B. (2005). Plantas antimaláricas de Tumaco, Costa Pacífica Colombiana. Editorial Universidad de Antioquia.
24. URRIOLOA, R., CUVI, M. (1986). La agroindustria alimentaria en el Ecuador en los años 80. Editorial ILDIS. Quito.

# ANEXOS



**ANEXO N° 1****Fotografías de la obtención de la harina de nacedero****Recepción de la hoja de nacedero****Hoja picada****Secado de la hoja****Harina de nacedero**



**ANEXO N° 2****Mezcla de ración alimenticia****DIETA 1****DIETA 2****DIETA 3**

## ANEXO N° 3

### Alimentación del ganado

#### Área de ordeño



#### Raciones diarias



#### Alimentación con suplemento alimenticio



## ANEXO N° 4

## Análisis bromatológicos de la leche al inicio de la investigación



## RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente				Referencia	
Cliente:	Sr. Jorge Chamba			Número de Muestras:	73 - 76
Tipo muestra:	Leche entera de vaca			Fecha de Ingreso:	02/12/2011
Identificación:				Impreso:	20/12/2011
No. Laboratorio:	Desde:		Hasta:	Fecha de Entrega:	21/12/2011

# Muest	Tratamiento	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA	
			PROTEINA	GRASA
			%	%
Lote 1	Seca		3.75	1.48

# Muest	Tratamiento	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA	
			PROTEINA	GRASA
			%	%
Lote 2	Seca		3.68	2.00

# Muest	Tratamiento	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA	
			PROTEINA	GRASA
			%	%
Lote 3	Seca		3.31	1.80

# Muest	Tratamiento	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA	
			PROTEINA	GRASA
			%	%
Lote 4	Seca		3.93	2.10



*Dra. Luz María Martínez*  
 Dra. Luz María Martínez  
 LABORATORISTA  
 AGROLAB

Dirección:  
 Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras  
 de la Clínica Araujo margen izquierdo)  
 Teléfono: 2752-607 Cel. 093 095 309 / 099 164 889

e-mail: lmartinez@ute.edu.ec  
 enjar6@yahoo.com

## ANEXO N° 5

**Análisis bromatológicos de la leche al inicio después de los 15 días de la investigación**



## RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente				Referencia	
Cliente :	Sr. Jorge Chamba			Número de Muestras	108-111
Tipo muestra:	Leche de vaca			Fecha de Ingreso:	22/12/2012
Identificación:				Impreso:	05/01/2012
No. Laboratorio:	Desde:	Hasta:		Fecha de Entreg	06/01/2012

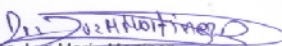
# Muest	Tratamiento	Lote 1	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA	
				PROTEINA	GRASA
				%	%
108				3.82	3.00
40% hojas nacedero					

# Muest	Tratamiento	Lote2	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA	
				PROTEINA	GRASA
				%	%
109				3.72	3.60
30% hojas nacedero					

# Muest	Tratamiento	Lote 3	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA	
				PROTEINA	GRASA
				%	%
110				3.60	3.50
20% hojas nacedero					

# Muest	Tratamiento	Lote 4	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA	
				PROTEINA	GRASA
				%	%
111				3.58	3.20
Testigo come pasto					



  
 Dra. Luz María Martínez  
 LABORATORISTA  
 AGROLAB

Dirección:  
 Calle Río Chamba N° 602 y Zamora. (A dos cuadras  
 de la Clínica Araujo margen izquierdo)  
 Teléfono: 2752-607 Cel. 093 095 309 / 099 164 889

e-mail: lmartinez@ute.edu.ec  
 enjar6@yahoo.com

## ANEXO N° 6

## Análisis bromatológicos de la leche al final de la investigación



## RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

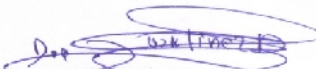
Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	Sr. Jorge Chamba	Número de Mue:	118-121
Tipo muestra:	Leche de vaca	Fecha de Ingres:	10/01/2012
Identificación:		Impreso:	23/01/2012
No. Laboratorio:	Desde: Hasta:	Fecha de Entreg:	24/01/2012

# Muest	Tratamiento	Lote	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA		DENSIDAD	
			PROTEÍNA	GRASA		
118		Lote 1	BASE	%	%	g/ml
				3.99	3.10	
40% hojas nacedero						

# Muest	Tratamiento	Lote	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA		DENSIDAD	
			PROTEÍNA	GRASA		
119		Lote 2	BASE	%	%	g/ml
				3.80	4.00	
30% hojas nacedero						

# Muest	Tratamiento	Lote	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA		DENSIDAD	
			PROTEÍNA	GRASA		
120		Lote 3	BASE	%	%	g/ml
				3.61	4.00	
20% hojas nacedero						

# Muest	Tratamiento	Lote	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA		DENSIDAD	
			PROTEÍNA	GRASA		
121		Lote 4	BASE	%	%	g/ml
				3.20	3.40	
Testigo come pasto						

  
 Dra. Luz María Martínez  
 LABORATORISTA  
 AGROLAB



**Dirección:**  
 Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras  
 de la Clínica Araujo margen izquierdo)  
**Teléfono:** 2752-607 Cel. 093 095 309 7 099 164 889

e-mail: [lmartinez@ute.edu.ec](mailto:lmartinez@ute.edu.ec)  
[enjar6@yahoo.com](mailto:enjar6@yahoo.com)

## ANEXO N° 7

### TÉCNICA PARA DETERMINAR PROTEÍNA DIGESTIBLE

#### REACTIVOS

- ❖ Éter de petróleo
- ❖ ClH 0.075N; disolver 6.1 ml de ClHc en 1 Lt de agua
- ❖ Solución de pepsina al 0.2% en ClH 0.075N
- ❖ SO<sub>4</sub>H<sub>2</sub> 0.1N
- ❖ Catalizador de proteína
- ❖ NaOHal 40%
- ❖ Ácido bórico al 4%
- ❖ Indicador rojo de metilo-verde de bromocresol(el mismo de la proteína bruta)

#### PROCEDIMIENTO

1. Pesar 1 g de muestra.
2. Colocar sobre el papel filtro y éste sobre un embudo de filtración.
3. Añadir éter de petróleo para desengrasar (30 ml)
4. Esperar que se seque la muestra y transferir cuantitativamente a un erlenmeyer de 250 ml con tapa.
5. Añadir 150 ml de pepsina al 2% en ClH 0.075N; calentado a 44°C.
6. Poner en incubación en baño maría a 44°C con agitación por 16 horas.
7. Filtrar a través de un papel filtro, usando una trampa de agua.
8. Lavar el residuo 3 veces con agua caliente.
9. Colocar el papel filtro con el residuo húmedo en balón Kjendahl, y proceder como la proteína bruta.

#### CÁLCULOS

##### Proteína no digestible (PND9)

$$\%N = \frac{V_m \cdot 1.401 \cdot N}{p_m}$$

$$\%PND = \%N * 6.25$$

Siendo,

Vm	Volumen de titulación de la muestra
N	Normalidad del ácido sulfúrico
Pm	peso de muestra en gramos

### **Proteína digestible PD**

$$\% PD = \%PB - \% PND$$

Siendo,

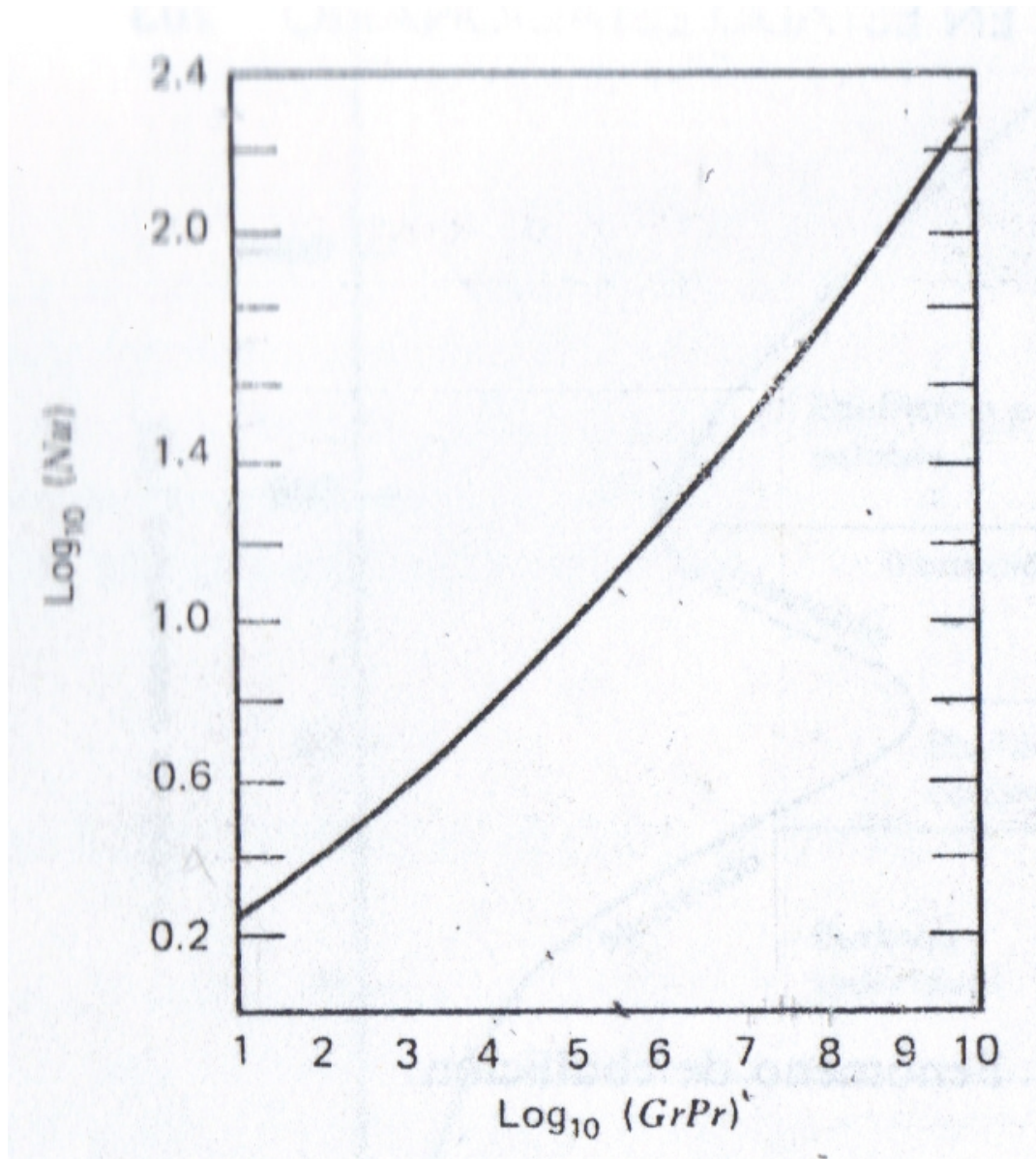
PD	Proteína digestible
PB	Proteína bruta
PND	Proteína no digestible

**Nota:** Necesariamente debe hacerse la proteína bruta.





ANEXO N° 9  
Cuadro de lectura de Nusselt



## ANEXO N° 10

## Propiedades útiles del aire para la transferencia de calor por convección

$T, ^\circ K$	$\rho$ $kg/m^3$	$c_p$ $kJ/kg \cdot ^\circ C$	$\mu$ $kg/m \cdot s$ $\times 10^5$	$\nu$ $m^2/s$ $\times 10^6$	$k$ $W/m \cdot ^\circ C$	$\alpha$ $m^2/s$ $\times 10^4$	$Pr$
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

<sup>a</sup>De Natl. Bur. Stand. (EUA) Circ. 564, 1955.

Los valores de  $\mu$ ,  $k$ ,  $c_p$  y  $Pr$  no son marcadamente dependientes de la presión y se pueden usar dentro de límites amplios de presión.

## ANEXO N° 11

## Orden de magnitud de los coeficientes de transferencia de calor por convección

<i>Superficie expuesta a</i>	$W/m^2 \cdot K$	Btu/pie <sup>2</sup> · h · F
Convección libre de aire	6	1
Convección libre de agua	600	100
Convección forzada de aire		
Velocidad – 3m/s	15	3
Velocidad – 15 m/s	50	10
Convección forzada de agua		
Velocidad – 3m/s	6 000	1 000
Velocidad – 6m/s	12 000	2 000
Agua hirviente		
$\Delta T = 5^\circ C$	6 000	1 000
$\Delta T = 10^\circ C$	15 000	3 000
Condensación de película de vapor	6 000	1 000
Condensación en gotas de vapor	30 000	5 000

ANEXOS N° 12

Etiqueta

INDUSTRIAS GEORGE INDUSTRIAS GEORGE IDUSTRIAS GEORGE INDUSTRIAS GEORGE

# BALANCEADO

## "EL LECHERITO"



Santo Domingo -Ecuador  
 Email: j.l.chamba.e@hotmail.com  
 Telf: 2758 769

REG. SANIT. 02201

COMPOSICION NUTRICIONAL

Humedad	8.1%
Proteína	17.2%
Fibra	14.26%
Grasa	7.21%
E. M	2582Kcal
Ceniza	11.28%
Calcio	4.42%
Fósforo	0,36%
Magnesio	3.9%

*Ingredientes: Harina de nacedero, afrecho trigo, pasta soya, maíz molido 04, palmiste, polvillo arroz y cáscara cacao.*

CONT: 45 KG



INDUSTRIAS GEORGE INDUSTRIAS GEORGE INDUSTRIAS GEORGE INDUSTRIAS GEORGE

**ANEXO N° 13**

**Formato de hoja de registro de producción diaria de leche**

Establecimiento:																
Localidad :																
Especie:																
Fecha:																
			<b>SEMANA I</b>							<b>SEMANA II</b>						
Lote	Identificación	Kg/animal														
40%																
30%																
20%																

**Observaciones:**.....  
 .....  
 .....