



Universidad de Carabobo
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química



***Rediseño de Equipos Industriales en una
Planta de Alimento para Animales***

Tutor Académico
Prof. Rafael Hernández A.

Realizado por:
Talón Y. María. Y
C.I:10.340.184

Tutor Industrial
Ing. Jesús Inojosa

Valencia, Noviembre de 2010



Universidad de Carabobo
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química



***Rediseño de Equipos Industriales en una
Planta de Alimento para Animales***

**Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de
Carabobo para optar al título de Ingeniero Químico**

Tutor Académico
Prof. Rafael Hernández A.

Realizado por:
Talón Y. María. Y
C.I:10.340.184

Tutor Industrial
Ing. Jesús Inojosa

Valencia, Noviembre de 2010



Universidad de Carabobo
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química



Certificado de Aprobación

Nosotros los abajo firmantes, Miembros del Jurado, designados por el Consejo de Escuela para evaluar el Trabajo especial de Grado titulado ***“Rediseño de Equipos Industriales en una Planta de Alimento para Animales”*** realizado por la Br. María Talón, CI: 10.340.184; hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

Prof. Rafael Hernández A.

Tutor Académico

Presidente del Jurado

Prof.

Miembro del Jurado

Prof.

Miembro del Jurado

DEDICATORIA

... a tí,

Que te has interesado en consultar este estudio.

Espero que sea de gran ayuda.

AGRADECIMIENTOS

Le doy gracias a Dios primeramente por haberme dado la fe y la fuerza de voluntad para culminar el presente trabajo, a pesar de mis tropiezos y las dificultades que se me presentaron en el camino, por haberme dado lo más preciado para mí en la vida mi hijita Nicole que es la razón de mi existir, por eso te doy gracias Señor y estarás siempre presente en mi corazón.

Conté con el apoyo de personas que ni me esperaba contar. Gracias por permanecer a mi lado.

Gracias a mi madre, por apoyarme en todo momento, dándome siempre animo, por enseñarme que es tener fuerza de voluntad y constancia en la vida para salir adelante, con paciencia y perseverancia. Te amo mamá.

Gracias a mi padre por su ejemplo de la responsabilidad y enseñarme el valor del trabajo y el esfuerzo propio para lograr nuestras metas. A mis queridas hermanas: Juana, Josefina y Anita, mis mejores amigas que siempre estuvieron conmigo. A mi hermano Yule que me impulso a estudiar esta carrera con su temple.

Si nunca buscamos, jamás encontramos... así que un millón de gracias a todos aquellos amigos y amigas en especial a mi gran amiga y comadre Maltath Monsalve por su amistad incondicional que en algún momento de sus vidas los necesite y me tendieron su mano, ... no se imaginan el lugar que ocupan en mi corazón ...así como todos aquellos que me dieron palabras de aliento y entusiasmo durante la realización del presente estudio. Mil Gracias!

Al profesor Rafael Hernández por su apoyo, ayuda y sobre todo por su paciencia...

Un millón de Gracias!!

*Y a todos los profesores técnicos de laboratorio de orgánica y alimento, a los trabajadores y empleados de la empresa ALIMENTOS SANSÓN en especial al ingeniero **Jesús Inojosa** de quienes aprendí muchísimo y me ayudaron en la realización de este trabajo.*

Gracias... María

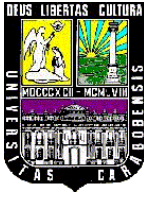
REDISEÑO DE EQUIPOS INDUSTRIALES EN UNA PLANTA DE ALIMENTO PARA ANIMALES

Tutor Académico: Prof. Rafael Hernández A.

Autor: Talón Y. María Y.

RESUMEN

La planta de Alimentos SANSÓN, C.A, ubicada en la Carretera Nacional Cagua la Villa, sector Bella Vista frente a la Laguna Taiguaguay del estado Aragua, es una empresa que elabora alimentos para animales. Actualmente, presenta problemas con algunos equipos de almacenamiento e inyección de materias primas. El objetivo principal de esta investigación es rediseñar el sistema de almacenamiento de materias primas grasa y melaza en la industria, a fin de mejorar el proceso de producción. Con el fin de minimizar la variabilidad en el comportamiento de las variables críticas, se efectuó un estudio al proceso de elaboración del alimento, investigándose de forma individual cada sección de éste. Para la identificación de las entradas y salidas del mismo se elaboró un mapa del proceso, luego para priorizar estas entradas de acuerdo a su efecto en las variables de calidad importantes para el cliente se elaboró una matriz causa-efecto. Después, haciendo uso del mapa de proceso y de la matriz causa-efecto se elaboró el AMEF del proceso, en el mismo se establecieron los posibles modos como podrían fallar las entradas, y se determinaron cuales de los modos de fallas presentados eran los más significativos para el proceso, esto de acuerdo a su ocurrencia, severidad y detección. Por último, se elaboró el rediseño del sistema de almacenamiento de grasa y se hizo una estimación costo-beneficio de las propuestas planteadas para éste. Como resultados más relevantes originados a partir del trabajo se tiene que al equipo de almacenamiento de grasa se le implantó un sistema de calefacción formado por un serpentín y un indicador de temperatura, así como un sistema de agitación para homogenizar la temperatura en todo el tanque logrando así el rediseño. Como producto del AMEF del proceso se tiene que entre algunos de los modos de fallas que afectan en la actualidad la variabilidad del proceso es el aumento brusco de la viscosidad de la melaza por la disminución de la temperatura durante el proceso de mezclado. Entre una de las recomendaciones más importantes se señala colocar indicadores de presión tanto en la entrada como en la descarga de las bombas lo que permitiría al operador detectar a tiempo posibles fallas en el sistema.



Universidad de Carabobo
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química



REDISEÑO DE EQUIPOS INDUSTRIALES EN UNA PLANTA DE ALIMENTO PARA ANIMALES

Tutor Académico: Prof. Rafael Hernández A.

Autor: Talón Y. María Y.

RESUMEN

La planta de Alimentos SANSÓN, C.A, ubicada en la Carretera Nacional Cagua la Villa, sector Bella Vista frente a la Laguna Taiguaguay del estado Aragua, es una empresa que elabora alimentos para animales. Actualmente, presenta problemas con algunos equipos de almacenamiento e inyección de materias primas. El objetivo principal de esta investigación es rediseñar el sistema de almacenamiento de materias primas grasa y melaza en la industria, a fin de mejorar el proceso de producción. Con el fin de minimizar la variabilidad en el comportamiento de las variables críticas, se efectuó un estudio al proceso de elaboración del alimento, investigándose de forma individual cada sección de éste. Para la identificación de las entradas y salidas del mismo se elaboró un mapa del proceso, luego para priorizar estas entradas de acuerdo a su efecto en las variables de calidad importantes para el cliente se elaboró una matriz causa-efecto. Después, haciendo uso del mapa de proceso y de la matriz causa-efecto se elaboró el AMEF del proceso, en el mismo se establecieron los posibles modos como podrían fallar las entradas, y se determinaron cuales de los modos de fallas presentados eran los más significativos para el proceso, esto de acuerdo a su ocurrencia, severidad y detección. Por último, se elaboró el rediseño del sistema de almacenamiento de grasa y se hizo una estimación costo-beneficio de las propuestas planteadas para éste. Como resultados más relevantes originados a partir del trabajo se tiene que al equipo de almacenamiento de grasa se le implantó un sistema de calefacción formado por un serpentín y un indicador de temperatura, así como un sistema de agitación para homogenizar la temperatura en todo el tanque logrando así el rediseño. Como producto del AMEF del proceso se tiene que entre algunos de los modos de fallas que afectan en la actualidad la variabilidad del proceso es el aumento brusco de la viscosidad de la melaza por la disminución de la temperatura durante el proceso de mezclado. Entre una de las recomendaciones más importantes se señala colocar indicadores de presión tanto en la entrada como en la descarga de las bombas lo que permitiría al operador detectar a tiempo posibles fallas en el sistema.

ÍNDICE DE APENDICES

Apéndice	Pág.
A Cálculos Típicos.....	101
B Datos Bibliográficos.....	108
B.1 Velocidades recomendadas de líquidos para las líneas de toma y descarga de una bomba.....	108
B.2 Curvas características de la bomba viking heavy – duty pumps series 125 and 4125 “m” estándar construcción.....	109
B.3 Tamaño estándar de tubería.....	110
B.4 Factores de conversión.....	111
B.5 Dimensiones de tuberías de acero.....	112
B.6 Factores de obstrucción.....	113
B.7 Factores de obstrucción.....	114
B.8 Propiedades del sebo.....	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1.1 Proceso de producción de alimentos balanceados para animales.....	4
3.1 Proceso de Elaboración de Alimentos Balanceados para animales en la empresa “Alimentos Sansón” C.A.....	41
4.1 Diagrama de flujo del proceso de alimentos balanceados para animales de la planta “Alimento Sansón C.A.....	48
4.2 Diagrama detallado del proceso de elaboración de alimentos Balanceados para animales de la planta “Alimentos Sansón, C.A.”.....	49
Grafico 4.1 Valores de Viscosidad para la melaza Empleada en el Proceso.....	54
4.3 Diagrama Causa-Efecto de los factores influyentes sobre el Proceso Productivo, para el cual están involucradas las Materias Primas Grasa y Melaza.....	62
4.4 Mapa del Proceso de Elaboración de Alimento Balanceado para Animales.....	64
4.5 Rediseño de los tanques de almacenamiento de grasa.....	70
4.6 Imágenes de Serpentes fabricados en la empresa Curvados QUITIN...	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico	Pág.
4.1 Valores de Viscosidad para la melaza Empleada en el Proceso.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA 4.1 Valores de viscosidad brookfield como función de la temperatura Para las muestras de melaza.	51
TABLA 4.2 Valores de viscosidad brookfield como función de la temperatura para las muestras de melaza después de agregar agua.....	52
TABLA 4.3 Resultados del ensayo de humedad efectuado a la melaza.....	53
TABLA 4.4 Resultados del ensayos de humedad efectuados a la melaza después de agregar agua a la muestra.....	55
TABLA 4.5 Resultados del ensayos de grados Brix efectuados a la melaza después de agregar agua a la muestra.....	56
TABLA 4.6 Resultados del ensayo de densidad efectuado a la grasa.....	57
TABLA 4.7 Resultados del ensayos de punto de fusión efectuados a la Grasa.....	58
TABLA 4.8 Dimensiones de los Tanques de Almacenamiento de las Materias Primas Grasa y Melaza.....	59
TABLA 4.9 Materiales de construcción de los Tanques de Almacenamiento.....	60

TABLA 4.10 Mapa del Proceso de Elaboración de Alimento Balanceado para animales.....	66
TABLA 4.11 Matriz Causa-Efecto del Proceso de Elaboración de alimento para animales.....	68
TABLA 4.12 Matriz de decisión tomando como factores el costo tiempo y Beneficio a la empresa.....	69
TABLA 4.13 Costos de implementación del rediseño para el sistema de Almacenamiento de la materia prima grasa.....	72
TABLA 5.1 AMEF DEL PROCESO.....	81
TABLA 5.2 AMEF DEL PROCESO.....	82
TABLA 5.3 AMEF DEL PROCESO.....	83
TABLA 5.4 Valores Involucrados en la selección de bomba.....	86

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	VI
INTRODUCCIÓN.....	XVII
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
Descripción del Problema.....	2
1.1. Formulación del Problema.....	4
1.2.1 Situación Actual.....	4
1.2.2 Situación Deseada.....	5
1.3 Objetivos.....	6
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2 Objetivos Específicos.....	6
1.4 Justificación.....	7
1.5 Limitaciones.....	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes.....	10
2.2 Fundamentos Teóricas.....	13
2.2.1 Grasas Puras y Mezclas.....	13
2.2.2 Criterios para la Valoración Energética de las Grasas.....	14
2.2.3 Grasas Animales de Origen Marino.....	15

2.2.4	Grasas Animales de Origen Terrestre.....	15
2.2.4.1	Grasa de pollo.....	16
2.2.4.2	Manteca.....	16
2.2.4.3	Sebo.....	17
2.2.5	Grasas vegetales procedentes de frutos y semillas.....	17
2.2.5.1	Aceite y oleínas de soja.....	18
2.2.5.2	Aceite y oleínas de girasol.....	18
2.2.5.3	Aceite y oleínas de palma.....	19
2.2.5.4	Aceite y oleínas de coco.....	19
2.2.5.5	Aceite y oleínas de algodón.....	19
2.2.6	Oleínas mezclas.....	20
2.2.7	Lecitinas.....	20
2.2.8	Grasas de Frituras.....	21
2.2.9	Grasas Técnicas.....	21
2.2.10	Grasas Inertes.....	22
2.2.10.1	Grasas cálcica.....	22
2.2.10.2	Grasas Hidrogenadas.....	22
2.2.11	Alimentos balanceados.....	23
2.2.12	Cloruro de colina.....	23
2.2.13	La metionina.....	24
2.2.14	Uso de las grasas animales.....	25

2.2.15 Transporte y almacenamiento de las grasas.....	26
2.2.16 Diseño adecuado de tanques.....	30
2.2.17 Análisis del Modo y Efecto de Falla Potencial.....	30
2.2.17.1 Tipos de AMEF.....	30
2.2.17.1.1 AMEF de Diseño.....	31
2.2.17.1.2 AMEF de Proceso.....	31
2.2.17.2 Definiciones Asociadas al AMEF.....	31
2.2.17.3 Modo de Falla Potencial.....	34
2.2.17.4 Efectos Potenciales de la Falla.....	34
2.2.17.5 Causas Potenciales de Falla.....	34
2.2.18 Número Prioritario de Riesgo.....	34
2.2.19 Procedimiento del AMEF de Proceso.....	35

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACION DEL ALIMENTO BALANCEADO PARA ANIMALES

3.1 Descripción de las áreas de la planta.....	37
3.2 Equipos.....	38
3.3 Materias primas.....	39
3.4 Etapas del proceso para la elaboración del alimento.....	39
3.4.1 Recepción de materias primas.....	39
3.4.2 Almacenamiento.....	42
3.4.3 Molienda.....	43

3.4.4 Mezclado.....	44
3.4.5 Cernido.....	44
3.4.6 Secado.....	45
3.4.7 Despacho.....	45

CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO

4. 1 Identificación de los equipos utilizados en el sistema Actual de Producción.....	47
4.2 Determinación de las pruebas experimentales a nivel de laboratorio, para la estimación de las características físicas de las materias primas Grasa y melaza.....	50
4.2.1 Materias Primas Utilizadas.....	50
4.2.2 Condiciones de Operación.....	50
4.2.3 Ensayos de Viscosidad Brookfield efectuados a la melaza.....	50
4.2.4 Ensayos de humedad efectuados a la melaza.....	53
4.2.5 Ensayos de Grados Brix efectuados a la melaza.....	56
4.2.6 Ensayos de Densidad efectuados a la grasa.....	57
4.2.7 Ensayos de punto de fusión efectuados a la grasa.....	58
4.3 Determinación del funcionamiento de los equipos para el almacenamiento de la grasa y melaza bajo condiciones normales de operación.....	58

4.4 Estimación y cuantificación de los procesos y hechos que provocan retardo en el proceso productivo y ocasionan pérdidas económicas del mismo, a través de un AMEF.....	60
4.4.1 Elaboración del AMEF del proceso.....	61
4.4.2 Inspección de Campo en cada Sección del Proceso.....	61
4.4.3 Identificación de las Entradas y Salidas en cada Sección del Proceso.....	63
4.4.4 Elaboración de la Matriz Causa-Efecto.....	63
4.4.5 Identificación de las Posibles Fallas y Efectos Asociados en cada Sección del Proceso.....	65
4.4.6 Factores Seleccionados para el Rediseño.....	65
4.5 Realización del rediseño del sistema de almacenamiento de materia grasa para establecer mejoras tomando en cuenta los requerimientos de producción.....	66
4.5.1 Descripción del Rediseño de los equipos de almacenamiento de grasa.....	66
4.5.2 Materiales Utilizados para el Rediseño del sistema de almacenamiento de grasa.....	71
4.5.3 Objetivo a Alcanzar Mediante el Rediseño.....	71
4.6 Estimación de relación costo beneficio de las propuestas para seleccionar la mejor, a fin de Considerar la implementación del rediseño.....	71

CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS

5.1 Resultados de la identificación de los equipos utilizados en el sistema	
Actual de producción.....	74
5.2 Resultados obtenidos al realizar las pruebas experimentales a nivel	
de laboratorio a la grasa y melaza.....	74
5.3 Resultados obtenidos de la determinación del funcionamiento	
de los equipos para el almacenamiento de la grasa y melaza bajo	
condiciones normales de operación.....	77
5.4 AMEF del proceso.....	78
5.5 Resultados del rediseño del sistema de almacenamiento de la grasa.....	83
5.6 Análisis e interpretación de los resultados de la estimación de relación	
Costo beneficio de las propuestas para seleccionar la mejor.....	86
Conclusiones.....	91
Recomendaciones.....	94
Glosario.....	95
Referencias Bibliográficas.....	97
Apéndices.....	100
Apéndice A Cálculos típicos.....	101
Apéndices B Datos Bibliográficos.....	108

INTRODUCCION

Este estudio se realizó con la finalidad de proporcionar las mejoras a ciertos equipos de almacenamiento e inyección de materia prima, sin tener que cambiarlos, apoyado en los conocimientos de ingeniería para el rediseño de éstos. Así mismo, evalúa el estado de estos equipos en la empresa ALIMENTO SANSON, C.A.

El sistema de recepción y almacenamiento de las grasas así como de inyección de melaza es muy importante, ya que el mismo es el primer punto del proceso de elaboración de algunos alimentos concentrados para animales como lo es el alimento para cerdos, por tal razón es de vital importancia su control, para evitar el deterioro de estas.

La metodología seguida para cumplir los objetivos propuestos comienza con una inspección visual en la etapa de recepción, almacenamiento e inyección de materias primas grasa y melaza, y así construir los diagramas de flujo. Luego evaluar el sistema de inyección de melaza y grasa a través de un AMEF hecho al sistema. Seguidamente, se obtuvo datos de propiedades físicas de la grasa y la melaza con la finalidad de seleccionar la temperatura a la cual se debe mantener el sistema de calentamiento de la grasa y melaza para que estas se mantengan en estado líquido y no se descompongan, y en base a estos estudios realizar el rediseño de los equipos en la empresa.

El rediseño del sistema de recepción de las materias primas grasa y melaza está dirigido a la conservación de las mismas e inyección al equipo de mezclado, ya que el sistema que opera actualmente en la empresa induce a la auto oxidación y descomposición de las grasas así como a la descomposición de la melaza. El sistema de inyección de estas al mezclador se rediseña en base a la reducción del tiempo de traslado a este para la elaboración del alimento; este tiempo es de suma importancia económica a nivel del proceso de producción.

En el primer capítulo se hace una breve descripción de la empresa, se plantea el problema, se definen los objetivos y el motivo por el cual se investiga, así como las limitaciones del estudio. En el capítulo II, se presentan los antecedentes y la estructura teórica asociada al problema a desarrollar, así como la definición de los conceptos involucrados con el mismo. En el capítulo III, se describen los equipos y el proceso utilizado por la planta en la elaboración del alimento para animales. En el capítulo IV, se muestra la metodología utilizada para el desarrollo y el procedimiento empleado para la resolución de los objetivos y por consiguiente la solución del problema. En el capítulo V, presenta los resultados, el análisis y la interpretación de los mismos para alcanzar los objetivos específicos de esta investigación. Por último, se plantean las conclusiones y recomendaciones hechas para el mejoramiento del sistema de almacenamiento de grasa y melaza de la empresa.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A continuación se hace una descripción del problema, se establece la justificación del presente Trabajo Especial de Grado, de igual forma se plantean los objetivos que permitirán alcanzar la resolución del mencionado problema, así como algunos antecedentes que servirán de base para ello.

1.1 Descripción del problema

La empresa SANSON, C. A. se encuentra localizada en la Carretera Nacional Cagua la Villa, sector Bella Vista frente a la Laguna Taiguaguay del estado Aragua. “ALIMENTOS SANSON, C. A” es una empresa que pertenece al sector alimenticio; procesadora de alimentos concentrados para el consumo de aves, cerdos y ganado vacuno. En dicha empresa se elabora un alimento específico para cada una de las diferentes etapas del desarrollo de éstos; en diversas presentaciones como: destete, desarrollo y engorde para cerdos; mautes y producción de leche para ganado vacuno y en aves, alimento para gallinas ponedoras. La capacidad instalada en la planta es de 360.000 toneladas/año, es decir, 30.000 toneladas/mes, quedando entendido un mes como 22 días de operación. El proceso de elaboración de alimentos concentrados y balanceados para animales, en las líneas de aves, cerdos y ganado vacuno consta de las siguientes etapas: recepción de materia prima, molienda, pesada, mezclado, almacenamiento de producto terminado y despacho a granel o ensacado, como se presenta en la figura 1.1.

En la elaboración de los alimentos concentrados se utilizan diferentes materias primas y subproductos de éstas, como cereales y sus harinas, oleaginosas, proteínas, grasas, minerales, vitaminas y antibióticos. La empresa desde sus inicios ha trabajado con la filosofía de calidad total, propiciando así el compromiso de obtener un mejoramiento continuo de los procesos y productos ofertados mediante la aplicación de estándares de calidad de cero defectos, esto con el fin de satisfacer las necesidades de los consumidores. Para llevar a cabo ésto, se

contempla uno de los aspectos más importantes que debe tomar en cuenta una industria, tal como la evaluación y optimización de los equipos industriales, ya que éstos son elementos de marcada influencia desde el punto de vista técnico y económico.

Dada la naturaleza de los insumos grasa y melaza que son ingredientes en la elaboración del alimento para animales, se requiere de equipos especializados como es el caso de los tanques de almacenamiento de estas materias primas, los cuales deben permanecer a una temperatura adecuada para su conservación y fácil manejo.

La recepción de la grasa y la melaza, es realizada mediante un proceso manual en tanques receptores cerrados al ambiente.

Cada uno de estos equipos posee determinadas características adecuadas al proceso en el que van a participar, que hasta el presente han resultado suficientes. Sin embargo, la empresa requiere mejorar el funcionamiento del proceso debido a líneas de producción defectuosas, a la elevada inestabilidad de las variables de proceso controladas estadísticamente, a métodos rudimentarios de trabajo, y a una demanda creciente de producto. Dichos acontecimientos provocan retardo en la entrega de pedidos y baja eficiencia en la producción, ya que la compañía se encuentra limitada a la hora de aumentar su producción, dando como resultado una serie de desperdicios tales como: tiempos de trabajo adicionales, pago de sobre tiempo, falta de espacio por acumulación de producto entre etapas y pérdida de materia prima por vencimiento. Además esto trae como consecuencia el cierre de sus puertas a la posibilidad de: penetrar en nuevos mercados para aumentar su cartera de clientes; incrementar las ganancias por el aumento del volumen de producción; disminuir la cantidad de trabajadores existentes en línea y obtener un producto de mayor calidad al tener un proceso con mayor tecnología.

De continuar esta situación, se llegará a una condición en que dichos equipos no podrán cubrir los requerimientos futuros de la planta; por tal razón no se podrá satisfacer las demandas futuras, es decir una baja competitividad de la empresa, así como también se estaría limitando el cumplimiento de los objetivos generales de la empresa, enfocados hacia la calidad de sus productos y hacia el incremento de su productividad.

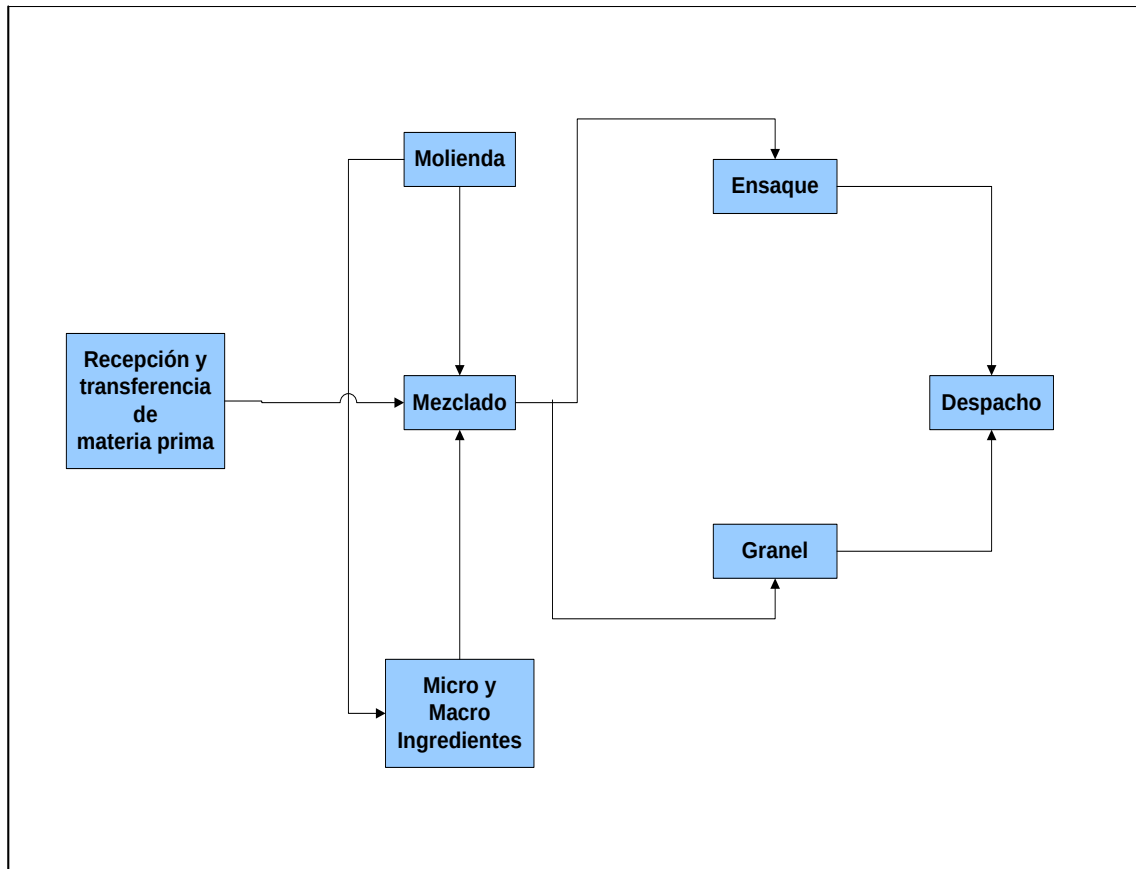


Figura 1.1. Proceso de producción de alimentos balanceados para animales

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Situación actual

La empresa SANSON, C. A. es cada vez menos competitiva ante otras empresas de su mismo género y ante sus competidores locales; debido a la combinación de diferentes factores.

El primero de los factores, a pesar de que la compañía está produciendo alimento de excelente calidad, con beneficios únicos para sus clientes, se evidencia que el proceso actual de producción no es totalmente eficiente, a consecuencia de las pocas modificaciones que se le han realizado a las líneas de producción, ya que según cada uno de estos equipos posee

determinadas características adecuadas al trabajo que van a realizar, ya que muchas veces se emplean métodos inadecuados para realizar ciertas tareas dentro del proceso de producción y con las demandas experimentando incrementos considerables, la empresa se ha visto en la necesidad de mejorar el funcionamiento de algunos de éstos, a demás , se ignora hasta qué punto dichos equipos están en capacidad de abastecer satisfactoriamente futuras necesidades.

Por otra parte, un segundo factor que promueve la baja competitividad de la empresa, es que en los procesos de manufactura del alimento existe una elevada inestabilidad en el comportamiento de la mayoría de las propiedades controladas estadísticamente, lo que trae como consecuencia el aumento del número de rechazos en las diferentes líneas de producción, generando además mayor cantidad de desperdicios y pérdida de materia prima, provocando esto un aumento de tiempo en el proceso productivo y de los costos involucrados en la obtención de sus productos.

Para la empresa SANSON C. A esto es indicativo de la existencia de una situación problemática que puede plantearse en los términos siguientes, dada la capacidad productiva instalada:

- ¿Cuáles son los requerimientos de calor para los tanques de grasa?
- ¿Qué mecanismo se puede utilizar para poder enviar la melaza por tubería al mezclador?
- ¿Hasta qué nivel se puede ampliar la capacidad productiva de las líneas, sin que requiera rediseñar los equipos de almacenamiento de la grasa y la melaza?

1.2.2 Situación deseada

Disponer del rediseño de algunos equipos para almacenamiento de las materias primas grasa y melaza mediante un proceso continuo, para ser enviadas al mezclador, de tal forma de obtener el producto terminado en el menor tiempo posible. Poseer el mínimo

personal requerido y eliminar gastos de sobre tiempo. En consecuencia, se aseguran los pedidos en el tiempo convenido con el cliente y mayor rentabilidad.

1.3 OBJETIVOS

A continuación se presentan los objetivos generales y cada uno de los objetivos específicos necesarios para llegar a la situación deseada, a partir de la situación actual.

- **Objetivo General**

Rediseñar el sistema de almacenamiento de materias primas grasa y melaza en la industria de alimentos concentrados para animales SANSON, a fin de mejorar el proceso de producción y así cumplir con las demandas existentes en el mercado.

- **Objetivos Específicos**

1.1.- Establecer las condiciones de operación del proceso, para la obtención del alimento.

1.2.-Determinar los parámetros reológicos asociados al proceso de almacenamiento de la grasa e inyección de la melaza.

1.3.-Evaluar el sistema de almacenamiento de materias primas grasa y melaza para determinar su comportamiento.

1.4.-Identificar las fallas que producen retardos en el proceso productivo, para el cual está involucrada la materia prima melaza.

1.5.- Rediseñar el sistema de almacenamiento de grasa e inyección de melaza tomando en cuenta los requerimientos de producción.

1.6.- Estimar de las propuestas para seleccionar la mejor relación costo beneficio para la implementación del rediseño.

1.4. Justificación de la investigación

La producción de alimentos para animales requiere de la adición de grasa así como de melaza que deben ser almacenados por un cierto período de tiempo, en especial las grasas que tienden a descomponerse a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento, además de esto se endurecen en los tanques de almacenamiento y su transporte a los demás equipos de producción se hace muy difícil por dicho estado, el disponer de una línea de producción con mejoras en los equipos de almacenamiento permitiría: incrementar la eficiencia y la eficacia del proceso, ya que al presentar un estado adecuado la materia prima, se obtendría el producto terminado más rápido, se aumentaría la producción y brindaría un mejor servicio al cliente, reducir los costos de producción debido a la disminución del tiempo de fabricación y la reducción de la cantidad de personal necesario; disminuir la cantidad de materia prima dañada o perdida por el inadecuado almacenamiento en la planta, lo cual aumenta el espacio en planta, para así incrementar la capacidad de producción de la empresa; introducir el producto en otros mercados potenciales no cubiertos a fin de aumentar las ganancias y el crecimiento de la empresa, asegurando así el equilibrio del sistema de producción de la planta.

Es importante acotar que este trabajo se podrá utilizar como referencia para trabajos, proyectos futuros en el área de evaluación y rediseño de plantas, específicamente en la sección de almacenamiento de materia prima grasa, logrando así enriquecer las bibliotecas con información valiosa y adicional.

Por otro lado, este trabajo especial de grado es de gran importancia para la Universidad de Carabobo, ya que le permite demostrar una vez más ante las empresas, en este caso la industria de alimentos para animales SANSON, C.A, la calidad docente que siempre ha caracterizado a esta Alma Mater y que cada día se ve reflejada en el buen trabajo que sus alumnos desempeñan en cualquier lugar donde se encuentren, manteniendo abierto ese lazo industria – universidad que se fortalece cada día por investigaciones desarrolladas, cuyos resultados puedan sugerir soluciones a problemas existentes, además de constituir un requisito fundamental para la obtención del título de Ingeniero Químico.

1.5. Limitaciones

Para la evaluación y el rediseño de los equipos se podrían citar los siguientes obstáculos:

- ° El control visual en la planta, la identificación de muchos equipos, tales como: tanques, bombas tuberías y materiales de trabajo utilizados en el proceso es difícil, ya que se encuentran sin identificación.
- ° El factor tiempo representa una limitación, debido a que se dispondrá de un periodo bastante corto para su realización.
- ° El factor económico representa una limitación, ya que el tiempo, traslado y materiales usados para el desarrollo de este trabajo serán costeados por el autor.
- ° Los análisis realizados a las materias primas a nivel de laboratorio no garantizan iguales resultados a nivel industrial.
- ° No existe documentación que avale la información requerida para el trabajo en la sección de inyección de melaza en la empresa, ya que ella no cuenta con un plano que ilustre la ubicación de los equipos que conforman el sistema de inyección.
- ° Este trabajo se limitará sólo al rediseño de ingeniería conceptual de equipos de almacenamiento de una planta de alimento para animales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan los antecedentes relacionados con esta investigación, además de los fundamentos básicos teóricos bajo los cuales se sustenta el desarrollo del presente trabajo, y que constituyen la base de los planteamientos que en el mismo se presentan.

2.1 ANTECEDENTES

En esta planta no se ha realizado ningún proyecto relacionado con la evaluación y el rediseño de equipos industriales (tanques de almacenamiento de materia prima) que pudiera servir como base para el desarrollo de esta investigación. Sin embargo, se encontraron algunos trabajos relacionados con la operación de la planta y los nuevos proyectos entre los cuales se pueden mencionar:

En el 2006, Rodríguez A. Gonzalo realizó un proyecto llamado “Informe Técnico-Avalúo” en la planta de alimento para animales Sansón, donde se determinó el valor de mercado mediante los valores predominantes existentes en el mercado inmobiliario local. Este trabajo, a pesar de haber sido realizado en la empresa, trata sobre el valor económico de los equipos y no sobre evaluación y rediseño de equipos.

En el 2002, Castro Liliana realizó su trabajo especial de grado sobre el “Mejoramiento del proceso de producción de cintas autoadhesivas en 3M Manufacturera Venezuela”. Este trabajo propone mejorar la producción de cintas adhesivas en la división de cuidado personal y para la salud de Manufacturera 3M Venezuela a través de la evaluación de una nueva materia prima; minimizar la variabilidad existente en el comportamiento estadístico de las propiedades críticas, medidas actualmente en el proceso productivo de la división de

cuidado personal y para la salud, y desarrollar nuevos productos que satisfagan las exigencias de sus clientes que optimicen la productividad del área obteniendo resultados satisfactorios económicamente. En el trabajo mencionado y en el que se desarrolla actualmente se busca el mejoramiento de una línea de producción, y se efectúa la evaluación del proceso y la determinación de las variables críticas del mismo, sin embargo, en dicho trabajo se busca la mejora del proceso enfocándose en la reducción de los desperdicios que el mismo genera, en el actual trabajo se busca el mejoramiento a través del rediseño de los equipos de almacenamiento de las materias primas empleadas durante el proceso.

En el 2001, Ortega V., Claudia V y Velásquez M., Mary C. realizaron su trabajo especial de grado sobre la “Evaluación y rediseño del proceso de elaboración de alimentos concentrados para animales en la empresa alimentos Súper S, C.A.” Este trabajo propone construir un plano de instrumentación y tuberías así como evaluar el sistema de inyección de grasa y líquido, seleccionar un antioxidante para cada materia prima y un rediseño para el sistema de recepción de materia prima dirigido a la conservación de las mismas. En cuanto a la diferencia con el presente trabajo, radica en que ellos evaluaron grasa amarilla (sebo) y aceite de soya usando antioxidantes.

En el 2000, Bociga M., Carlos A elaboro un diseño de un sistema automatizado para el calentamiento o enfriamiento de tanques de producción en una empresa fabricante de cosméticos. Con el objetivo de obtener resultados más satisfactorios en cuanto al proceso de producción de cosméticos, tanto en la versatilidad de funcionamiento como en el tiempo de producción. Este trabajo se diferencia del presente en que éste se desarrolla para un sistema y proceso distintos.

En 1999, Ibarz, A., Ramos, M., y Barbosa, G. publicaron en la revista Alimentos Equipos y Tecnología su trabajo titulado: “Estudio de la transmisión de calor en alimentos en tanques agitados y encamisados”, donde a semejanza de este trabajo estudiaron la transmisión de calor en tanques de almacenamiento, así como se muestran diferentes tipos de agitadores que pueden ser evaluados para su implementación. A

diferencia de éste, los tanques donde ellos realizaron el estudio de la transmisión de calor eran agitados y encamisados por lo que evaluaron el fluido que circula por la camisa. Los tanques de grasa y melaza donde se realiza este trabajo son tanques simples.

En 1998, Barreto N., Raúl C. y Sánchez C., Henry O. realizaron un sistema de inspección en la recepción de materia prima en una fábrica de alimentos concentrados para animales, con la finalidad de proporcionar un método de inspección de materia prima, apoyado en técnicas estadísticas usadas en el control de calidad. Así mismo, evalúa el sistema de control de calidad de la empresa basándose en la norma de evaluación covenin 1800-80. Este trabajo se diferencia del presente en que éste se desarrolla con la finalidad de mejorar el control de calidad de la materia prima.

En 1989, Morales, A. y Seco, R. realizaron su trabajo especial de grado sobre el “Diseño de una planta para elaborar alimentos para animales a partir de residuos agrícolas fibrosos”. A semejanza de éste, se utilizó la melaza como materia prima, así como también la selección de equipos a emplear. Este trabajo se diferencia en que éste se basa en una revisión general de las diversas clases de residuos agrícolas fibrosos con el objeto de diseñar una planta destinada al procesamiento industrial del mismo.

En 1978, José Antonio Velásquez A desarrolló un trabajo de grado sobre la distribución de vapor de agua en una industria de grasas y aceites. El objetivo principal de este trabajo es evaluar el uso del vapor de agua en una industria de grasas y aceites, para así determinar el requerimiento real de vapor de agua, el impacto económico que representa para la empresa y la diferencia entre el consumo actual y el requerimiento real de vapor. Este trabajo se diferencia del presente en que éste se realizó en un sector y proceso distinto al anterior.

2.2 FUNDAMENTOS TEORICOS

2.2.1 Grasas Puras y Mezclas

Las grasas o lípidos se definen químicamente como sustancias orgánicas insolubles en agua pero solubles en disolventes orgánicos. Dentro del término general de lípidos se incluyen distintos compuestos que tienen en común contar con ácidos grasos en su estructura. Comprende productos tales como triglicéridos o grasas neutras (molécula formada por tres ácidos grasos unidos mediante un enlace éster a glicerol), lípidos estructurales (tales como las lecitinas en las cuales uno de los ácidos grasos es sustituido por un grupo fosfórico), ceras (ésteres de alcoholes de cadena larga de origen vegetal), ácidos grasos libres (procedentes de los procesos de refinado de la industria de aceites comestibles y otras) y jabones cálcicos (molécula sin glicerol y con los ácidos grasos saponificados por el ión calcio).

En el mercado mundial existen numerosos tipos de grasas. Su utilización en la porción de alimento seco varía de país en país en función de la disponibilidad y del precio relativo con respecto a otras fuentes energéticas. Según su origen las grasas se clasifican en animales, vegetales y mezclas. Dentro de las grasas de origen animal tenemos grasas poliinsaturadas (origen marino), grasas insaturadas (grasa de aves), moderadamente insaturadas (manteca de porcino), saturadas (sebo vacuno) y mezclas de todas las anteriores. Asimismo, dentro de las grasas vegetales, los aceites de semillas procedentes del girasol, maíz o soja son más insaturados que los de oliva, palma o coco. Un tercer grupo de lípidos de interés creciente es el formado por subproductos de diversas industrias cuya materia prima original es la grasa. En este grupo están las oleínas (residuos del refinado de las grasas comestibles), las lecitinas (gomas de los procesos de refinado industrial), las grasas de frituras (resultantes del reciclado de grasas comestibles), los subproductos industriales y los destilados procedentes de la industria del glicerol y otros.

Todas las grasas presentan una serie de ventajas no estrictamente nutricionales que hacen conveniente su inclusión en la porción de alimento, pero dificultan su valoración.

Por ejemplo, las grasas controlan la formación de polvo y mejoran la palatabilidad, el consumo, la estructura y el aspecto de la porción de alimento seco. Además, lubrican la maquinaria lo que permite mejorar su rendimiento (caso de la granuladora) y su vida útil. Por contra, la utilización de grasa exige instalaciones adecuadas, perjudica la calidad del gránulo y el manejo de la porción de alimento seco en harina y puede afectar a la calidad final de los productos ganaderos.

Desde un punto de vista nutricional, las grasas presentan ventajas difíciles de valorar. Así, por ejemplo, permiten incrementar la concentración energética de la porción de alimento seco, reducen el estrés calórico y por su menor incremento de calor, mejoran la eficacia energética neta por kilocaloría de energía metabolizable.

2.2.2 Criterios para la valoración energética de las grasas

En la valoración energética de las grasas el factor clave a considerar es: Digestibilidad, que depende fundamentalmente de su capacidad de solubilización y de formación de micelas en el intestino. En monogástricos, los cuatro factores claves que determinan el valor energético de una grasa son: 1) Contenido en energía bruta, 2) El porcentaje de triglicéridos vs ácidos grasos libres, porcentaje de triglicéridos en función de ácidos grasos libres, 3) Grado de insaturación de éstos ácidos grasos y 4) Longitud de cadena de los mismos. A efectos prácticos, estos cuatro puntos se miden por: 1) El contenido en MIU (humedad, impurezas e insaponificables), 2) La acidez oleica y porcentaje de AGL, 3) El índice de iodo y el contenido en ácido linoleico y 4) El índice de saponificación.

En el caso de los rumiantes la situación es distinta ya que la grasa suplementaria afecta a los microorganismos del rumen. Este efecto depende de la naturaleza química de la grasa. Porcentajes altos de ácidos grasos libres, ácidos grasos poli insaturados y grasas en estado libre inhiben en cierto grado la acción microbiana. Y perjudican la digestión de los nutrientes en el rumen, en especial de la fracción fibrosa.

Al valorar una grasa para la formulación de la porción de alimento seco han de tenerse en cuenta al menos cuatro criterios: 1) su calidad química intrínseca (grado de humedad, impurezas, insaponificables, peróxidos, fracción no eludible, polímeros de ácidos grasos, sustancias extrañas, tóxicos, etc.), 2) composición y valor nutricional (contenido en energía bruta, porcentaje de triglicéridos, composición en ácidos grasos, riqueza en ácidos grasos esenciales tipo ácido linoleico y omega-3, etc.), 3) especie destino y 4) precio ofertado.

2.2.3 Grasas animales de origen marino

Son aceites y oleínas resultantes del procesamiento y prensado de pescados enteros y subproductos de la industria de la salazón. Por presión se extraen fundamentalmente los lípidos de reserva (triglicéridos contenidos en las células grasas), dejando gran parte de los fosfolípidos estructurales en la harina correspondiente. Por tanto, la composición en ácidos grasos y valor energético de los lípidos contenidos en el aceite y en la harina son diferentes. A veces se hidrogenan parcialmente para facilitar su conservación y almacenamiento o para su uso en rumiantes.

Los lípidos de procedencia marina contienen altos porcentajes de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga, responsables de su inestabilidad ante la oxidación y de la comunicación de sabores anómalos a los productos finales de los animales que los consumen. En general, son ricos en ácidos grasos omega-3. Además se utilizan de forma efectiva para enriquecer la carne y huevos en estos ácidos grasos y para estimular los mecanismos inmunitarios de las especies domésticas.

2.2.4 Grasas animales de origen terrestre

En Venezuela se comercializan mezclas de grasas de origen animal, sebos y mantecas nacionales y de Importación generalmente, cuyo valor viene definido por el grado de acidez. Así, se comercializan grasas 3/5, 5/8, 8/11, etc. No es recomendable la utilización de grasas con más de 11 grados de acidez en porciones de alimento para aves o animales

jóvenes. Así mismo, debe limitarse el uso de grasas animales de baja calidad en vacas lecheras de alta producción, por su influencia negativa sobre la palatabilidad. Estas incluyen la grasa de pollos, la manteca, el sebo y sus mezclas. Su valor energético es elevado y función del contenido en linoleico e insaturación de sus ácidos grasos.

2.2.4.1 Grasa de pollo

La grasa de pollo ofertada en el mercado venezolano es de origen nacional y norteamericano, donde se recicla por separado del resto de los subproductos de aves gracias al mayor dimensionamiento y tamaño de sus mataderos en el caso de la grasa Estadounidense. Presenta un color amarillento y olor típico a pollo. Su contenido en linoleico varía entre el 16 y el 25%, en función de la alimentación de las aves previo al sacrificio. Por tanto, su valor energético es considerable y similar o superior al de la manteca. Deben evitarse contaminaciones de plumas y otras sustancias ajenas, tales como insecticidas y otros productos indeseables, que por ser solubles en grasa se acumulan en el tejido adiposo de los pollos y se reciclan de forma continua. En grasas de calidad, el contenido en ácidos grasos libres debe ser inferior al 3%. A veces aparece en el mercado grasa aviar con 15 grados de acidez, lo que es indicativo de cierto estado de deterioro.

2.2.4.2 Manteca

La manteca de cerdo es un producto de gran interés en alimentación de monogástricos. Su contenido en linoleico varía entre un 8 y un 14% en función de la alimentación de los animales previo al sacrificio. Su digestibilidad es elevada en todas las especies debida tanto a su contenido aceptable en linoleico y oleico como a la disposición de los ácidos grasos en la molécula de glicerol. No es fácil encontrar en el mercado manteca pura de cerdo ya que la mayoría de los mataderos no tienen capacidad para procesar y comercializar por separado los residuos de porcinos y rumiantes. La presencia de ciertos ácidos grasos de origen microbiano nos indica la existencia de mezclas con sebo en productos comerciales.

2.2.4.3 Sebo

El sebo de vacuno se caracteriza por su bajo contenido en linoleico por lo que su Digestibilidad en mono gástricos jóvenes es peor que la de la manteca o la grasa de pollos. No obstante, su uso en productos lácteos re engrasados está muy generalizado. En estos casos es importante que la maquinaria utilizada para el reengrase sea la adecuada y que los glóbulos de grasa procedentes del sebo sean de pequeño diámetro. En caso de emulsiones deficientes y glóbulos grasos de diámetro elevado, la digestibilidad disminuye. Los mono-gástricos adultos utilizan sin dificultad niveles elevados de sebo, siempre que sea de calidad. Su inclusión a altos niveles en piensos comerciales queda limitada más por razones tecnológicas y de calidad del gránulo, que por problemas nutricionales. En el caso de animales jóvenes, el uso del sebo en raciones de alimento no está recomendado. De no existir otras fuentes lipídicas, se recomienda no sobrepasar el 2 o el 3 % en raciones de alimento para pollitos y lechones, respectivamente. En rumiantes, el sebo es una grasa de elección, de buena digestibilidad y con escasos efectos negativos sobre la micro flora del rumen.

2.2.5 Grasas vegetales procedentes de frutos y semillas

Incluimos en este apartado los aceites y oleínas de soja, girasol y palma. Otras fuentes de interés son los aceites de maíz y coco y las oleínas de algodón. Como ya quedó detallado con anterioridad, las oleínas tanto vegetales como animales tienen una menor digestibilidad y por tanto un menor valor energético en monogástricos que los aceites de los cuales proceden. En estas especies, los monoglicéridos resultantes de la digestión enzimática de los triglicéridos son más polares y por tanto facilitan la formación de micelas más que los ácidos grasos libres. En rumiantes, las diferencias no son importantes y la disponibilidad del aceite (libre o contenido en la semilla) o la instauración de los ácidos grasos son los factores a considerar. Una vez que se tiene en cuenta dicho criterio, el valor energético de un aceite u oleína vegetal para monogástricos depende fundamentalmente de su contenido en linoleico. Por tanto, los aceites de girasol, maíz y soja son más energéticos que los aceites de palma. Lo mismo ocurrirá con sus oleínas correspondientes. Por contra,

el uso de lípidos insaturados en animales próximos al sacrificio ha de tomarse con cautela por su efecto negativo sobre la composición lipídica de la carne en canal.

2.2.5.1 Aceite y oleínas de soja

El aceite y oleínas de soja es una grasa de origen vegetal de mediana disponibilidad en el mercado venezolano. Procede de la industria de la soja tras la extracción previo al refinado del aceite para consumo humano. En función de los precios de las grasas en los mercados mundiales, es frecuente encontrar ofertas competitivas en el mercado nacional. Como consecuencia de su estructura química, insaturación y contenido en triglicéridos es la fuente lipídica de elección en animales jóvenes, como pollitos de primera edad y lechones destetados precozmente. Aparte de su alta digestibilidad, el aceite de soja utilizado en la industria de alimento para animales es crudo, lo que significa que lleva las gomas incorporadas. Estos componentes son muy ricos en colina, fosfolípidos, antioxidantes y vitamina E, lo que favorece la digestibilidad y la conservación durante el almacenaje. Otro punto de interés es su alto contenido en linoleico, que le hace especialmente aconsejable en alimento para ponedoras en base a cereales blancos, por su efecto sobre el tamaño del huevo.

2.2.5.2 Aceite y oleínas de girasol

Son productos abundantes en el mercado venezolano. El aceite se oferta como tal, pero su uso es frecuente como parte de la semilla entera. Es un aceite muy insaturado, con mayor contenido en linoleico que el aceite de soja (58 % vs 53 %), por lo que su valor energético es ligeramente superior en monogástricos jóvenes. Por el mismo motivo, las oleínas puras de girasol son de alto valor nutricional en monogástricos, aunque su uso deba restringirse en rumiantes de alta productividad.

2.2.5.3 Aceite y oleínas de palma

Son grasas sólidas a temperatura ambiente caracterizadas por su alto contenido en Palmítico y bajo-medio en linoleico. No debe confundirse el aceite de palma con el aceite de palmiste. El primero se obtiene de la pulpa del fruto. El aceite de palmiste se obtiene de la almendra y se caracteriza por su alto contenido en ácidos grasos saturados de cadena muy corta, con más de un 60% de láurico más mirístico. El aceite de palma es un producto de importación rara vez utilizado en alimentación animal. Por su alto precio, su uso se restringe a productos lácteos re engrasados. Las oleínas, sin embargo, son de uso común en porciones de alimento. Las presentaciones comerciales son distintas, variando el contenido en ácidos grasos libres entre el 50% (oleínas de palma) y más del 90% (hidrolizados de palma).

2.2.5.4 Aceite y oleínas de coco

Son aceites de importación, sólidos a temperatura ambiente. Más del 85 % de sus Ácidos grasos contienen 14 o menos átomos de carbono en su molécula. Por ello, la digestibilidad del aceite de coco en lechones es muy elevada y similar e incluso superior a la soja. Sin embargo, su precio es elevado y por ello su uso ha quedado limitado a la industria de los sueros y productos lácteos re engrasados. A veces aparecen en el mercado, oleínas de coco procedentes de la industria del jabón y de las cremas. El valor energético de este subproducto es muy inferior al del aceite original, tanto en mono gástricos como en rumiantes.

2.2.5.5 Aceite y oleínas de algodón

El aceite de algodón es de uso frecuente en rumiantes como componente de la semilla. El aceite comercial se extrae de estas semillas previa separación del copo y molienda de las mismas. Las oleínas resultantes del proceso de refinado presentan una buena composición en ácidos grasos con un 50% de linoleico y un 30% en oleico. Sin embargo, su uso está totalmente desaconsejado en porciones de alimento para monogástricos en regímenes

intensivos por la presencia de factores anti nutritivos como los ácidos grasos ciclopropenoides (AGCP) y el gosipol.

2.2.6 Oleínas mezclas

A nivel comercial son cada vez más frecuentes las ofertas de mezclas de oleínas que cumplen unas ciertas especificaciones. Soja y girasol suelen utilizarse como fuentes de linoleico. Palma, maní, coco, y algodón son otras posibles fuentes a utilizar para rumiantes. Las posibilidades de mezclas son infinitas pero en general quedan definidas por su contenido en linoleico. Así, se ofrecen oleínas 50%, 35% y 20% para ponedoras, multiuso y mono gástricos adultos, respectivamente. Es bastante frecuente, en situaciones comerciales prácticas, que estas mezclas incorporen productos de origen animal. De aquí el nombre común de grasoleínas para estas mezclas.

2.2.7 Lecitinas

Las lecitinas o gomas son subproductos de la industria de extracción y refinado de la soja y otras semillas. Las más abundantes son las de soja. Las lecitinas puras están compuestas de diversos fosfolípidos tales como fosfatidil colina, fosfatidil inositol y fosfatidil etanolamina. Por tanto, es un producto rico en fósforo (1,9%) y en factores lipotrópicos (1,8 % de colina y 2,3 % de inositol de alta disponibilidad biológica). Son pues sustancias muy apreciadas por su gran poder emulsionante. Uno de los problemas más graves de las lecitinas, especialmente de las más purificadas, es la solidificación en los tanques de almacenamiento. Por ello se suelen comercializar mezcladas con otros lípidos. Su adicción a las oleínas se ve dificultada por la escasa solubilidad de estos fosfolípidos en los hidrolizados ácidos.

2.2.8 Grasas de Frituras

En Venezuela las grasas de frituras proceden de la recolección de grasas utilizadas en restaurantes, hoteles y otros centros industriales. Por tanto su composición y valor nutricional depende del tipo de grasa utilizada y de la rigurosidad de los tratamientos por el calor que hayan sufrido. Hasta 1985, más del 90 % de la grasa de los restaurantes era de origen animal. La industria del reciclado añadía a estos lípidos recogidos, cantidades variables de oleínas vegetales de diversa procedencia a fin de elevar su contenido en linoleico. Otras veces se le añadían grasas provenientes de las industrias de los subproductos de mataderos y sebos oscuros o con altos contenidos en ácidos grasos libres rechazados por la industria del jabón. De aquí, que estas grasas, llamadas "yellow grease"(grasas amarillas), contengan un porcentaje variable de ácidos grasos libres y de linoleico. Cuando se recolectan, seleccionan, filtran y reciclan de forma adecuada, su valor nutricional es alto y similar e incluso superior al de un sebo de calidad media. El problema aparece cuando se reciclan grasas de freiduría excesivamente recalentadas, con niveles de polímeros elevados (en ocasiones superiores al 20%). Cuando el tratamiento térmico es abusivo se produce el auto oxidación de los ácidos grasos que pueden resultar dañinos y tóxicos para el animal. Además, los productos oxidados reducen la palatabilidad de la grasa original.

2.2.9 Grasas Técnicas

Actualmente el mercado de grasas para las raciones de alimento se decanta por la comercialización y uso de las llamadas grasas técnicas. Son mezclas de lípidos de cualquier origen, incluyendo grasas animales y vegetales, oleínas nacionales o de importación, grasas recicladas y destilados de ácidos grasos. El fabricante de alimento para animales pide al proveedor una mezcla lipídica con una serie de especificaciones y permite que este elija las materias grasas a utilizar en función del tipo y calidad de la ración de alimento final al cual va destinada.

2.2.10 Grasas inertes

Las grasas inertes, mal llamadas protegidas o by-pass (encapsulamiento o protección por recubrimiento), engloban a un grupo de productos diseñados para rumiantes caracterizados por tener un efecto inhibitorio mínimo sobre el metabolismo de las bacterias Gram positivas y protozoos. Esta protección se obtiene sin detrimento aparente de su digestibilidad intestinal. Las grasas inertes existentes en el mercado corresponden a dos grandes grupos: las grasas cálcicas y las grasas parcialmente hidrogenadas.

2.2.10.1 Grasas cálcicas

Resultan de la saponificación de los ácidos grasos libres por iones calcio. A pH normales del rumen (6,0-6,3), estos jabones permanecen sin disociar, son insolubles en el líquido ruminal y por tanto inertes, sin embargo, el pH disminuye hasta 2,0- 2,5 por lo que se disocian, dando lugar a calcio y a los ácidos grasos libres correspondientes que son entonces digeridos en el yeyuno. La mayoría de las grasas cálcicas disponibles en el mercado se fabrican a partir de ácidos grasos destilados de palma, cuyo perfil de ácidos grasos es ideal para rumiantes, ya que su punto de fusión está en torno a los 38°-39°C, próximo a la temperatura corporal del animal. Los jabones cálcicos permiten que una mayor proporción de ácidos grasos insaturados alcancen el intestino delgado, con lo que la digestibilidad intestinal de la grasa aumenta.

2.2.10.2 Grasas hidrogenadas

El proceso consiste en hidrogenar parcialmente los dobles enlaces de diversas fuentes lipídicas a fin de elevar su punto de fusión, reduciendo de esta forma su actividad en rumen por ser más insolubles. Las principales fuentes lipídicas utilizadas en la confección de estas grasas son las oleínas de palma, sebo y las oleínas de pescado. El problema a considerar con este tipo de grasas es que la hidrogenación de los ácidos grasos, especialmente de los de cadena larga, reduce su digestibilidad en el intestino delgado.

2.2.11 Alimentos balanceados

Los alimentos balanceados contienen aceites naturales y grasas animales y otros compuestos líquidos lípidos, tales como las vitaminas A, D, E y K y saborizantes. Todas las grasas y aceites tienen el potencial de deteriorarse (oxidarse) y el uso apropiado de los antioxidantes previene este deterioro. Los factores ambientales, es decir, más de 0,5 % de humedad, exceso de temperatura, presencia de luz, contacto con oxígeno y enzimas, pueden influir en el grado y tasa de oxidación.

2.2.12 Cloruro de colina

El Cloruro de colina es estable. En premezclas de alta concentración ejerce eventualmente una acción agresiva sobre otras vitaminas. La colina está presente en todos los alimentos animales. Ricos en colina son alimentos a base de proteínas animales, algunos triturados oleaginosos. La colina natural del triturado de soya es convertida en un 60% - 70 %. La colina, considerada a veces como perteneciente al grupo de vitaminas B (vitamina B4) sirve sobre todo como donador de grupos metilo. Estos llamados “grupos metilo lábiles” (grupo CH_3) son absolutamente necesarios para la formación de sustancias corporales esenciales como p.ej. La creatina y la adrenalina, en la distribución de las grasas así como reacciones metabólicas.

Además, la colina realiza otras funciones mas como parte integrante del metabolismo, funciones, en las cuales no puede ser reemplazada ni por betaina ni por metionina.

La utilidad de la colina es entre otros de:

- Parte integrante de acetilcolina. Acetilcolina tiene una función importante en la conducción tiene una función importante en la conducción de estímulos en el sistema nervioso.
- Parte integrante de lecitina. La lecitina tiene en el metabolismo una función importante en el transporte de grasas.

- Parte integrante de las ceramidas, a su vez en la sustancia cerebral. Trastornos en la formación o el desdoblamiento de estas partes integrantes de la membrana conducen a enfermedades del metabolismo.

En cuanto a los datos físicos y químicos se tiene:

- Descripción: solución líquida, acuosa, prácticamente inodora.
- Densidad a 20 °C: 1,10 g/ml.
- Punto de cristalización: -18 ° C.
- Viscosidad: 21 mPa.s (a 20° C).

2.2.13 La metionina

Los aminoácidos son los “bloques constructores” de la proteína. Con un aporte equilibrado de aminoácidos se precisa menos alimento animal y la conversión es más eficaz. Para obtener este equilibrio nutricional con el mínimo costo de alimento animal posible, deben añadirse ciertos aminoácidos al alimento animal. Esto se debe a que no existe en muchos casos un equilibrio natural entre el grano y los aportes proteínicos de lo que se dispone.

Uno de los suplementos aminoácidos más importantes es la metionina. Clasificada como un aminoácido “esencial”, la metionina es un componente obligado en la dieta de aves, así como de cierto número de animales para sintetizar proteínas. De no estar presente en las cantidades adecuadas el animal no crecería o no pondrían huevos en las medidas óptimas deseadas. Aunque existen ingredientes para alimentos animal ricos en metionina, tales como la harina de pescado o el gluten de maíz, su utilidad queda limitada debido a las cantidades de estos ingredientes que habría que emplear.

En cuanto a las propiedades físicas y químicas de la metionina se tiene:

- Descripción: aminoácido.
- Análisis: 88% mínimo.
- Peso específico: 1.23 a 68 °F (20°C).
- Punto de congelación: -40°F (-40°C).
- Viscosidad a 20 ° C: 105 centistokes.
- Densidad a 20°C: 10,2 lb/ galón.

2.2.14 Uso de las grasas animales

De entre los diferentes usos de las grasas, es el empleo como complemento alimenticio para animales. La adición de grasa a la dieta mejora la rentabilidad y la producción ganadera y avícola, bajando los costos de producción. Las grasas agregadas ofrecen las siguientes ventajas.

- Aportar ácidos grasos esenciales.
- Aumentan la gustosidad (palatabilidad) de los alimentos.
- Reduce el polvo.
- Incrementan la densidad de energía en las raciones y eficiencia alimenticia.
- Sirven como fuente eficiente de energía.
- Mejora la adsorción de vitaminas liposolubles.
- Aumenta el peso del huevo.
- Mejora la persistencia de la lactación y rendimiento de leche.
- Mejoran la supervivencia del lechón y el tamaño de la lechigada.

Las grasas en las dietas contribuyen con un efecto extra calórico, por medio de su interacción con otros componentes de la dieta para incrementar su absorción, la cual a su vez, aumenta la energía metabolizable de la dieta. Además la adición de la grasa eleva el uso de la energía metabolizable reduciendo el incremento calórico, lo que aumenta la energía neta de la dieta. Así la energía y los nutrimentos están mucho más concentrados en

una dieta alta en grasa que alta en carbohidratos. Esta concentración permite una gran flexibilidad en la formulación de alimentos a costos efectivos.

Entre otras mejoras, se incluye el valor lubricantes de las grasas, reducción del polvo y la separación de partículas y mejoramiento de la gustosidad de los alimentos para todas las especies. La adición de grasas en alimentos balanceados previene que las partículas se asienten debido a la reducción del polvo en el equipo y a que ayuda a lubricar el mismo.

2.2.15 Transporte y almacenamiento de las grasas

A continuación se presentan las especificaciones referidas al transporte y almacenamiento de las grasas.

Las grasas deben almacenarse y manejarse en tanques y tuberías de acero o hierro, evitando cualquier contacto con cobre o latón. Aun la mínima exposición al latón o al cobre, acelera la oxidación, pero en presencia de exceso de humedad e insolubles, aumenta los ácidos grasos libres y la inestabilidad de la grasa, resultando en una probabilidad más alta de rancidez.

Cuando las grasas se manejan apropiadamente y estabilizan con cantidad adecuada y tipo de antioxidante, pueden almacenarse por largos periodos. Se debe hacer todo esfuerzo para evitar la entrada de aire en las grasas, específicamente los sellos en el extremo de succión de la bomba de descarga del camión deben estar bien cerradas, y las grasas deben ser enviadas a los tanques a través de tubos de descargas internas con las puntas sumergidas o flotantes.

La grasa debe ser líquida para poder bombearse, aunque se requiere de cuidados, ya que el exceso de calor acelera todos los procesos de deterioro. El almacenamiento de las grasas a temperaturas ligeramente por arriba del punto de fusión mantendrá la calidad del producto final. Entonces inmediatamente antes de la aplicación con grasas deben

calentarse para mejorar su capacidad de mezcla y absorción en los alimentos balanceados.

Almacenamiento y transporte de grasa.

En la sección se presentan las normas requeridas en el transporte y almacenamiento de grasas.

Las grasas comestibles se almacenarán y transportarán en depósitos o recipientes llenos y cerrados, protegiéndolos de la luz solar y condiciones de temperatura extrema. Se mantendrá en cada caso las temperaturas adecuadas, de manera que la grasa no sufra alteraciones o cambios en sus características iniciales.

Las grasas comestibles se almacenarán y transportarán aisladas de aquellos otros productos que despidan olores o puedan provocar riesgos de intoxicación.

Los alimentos balanceados contienen aceites naturales y grasas animales y otros compuestos.

Debido a que la grasa se solidifica con el paso del tiempo, los tanques deben disponer en su fondo un circuito de tuberías para pasar vapor o agua caliente por las mismas a (80 – 100) °C, y conseguir aumentar la temperatura de la grasa que así fluirá nuevamente y podrá ser bombeada.

Depósitos:

Dos de los materiales que se pueden utilizar para la construcción de depósitos que va a contener grasa pueden ser:

- Plástico.
- Acero inoxidable.

El acero inoxidable, material utilizado en industrias alimentarias, actualmente se esta empleando en la industria de las grasas, donde se han venido utilizando materiales menos nobles en su almacenamiento.

Los depósitos de acero inoxidable reúnen una gran cantidad de ventajas:

- Pueden construirse en volúmenes que van de unos pocos litros hasta mas de un millón.
- Pueden aislarse, con lo que guardan la grasa a la temperatura deseada durante prolongados periodos de tiempo, aunque los depósitos se encuentren a la intemperie.
- Pueden encamisarse para efectuar toda clase de tratamientos térmicos (enfriamiento, calentamiento), sin más que hacer pasar fluidos frigoríficos o calefactores por los circuitos.
- Pueden situarse circuitos en el fondo del tanque.
- Su diseño es higiénico, no transmitiendo a la grasa olores ni sabores extraños cuando sean lavado bien.
- Se les puede incorporar todo tipo de accesorios (termómetros para conocer la temperatura del producto en su interior, toma muestras, indicadores de nivel, etc.).

El acero inoxidable de que se construyen suele ser el AISI 304 o el AISI 316L. El primero es una aleación que posee un contenido máximo de carbono de 0,08%, cromo 19% y níquel 10%. Presenta una resistencia a la corrosión muy energética. Este tipo de acero es resistente contra corrosión intercrystalina y tiene propiedades para ser embutido profundo (no templable, no magnético); dentro de sus aplicaciones están: partes para la industria de alimentación y embotelladoras de bebidas, tanques de fermentación, de almacenamiento, y barriles para cervecaría, equipos para lecherías incluyendo tapas y fondos, equipos para refinerías de cereales, útiles para cocina, cubiertos, industrias químicas, tanques para sustancias químicas, reactores, cúpulas y otros equipos para plantas de energía atómica, etc. El segundo es una aleación con un contenido máximo de

carbono de 0,03%, cromo 17% y níquel 12% y molibdeno 2.5% presenta una alta resistencia a la corrosión energética y corrosión intercrystalina, resiste contra muchos agentes químicos agresivos, como también a la atmosfera marina. Entre sus aplicaciones se destaca su uso en la industria alimenticia, la papelera, la construcción, etc.

La incorporación de grifería y tubería de acero inoxidable es el complemento necesario a tanques del mismo material. De otro modo (utilizando accesorios de otros materiales) perderíamos en parte las ventajas logradas al disponer de tanques inoxidables.

Los tanques plásticos representan una alternativa interesante, ya que tienen muchas ventajas de los de acero inoxidable, principalmente su precio es más reducido, tales como:

- No proporcionan olores ni sabores extraños si se mantienen limpios.
- Son muy ligeros. Para un mismo volumen pesan un 20 por 100 menos que otros tipos.
- Son resistentes a la corrosión y agentes atmosféricos, por lo que también pueden estar expuestos a la intemperie.
- Pueden protegerse con diversos recubrimientos interiores.
- Su movilidad (por su bajo peso) es mayor que la de cualquier otro tipo de depósito.
- Pueden ser aislados para mantener la temperatura de la grasa durante varios días, con pequeñas variaciones ($\pm 3^{\circ}\text{C}$).
- Como son traslucidos se puede ver el nivel de la grasa en su interior sin necesidad de indicadores.
- Son de superficie lisa, tanto por dentro como por fuera, lo que evita la acumulación de microorganismos y facilita las operaciones de limpieza y desinfección.
- Se adaptan a los sistemas de limpieza.
- Los de construcción especial pueden resistir temperaturas hasta 160°C .

- Los tanques de plástico se pueden reforzar con fibra de vidrio, que tiene unos altos valores de resistencia mecánica.

2.2.16 Diseño adecuado de tanques

Las consideraciones de diseño respecto a la minimización de las dificultades de corrosión deben incluir la conveniencia de un drenaje libre y complejo, la eliminación de grietas y la facilidad de limpieza e inspección. La instalación de deflectores y boquillas de drenaje y la ubicación de las válvulas y las bombas se deben hacer de modo que se produzca un drenaje libre y que se pueda realizar el lavado sin retención. Siempre que sea practico, se deberán proporcionar medios de acceso para la inspección y el mantenimiento. Los equipos se deben sostener de tal modo que no reposen en pozas de líquido o en algún material aislante húmedo. Las especificaciones tienen que estar suficientemente completas para asegurarse de que se utilice el tipo de material o la composición que se desee y que se proporcione la condición correcta de acabado superficial y tratamiento térmico.

2.2.17 Análisis del modo y efecto de falla potencial (AMEF)

El AMEF es una técnica preventiva y de alerta que proporciona una forma de estudio de causa y efecto de las fallas antes que el diseño o proceso sean finalizados. Consiste en examinar todas las posibles fallas y analizarlas en cuanto a modo, severidad, riesgo, frecuencia, etc.

El AMEF permite identificar acciones correctivas requeridas para prevenir que lleguen al cliente productos o servicios que no cumplan las expectativas.

2.2.17.1 Tipos de AMEF

- De Diseño
- De Proceso

2.2.17.1.1 AMEF de Diseño

Se aplica a componentes, los sistemas, ensambles, productos. Minimiza los defectos de las fallas en el diseño del producto.

2.2.17.1.2 AMEF de Proceso

Se aplica a máquinas, herramientas, estaciones de trabajo, línea de producción, procesos, calibres y otros sistemas de medición. Minimiza los efectos de las fallas en el proceso de fabricación de productos.

2.2.17.2 Definiciones Asociadas al AMEF

1. **Función**, es la tarea que un componente, subsistema o producto debe realizar. Debe ser descrita en forma precisa, exacta y fácil de entender. Ejemplo: posiciona, sujeta, sella, etc.
2. **Falla**, es la incapacidad parcial o total de un componente, subsistema o producto para llevar a cabo la función para la cual fue diseñado.
3. **Modo de Falla**, es la forma en que un componente, subsistema o producto puede fallar al ejecutar la función para la cual fue diseñado. Ejemplo: fatiga, fractura, lento, etc.
4. **Mecanismo o Causa de la Falla**, es el hecho responsable de que la falla ocurra.
Ejemplos:

CAUSAS DEL DISEÑO	CAUSAS DEL PROCESO
Espesor Incorrecto	Contaminación
Mala adherencia	Error del operario
Mal sabor, Olor, Aspecto	Máquina descalibrada
Contaminado	Exceso voltaje
Vibración	Problema del medio ambiente

5. **Efecto de la Falla**, es el resultado de la ocurrencia del modo de la falla.

Existen dos tipos de efectos:

- Locales: Aislados, no afectan otros componentes.
- Globales: Pueden tener efectos colaterales. También pueden ser subjetivos u objetivos.

6. **Controles**, son todas aquellas herramientas que pueden prevenir que las causas de las fallas ocurran.

Ejemplos:

CONTROLES PARA DISEÑO	CONTROLES PARA PROCESO
Especificaciones	Hoja de Proceso Ayudas Visuales

7. **Ocurrencia**, es la frecuencia con que la falla podría presentarse como resultado de una causa específica.

Criterio de Evaluación:

TIPO DE OCURRENCIA	RANGO	FRECUENCIA RELATIVA
Remota- Inusual	1	1 en 1000000 ($\pm 5 \sigma$)
Muy Baja- Proceso bajo Control Estadístico	2	1 en 20000 ($\pm 5 \sigma$)
Baja- Pocas Veces	3	1 en 4000 ($\pm 5 \sigma$)
Moderada- Ocasional	4 5 6	1 en 1000 1 en 400 1 en 80 ($\pm 5 \sigma$)
Alta- Proceso repetidamente fuera de Control Estadístico	7 8	1 en 40 1 en 20
Muy Alta- La ocurrencia es inevitable	9 10	1 en 8 1 en 2

Fuente: Guía para la Identificación de los Modos de Falla Potenciales del Proceso.1998.

8. **Severidad**, es una estimación de la gravedad del efecto para el cliente o el usuario final.

Criterio de Evaluación:

NIVEL DE CLASIFICACIÓN	EFEECTO	VALOR
Menor	Sin efecto real	1
Bajo	Ligera anomalía; poco percibida Por el cliente.	2 3
Moderado	Insatisfacción ligera en el Cliente.	4 5 6
Alto	Producto Inutilizable.	7 8
Crítico	Afecta la seguridad del Cliente.	9 10

Fuente: Guía para la Identificación de los Modos de Falla Potenciales del Proceso.1998.

9. **Detección**, es un valor para clasificar la probabilidad de encontrar la falla antes de que la parte llegue al siguiente cliente.

Criterio de Evaluación:

PROBABILIDAD	VALOR DE DETECCIÓN
Muy Alta Los controles detectarán casi seguramente la falla.	1-2
Alta Los controles tienen buena oportunidad de detectar la existencia de la falla.	3-4
Moderada Los controles pueden detectar la falla.	5-6
Baja Los controles no parecen detectar la existencia de la falla.	7-8
Muy Baja Los controles probablemente no detecten la existencia de la falla.	9
Absoluta certeza de no-detección Los controles no pueden detectar falla.	10

Fuente: Guía para la Identificación de los Modos de Falla Potenciales del Proceso.1998.

2.2.17.3 Modo de Falla Potencial

Es la forma como la característica de la operación puede fallar con respecto al diseño especificado, los requerimientos de ingeniería y/o las expectativas del cliente.

2.2.17.4 Efectos Potenciales de la Falla

Son las reacciones posibles de producirse en el cliente o deficiencias captadas por éste.

2.2.17.5 Causas Potenciales de Falla

Son los posibles orígenes del desperfecto, descritos en términos de algo que pueda ser corregido o controlado.

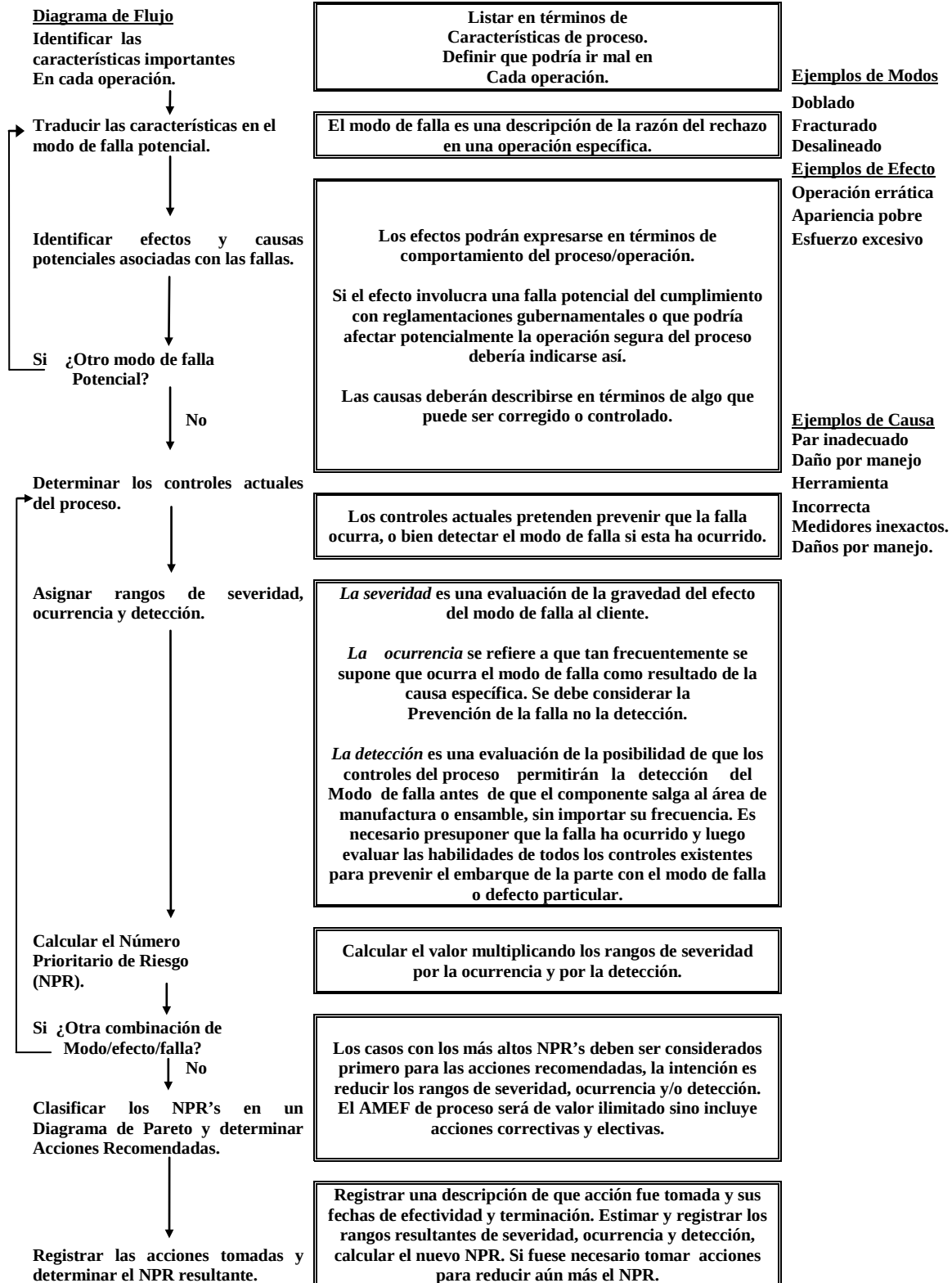
2.2.18 Número Prioritario de Riesgo (NPR)

El Número Prioritario de Riesgo se define como el producto de la severidad, la ocurrencia y la detección.

$$\text{NPR} = \text{Ocurrencia} \times \text{Severidad} \times \text{Detección}$$

El Número Prioritario de Riesgo permite establecer un sistema de prioridades para efectuar las acciones correctivas teniendo en cuenta el efecto sobre el cliente, la capacidad de detección y la ocurrencia de causas, etc. Sirve para hacer comparaciones verticalmente en el Plan de Control, para determinar las debilidades y fortalezas del proceso, y también para comparar en el tiempo los distintos NPR'S obtenidos.

2.2.19 Procedimiento del AMEF de Proceso



CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACION DEL ALIMENTO BALANCEADO PARA ANIMALES

A continuación se presenta de forma secuencial cada uno de los pasos, procedimientos, áreas, equipos y materias primas que se emplean durante la elaboración de los alimentos concentrados y balanceados en la Planta alimentos Sansón.

3.1 DESCRIPCIÓN DE LAS AREAS DE LA PLANTA

El proceso de elaboración de alimentos concentrados y balanceados para animales abarca las siguientes líneas: alimento para aves, vacuno, equinos y cerdos.

La planta agrupa cinco grandes áreas (apéndice A):

Área de producción, en esta se encuentran ubicados todos los equipos que hacen posible la elaboración de los diferentes productos.

Área de almacenamiento, conformada por: 3 tanques de grasa 2 tanques de melaza, 2 tolvas de recepción de materia prima, 1 tolva de almacenaje a grane, 2 tolvas de pre molienda, 1 tolva pre mezcla, 1 tolva bascula pre mezcla, 2 tolva de pre ensaque, silos de almacenamiento, silos de productos terminados.

Área Administrativa, donde se encuentran los distintos departamentos que conforman la empresa: Control de calidad, Producción, Compras, Ventas y Administración.

Área de mantenimiento, donde se dispone tanto del personal como de los instrumentos y herramientas necesarias para realizar las acciones preventivas y correctivas tanto de

equipos involucrados en el proceso productivo como de las otras dependencias que conforman la empresa.

Área de recepción y despacho: La recepción de materia prima se ubica a la entrada de la compañía (Apéndice A). El área de despacho se subdivide en dos zonas; si se despacha productos a granel entonces se realiza junto al área de producción; si el producto es a sacos el despacho se realiza en el área destinada a producto terminado.

3.2 EQUIPOS

Equipos y máquinas: La empresa cuenta con una variedad de equipos y maquinas que hacen posible que el proceso productivo se realice con eficiencia. Pueden ser agrupados de la siguiente manera: Equipos para la recepción de materia prima en productos, máquinas de producción de energía, máquinas de transformación de materia prima en producto, maquinas de transporte de materia prima, producto y fluidos.

Equipos para recepción de materia prima: Estos se ubican en el área de recepción y despacho donde se lleva el control de peso de todos los productos que entran o salen de la planta. Para llevar a cabo dicho control, los equipos que se usan son los siguientes: 1 romana con una capacidad de 100 toneladas y una bascula de precisión, 1 tolva báscula de pre mezcla.

Máquinas de transformación de materia prima en producto, las máquinas que hacen posible la transformación de materia prima en producto terminado se clasifican de la siguiente manera. Molinos: para transformar los granos en harinas, forma más adecuada para llevar a cabo la mezcla de componentes. Se cuenta con tres molinos de martillo, mezclador horizontal: Como su nombre lo indica tiene la función de mezclar la formula diseñada para el alimento que se está elaborando con una capacidad de cuatro toneladas. Su funcionamiento es el hacer girar un eje el cual lleva acoplado una cinta acerada que rodea el eje, desarrollando un espiral. El tiempo de mezclado varía de acuerdo al alimento que se prepare. Ensacadora: la planta cuenta con una ensacadora que funciona con un sistema mecánico - neumático, para llenar sacos de 45 kilos; secadora de granos, silos temperos.

Maquinas de transporte de materia prima, productos y fluidos; Las maquinas y equipos que se usan para manejar los materiales son los siguientes: elevador de canjilones, elevador de pre molienda, elevador de descarga, elevador alimentador secadora, elevador de descarga.

3.3 MATERIAS PRIMAS

En la elaboración de los alimentos concentrados se utilizan diferentes materias primas y subproductos de estas, las cuales se describen a continuación:

1. - Cereales: sorgo, maíz, trigo, arroz, cebada, centeno, etc.
2. - Subproductos de oleaginosa: harina de soya, ajonjolí, girasol, algodón.
3. - Subproductos de cereales: harinas de maíz, afrecho de trigo y arroz.
4. - Proteína animal: harinas de carne, pescado, vísceras y plumas de pollo.
5. - Grasas y aceites.
6. - Minerales, vitaminas, antibióticos.

3.4 ETAPAS DEL PROCESO PARA LA ELABORACION DEL ALIMENTO

En el proceso de elaboración de alimentos para animales se emplean diferentes formulaciones, de acuerdo a la composición nutricional requerida por el animal que lo consume: aves, cerdos, ganado vacuno, lechero, etc. Este proceso en general consta de siete etapas, las cuales se detallan a continuación.

3.4.1 Recepción de Materias Primas

La recepción de ingredientes, se verifica mediante inspección y análisis visual, en el caso de las grasas y para los cereales se usa un determinador de húmeda y tamices para determinar impurezas de manera que todos los ingredientes cumplan con las especificaciones requeridas para la elaboración del alimento.

Las materias primas requeridas, son recibidas en diferentes presentaciones: en sacos, a granel y en tambores, y son distribuidas de acuerdo a su tamaño y estado físico (liquidas y

solidas). Como puede observarse en la figura 3.1. Las materias primas solidas se dividen en micro y macro. Las materias primas micro las constituyen las vitaminas y todos los productos químicos empleados en la formulación de los alimentos. Las macro están constituidas por productos y subproductos de maíz, arroz, trigo y soya. Las materias primas liquidas son: grasa (mezcla de: sebo, aceite de soya, maíz, de frituras, etc), melaza, metionina, y cloruro de colina.

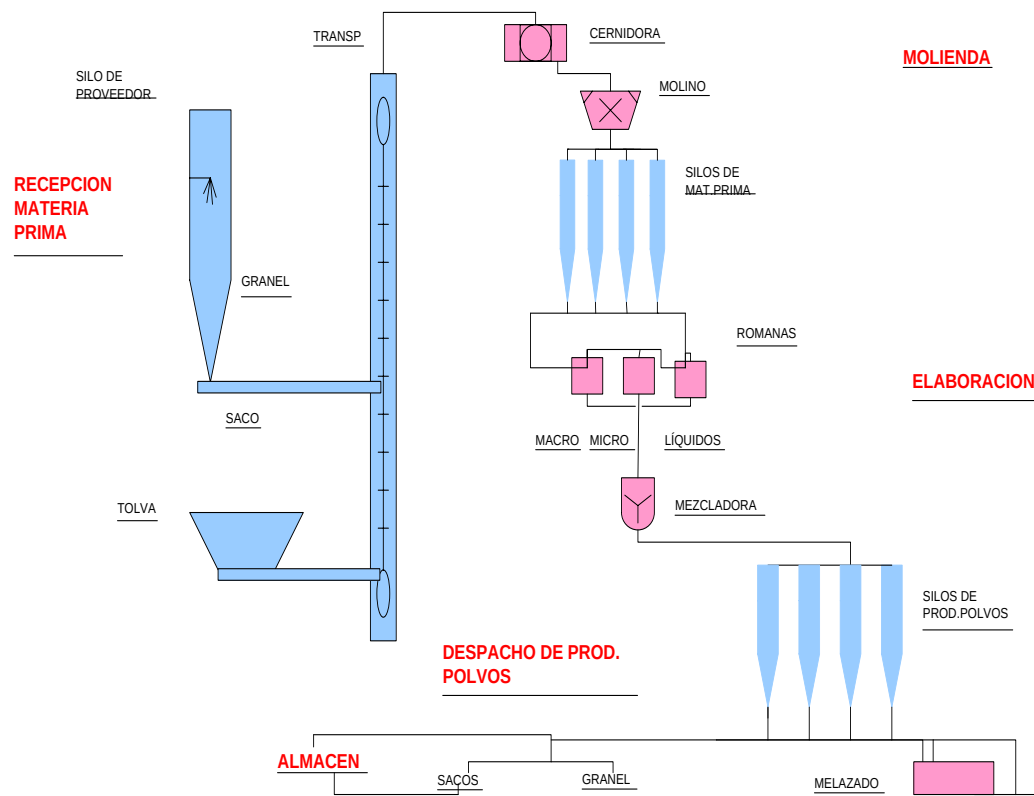
El proceso de recibir las materias primas empleadas para la elaboración de los productos finales (alimentos para animales), se realiza en el área de recepción de materiales.

Las materias primas micro se reciben en sacos y las macros son depositadas por gandolas en la tolva de recepción a granel y , posteriormente, pasan a un transportador y un elevador que conduce a un distribuidor.

La materia prima liquida se recibe en el área de tanques, cada una tiene un punto de recepción asignado (ver figura 3.1); la grasa emplea el mismo sistema; la cisterna se descarga a un tanque de recepción por gravedad; mediante una bomba de desplazamiento positivo se conduce el fluido al respectivo tanque de almacenamiento. La melaza se descarga en un tanque subterráneo por acción de gravedad. La metionina y el cloruro de colina son suministrados por una empresa contratista quien suministra metionina al 88% y uro de colina; las mismas se reciben directamente en sus tanques de almacenaje.

Las gandolas y cisternas que despachan las materias primas en general pasan por una balanza romana donde son pesados a la entrada y salida de la empresa, para cuantificar la cantidad de material suministrado.

Figura 3.1
Proceso de Elaboración de Alimentos Balanceados para animales en
la empresa “Alimentos Sansón” C.A



3.4.2 Almacenamiento

La materia prima micro se prepara de acuerdo a la formula del alimento y es almacenada en estantes que están previamente identificados.

La materia prima macro, como se observa en la figura 3.1, es distribuida dependiendo del tipo de ingrediente; los granos (maíz) se almacena en silos verticales de forma cilíndrica, los mismos deben tener una adecuada ventilación, con el fin de conservar las características físico- químicas del cereal almacenado, además se debe estar en constante inspección, para prevenir cualquier anomalía que pueda afectar la calidad del producto final. En caso de recibirse un ingrediente con alta humedad, este es llevado por los transportadores y elevadores hacia una secadora, que disminuirá la humedad del ingrediente para su posterior almacenamiento, con la finalidad de promover la conservación del mismo.

En la empresa existen tres silos de igual capacidad con volumen de 1.500 toneladas métricas y 25 metros de altura; actualmente el silo N° 1 contiene maíz blanco y los silos 2 y 3, maíz amarillo. Las harinas (maíz, soya y galleta), el afrecho de trigo, la cáscara de arroz y el gluten de maíz se almacenan en silos horizontales. El silo N° 4 tiene una capacidad de 10.800 toneladas métricas y sus dimensiones son: 12 metros de altura, 30 metros de largo y 60 metros de ancho, esta dividido en cuatro secciones de igual capacidad actualmente contiene: concha de arroz, gluten de maíz y afrecho de trigo distribuido cada uno en una sección. El segundo (5) presenta una capacidad de 10.800 toneladas métricas y tiene por dimensiones: 30 metros de ancho, 50 de largo y 12 de altura; presenta dos secciones de igual capacidad, una contiene harina de maíz y la otra afrecho de trigo. Y el ultimo (6) tiene capacidad de 11.500 toneladas métricas y sus dimensiones son: 35 metros de ancho, 55 metros de largo y 10 metros de altura, presenta dos secciones de igual capacidad y actualmente contiene harina de soya y de galleta distribuidas cada una en una sección. La ubicación de estas materias primas tanto en los silos puede cambiar según las necesidades del proceso de elaboración de alimentos para animales.

La materia prima líquida es almacenada en tanques (ver Figura 3.1); la melaza es almacenada en un tanque subterráneo de concreto de 40 toneladas métricas, y mediante una bomba de 10 hp se conduce a un tanque auxiliar. De este tanque auxiliar es conducida por una bomba de 15 hp a la mezcladora, de la cual dista el tanque 3.50 metros.

La grasa cuenta con tres tanques de almacenamiento; el N° 1 es de 50 toneladas métricas de capacidad y 8 metros de altura. El N° 2 tiene 4.5 metros de altura y 30 toneladas métricas de capacidad el tanque N° 3 tiene 2.5 metros de altura y 15 toneladas métricas de capacidad. Estos tanques son cerrados al ambiente con una compuerta en la parte superior para descargar la grasa de las cisternas. La grasa sale de los tanques a través de tuberías, cada tubería es independiente y llegan al mezclador por medio de una bomba de 10 hp con 800 rpm de velocidad.

El cloruro de colina y la metionina son almacenadas en tanques de 5 y 10 toneladas métricas respectivamente, estos fluidos son transportados hacia la mezcladora mediante sistemas independientes que presentan tuberías de 1½ y bombas de 3 hp.

3.4.3 Molienda

Consiste en implementar la acción de moler, es decir, la acción que se realiza a la materia prima en grano que sale de los silos y por medio de transportadores, y elevadores llega a los bins de molienda, que son recipientes verticales cónicos que sirven para depositar las materias primas en granos para su posterior molienda. Después de ser almacenada en los mismos se pasa por los molinos de tipo martillo, estos utilizan una malla de 3 mm para productos como soya y maíz. (Ver figura 3.1),

Esto se realiza para llevar los granos al tamaño que exige las especificaciones. La materia postmolienda es transportada mediante un sistema neumático a un filtro, el cual retiene las partículas para luego ser distribuidas a las tolvas y ellas alimentan la mezcladora.

3.4.4. Mezclado

El operador a cargo del proceso suministra los datos de la formulación tanto de materia prima líquida como sólida a un equipo semiautomático, el cual permitirá que la materia prima sólida, que se encuentra en las tolvas de almacenamiento pase a la tolva de pesaje donde se cuantifica y se añade exactamente la cantidad requerida de cada ingrediente a la mezcladora. Simultáneamente, se encienden los sistemas de bombeo de las materias primas líquidas que también serán cuantificadas mediante un contador másico, añadiéndose la cantidad exacta de cada líquido a la mezcladora, las materias primas micro se transportan con un montacargas al mezclador donde se añaden en la tolva de pesaje en forma manual. Una vez que se han depositado todos los componentes de la fórmula se procede a homogenizar los mismos mediante una mezcladora, garantizando el mezclado de los ingredientes.

Esta mezcladora puede contener 4000 Kg de ingredientes, por lo que para aligerar el proceso de desalojo del alimento en la mezcladora, luego de mezclado se deposita la mezcla en una tolva de contención; que es un recipiente que resiste hasta 4500 Kg.

Los tiempos de mezcla según las especificaciones son los siguientes: 60 segundos para mezclas secas (aquí se mezcla únicamente la materia prima sólida), 60 segundos para líquidos (es el tiempo ideal en que se debe realizar la inyección de líquidos) y 120 segundos de mezcla húmeda (la mezcla en conjunto de todos los ingredientes), en total se requieren 240 segundos para la mezcla de cada batch.

3.4.5 Cernido

La materia ya mezclada se dirige a un transportador y a un elevador que lo conduce a un cernido, que es un tamizado que separa las partículas gruesas del producto mezclado, esto lo lleva a cabo un equipo compuesto por cepillos y mallas en donde la parte más gruesa va por un lado y las finas pasan a través de la malla, obteniéndose las partículas en el tamaño requerido, luego las mismas pasan a un distribuidor para dividir la mezcla y colocarla en las tolvas como se observa en la figura 3.1.

3.4.6 Secado

En esta etapa se disminuye el contenido de humedad, para ello el producto va a un secador donde el alimento pasa por unas correas y se le inyecta aire seco y continuar hacia la otra etapa del proceso como puede observarse en la figura 3.1.

3.4.7 Despacho

El producto se despacha de dos maneras según se indica en la figura 3.1, a granel y en sacos. El producto que es despachado a granel se almacena en las tolvas a granel y luego se llenan camiones previamente pesados en la romana. El producto despachado a sacos cae en las tolvas de pesaje empacándose en sacos de 45 Kg, luego se almacena y posteriormente se despacha por rotación (saliendo el producto que se elaboró y empacó primero).

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

En el presente capítulo se describe la metodología empleada, los procedimientos analíticos, las técnicas necesarias para obtener la información requerida y los experimentos efectuados con la finalidad de cumplir con los objetivos planteados.

4.1 Identificación de los equipos utilizados en el sistema actual de producción

Debido a la ausencia de planos existentes del sistema de Producción en general se procedió a realizar un reconocimiento de los equipos que conforma las distintas áreas, en especial las de almacenamiento de materias prima grasa y melaza y el sistema de inyección de la melaza. Se dividió la inspección en dos etapas; es decir una para la melaza y la otra para la grasa.

Se identificaron 2 tanques que contienen la materia prima líquida melaza, 2 bombas que se encargan de la conducción de ésta; 3 tanques que contienen la materia prima grasa, con una bomba para su conducción. Se notó que la red de tuberías poseía distintos accesorios tales como válvulas de compuerta, válvulas de cierre rápido, tes, codos y bridas o uniones.

Finalmente se construyeron los diagramas de los sistemas como se muestran en las figuras 4.1 y 4.2

Figura 4.1
Diagrama de flujo del proceso de alimentos balanceados para animales de la planta “Alimento Sansón C.A

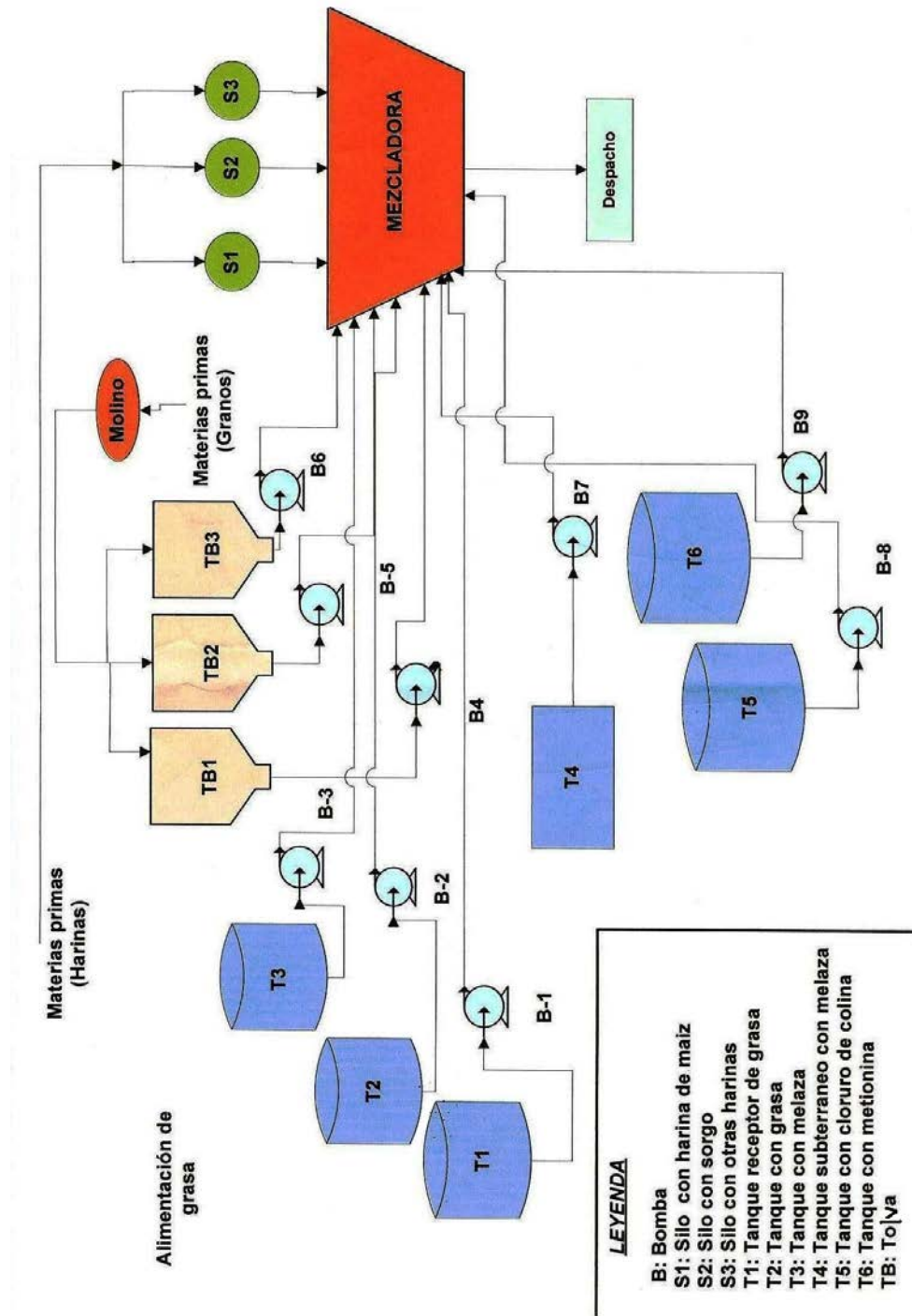
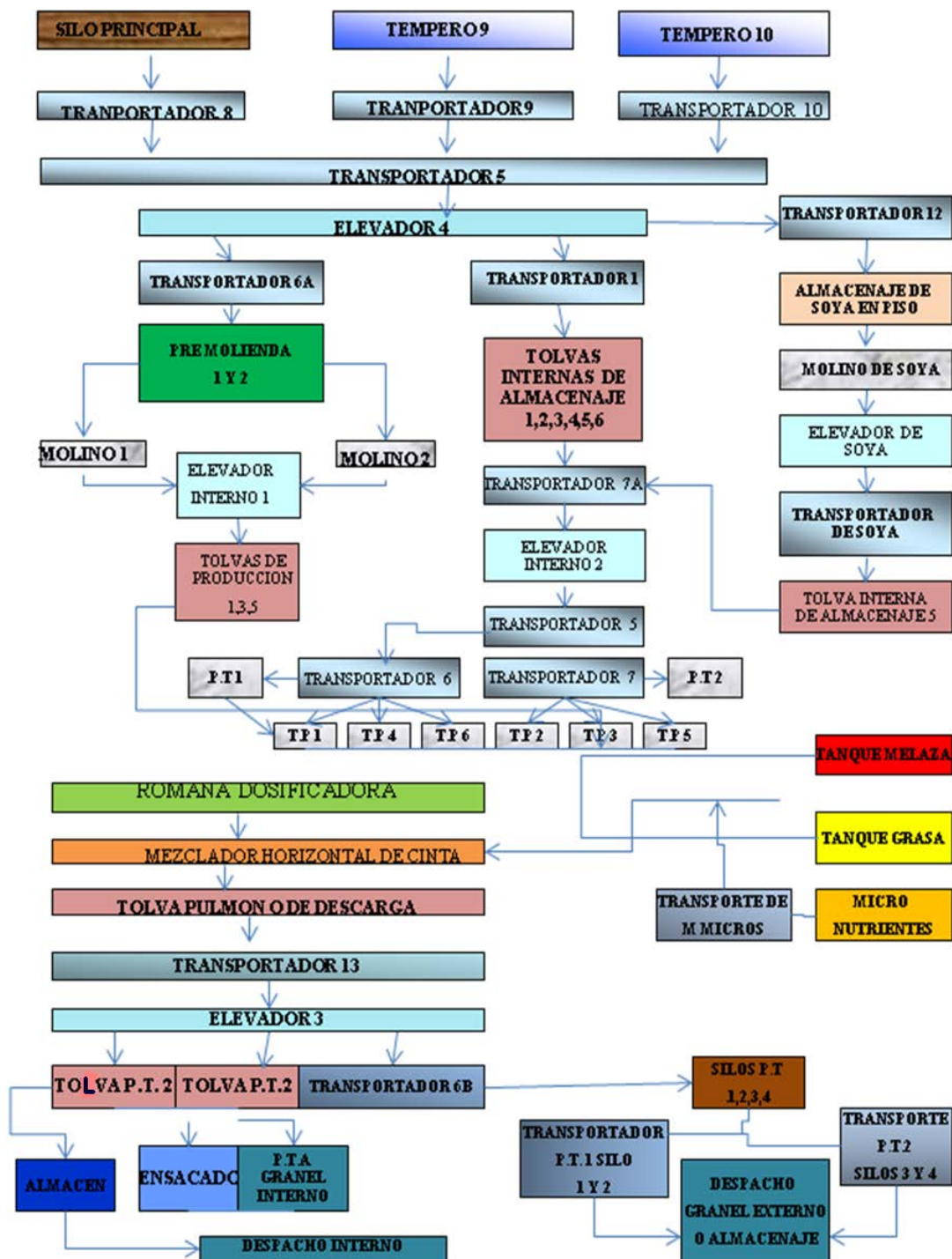


Figura 4.2
Diagrama esquemático del proceso de elaboración de alimentos balanceados para animales de la planta “Alimentos Sansón, C.A.”



4.2 Determinación de las pruebas experimentales a nivel de laboratorio, para la estimación de las características físicas de las materias primas grasa y melaza.

4.2.1 Materias Primas Utilizadas

Para llevar a cabo la corrida experimental a nivel de laboratorio se tomaron tres muestras de 500 cm³ para cada una de las materias primas (grasa y la melaza), las cuales son utilizadas actualmente en el proceso.

4.2.2 Condiciones de Operación

A continuación se presenta de forma tabulada las condiciones de operación en las diferentes secciones para la elaboración del alimento usando materia prima grasa y melaza establecidas durante la corrida experimental.

Adicionales a estas condiciones establecidas existen otras variables involucradas en el proceso como lo son las velocidades de las bombas y presiones en los rodillos, entre otras; por no estar estas variables influenciadas por el tipo de alimento a utilizar, sus valores se fijaron iguales a los valores para el proceso normal de producción del alimento.

4.2.3 Ensayos de Viscosidad Brookfield efectuados a la melaza

Para la realización de este ensayo a nivel de laboratorio se utilizaron muestras de **melaza** obtenidas directamente de los tanques de almacenamiento de melaza que se encuentran en la empresa. Para llevar a cabo la prueba se utilizó un Viscosímetro Brookfield, Modelo RV-T, de lectura digital, utilizando la aguja # 6, a una velocidad de 5 RPM, empleando el método descrito en la norma ASTM-1084-97. La toma de datos durante el ensayo se inició a las 7 de la mañana hora en que se comienza el proceso de elaboración del alimento en la empresa y la muestra de melaza con una temperatura de 17.0 °C para comenzar a reportar valores de viscosidad.

A continuación se presentan tabulados los resultados de los ensayos de viscosidad efectuados a las muestras de melaza para su estudio.

Tabla 4.1
Valores de viscosidad Brookfield como función de la temperatura
para las muestras de melaza

Temperatura (°C)	Viscosidad (cp)
17.0	71500
17.8	70800
18.1	69500
18.2	67000
18.3	66800
18.4	66200
20.9	39000
21.3	34400
23.4	27000
25.8	21600
26.7	21200

Presión ambiente: (760.00 $\pm$ 0.05) mmHg.

Temperatura: (25 $\pm$ 0.05) °C.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4.2

Valores de viscosidad Brookfield como función de la temperatura para las muestras de melaza después de agregar agua

Temperatura (°C)	Viscosidad (cp)
17.0	71000
17.8	70100
18.1	69000
18.2	66000
18.3	65200
18.4	64500
20.9	38000
21.3	33400
23.4	26000
25.8	20600
26.7	20300

Presión: (760.00± 0.05) mmHg

Temperatura: (25±0.05) °C

Fuente: elaboración propia.

Adicional a la determinación de la viscosidad como función de la temperatura para las muestras de melaza, también se procedió a determinar para esta la humedad y los Grados Brix.

4.2.4 Ensayos de humedad efectuados a la melaza

Tabla 4.3
Resultados del ensayos de Humedad efectuados a la Melaza

Numero de Muestra	Peso de la capsula vacía (± 0.0001)g	Peso de la Muestra (± 0.0001)g	Peso de la capsula con la Muestra (± 0.0001)g	Peso de la capsula con la Muestra después de secar (± 0.0001)g	Porcentaje (%) de Humedad de la melaza
1	75.1880	5.0131	81.2011	80.1147	21.67
2	75.5876	5.0078	80.5954	79.4627	22.62
3	75.9824	5.0219	81.0043	79.9244	21.50

Temperatura: $(30 \pm 0.05) ^\circ\text{C}$

Presión: $(760.00 \pm 0.05) \text{ mmHg}$

Grados Brix: 78

Fuente: elaboración propia.

Gráfico 4.1
Valores de viscosidad de las muestras de melaza con y sin adición
de agua empleadas en el proceso

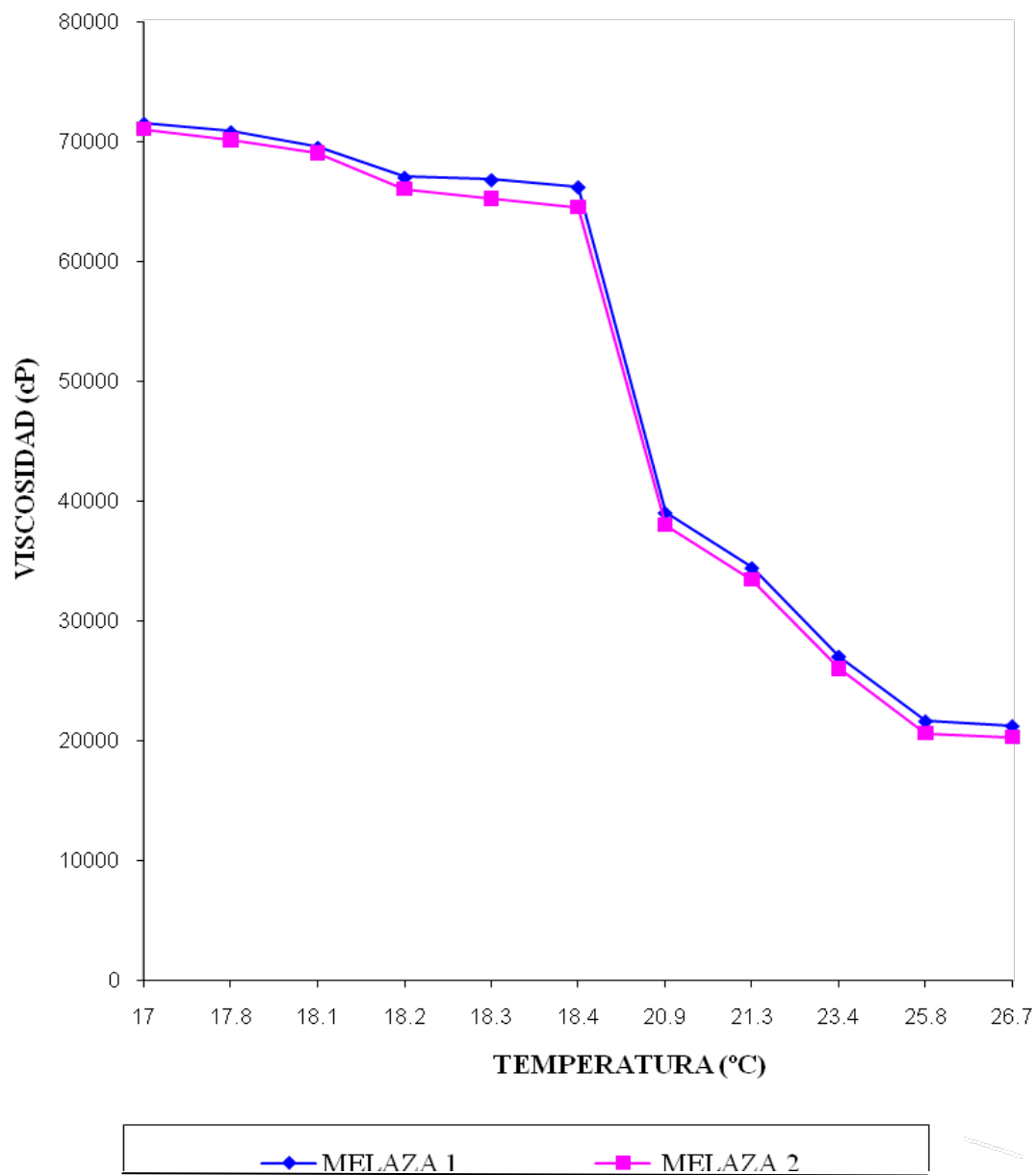


Tabla 4.4
Resultados del ensayos de Humedad efectuados a la Melaza después
de agregar agua a la Muestra

Numero de Muestra	Peso de la capsula vacía (± 0.0001)g	Peso de la muestra (± 0.0001)g	Peso de la capsula con la Muestra (± 0.0001)g	Peso de la capsula con la Muestra después de secar (± 0.0001)g	Porcentaje (%) de Humedad de la Melaza
1	75.1870	5.0121	83.0111	81.7147	25.87
2	75.5886	5.0079	81.7654	80.4627	26.01
3	75.8924	5.0119	82.2243	8.,9244	25.94

Temperatura: (30±0.05) °C

Presión: (760.00± 0.05) mmHg

Fuente: elaboración propia

4.2.5 Ensayos de Grados Brix efectuados a la melaza

Para llevar a cabo la prueba se utilizó un refractómetro de temperatura compensada para evitar la dependencia de las medidas de la gravedad específica y requiere solamente una gota o dos de la muestra de solución acuosa de azúcar de caña para tomar una lectura.

Tabla 4.5
Resultados del ensayos de Grados Brix efectuados a la Melaza después de agregar agua a la muestra

Muestra de Melaza de 100 g	Volumen de agua agregada en (± 0.1) ml	Gravedad Especifica de la Muestra 1/(g/ml)	Grados Brix de la Melaza (g/ml)
1	5.1	1.36836	72.9
2	6.2	1.36135	71.8
3	7.6	1.3524	70.4
Especificación de la empresa		1.40146	78.0

Temperatura: $(30 \pm 0.05) ^\circ\text{C}$

Presión: $(760.00 \pm 0.05) \text{ atm}$

Fuente: elaboración propia.

4.2.6 Ensayos de Densidad efectuados a la grasa

Tabla 4.6
Resultados del ensayos de Densidad efectuados a la Grasa

Muestra de Grasa	Peso del Picnómetro vacío (± 0.00001)g	Peso del Picnómetro con la Muestra (± 0.0001)g	Peso de la Muestra de Grasa (± 0.0001)g	Densidad de la Grasa (± 0.0001) g/ cm³
1	30.7083	53.6571	22.9488	0.9180
2	30.7085	53.6005	22.8920	0.9157
3	30.7120	53.3740	22.6620	0.9065

Densidad de la Grasa a 45°C: 852.79 Kg/m³

Temperatura: (30 $\pm$ 0.05) °C

Presión: (760.00 $\pm$ 0.05) atm

Volumen del picnómetro: 25 cm³

4.2.6 Ensayos de punto de fusión efectuados a la grasa

Tabla 4.7
Resultados del ensayos de Punto de Fusión
efectuados a la Grasa

Muestra de Grasa	Volumen de la Muestra (± 0.1)ml	Temperatura de la Muestra (± 0.1)°C
1	25.0	18.0
2	25.0	18.0
3	25.2	20.0

Temperatura: (30 $\pm$ 0.05) °C

Presión: (760 $\pm$ 0.05) mmHg.

4.3 Determinación del funcionamiento de los equipos para el almacenamiento de la grasa y melaza bajo condiciones normales de operación

Para determinar el funcionamiento de los equipos de almacenamiento de la grasa y melaza se realizó primero una inspección visual, luego se tomaron medidas en cuanto a las dimensiones de los tanques de almacenamiento, con el fin de determinar su capacidad, se observó detenidamente el proceso de recepción y almacenamiento de grasa y la melaza su duración en la etapa de descarga y envió a los tanques de almacenamiento y al mezclador; así como también el funcionamiento y las características de las bombas empleadas. A demás se recopiló información acerca del proceso. Por otra parte, se consultó la bibliografía

referente al diseño y a las características de este tipo de tanques recomendados para estas materias primas.

Tabla 4.8

Dimensiones de los Tanques de Almacenamiento de las Materias Primas Grasa y Melaza

Identificación del Tanque	Altura del Tanque (1± 0.01) m	Ancho del Tanque (1± 0.01) m	Largo del Tanque (1± 0.01) m	Diámetro (1±0.01) m	Volumen (1±0.01) m³
Tanque Grasa 1	9.68	-----	-----	3.06	71.16
Tanque Grasa 2	7.36	-----	-----	2,65	40.16
Tanque Grasa 3	2.74	-----	-----	2,00	8.60
Tanque Melaza cuadrado 1	4.00	5.00	6.17	-----	123.48
Tanque Melaza cuadrado 2	1.70	2.00	3.00	-----	10.20

Tabla 4.9

Materiales de construcción de los tanques de almacenamiento

de la Grasa y la Melaza

Grasa	Material de Construcción	Melaza	Material de Construcción
Tanque 1	Acero inoxidable	Tanque 1	Concreto
Tanque 2	Acero Inoxidable	Tanque 2	Acero Inoxidable
Tanque 3	Acero inoxidable		

4.4 Estimación y cuantificación de los procesos y hechos que provocan retardo en el proceso productivo y ocasionan pérdidas económicas del mismo, a través de un AMEF

Para esto se identificaron todas las variables que afectan el proceso mediante el empleo de una representación grafica, como se muestra en la figura 4.3, la cual posee el aspecto de una espina de pescado, llamada diagrama de causa y efecto, donde las causales fundamentales son seis M (6M): materia prima, mano de obra, maquinaria, método, medición y medio ambiente.

Se recopiló información en cuanto al alimento que presenta el mayor tiempo de preparación de todos los tipos que se elaboran en la empresa. Las variables que se emplearon

en la evaluación fueron tipo de materia prima, viscosidad de la materia prima líquida (melaza), estado físico de la grasa, densidad de esta, temperatura a la cual se prepara el alimento, etc., luego se empleó el método de análisis del modo y efecto de falla potencial (AMEF).

4.4.1 Elaboración del AMEF del proceso

Para llevar a cabo esta técnica preventiva, fue necesario inicialmente efectuar una inspección de campo, la cual permitió la familiarización con el proceso; luego de efectuada esta inspección se trabajó de manera individual cada sección del proceso, identificando para cada una sus correspondientes entradas y salidas; por último, se establecieron las posibles formas como podrían fallar las entradas del proceso y el efecto de estas sobre las salidas del mismo.

4.4.2 Inspección de Campo en cada Sección del Proceso

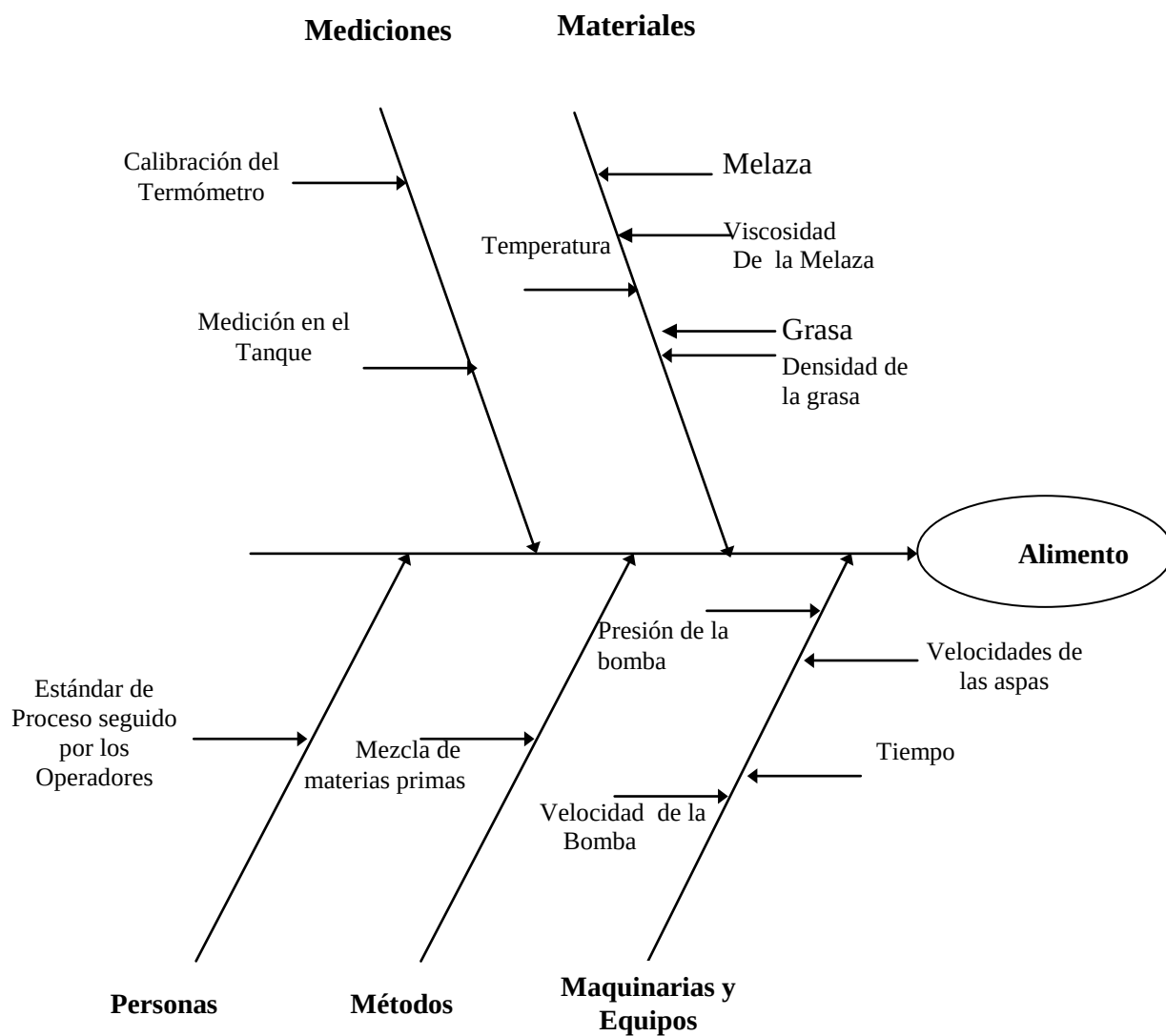
En este período de la investigación se efectuaron distintas actividades para familiarizarse con el proceso de elaboración de alimento balanceado para animales, de igual forma se lograron identificar todas las fallas que se presentan en el proceso así como todas aquellas que podrían presentarse en algún momento dado; fallas que pueden afectar las propiedades del producto obtenido en cada sección del proceso.

Para cada etapa del proceso de producción, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

1. Observación visual de la metodología de trabajo.
2. Chequeo del cumplimiento de las condiciones de operación de cada equipo.
3. Observación de la calidad del producto obtenido en cada sección.
4. Entrevistas a los operadores que laboran en cada sección del proceso.

Figura 4.3

Diagrama Causa-Efecto de los factores influyentes sobre el proceso productivo, para el cual están involucradas las materias primas Grasa y Melaza



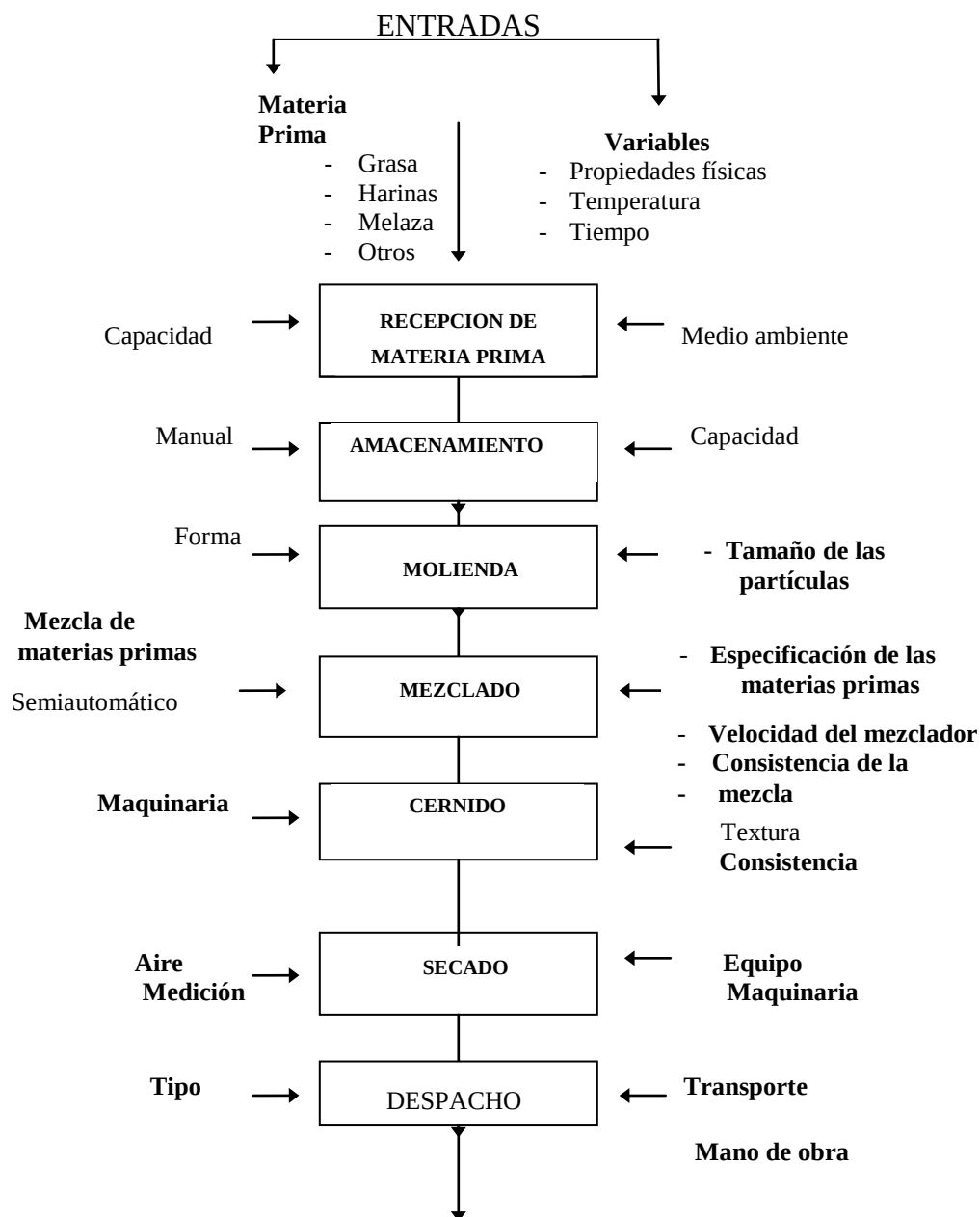
4.4.3 Identificación de las entradas y salidas en cada sección del proceso

Para la identificación de las entradas y salidas es necesario una vez efectuada la inspección de campo, realizar *el mapa de proceso* de la elaboración de alimento balanceado para animales, el cual se muestra en la figura 4.4, el mismo consiste en representar de manera gráfica las principales etapas del proceso, permitiendo de esta forma definir las entradas y salidas pertenecientes a cada etapa del mismo. Una vez identificadas las entradas y salidas del proceso, haciendo uso del mapa de proceso, se procede a efectuar la *matriz causa-efecto* (Tabla 4.9), esta matriz permite priorizar las entradas del proceso de acuerdo a la importancia para el cliente de las salidas a las cuales afecten, estas entradas priorizadas serán la principal información a utilizar para la elaboración del AMEF del proceso.

4.4.4 Elaboración de la Matriz Causa-Efecto

Una vez identificadas las entradas y salidas del proceso, se procede a asignar un puntaje a las salidas del mismo según la prioridad de importancia para el cliente, el rango de asignación del puntaje varía de 1 a 10, siendo el valor de 10 el que establezca la salida de mayor importancia. De igual forma, se procede a asignar un puntaje a las entradas, esto de acuerdo a su relación con las salidas. Para la asignación de los puntajes a las entradas, normalmente se usan cuatro niveles a saber: 0, 1, 3 y 9. A continuación se presenta una definición operacional para cada calificación:

- 0 = No existe correlación entre una determinada salida y una entrada.
- 1 = La entrada del proceso eventualmente afecta los requerimientos del cliente.
- 3 = La entrada del proceso tiene un impacto moderado en los requerimientos del cliente.
- 9 = La entrada del proceso tiene un efecto fuerte y directo en los requerimientos del Cliente.

Figura 4.4**Mapa del Proceso de Elaboración de Alimento Balanceado para animales**

4.4.5 Identificación de las posibles fallas y efectos asociados en cada sección

Del proceso

Luego de identificadas y priorizadas las entradas del proceso; se hace necesario la identificación de los posibles modos de fallas de estas entradas, las posibles causas que originan estas fallas y los efectos asociados a las mismas, esto se logra a partir de la inspección de campo y del conocimiento del proceso, de igual forma se hace necesario tomar en cuenta para este fin la documentación existente sobre el proceso y la experiencia laboral tanto de los operadores como del supervisor del proceso.

Una vez establecidos estos parámetros, se procedió a designar valores de severidad, ocurrencia y detección para los efectos y causas de cada falla; para realizar esta designación, se tomó en cuenta nuevamente la documentación existente del proceso y la experiencia laboral de los operadores. Seguidamente se determinó los números prioritarios de riesgo, a través de estos resultados se pueden identificar de forma global las fallas más significativas para el proceso, y así poder establecer un orden de prioridades para determinar las posibles acciones a tomar, acciones encaminadas a la solución de algún problema existente o a la prevención de alguna falla latente.

4.4.6 Factores Seleccionados para el Rediseño

Luego de haber efectuado la inspección de campo mediante la cual se evaluó las condiciones de operación del proceso en sus diferentes etapas y de haber efectuado el AMEF del proceso, se identificaron los factores o variables que pudieran afectar el proceso de producción del alimento balanceado para animales y por ende la calidad de este a obtener.

A continuación se presentan los factores seleccionados luego de la inspección de campo y de la realización del AMEF de proceso, y los números prioritarios de cada uno. Los valores de los números prioritarios fueron calculados mediante la fórmula (Guía para la Identificación de los Modos de Falla Potenciales del Proceso, 1998). Tomando en cuenta los registros que se llevan del proceso y la experiencia tanto de los operadores como del supervisor del mismo.

TABLA 4.10**Factores y Números prioritarios que intervienen en el rediseño**

FACTORES	Números Prioritarios (NPR)
A: Características o especificaciones de la materia (Viscosidad de la melaza, densidad de la grasa, etc.)	105
B: Fallas de los equipos (mezcladora, tanque de Almacenamiento, secador, etc.)	168
C: Costo (tiempo de producción, pago de operadores, etc.)	126

4.5 Realización del rediseño del sistema de almacenamiento de materia prima grasa para establecer mejoras tomando en cuenta los requerimientos de producción

4.5.1 Descripción del rediseño de los equipos de almacenamiento de grasa

En base a la información recopilada se realizó el rediseño, empleándose el mismo tanque de recepción actual para disminuir costos. Tomando en cuenta las condiciones sanitarias que se exigen en la industria alimentaria y para evitar la corrosión se seleccionó el material de construcción adecuado.

Para rediseñar el sistema de almacenamiento de grasa se tomaron en cuenta las siguientes variables: forma y capacidad de los tanques y a demás los materiales y tipos para la realización del rediseño de los tanques.

Debido a que el tiempo empleado en la mezcla de materia prima grasa no cumple con las expectativas deseadas por la empresa se estudió la posibilidad de disminuir el mismo, mediante tres posibles formas: el reemplazo de la bomba actual, la colocación de un serpentín y un sistema de agitación dentro del tanque de almacenamiento para suministrar calor a la grasa, y como última opción, enchaquetar el tanque.

Tomando en consideración ciertos factores como: costo, tiempo, beneficio, características que presenta la materia prima grasa, etc.; se efectuó una matriz de decisión (Tabla 4.9) para facilitar la mejor opción para el rediseño.

Para la asignación de los puntajes, se usan tres niveles a saber: 1, 3 y 9. A continuación se presenta una definición operacional para cada calificación:

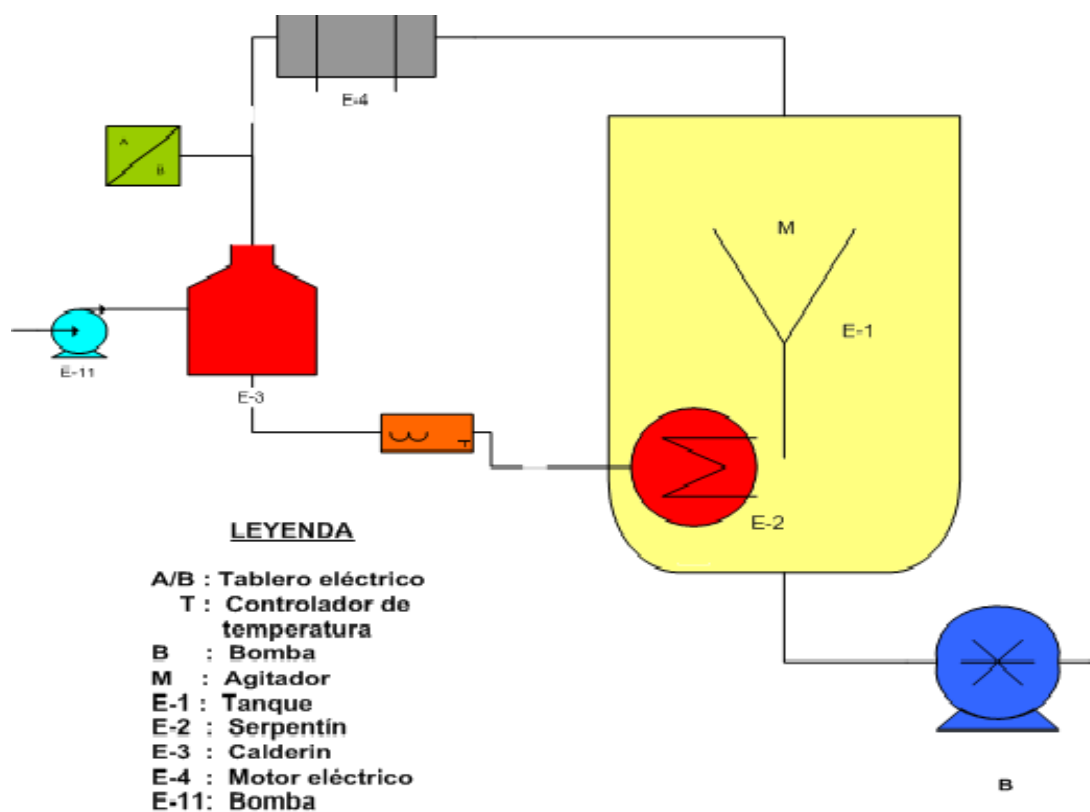
- 1 = La aplicación de la opción al sistema eventualmente afecta beneficiosamente los Requerimientos del Proceso.
- 3 = La aplicación de la opción al sistema tiene un impacto beneficioso moderado en los Requerimientos del Proceso.
- 9 = La aplicación de la opción al sistema tiene un efecto beneficiosamente fuerte y directo En los requerimientos del Proceso.

Una vez identificadas las fallas que presenta el sistema de inyección de melaza, se procedió al rediseño del mismo tomando como variable la viscosidad y la temperatura de esta, así como su humedad y Grados Brix.

Tabla 4.12
Matriz de decisión tomando como factores el costo,
tiempo y beneficio a la empresa

	Reemplazo de la bomba actual	Colocación de serpentín y sistema de agitación dentro del tanque	Enchaquetamiento de el tanque
	Opción A	Opción B	Opción C
COSTO	3	9	1
TIEMPO	9	3	1
BENEFICIO	3	9	9
CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA	1	9	3
Total	16	30	14

Figura 4.5
Rediseño de los tanques de almacenamiento de grasa



4.5.2 Materiales Utilizados para el Rediseño del sistema de almacenamiento de grasa

Como se mencionó anteriormente para la realización del rediseño del sistema de almacenamiento se propusieron varias opciones y para la elección de la más adecuada para el proceso se realizó una matriz de decisión (Tabla 4.8), según los resultados de esta se eligió la opción B, ya que esta resultó la más beneficiosa para la empresa, además como se mencionó anteriormente para la realización del rediseño se requiere tomar otros factores en cuenta como: los materiales y equipos a usar. Para la realización de este rediseño serán utilizados los mismos tanques que actualmente se emplean en el proceso para la producción del alimento, figura 4.5 Por otro lado, este tipo de sistema no había sido utilizado anteriormente por la empresa.

4.5.3 Objetivo a Alcanzar Mediante el Rediseño

Debido a la posible problemática mencionada anteriormente que se podría presentar con la adición de la grasa y la melaza al mezclador para la preparación del alimento, el objetivo principal que se establece para la elaboración del rediseño es la obtención de una melaza menos viscosa y una grasa que para el momento de la elaboración del alimento se encuentre en estado líquido, considerado como el óptimo, tomando como referencia: bibliografías, la información reportada por otras empresas que utilizan estas como materias primas para la elaboración de alimentos, etc.

4.6 Estimación de relación costo beneficio de las propuestas para seleccionar la mejor, a fin de considerar la implementación del rediseño y las acciones correctivas generadas por el desarrollo de éste proyecto

La Estimación de relación costo beneficio de las propuestas del rediseño de los equipos de grasa se presentó como un análisis de remplazo de equipos, debido a que se optimizara el proceso de almacenamiento de grasa y a su vez se disminuirá la duración de esta operación.

Para realizar la implementación del rediseño se dispone de los siguientes precios:

Tabla 4.13
Costos de implementación del rediseño para el sistema de almacenamiento de la materia prima grasa

Equipo	Características De los equipos	Costo BsF
Tablero eléctrico	De cuatro circuitos	1000
Motor eléctrico	5 hp	8.500
Serpentín	Tubería de acero inoxidable AISI 304	10.000
Calderin	Fluido transmisor de calor aceite térmico	75.000
Controlador de temperatura (Termostato)	38 a 50 °C	900
Agitador de 3 aspas (ancho 40 cm) 1,5 m de largo	Acero inoxidable AISI 304	8.500
Bomba para el calderin	2 hp	1.800
válvulas	2 Entrada y salida 1½ pulgada	6.000
Gasto por instalación		3.000
Total		114.700

Figura 4.6

Imágenes de Serpentes fabricados en la empresa Curvados QUITIN



CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos luego de efectuar las evaluaciones correspondientes a cada objetivo planteado, evaluaciones encaminadas a la obtención de dicho objetivo, de igual forma se presenta el análisis obtenido a partir de estos resultados.

5.1 Resultados de la identificación de los equipos utilizado en el sistema Actual de producción

Para cumplir con este objetivo se presentaron algunos obstáculos entre ellos el acceso a algunas áreas, es decir las áreas subterráneas y las elevadas, las cuales algunas se encontraban en completo estado de abandono y que originó dificultad en visualizar e identificar los equipo del sistema de producción. Aunado a esto, existe una cantidad de equipos que no presentaban ningún tipo de identificación, lo cual hizo más difícil su reconocimiento; además fue necesario la asignación de algún operario para realizar dicho trabajo, adicionalmente a ello, la ausencia de planos dificultó la elaboración de los diagramas.

Algunos de los equipos que se lograron identificar fueron: el mezclador, los tanques de grasa, los tanques de melaza, algunas bombas, algunas válvulas, etc.

Por otra parte, las tuberías que conducen la grasa y la melaza hacia la mezcladora atraviesan la sección de recepción de las materias primas, lo cual implicó un alto riesgo debido a la presencia continua de camiones y gandolas.

5.2 Resultados obtenidos al realizar las pruebas experimentales a nivel de Laboratorio a la grasa y melaza

Según los valores de viscosidad obtenidos para las muestras de melaza, tabulados en la Tabla 4.1 y representados en el gráfico 4.1, se puede observar que la melaza presenta valores de viscosidad altos a bajas temperaturas en horas de la mañana cuando se comienza el proceso de producción de alimento en la empresa; además al adicionar un cinco por ciento (5%) de agua a ésta su viscosidad disminuirá en un veinte (20%), y este valor estará dentro del rango establecido inicialmente y la materia prima fluirá de forma continua durante el proceso.

Según los valores de humedad obtenidos para las muestras de melaza, tabulados en la Tablas 4.3, se puede observar que la melaza presenta valores de humedad bajos a bajas temperaturas en horas de la mañana cuando se comienza el proceso de producción de alimento en la empresa; además como en el caso de la viscosidad también estos valores de humedad establecidos inicialmente para que la melaza fluya de forma continua durante el proceso son bajos por lo tanto es necesario establecer temperaturas superiores a la que presenta esta en horas de la mañana; de acuerdo a esta consideración la melaza seguirá siendo objeto de evaluación.

Como se mencionó anteriormente unas de las materias primas que intervienen en la elaboración del alimento para animales en la planta “Alimentos SANSON” son la grasa y la melaza, utilizadas actualmente por la empresa son de origen venezolano, sin embargo, los vendedores de estas materias primas no están en la posibilidad de mejorar estas materias primas para la empresa, por otra parte, la empresa desea disminuir sus costos de producción; finalmente, la combinación de estos factores encaminó a la empresa a la evaluación de las materias primas con el fin de conseguir una posible solución al problema actual, que mejore el proceso de producción y además sé de a menor costo.

Es por esto que para el mejoramiento de la materia prima melaza después de su evaluación se tienen dos planteamientos: el primero agregar agua a la melaza para disminuir su viscosidad y hacerla más manejable, el segundo aplicar calor al sistema de inyección de la

melaza , la selección de estas propuestas se hizo de acuerdo a los beneficios y costo que aporten a la empresa.

Después de efectuar las pruebas experimentales a las materias primas grasa y melaza para determinar las propiedades físicas, a través de las cuales se estudia el comportamiento de las materias al ser sometidas a un aumento de temperatura. Y motivado a que durante el proceso de producción normal, la disminución de temperatura hace solidificar la grasa por lo tanto es necesario efectuar las pruebas en dirección contraria para esta, representando ésta la dirección crítica de la melaza en el proceso.

Que la grasa se encuentre en estado líquido, al igual que la adecuada viscosidad en la melaza son unas de las propiedades más importantes a considerar al momento de inyectarlas al mezclador. A la grasa se le efectuaron las pruebas de densidad y punto de fusión, los valores se encuentran en las tablas 4.6 y 4.7. Estas pruebas permitieron conocer hasta que temperatura se podía calentar esta sin que se descompusiera, en este caso hasta los 60 ° C.

El primer ensayo efectuado para la evaluación de la melaza fue la Viscosidad Brookfield, los valores tabulados se encuentran en las tablas 4.1 y 4.2, en estas se presenta el cambio de viscosidad de la melaza utilizado actualmente en el proceso en función de la temperatura y después de agregarle agua. Las curvas del grafico 4.1 tienen el comportamiento de, disminuir su viscosidad a medida que la temperatura se incrementa, siendo esta una de las condiciones requeridas para que la inyección de la melaza fluya a través del proceso. De acuerdo a los registros de la empresa el rango de viscosidad necesario para que la melaza fluya con facilidad a través de las líneas del proceso es de 650000 a 69500 cp., según los registros de la empresa, de acuerdo a esto y comparando las dos curvas, se puede observar que la melaza fluye mejor cuando se le añade una pequeña cantidad de agua, de tal forma que no varíé significativamente su porcentaje de humedad, así como sus grados Brix y además manteniéndose dentro del rango de viscosidad mencionado; como se puede observar en las tablas 4.4 y 4.5, por otro lado, para que la melaza alcance estos valores de viscosidad debe alcanzar temperaturas superiores a esta mínima, lo que pone en riesgo el buen estado de la

materia prima , es por esto que se toma la decisión anteriormente descrita, la cual resulta lo suficiente para hacerla fluir mejor, pero sin variar significativamente sus propiedades.

Se puede apreciar en el grafico 4.1 dos curvas de viscosidad para la melaza en función de la temperatura, se pudo observar que la viscosidad en la segunda curva durante todo el trayecto es siempre menor al de la primera, esto debido a que durante la experiencia práctica se le añadió agua a la melaza para realizar la segunda curva, lo que llevó a establecer una disminución de la temperatura en la materia. Reafirmando este hecho lo correcto de la decisión tomada anteriormente con respecto a la melaza. Como lo que se desea es evaluar a la materia y poder comparar su comportamiento con el actualmente utilizado en el proceso las restantes condiciones de operación durante la corrida experimental se mantuvieron iguales a las del sistema actual.

5.3 Resultados obtenidos de la determinación del funcionamiento de los equipos para el Almacenamiento de la grasa y melaza bajo condiciones normales de operación

Se pudo determinar que el funcionamiento y capacidad de los equipos de almacenamiento e inyección de la grasa y melaza después de realizar una minuciosa inspección visual y de tomar medidas en cuanto a las dimensiones de los tanques de almacenamiento de dichas materias primas, con el fin de lograr el objetivo planteado, al observar el proceso de recepción, almacenamiento e inyección al mezclador de grasa y de la melaza se pudo verificar que su duración en la etapa de descarga y envío era bastante lento y rudimentario, así como también el funcionamiento y las características de las bombas empleadas en estas etapas para manipular estas materias primas eran inadecuadas y con más de quince años de servicio. Se recopiló información acerca del proceso con los operarios manifestando estos que llevar a cabo el proceso de inyección de grasa y melaza al mezclador era realmente muy cansado ya que la mayoría de las veces había que cargar a tobos la melaza al mezclador y usar un soplete para disolver la grasa para poderla enviar al mezclador. Por otra parte, se consultó la bibliografía referente al diseño y a las características de este tipo de tanques recomendados

para estas materias primas y comparando los diseños de la empresa con estos se pudo verificar lo inadecuados en cuanto a sus características para el proceso.

5.4 AMEF de Proceso

De acuerdo a los registros que se llevan de los valores de las variables resultantes en cada etapa del proceso se observa una variabilidad en estos valores de forma continua en el tiempo. Se consideró que para lograr la disminución de esta variabilidad es necesario hacer un seguimiento más profundo al proceso, a través del cual no sólo se tomen en cuenta solo algunas variables sino todos aquellos factores que de una u otra forma repercutan en el proceso. De acuerdo a esto se consideró la realización del AMEF del proceso, ya que éste es una técnica analítica a través de la cual se podrá identificar los modos de fallas potenciales del proceso, estimando los efectos potenciales en el cliente debido a las fallas e identificando sus causas potenciales en el mismo y las variables relevantes del proceso.

Para la ejecución del proceso es necesario conocer de forma profunda el mismo, es por esto que como primer paso en esta ejecución se efectuó una inspección visual de éste. En esta inspección visual se pudo observar el cumplimiento por parte de los operadores la metodología de trabajo en cada sección del proceso, así como el establecimiento de las condiciones de operación previamente establecidas.

Uno de los factores más importantes para la ejecución del AMEF lo representa la experiencia de los operadores ya que los mismos son las únicas personas que manipulan continuamente las máquinas y observan el producto obtenido en cada sección, debido a esto serán las personas que identifiquen si algo no está funcionando dentro de lo que se considera como normal. Con la colaboración de los operadores del proceso se lograron identificar todas las entradas y salidas del proceso, las mismas se encuentran representadas en el mapa de proceso (Ver figura 4.3), de igual forma se establecieron las entradas más importantes en cada sección, estas se encuentran representadas en la matriz causa-efecto (Ver Tabla 4.9), observando esta matriz se puede concluir que las entradas más importantes son: las

especificaciones de la materia prima a utilizar en cada sección y la temperatura a la cual ocurre el proceso, estas entradas poseen los valores más altos en comparación con las restantes entradas, luego de considerar sus efectos para el cliente.

Una vez determinados los números prioritarios de riesgo, esto a través de los registros del proceso y con la ayuda de los operadores del equipo, se puede concluir que los modos de fallas más significativos que afectan actualmente al proceso son:

- Aumento brusco de la viscosidad de la melaza por la disminución de la temperatura.
- Solidificación de la grasa por la disminución de la Temperatura en horas de la mañana.
- Proceso muy lento de Mezclado
- Aumento brusco en la temperatura del aire en el secado.
- Características inadecuadas de la materia prima.
- Fallas de equipos durante el proceso.

Por ser estos los modos de fallas más significativos, se establecieron las acciones recomendadas para solventar cada uno de estos modos de fallas, acciones establecidas de acuerdo al modo de falla que se presenta y de acuerdo a la experiencia del personal que labora y del ingeniero jefe de producción. A continuación se presenta el AMEF resultante del proceso:

Como se puede observar en el AMEF del proceso las principales acciones recomendadas están encaminadas hacia la revisión, rediseño de los equipos y el mantenimiento continuo de los mismos, por lo que se puede concluir que no necesariamente las variables más significativas del proceso son las únicas que repercuten sobre la variabilidad de los resultados obtenidos en el mismo. Actualmente en el proceso se están llevando a cabo las acciones recomendadas, sin embargo, para percibir un cambio en la variabilidad que presenta el mismo es necesario permitir la estabilización del proceso luego de poner en práctica estas acciones, es por esto que en el presente trabajo de grado no se muestran los resultados finales de la elaboración del AMEF del proceso.

5.5 Resultados del rediseño del sistema de almacenamiento de la grasa

Tomando en cuenta la evaluación del sistema de almacenamiento de la grasa se diseñó un sistema de calefacción constituido por: un serpentín con un calderín de aceite térmico de circuito cerrado, bomba y un controlador de temperatura y un sistema de agitación para homogenizar el calor dentro del tanque con: un aspas, motor eléctrico y un tablero eléctrico para conectar los sistemas. Este rediseño es el más eficiente y económico para este tipo de fluido, el cual permite que este fluya de forma rápida y con mayor facilidad. Además se tiene el control de la temperatura pudiendo evitar que la grasa por exceso de calor se descomponga. El material seleccionado para el serpentín fue el acero inoxidable, el cual tiene alta resistencia a la corrosión lo cual es un punto muy importante debido a que el tanque de almacenamiento está sometido a los cambios atmosféricos y como el actual es de este mismo acero y no presenta indicios de corrosión, se toma como base para el rediseño. En la figura 4.5, se observa el rediseño del tanque de almacenamiento, el cual evitará el fenómeno de cavitación de la bomba, ya que al estar la materia grasa líquida evita que se acumule y se desplace más rápido hacia la succión de la bomba.

Por otra parte, el rediseño del sistema de almacenamiento de la materia grasa incluye un sistema de agitación que será de gran utilidad para mantener la temperatura de la grasa homogénea en todo el tanque, permitiendo un mejor funcionamiento tanto de la bomba de

recepción como la del sistema de inyección de ésta; eliminando las demoras causadas por la obstrucción por la solidificación de la grasa. Adicional con este rediseño se propone una disminución en el tiempo de recepción de la materia prima grasa a 30 minutos mediante el remplazo de la bomba existente de 10 hp por una bomba cuyas características se pueden ver en la tabla 5.1. Ya que la misma es la más recomendada para este fluido que tiene una viscosidad de 693,6 SSU, en el anexo se ilustran las curvas características de las bombas recomendadas según la viscosidad del fluido a manejar.

En este trabajo se seleccionó la bomba cuya curva característica presenta la viscosidad más próxima a la de la grasa, es decir (750 SSU); a su vez esta bomba tiene un amplio rango de caudal que permite realizar cambios significativos en la velocidad, si el aumento en la producción de alimentos lo requieren en un futuro.

La inyección de líquidos es un proceso de vital importancia en la fase de mezclado, ya que después que se suministran todos los líquidos es que se inicia el mismo. La evaluación y análisis del sistema de inyección de la grasa y melaza apporto información valiosa para el desarrollo de este trabajo; la grasa es una materia indispensable en la elaboración de alimentos para cerdos; y debido al aumento en la demanda de este alimento se hace necesario adecuar el sistema actual de inyección y almacenamiento de grasa para que pueda cumplir con la demanda en un tiempo más corto.

Una disminución en el tiempo de inyección de grasa está asociada a un aumento de la velocidad del mismo, como se mencionó anteriormente. La bomba actual del sistema de inyección de grasa está trabajando al máximo de su capacidad (800 rpm y 10 hp) y no logra cumplir con las necesidades de tiempo requeridos, cabe destacar que esta es una bomba de más de 15 años de uso.

Por lo expuesto se hace necesario un remplazo de la misma que permita una inyección de grasa en un menor tiempo y permita futuros cambios (aumentos en la producción),

debido a esto se selecciona una bomba de 15 hp y 600 rpm, la cual cumple el objetivo y además tiene un rango amplio de caudal que permitirá futuras modificaciones.

Tabla 5.4
Valores Involucrados en la selección de la bomba

Bomba	Q(gpm)	P descarga(Psi)	rpm	hp
Para la recepción	320	25	340	20
Para la inyección de grasa	80	200	600	15

5.6 Análisis e interpretación de los resultados de la estimación de relación costo Beneficio para seleccionar la mejor de las propuestas.

Con el fin de efectuar la comparación entre los resultados obtenidos de las evaluaciones efectuadas para cada condición del rediseño de los tanques de almacenamiento de grasa, como se puede observar en la matriz de decisión (Tabla 4.12) y a su vez con los valores correspondientes a los costos y las especificaciones de las características de los equipos y materiales a usar para el rediseño de los tanques de almacenamiento de grasa de la empresa de alimentos Sansón, como se puede ver en la tabla 4.13. Siendo estos dos últimos los valores referenciales, se puede decir que a través de dicho rediseño se estarán reduciendo los costos, ya que este es el más recomendado para permitir que el fluido fluya con mayor facilidad, evitando la acumulación de la grasa dentro del tanque. El material seleccionado para el serpentín fue acero inoxidable AISI 316, el cual tiene alta resistencia a la corrosión lo cual es un punto muy importante debido a que el tanque de almacenamiento está sometido a los cambios atmosféricos, y a demás se uso un calderin de aceite térmico de circuito cerrado, ya

que este a la larga resulta ser muy económico por que su mantenimiento es muy económico y al usar el mismo tanque para realizar el rediseño se está disminuyendo el costo al aprovechar los diseños existentes.

Estimación del costo de operación.

A continuación se presentan los costos generados en el proceso de recepción y almacenamiento actual de mano de obra.

Determinación del costo de mano de obra mensual del proceso de recepción y almacenamiento actual.

Para realizar esta determinación, se procede a multiplicar el sueldo por hora normal $(S/H)_N$ por las cinco horas que dura el proceso de recepción y almacenamiento y se obtiene el costo por sueldo normal (CSN) ; luego se multiplica el sueldo por hora de sobre tiempo $(S/H)_{ST}$ por las determinación, se procede a multiplicar el sueldo por hora normal $(S/H)_{ST}$ por las cinco horas que dura el proceso de recepción y almacenamiento y se obtiene el costo por sueldo con sobre tiempo (CST) .

$$(S/H)_N = 7.000 \text{ Bs/H}$$

$$(S/H)_{ST} = 10.500 \text{ Bs/H}$$

$$CSN = 35.000 \text{ Bs/H}$$

$$CST = 52.500 \text{ Bs/H}$$

Después se determina el costo de mano de obra actual (CMA), los operadores realizan sobre tiempo una vez al mes:

$$CMA = 29 * (CSN) + 1 *(CST)$$

$$CMA = 29 * 35.000 + 1 * 52.500 = 1.067.500 \text{ Bs/mes}$$

Estimación del costo de mano de obra mensual del proceso de recepción y almacenamiento propuesto.

Para realizar esta determinación se procede a multiplicar el $(S/H)_N$ por media hora que dura el proceso de recepción y almacenamiento y se obtiene el costo por sueldo normal, luego se multiplica el $(S/H)_{ST}$ por media hora y se obtiene el costo por sueldo con sobre tiempo. El tiempo de media hora es el especificado por la empresa como el óptimo para llevar a cabo la recepción y almacenamiento de la grasa.

$$CSN = 7.000 \text{ Bs/H} * \frac{1}{2} H = 3.500 \text{ Bs}$$

$$CST = 10.500 \text{ Bs/H} * \frac{1}{2} H = 5.250 \text{ Bs}$$

Luego se determina el costo de mano de obra para el proceso de almacenamiento y recepción propuesto CMP, los operadores realizan sobre tiempo una vez al mes.

$$CMP = 29 * (CSN) + 1 * (CST)$$

$$CMP = 29 * 3.500 + 1 * 5.250 = 106750 \text{ Bs/mes}$$

Análisis de rentabilidad del rediseño del rediseño del sistema de recepción y almacenamiento de grasa.

En virtud de que este proyecto ofrece una disminución en los costos operacionales del proceso, la rentabilidad se enfoca en el modelo de equivalencia anual, el cual representa los beneficios equivalentes en forma de una serie anual uniforme.

Para realizar este análisis de rentabilidad se tomo como tiempo de estudio el periodo de 10 años, con una tasa pasiva de interés del 19 % anual.

$$II = - \text{Costo total del rediseño} = -114.700 \text{ Bs}$$

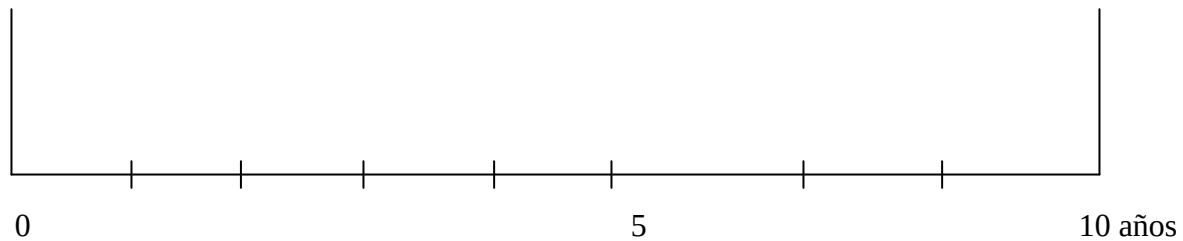
$$CMA - CMP = 1067.500 - 106.750 = 960.750 \text{ Bs/año}$$

$$VR = 10\% II = 11470Bs.$$

$$II = - 114.700 Bs$$

$$CMA - CMP = 960.750 Bs/año$$

$$VR = 11.470 Bs.$$



$$i (\%) = 19\%$$

$$EA (19\%) = -114.700 * (R/P 19\%, 10) + 960.750 + 11.470 * (R/S 19\%, 10)$$

Suponiendo que el $(R/P 19\%, 10) = 1$ y el $(R/S 19\%, 10) = 1$ entonces:

$$EA (19\%) = 857.520$$

Con este valor se puede decir que el proyecto es rentable para una tasa de interés pasiva del 19 %, en un periodo de 10 años.

En cuanto a los costos generados por mano de obra estos son bastante aceptables y a demás el tiempo que se lleva en hacerlo es bastante corto.

TABLA 5.1
AMEF DEL PROCESO

CONCLUSIONES

1. Las condiciones de operación de los equipos del proceso de producción no son las más aceptables para el buen desarrollo del proceso productivo.
2. Los parámetros geológicos asociados a las materias primas grasa y melaza son: la densidad y punto de fusión para grasa y para la melaza la viscosidad, humedad y los grados brix, dieron valores de acuerdo a los requeridos para la elaboración de los alimentos.
3. La duración en la etapa de descarga y envío era bastante lento y rudimentario, así como también el funcionamiento y las características de las bombas empleadas en estas etapas para manipular estas materias primas eran inadecuadas y con más de quince años de servicio.
4. De acuerdo a los registros que se llevan de los valores de las variables resultante en cada etapa del proceso se observó una variabilidad en estos valores de forma continúa en el tiempo.
5. Mediante la realización del AMEF del proceso, se pudo identificar los modos de fallas potenciales del proceso siendo los más significativos que afectan actualmente al proceso son: Aumento brusco de la viscosidad de la melaza y solidificación de la grasa por la disminución de la temperatura en horas de la mañana, proceso muy lento de mezclado, características inadecuadas de la materia prima y fallas de equipos durante el proceso.
6. El tiempo de inyección actual de la melaza es inferior al que debería tener en el proceso para que este sea óptimo.
7. La adaptación de un sistema de calefacción y agitación en el tanque de almacenamiento de la grasa permitiría mantener el estado líquido de esta y hacer posible la continuidad de la descarga a la mezcladora.

8. Con la instalación de una nueva bomba de 15 hp y 600 rpm, se obtendría una reducción en el tiempo de recepción y almacenamiento del cincuenta por ciento (50%).
9. Adicionando un cinco por ciento (5%) de agua a la melaza se disminuiría la viscosidad de esta y por lo tanto mejoraría el desplazamiento a la mezcladora.
10. Al observar la matriz causa-efecto se puede concluir que las entradas más importantes son: las especificaciones de la materia prima a utilizar en cada sección y la temperatura a la cual ocurre el proceso, estas entradas poseen valores más altos en comparación con las restantes entradas, luego de considerar sus efectos para el cliente.
11. Para Estimar la selección de la mejor propuesta en cuanto a la relación costo beneficio se puede decir que a través del rediseño propuesto se estarán reduciendo los costos, ya que este es el más recomendado para permitir que el fluido fluya con mayor facilidad, evitando la acumulación de la grasa dentro del tanque.
12. Según el análisis económico del rediseño propuesto resulto rentable, aportando un ahorro significativo para un periodo de 10 años.
13. La falta de un departamento de control de calidad así como la de herramientas estadísticas hace que la toma de decisiones sea lenta y centralizada.
14. La toma de muestras y de decisiones de compra de materia prima, compra y mejoras o remplazo de equipos en la empresa, indica que el método de Inspección no se apoya en bases estadísticas, así mismo, el criterio para la aceptación o rechazo de estos es producto de la práctica que tiene la gerencia.

RECOMENDACIONES

1. Colocar indicadores de presión tanto en la entrada como en la descarga de las bombas lo que permitiría al operador detectar a tiempo posibles fallas en el sistema.
2. Colocar indicadores de temperatura en sitios estratégicos a lo largo de las tuberías, para conocer la caída de temperatura que podría sufrir el fluido, y así determinar en qué zona de la tubería se presentan fallas, con respecto al intercambio de calor que afecta la fluidez, específicamente de la grasa y la melaza.
3. Agregar a la grasa algún tipo de antioxidante para inhibir la oxidación de estas.
4. Realizar un estudio en cuanto al posible deterioro de la grasa al fluir a través de las tuberías.
5. Cambiar la bomba centrífuga de inyección de melaza al mezclador por una de desplazamiento positivo ya que estas son más eficientes en el caso de fluidos con viscosidades más altas.
6. Crear un departamento exclusivo para el control de calidad donde se capacite con conocimientos en la materia y así mejorar las condiciones del sistema de inspección.
7. Se recomienda el uso de la Norma COVENIN 1190-78. la cual trata acerca del procedimiento de toma de muestras de aceites y grasas.
8. Rechazar aquellas materias primas cuyas características críticas excedan los parámetros establecidos por la empresa. No buscar descuento en los precios para su aceptación.

APÉNDICE A

CÁLCULOS TÍPICOS

A continuación se presentan los cálculos típicos.

Como se planteo anteriormente una de las fallas del sistema de almacenamiento de la materia prima grasa se debió a la falta de calentamiento de este.

Condiciones Preliminares

- 1.- Los equipos de almacenamiento de la grasa no poseen agitador.
- 2.- Los Tanques de almacenamiento no poseen revestimiento para evitar pérdidas de calor Al ambiente.
- 3.- El sistema de calentamiento debe adaptarse a los equipos existentes
- 4.- Se dispone de un aceite térmico (terminol) a una (1) atmosfera.
- 5.- Se requiere calentar el aceite térmico a una temperatura entre 30°C y 100° C.
- 6.- Se elige el serpentín circular de varias espiras, por ser un sistema eficiente y de bajo Costo, que ira dentro del tanque el cual es cilíndrico y sumergido en la grasa a calentar.
- 7.- Las espiras se construirán con tubos de acero inoxidable 316, de 1 ½ pulgada, sin Costura, doblados uno a uno y soldados entre si hasta la longitud y el numero de Espiras necesarias, este tipo de material es el recomendado para ser usado en alimentos.
- 8.- Se hace necesario cortar el tanque para introducir el serpentín y colocar el agitador de Paletas.
- 9.- Las espiras deberán estar retiradas entre 20 y 30 cm de la pared del tanque, las mismas Se colocaran por debajo de la superficie de la grasa, con una separación entre una y Otra espira de unos 25 cm. que facilite su construcción y mantenimiento.
- 10.- Para fijar el serpentín al tanque, se soldaran al interior del tanque vigas a una distancia Que permita que el serpentín quede separado de la pared como se menciono Anteriormente y las espiras del serpentín se sujetaran con abrazaderas atornilladas.

Datos del sistema: Se encuentran en la tabla 4.8

- 1.- Agitador propuesto: 60 rpm.
- 2.- medio de Calentamiento: Aceite térmico (Terminol).

Condiciones operacionales

- 1.- Masa de grasa a calentar: $8,60 \text{ m}^3$.
- 2.- Tiempo deseado para calentar: 1 hora en el tanque, desde $t_1 = 59^\circ\text{F}$ hasta $t_2 = 113^\circ\text{F}$.
- 3.- La temperatura del aceite térmico que fluye hacia el serpentín $T_1 = 176^\circ\text{F}$ a 1 atm.
- 4.- La agitación producirá temperatura uniforme t_2 en la grasa en un tiempo $\theta = 80 \text{ min}$.
- 5.- Se consideran los calores específicos constantes para el $c_{pa} = 0.650 \text{ Btu/lb}^\circ\text{F}$ (grasa).
- 6.- Se considera el coeficiente global de transferencia de calor constante para el proceso y
En toda la superficie del serpentín (U_D).
- 7.- El calentamiento es homogéneo, buena agitación, temperatura en la grasa es uniforme
Desde $t_1 = 15^\circ\text{C}$ hasta $t_2 = 45^\circ\text{C}$.
- 8.- El aceite térmico tiene una temperatura constante en la entrada del tanque.
- 9.- Teniendo como fluido de calentamiento aceite térmico, se encuentra que para fluidos
Fríos con viscosidad mayor a 1 Centi poise (grasa animal o sebo, aceite vegetal) es de:
 $60 \text{ Btu/hr-pie}^2\text{F}$ (tabla 12 “Procesos de transferencia de calor” Donald Kern).
- 10.- Tomando como densidad de la grasa el valor del promedio de la densidad a $T = 45^\circ\text{C}$.
Y $T = 58,8^\circ\text{C}$. Cuyos valores son: $852,79 \text{ Kg/m}^3$ y $849,23 \text{ Kg/m}^3$ respectivamente.

Cálculos del serpentín de calentamiento para un tanque de almacenamiento de grasa de 8.60 m^3 de capacidad.

Si se tiene que A_T es el área total de transferencia de calor del Serpentín se tiene de la ecuación (I).

$$A_T = \text{Ln} [(T_o - t_1) / (T_o - t_2)] * (Ma * C_{pa}) / (U_D * \theta) \quad (\text{I})$$

$$T_1 = T_o - t_1 \quad (\text{II})$$

$$T_2 = T_o - t_2 \quad (\text{III})$$

Sustituyendo las ecuaciones (II) y (III) en (I)

Resulta:

$$A_T = \text{Ln} [(T_1 / (T_2))] * (Ma * C_{pa}) / (U_D * \theta) \quad (\text{IV})$$

Donde:

A_T = Superficie total de transferencia de calor, (pie²).

T_o = temperatura del aceite térmico de calentamiento, (°F).

t_1 = temperatura inicial de la grasa, (°F).

t_2 = temperatura final de la grasa, (°F).

θ = 80 min

U_D = Coeficiente global de transferencia de calor 60 Btu/hr.pie².°F

Ma = 8.60 m3 = 16120.45 lb

C_{pa} = calor específico de la grasa 0.625 Btu/ lb °F

Sustituyendo los valores:

$$A_T = \text{Ln} \left[\frac{(176^\circ\text{F} - 59^\circ\text{F})}{(176^\circ\text{F} - 113^\circ\text{F})} \right] * \frac{(16120,45\text{lb} * 0.650\text{Btu/lb} * ^\circ\text{F})}{(60\text{Btu}/(\text{hr.pie}^2.^\circ\text{F}) * 80\text{min} * 1 \text{ hr}/60\text{min})}$$

$$A_T = 81,08 \text{ pie}^2$$

Calculo del error del área total de transferencia de calor del Serpentín

Derivando la ecuación (IV) se tiene:

$$\Delta A_T = \left| \frac{\delta A_T}{\delta \ln \left(\frac{T_1}{T_2} \right)} \right| \approx \Delta \ln \left(\frac{T_1}{T_2} \right) + \left| \frac{\delta A_T}{\delta \text{Ma} \cdot \text{Cpa} / (U_D \cdot \theta)} \right| \Delta \left[\frac{\text{Ma} \cdot \text{Cpa}}{U_D \cdot \theta} \right]$$

$$\Delta A_T = \Delta \ln \left(\frac{T_1}{T_2} \right) \approx 0.62$$

Resultando:

$$A_T = (81,08 \pm 0.62) \text{ pie}^2$$

De los datos de los tubos de 1 ½ " de diámetro se tiene que la superficie de transferencia por unidad de longitud del tubo es: (Tabla 11 "Proceso de Transferencia de calor", Donald. Kern). Superficie/ pie tubo = 0.498 pie²/pie de tubo.

Para determinar las condiciones del serpentín, tomando como base que estará contenido dentro del tanque de almacenamiento de la grasa se tiene:

- Diámetro del Tanque (Dt): 2000 mm
- Espacio libre entre la pared del tanque y el espiral (ep): 20 cm
- Espacio entre espiras(e) : 20 cm
- Altura del Tanque: 2.74 m
- Diámetro del Serpentín (Ds): $Dt - 2ep = 2000 \text{ mm} - 2(200) = 1600 \text{ mm}$ (V)
- Longitud de una espira: $L = \pi \sqrt{Ds^2 + e^2}$ (pie) (VI)
- Superficie de una espira: $Se = L \text{ (pie)} \cdot \text{Superficie tubo} / \text{(pie) Longitud tubo}$.

$$Ds = 1600 \text{ mm} \cdot 1 \text{ pie} / 320 \text{ mm} = 5,0 \text{ pie}$$

$$e = 200 \text{ mm} \cdot 1 \text{ pie} / 320 \text{ mm} = 0,625 \text{ pie}$$

Entonces, superficie de la espira (pie^2) es:

$$Se = \pi \sqrt{(5,0 \text{ pie})^2 + (0,625 \text{ pie})^2} * 0,498 \text{ pie}^2 / (\text{pie}) \text{ Longitud Tubo} \quad (\text{VII})$$

$$Se = 7,88 \text{ pie}^2$$

Calculo de número de vueltas del serpentín (N_s):

(N_s)= Área total del serpentín (pie^2)/ área de cada vuelta (pie^2) por vuelta.

$$N_s = A_T (\text{pie}^2) / Se (\text{pie}^2) / \text{vuelta} \quad (\text{VIII})$$

$$N_s = \frac{81,08 \text{ pie}^2}{7,88 \text{ pie}^2 / \text{vuelta}} = 10,28 \text{ vueltas} = 10 \text{ vueltas}$$

$$\text{Longitud de una vuelta: } L_{vu} = \pi \sqrt{D^2 + e^2} = \pi * 5,04 \text{ pie} = 15,83 \text{ pie/vuelta} \quad (\text{IX})$$

$$\text{Longitud total: } L_T = 15,83 \text{ pie/vuelta} * 10 \text{ vueltas} \quad (\text{X})$$

$$L_T = 158,30 \text{ pie} * 1 \text{ m} / 3,281 \text{ pie} = 48,25 \text{ m}$$

Determinación de la viscosidad Brookfield

Para el cálculo de la Viscosidad Brookfield reportada para cada una de las muestras de melaza de caña en función de la temperatura, se empleó el factor de corrección registrado en los manuales del viscosímetro dependiendo de la aguja empleada durante el ensayo.

En el caso de la melaza de caña se trabajó con la aguja número 6, y el factor de corrección empleado en este caso fue de 500.

Viscosidad Real = Viscosidad leída * Factor de Correction (XI)

Donde:

Factor de Corrección = 500

Para la melaza, a un valor de temperatura de 18,3°C, se tiene:

Valor de Viscosidad leída: 67000,0 cps

Viscosidad Real = 67000,0 cps * 500 = 31750 cps

Descripción del ensayo de “Humedad” para la melaza de caña

Este método es aplicado a la muestra de melaza utilizada en la elaboración del alimento para animales. La “humedad” se define como el porcentaje de agua que posee una muestra de material.

El ensayo consiste en determinar la pérdida de humedad en una muestra de melaza por calor directo, seguida por evaporación en una estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta peso constante. El resultado se expresa como un porcentaje del material original. Debido a que la melaza puede ser altamente sensible a la temperatura, esta prueba se efectúa a una temperatura no mayor de $(105 \pm 2)^{\circ}\text{C}$. Este rango de temperatura, es considerado como el rango máximo al cual esta sustancia no se descompone o daña y podría ser utilizada.

Procedimiento:

1. Tomar las muestras de melaza a utilizar.
2. Colocar cada una de las muestra de melaza en un recipiente de cristal con su respectiva tapa (capsula).
3. Se seca en la estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ una capsula y su tapa, separadamente, se deja secar allí durante 30 min., se enfría en el desecador y se pesa.

4. Se transfieren a la capsula 5 g de melaza y se pesa nuevamente con su tapa con precisión de 0,001 g, se deja secar en la estufa durante 24 horas , enfría en el desecador y se pesa.
5. Se repite este procedimiento para las otras dos muestras de melaza.

Determinación del porcentaje (%) de Humedad de la melaza:

$$\%H = P_p \times 100 / P_m \text{ (XII)}$$

Donde:

P_p = Peso de la muestra seca

P_m = Peso de la Muestra antes de secar

$$P_{ma} = 83,0111 - 75,1870 = 7,8231 \text{ g}$$

Cálculo de la de la Densidad de la grasa:

$$\rho = m / V \text{ (XIII)}$$

Donde:

ρ = densidad de la grasa.

m= masa de la grasa.

V= volumen de la grasa.

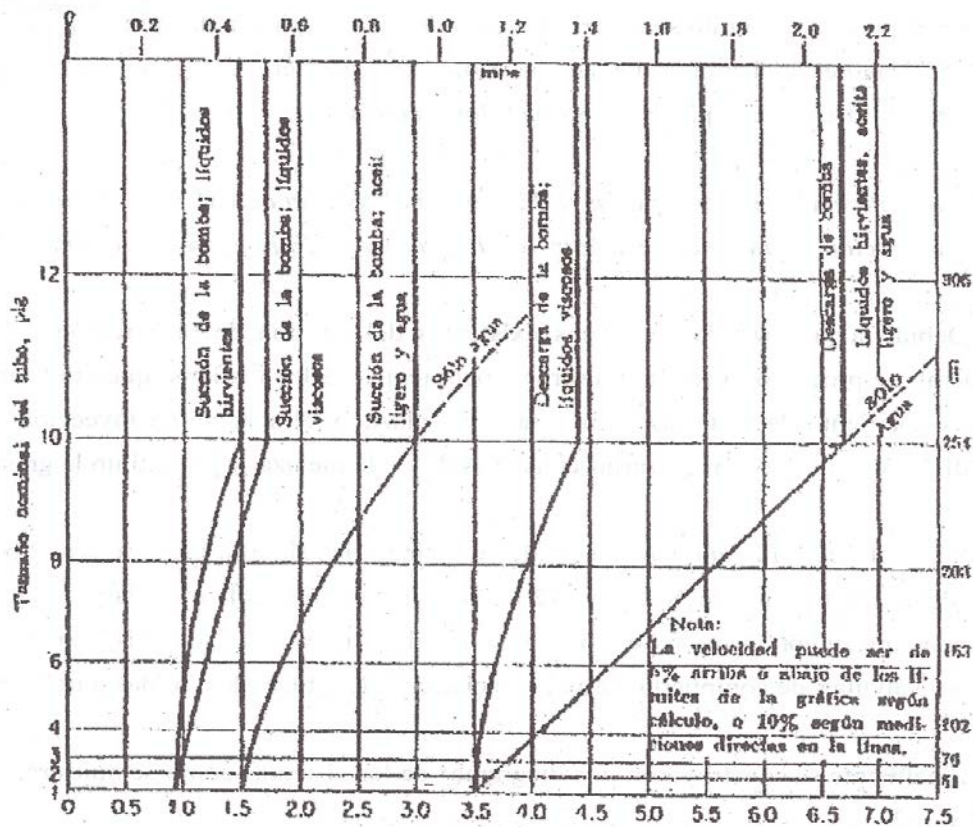
$$\rho = 22,9488 / 25,0 = 0.9180 \text{ g/ml}$$

APÉNDICE B

A continuación se presentan los datos bibliográficos empleados en la realización del presente trabajo.

GRAFICO B.1

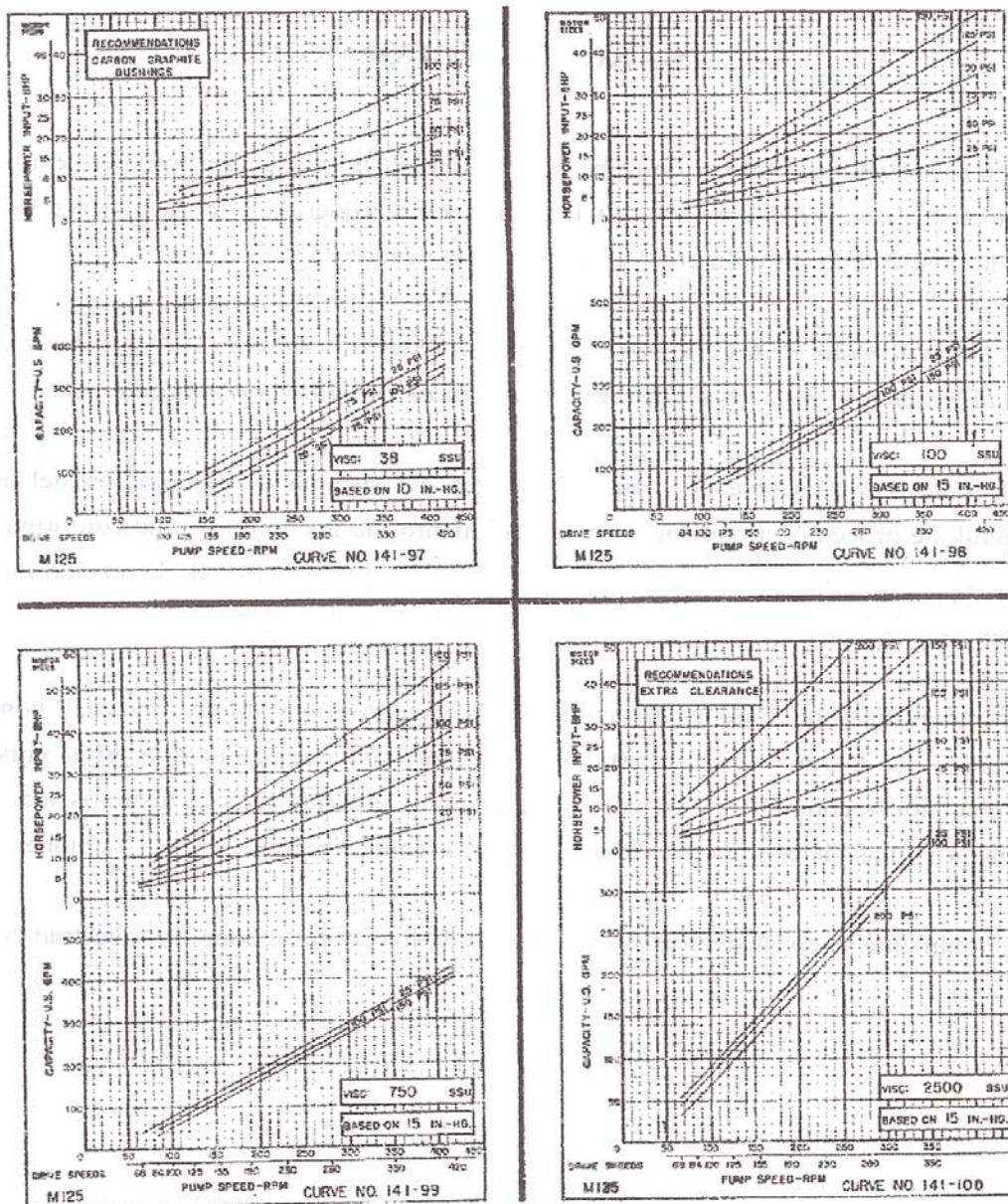
VELOCIDADES RECOMENDADAS DE LIQUIDOS PARA LAS LINEAS DE TOMA Y DESCARGA DE UNA BOMBA



Fuente: Schulz, "Bombas Funcionamiento, Calculo y Construcción", 1964

GRAFICO B.2

CURVAS CARACTERISTICAS DE LA BOMBA VIKING HEAVY – DUTY PUMPS SERIES 125 AND 4125 “M” STANDARD CONSTRUCTION



Fuente: FLUIVENCA. 2001

TABLA B.1
TAMAÑO ESTANDAR DE TUBERIA

Tamaño nominal del tubo en in	Diámetro exterior en plg.	Cédula No.	Espesor de la pared, en in	Diámetro interior en in	Sección transversal de área de metal en in ²	Area seccional interna en ft ²
$\frac{1}{8}$	0.405	40	0.068	0.269	0.072	0.00040
		80	0.095	0.215	0.093	0.00025
$\frac{1}{4}$	0.540	40	0.088	0.364	0.125	0.00072
		80	0.119	0.302	0.157	0.00050
$\frac{3}{8}$	0.675	40	0.091	0.493	0.167	0.00133
		80	0.126	0.423	0.217	0.00098
$\frac{1}{2}$	0.840	40	0.109	0.622	0.250	0.00211
		80	0.147	0.546	0.320	0.00163
		160	0.187	0.466	0.384	0.00118
$\frac{3}{4}$	1.050	40	0.113	0.824	0.333	0.00371
		80	0.154	0.742	0.433	0.00300
		160	0.218	0.614	0.570	0.00206
1	1.315	40	0.133	1.049	0.494	0.00600
		80	0.179	0.957	0.639	0.00499
		160	0.250	0.815	0.837	0.00362
$1\frac{1}{2}$	1.900	40	0.145	1.610	0.799	0.01414
		80	0.200	1.500	1.068	0.01225
		160	0.281	1.338	1.429	0.00976
2	2.375	40	0.154	2.067	1.075	0.02330
		80	0.218	1.939	1.477	0.02050
		160	0.343	1.689	2.190	0.01556
$2\frac{1}{2}$	2.875	40	0.203	2.469	1.704	0.03322
		80	0.276	2.323	2.254	0.02942
		160	0.375	2.125	2.945	0.02463
3	3.500	40	0.216	3.068	2.228	0.05130
		80	0.300	2.900	3.016	0.04587
		160	0.437	2.626	4.205	0.03761

Fuente: WELTY, 1997

TABLA B.2
FACTORES DE CONVERSION

TABLA 1-7 Tablas especiales de factores de conversión.

Para pasar de	A	Multiplíquese por
$k =$ coeficiente de transferencia del calor		
$k \text{ cal}/(\text{h})(\text{pie})^2(^{\circ}\text{C})$	$\text{B.t.u.}/(\text{h})(\text{pie})^2(^{\circ}\text{F})$	1
$\text{kg-cal}/(\text{h})(\text{m})^2(^{\circ}\text{C})$	$\text{B.t.u.}/(\text{h})(\text{pie})^2(^{\circ}\text{F})$	0.2048
$\text{g-cal}/(\text{s})(\text{cm})^2(^{\circ}\text{C})$	$\text{B.t.u.}/(\text{h})(\text{pie})^2(^{\circ}\text{F})$	7.380
$\text{watts}/(\text{cm})^2(^{\circ}\text{C})$	$\text{B.t.u.}/(\text{h})(\text{pie})^2(^{\circ}\text{F})$	1.760
$\text{watts}/(\text{pie})^2(^{\circ}\text{F})$	$\text{B.t.u.}/(\text{h})(\text{pie})^2(^{\circ}\text{F})$	490
$\text{B.t.u.}/(\text{h})(\text{pie})^2(^{\circ}\text{F})$	$\text{u.e.e.}/(\text{h})(\text{pie})^2(^{\circ}\text{C})$	1
$\text{B.t.u.}/(\text{h})(\text{pie})^2(^{\circ}\text{F})$	$\text{kg-cal}/(\text{h})(\text{m})^2(^{\circ}\text{C})$	4.88
$\text{B.t.u.}/(\text{h})(\text{pie})^2(^{\circ}\text{F})$	$\text{g-cal}/(\text{s})(\text{cm})^2(^{\circ}\text{C})$	0.0001355
$\text{B.t.u.}/(\text{h})(\text{pie})^2(^{\circ}\text{F})$	$\text{watts}/(\text{cm})^2(^{\circ}\text{C})$	0.000568
$\text{B.t.u.}/(\text{h})(\text{pie})^2(^{\circ}\text{F})$	$\text{watts}/(\text{pie})^2(^{\circ}\text{F})$	0.000204
$\text{B.t.u.}/(\text{h})(\text{pie})^2(^{\circ}\text{F})$	$\text{hp}/(\text{pie})^2(^{\circ}\text{F})$	0.000394
$\text{B.t.u.}/(\text{h})(\text{pie})^2(^{\circ}\text{F})$	$\text{joules}/(\text{s})(\text{cm})^2(^{\circ}\text{C})$	5.678
$\text{kg-cal}/(\text{h})(\text{m})^2(^{\circ}\text{C})$	$\text{joules}/(\text{s})(\text{m})^2(^{\circ}\text{C})$	1.163
$\text{watts}/(\text{m})^2(^{\circ}\text{C})$	$\text{joules}/(\text{s})(\text{m})^2(^{\circ}\text{C})$	1.0
$\alpha =$ viscosidad		
centipoises	$\text{g}/(\text{cm})(\text{seg})$ o poise	0.01
centipoises	$\text{lb}/(\text{h})(\text{pie})$	0.000672
centipoises	$\text{lb}/(\text{h})(\text{pie})$	2.42
centipoises	$\text{kg}/(\text{h})(\text{m})$	3.60
centipoises	$(\text{newton})/(\text{s})/\text{m}^2$	0.001
$\text{lb}/(\text{s})(\text{pie})$	$(\text{newton})/(\text{s})/\text{m}^2$	1.488
$k =$ conductividad térmica		
$\text{g-cal}/(\text{s})(\text{cm})/(^{\circ}\text{C}/\text{cm})$	$\text{B.t.u.}/(\text{h})(\text{pie})^2(^{\circ}\text{F}/\text{pie})$	2.903.0
$\text{watts}/(\text{cm})/(^{\circ}\text{C}/\text{cm})$	$\text{B.t.u.}/(\text{h})(\text{pie})^2(^{\circ}\text{F}/\text{pie})$	694.0
$\text{g-cal}/(\text{h})(\text{cm})/(^{\circ}\text{C}/\text{cm})$	$\text{B.t.u.}/(\text{h})(\text{pie})^2(^{\circ}\text{F}/\text{pie})$	0.8064
$\text{B.t.u.}/(\text{h})(\text{pie})^2(^{\circ}\text{F}/\text{pie})$	$\text{joules}/(\text{h})(\text{cm})/(^{\circ}\text{C})$	1.731
$\text{B.t.u.}/(\text{h})(\text{pie})^2(^{\circ}\text{F}/\text{pie})$	$\text{joules}/(\text{h})(\text{m})/(^{\circ}\text{C})$	0.1442

TABLA 1-8 Fórmulas de conversión para viscosidad cinemática

Escala de viscosidad	Intervalo DATA, F. B.	Viscosidad cinemática, stokes
Saybolt Universal	$32 > t > 100$	$0.000226t - 1.95/t$
	$t > 100$	$0.000220t - 1.35/t$
Saybolt Furol	$25 > t > 40$	$0.00224t - 1.84/t$
	$t > 40$	$0.0218t - 0.90/t$
Redwood No. 1	$34 > t > 100$	$0.000250t - 1.79/t$
	$t > 100$	$0.000247t - 0.50/t$
Redwood Admiralty		$0.027t - 20/t$
Engler		$0.00147t - 3.74/t$

TABLA 1-9 Valores de la constante de la ley de los gases

Escala de temp.	Unidades de pres.	Unid. de vol.	Unidades de peso	Unidades de energía	R
Kelvin	atm	cm ³	g-mol	calorías	1.9872
	atm	cm ³	g-mol	joules (abs)	8.3144
	atm	litros	g-mol	joules (int)	8.3130
	mm Hg	litros	g-mol	atm-cm ³	82.057
	bar	litros	g-mol	atm-litros	0.08205
	kg/cm ²	litros	g-mol	mm Hg-litros	62.361
	atm	pie ³	lb-mol	bar-litros	0.08314
	mm Hg	pie ³	lb-mol	kg/(cm ²)(litros)	0.08478
			lb-mol	atm-pie ³	1.314
			lb-mol	mm Hg-pie ³	986.9
Rankine	atm	pie ³	lb-mol	u.e.e.	1.9872
	atm	pie ³	lb-mol	B.t.u.	1.9872
	atm	pie ³	lb-mol	hp-h	0.0007865
	atm	pie ³	lb-mol	kw-h	0.0005819
	atm	pie ³	lb-mol	atm-pie ³	0.7302
	atm	pie ³	lb-mol	pulg Hg-pie ³	21.85
	mm Hg	pie ³	lb-mol	mm Hg-pie ³	555.0
	lb/pulg ² abs.	pie ³	lb-mol	(lb)(pie ²)/pulg ²	10.73
	lb/pie ² abs.	pie ³	lb-mol	pie-lb	1245.0

TABLA 1-10 Sistema usual de pesas y medidas en Estados Unidos

Medidas lineales	
12 pulgadas (pulg) o (") = 1 pie o (')	
3 pies = 1 yarda (yd)	
16.5 pies = 5 yardas	
3.5 yardas = 1 rod (rd)	
5 280 pies = 1 milla (mi)	
320 rods = 1 milla (mi)	
1 mil = 0.001 pulgada	
Náuticas:	
6 080.2 pies = 1 milla náutica	
6 pies = 1 brazo	
120 brazos = 1 cable de longitud	
1 nudo = 1 milla náutica por hora	
60 millas náuticas = 1° de latitud	
Medidas de superficie	
144 pulgadas cuadradas o (pulg ²) = 1 pie cuadrado (pie ²)	
9 pies cuadrados (pie ²) = 1 yarda cuadrada (yd ²)	
30.25 yardas cuadradas = 1 rod ² , pértiga ²	
160 rod ² = 1 43 560 pies ² = 1 acre	
640 acres = 1 milla ² = 1 sección	
1 pulgada circular (área de un círculo de 1 pulg de diámetro) = 0.7854 pulg ²	
1 pulgada cuadrada = 1.2732 pulgadas circulares	
1 circular mil = área de un círculo de 0.001 pulg de diámetro	
1 000 000 circular mils = 1 pulgada circular	
Medidas circulares	
60 segundos (") (seg) = 1 minuto (min) o (')	
60 minutos (') = 1 grado (°)	
90 grados (°) = 1 cuadrante	
360 grados (°) = 1 circunferencia	
57.29578 grados = 1 radián (rad)	
57.29578 grados = 57° 17' 44.81"	
Medidas de volumen	
1 728 pulgadas cúbicas (pulg ³) = 1 pie cúbico (pie ³)	
27 pies cúbicos = 1 yarda cúbica (yd ³)	
Medidas para áridos:	
2 pintas = 1 cuarto	
8 cuartos = 1 peck	
4 pecks = 1 bushel	
1 bushel Winchester de Estados Unidos = 2 150.42 pulgadas cúbicas	
Líquidos:	
4 gills = 1 pinta (pt)	
2 pintas = 1 cuarto	
4 cuartos = 1 galón (gal)	
7.4805 galones = 1 pie cúbico	
Medidas farmacéuticas para líquidos:	
60 minims (m) = 1 dracma de fluidos	
8 dracmas (ʒ) = 1 onza fluida	
16 onzas (oz. ʒ) = 1 pinta	
Pesos avoirdupois	
16 dracmas = 437.5 granos = 1 onza (oz)	
16 onzas = 7 000 granos = 1 libra (lb)	
100 libras = 1 quintal	
2 000 libras = 1 tonelada corta	
2 240 libras = 1 tonelada larga	
Pesos Troy	
24 granos = 1 pennyweight (pwt)	
20 pennyweights = 1 onza (oz)	
12 onzas = 1 libra (lb)	
Pesos farmacéuticos	
20 granos (gr) = 1 scrúpulo (ʒ)	
3 scrúpulos = 1 dracma (ʒ)	
8 dracmas = 1 onza (ʒ)	
12 onzas = 1 libra (lb)	

Fuente: PERRY, 1992

TABLA B.5
DIMENSIONES DE TUBERÍAS DE ACERO

Tamaño nominal del tubo, IPS plg	DE, plg	Cédula No.	DI, plg	Área de flujo por tubo, plg ²	Superficie por pie lineal, pies ² /pie		Peso por pie lineal, lb de acero
					Exterior	Interior	
1/8	0.405	40* 80†	0.269 0.215	0.058 0.036	0.106	0.070 0.056	0.25 0.32
1/4	0.540	40* 80†	0.364 0.302	0.104 0.072	0.141	0.095 0.079	0.43 0.54
3/8	0.675	40* 80†	0.493 0.423	0.192 0.141	0.177	0.129 0.111	0.57 0.74
1/2	0.840	40* 80†	0.622 0.546	0.304 0.235	0.220	0.163 0.143	0.85 1.09
3/4	1.05	40* 80†	0.824 0.742	0.534 0.432	0.275	0.216 0.194	1.13 1.48
1	1.32	40* 80†	1.049 0.957	0.864 0.718	0.344	0.274 0.250	1.68 2.17
1 1/4	1.66	40* 80†	1.380 1.278	1.50 1.28	0.435	0.362 0.335	2.28 3.00
1 1/2	1.90	40* 80†	1.610 1.500	2.04 1.76	0.498	0.422 0.393	2.72 3.64
2	2.38	40* 80†	2.067 1.939	3.35 2.95	0.622	0.542 0.508	3.66 5.03
2 1/2	2.88	40* 80†	2.469 2.323	4.79 4.23	0.753	0.647 0.609	5.80 7.67
3	3.50	40* 80†	3.068 2.900	7.38 6.61	0.917	0.804 0.760	7.58 10.3
4	4.50	40* 80†	4.026 3.826	12.7 11.5	1.178	1.055 1.002	10.8 15.0
6	6.625	40* 80†	6.065 5.761	28.9 26.1	1.734	1.590 1.510	19.0 28.6
8	8.625	40* 80†	7.981 7.625	50.0 45.7	2.258	2.090 2.000	28.6 43.4
10	10.75	40* 60	10.02 9.75	78.8 74.6	2.814	2.62 2.55	40.5 54.8
12	12.75	30	12.09	115	3.338	3.17	43.8
14	14.0	30	13.25	138	3.665	3.47	54.6
16	16.0	30	15.25	183	4.189	4.00	62.6
18	18.0	20†	17.25	234	4.712	4.52	72.7
20	20.0	20	19.25	291	5.236	5.05	78.6
22	22.0	20†	21.25	355	5.747	5.56	84.0
24	24.0	20	23.25	425	6.283	6.09	94.7

* Comúnmente conocido como estándar.

† Comúnmente conocido como extragrueso.

‡ Aproximadamente.

Fuente: Donald Kern, 2003

TABLA B.6
FACTORES DE OBSTRUCCION

Temperatura del medio calefactor	Hasta 240°F		240-400°F †	
	125°F o menos		Más de 125°F	
Temperatura del agua	Velocidad del		Velocidad del	
	agua, pps		agua, pps	
Agua	3 pies	Más de	3 pies	Más de
	o menos	3 pies	o menos	3 pies
Agua de mar	0.0005	0.0005	0.001	0.001
Salmuera natural	0.002	0.001	0.003	0.002
Torre de enfriamiento y tanque con rocío artificial:				
Agua de compensación tratada	0.001	0.001	0.002	0.002
Sin tratar	0.003	0.003	0.005	0.004
Agua de la ciudad o de pozo (como Grandes Lagos)	0.001	0.001	0.002	0.002
Grandes Lagos	0.001	0.001	0.002	0.002
Agua de río:				
Mínimo	0.002	0.001	0.003	0.022
Mississippi	0.003	0.002	0.004	0.003
Delaware, Schykill	0.003	0.002	0.004	0.003
East River y New York Bay	0.003	0.002	0.004	0.003
Canal sanitario de Chicago	0.008	0.006	0.010	0.008
Lodosa o turbia	0.003	0.002	0.004	0.003
Dura (más de 15 granos/gal)	0.003	0.003	0.005	0.005
Enfriamiento de máquinas	0.001	0.001	0.001	0.001
Destilada	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
Alimentación tratada para calderas	0.001	0.0005	0.001	0.001
Purga de calderas	0.002	0.002	0.002	0.002

† Las cifras de las últimas dos columnas se basan en una temperatura del medio calefactor de 240 a 400°F. Si la temperatura de este medio es mayor de 400°F, y si se sabe que el medio enfriador forma depósitos, estas cifras deben modificarse convenientemente.

FRACCIONES DE PETROLEO

Aceites (industriales):		Líquidos (industriales):	
Combustorio	0.005	Orgánicos	0.001
Aceite de recirculación limpio	0.001	Líquidos refrigerantes, calefacción, enfriadores, o evaporantes	0.001
Aceites para maquinarias y transformadores	0.001	Salmueras (enfriamiento).	0.001
Aceite para quenching	0.004	Unidades de destilación atmosférica:	
Aceites vegetales	0.003	Fondos residuales, menos de 25°API	0.005
Gases, vapores (industriales):		Fondos residuales, de 25° API o más	0.002
Gas de hornos de coque, gas manufacturado	0.01		

Fuente: Donald Kern, 2003

TABLA B.7
 FACTORES DE OBSTRUCCION

Gases de escape de máquinas Diesel.....	0.01	Unidades de destilación atmosférica:	
Vapores orgánicos	0.0005	Vapores superiores sin tratar	0.0013
Vapor (sin aceite)	0.0	Vapores superiores tratados	0.003
Vapores de alcohol	0.0	Cortes intermedios	0.0013
Vapor, de escape (con aceite)	0.001	Unidades de destilación al vacío:	
Vapores refrigerantes (condensando de compresores recíprocos)	0.002	Vapores superiores a aceite:	
Aire	0.002	De la torre de burbujeo (condensador parcial) ..	0.001
Vapores superiores en condensadores enfriados por agua:		Del tanque flash (sin reflujo apreciable) ..	0.003
De la torre de burbujeo (condensador final) ...	0.001	Aceite delgado	0.002
Del tanque flash	0.04	Vapores superiores	0.001
Cortes intermedios:		Gasolina	0.0005
Aceite	0.001	Debutanizador, Depropanizador, Depentanizador y unidades de Alkilación:	
Para agua	0.002	Alimento	0.001
Fondos residuales, menos de 20° API	0.005	Vapores superiores	0.001
Fondos residuales, más de 20° API	0.002	Enfriadores de producto ..	0.001
Estabilizador de gasolina natural:		Calderetas de producto ..	0.002
Alimento	0.0005	Alimento del reactor	0.002
Vapores superiores	0.0005	Unidades de tratamiento de lubricantes:	
Enfriadores de producto e intercambiadores	0.0005	Alimento de aceite solvente ..	0.002
Calderetas de producto ..	0.001	Vapores superiores	0.001
Unidades de eliminación de HS:		Aceite refinado	0.001
Para vapores superiores ..	0.001	Intercambiadores calentadores de aceite refinado enfriados por agua † ..	0.003
Intercambiadores enfriadores de solución	0.0016	Gomas y breas:	
Caldereta	0.0016	Generadores de vapor enfriados por aceite	0.005
Unidades de Cracking:		Enfriados por agua	0.003
Alimento gas-oil:		Solvente	0.001
Menos de 500°F	0.002	Unidades desasfaltizadoras:	
500°F y más	0.003	Aceite de alimento	0.002
Alimento de nafta:		Solvente	0.001
Menos de 500°F	0.002	Asfalto y resina:	
Más de 500°F	0.004	Generadores de vapor enfriados por aceite ..	0.005
Separador de vapores vapores del separador, tanque flash, y vaporizador) ..	0.006	Enfriados por agua...	0.003
		Vapores de solvente	0.001

Fuente: Donald Kern, 2003

A continuación se presenta información suministrada por la Empresa Alimentos Sansón, C.A

TABLA B.3
PROPIEDADES DEL SEBO

Temperatura °C	Densidad P(Kg/m ³)	Viscosidad μ(g/(m*s))
42,5	890.20	132
60,5	910.12	61.7

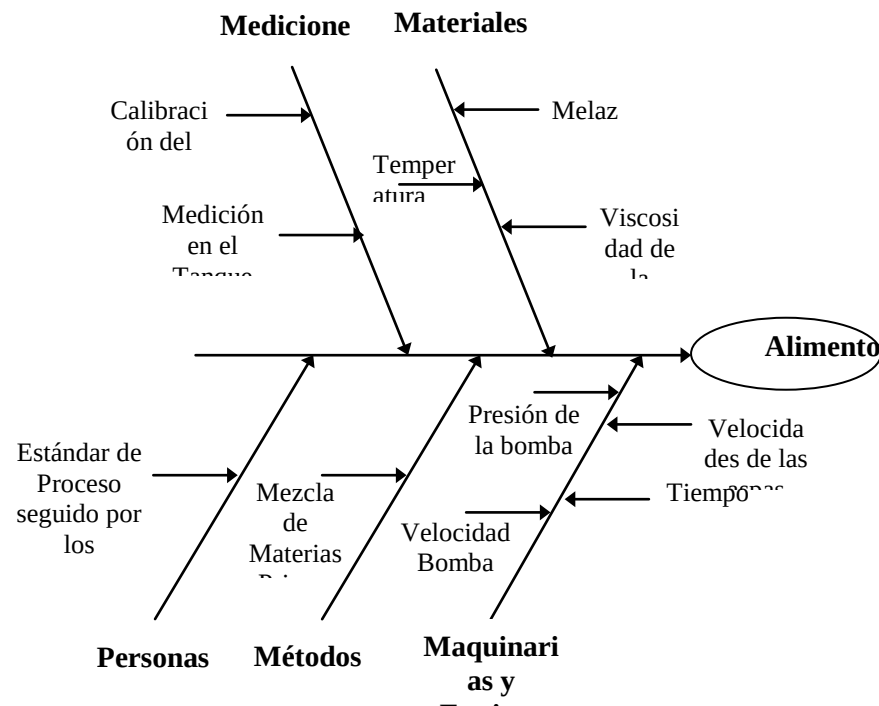
Fuente: Alimentos Sansón.

TABLA B.4
PROPIEDADES DEL SEBO

CARACTERISTICAS	REQUISITOS	METODO
Humedad	1.0	COVENIN 1156
Ac. Grasos Totales(% Min)	90	AOCS G3 - 53
Ac. Grasos Totales(%)	15.0	COVENIN
Impurezas insolubles (% Max)	1.0	
Material insaponificables	1.0	COVENIN
Índice de Yodo(g yodo/g muestra)	45 - 55	AOAC 929 - 159
Índice de Peróxido (meq/Kg)	Max 5	AOAC 965 - 33
Índice de saponificación (mg KOH/g)	Min 198	

Fuente: Alimentos Sansón.

FIGURA 4.4.
DIAGRAMA CAUSA-EFECTO DE LOS FACTORES INFLUYENTES SOBRE EL PROCESO
PRODUCTIVO, PARA EL CUAL ESTA INVOLUCRADA LA MATERIA PRIMA MELAZA



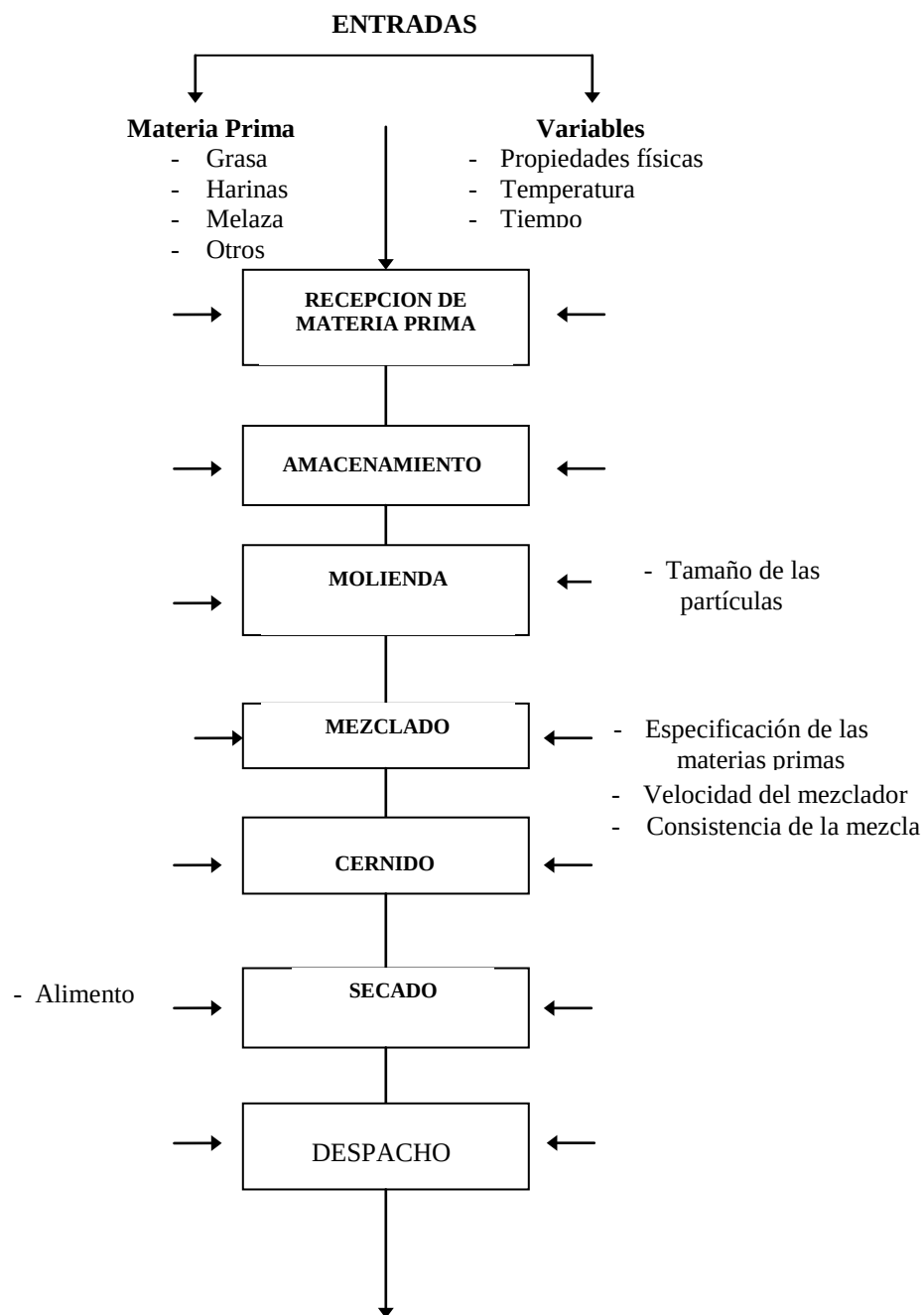


Figura IV.2 Mapa del Proceso de Elaboración de Alimento Balanceado para Animales

TABLA IV.14

MATRIZ CAUSA-EFECTO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ALIMENTO BALANCERADO PARA ANIMALES

Rango de Importancia para el Cliente		9	9	8	9	4	9	10	10	Total
	Salidas Entradas	Materia Prima en Especificación	Alimento hecho dentro de especificación	costo	Tiempo de entrega	Beneficios	Calidad de la materia prima	Calidad de Alimento	Estado final	
Recepción de Materia Prima	Materia Prima	9	1	3	3	0	1	3	3	210
	Especificaciones: Propiedades físicas, Características	9	9	9	9	3	1	3	3	396
AMACENAMIENTO	Especificaciones de almacenamiento de la materia ,Temperatura	3	9	0	0	3	0	3	1	153
MOLIENDA	Velocidad y Presión de los Molinos	0	9	0	0	1	9	0	9	256
MEZCLADO	Melaza	3	0	9	0	0	9	3	3	240
	Especificaciones Peso de las materias primas	3	0	9	0	0	3	0	3	156
CERNIDO	Tamaño de las partículas	0	0	9	0	0	9	3	9	273
SECADO	Temperatura, Aire	3	0	0	9	1	9	3	9	313
	Estado de la materia	0	0	0	9	0	0	3	9	201
DESPACHO	Especificación del Alimento	0	0	0	9	1	9	3	9	286
	Granel, ensacado	0	0	0	9	0	9	1	9	262

GLOSARIO

Acuicultura: Técnica del cultivo de especies acuáticas vegetales y animales.

AGCP: son los causantes de la decoloración rosácea de la clara y del pardeamiento de la yema durante el almacenaje. Como consecuencia, las ponedoras que consumen oleínas de algodón producen huevos globosos, con yemas rígidas y poco deformables, debido al mayor contenido en esteárico en detrimento del oleico. En reproductoras, esta modificación de la composición de la yema provoca un aumento de la mortalidad embrionaria. En broilers y porcino se incrementa la saturación de la grasa de la canal.

Antioxidante: Producto químico que se adiciona al polímero para evitar la participación del oxígeno en reacciones químicas que dan como resultado la rotura de los enlaces de los polímeros, dichas reacciones son denominadas Reacciones de Oxidación.

Escala Brix: es un refinamiento de las tablas de la escala Balling, desarrollada por el químico alemán Karl Balling. La escala Plato, que mide los grados Plato, también parte de la escala Balling. Se utilizan las tres, a menudo alternativamente, y sus diferencias son de importancia menor. La escala Brix se utiliza, sobre todo, en la fabricación del zumo y del vino de fruta y del azúcar a base de caña. La escala Brix se utiliza en el sector de alimentos, para medir la cantidad aproximada de azúcares en zumos de fruta, vino o bebidas suaves, y en la industria del azúcar. Para los zumos de fruta, un grado Brix indica cerca de 1-2 % de azúcar por peso. Ya que los grados Brix se relacionan con la concentración de los sólidos disueltos (sobre todo sacarosa) en un líquido, tienen que ver con la gravedad específica del líquido.

Gosipol: es un compuesto fenólico responsable de la aparición de tonalidades verdosas durante el almacenamiento de los huevos, así como de diversos problemas relacionados con la productividad y la fertilidad en todas las especies domésticas. Los mono gástricos son más sensibles que los rumiantes y dentro de éstos, los machos más que las hembras. Es un principio tóxico que se encuentra en las semillas en estado libre, pudiendo conjugarse y perder actividad durante el procesado con calor debido a la formación de complejos con la

fracción proteica de la semilla. Está presente en el aceite, del cual se separa durante el proceso de blanqueado. Si los residuos de este proceso de refinado se incorporan a las oleínas se potencia la toxicidad de las mismas. En ponedoras se recomienda no pasar del 0,2% de oleínas de algodón a fin de evitar riesgos de decoloración anómala del huevo. Por tanto, su utilización en la práctica queda excluida. En el control de calidad de las oleínas comerciales debe prestarse especial atención al uso de mezclas con tonalidades verdosas para avicultura.

Grados Brix (símbolo °Bx) miden el cociente total de **sacarosa** disuelta en un líquido. Estos se miden con un sacarímetro, que mide la gravedad específica de un líquido, o, más.

Grasa de palmiste: Es la grasa obtenida de la semilla del fruto de la palmera adecuadamente refinada.

Manteca de cacao: Es la grasas obtenida de la semilla del cacao o de otros productos semi-desgrasados, derivados de la semilla del cacao.

Manteca de coco: Es la grasa procedente del fruto del cocotero adecuadamente refinada.

Manteca de Palma: Es la grasa obtenida de la pulpa Del fruto de la palmera adecuadamente refinada.

Materia prima micro: Las constituyen las vitaminas y todos los productos químicos empleados en la formulación de los alimentos.

Materia Prima macro: Están constituidas por productos y subproductos de maíz, arroz, trigo y soya. Las materias primas liquidas son: grasa (mezcla de: sebo, aceite de soya, maíz, de frituras, etc), melaza, metionina, y cloruro de colina.

Monogástricos: mamíferos que poseen un solo estómago.

Oleínas: son un subproducto del proceso de refinado del aceite. Su aspecto es mucho más oscuro que el del aceite del cual proceden. Una razón es que durante el proceso de refinado las oleínas retienen y concentran los colorantes iniciales. Controles de calidad más

rigurosos a fin de evitar mezclas no deseadas con otras fuentes lipídicas o la entrega de productos deficientemente procesados (exceso de humedad, impurezas, sulfato sódico, insaponificables y acidez mineral). No tiene sentido aplicar a las oleínas el criterio de calidad basado en acidez, ya que por su propio origen es alto. De hecho, un índice de acidez bajo puede indicar adulteración.

Palatabilidad: Cualidad de ser grato al paladar un alimento.

Peletería: Oficio de adobar y componer las pieles finas o de hacer con ellas prendas de abrigo, y también de emplearlas como forros y adornos en ciertos trajes.

Refractómetro: Este quipo es un instrumento óptico simple calibrado normalmente para soluciones acuosas de azúcar de caña. Permite tomar lecturas rápidas directas sobre la muestra sin ningún tipo de manipulación previa. Los refractómetros de temperatura compensada evitan la dependencia de la temperatura de las medidas de la gravedad específica y requieren solamente una gota o dos de la muestra para tomar una lectura.

Rumen: Acción y efecto de rumiar.

Rumiar: Masticar por segunda vez, volviéndolo a la boca, el alimento que ya estuvo en el depósito que a este efecto tienen algunos animales.

Viscosidad: Característica que describe la resistencia interna de un fluido a fluir, cuando es sometido a un esfuerzo cortante.

Viscosidad Bloomfield: Viscosidad aparente en centipoises determinada por el viscosímetro de Brookfield, que mide el esfuerzo de torsión requerido para rotar un huso a una velocidad dada.

Yeyuno: Segunda porción del intestino delgado de los mamíferos, situada entre el duodeno y el íleon.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Barreto N, Raúl C y Sánchez C, Henry O (1998). **Sistema de inspección en la recepción de materia prima en una fábrica de alimentos concentrados para animales.** Trabajo especial de grado. Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Química Tecnológica. Valencia.
2. Bociga M, Carlos A (2000). **Diseño de un sistema automatizado para el calentamiento o enfriamiento de tanques de producción en una empresa fabricantes de cosméticos.** Trabajo especial de grado. Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Química Tecnológica. Valencia.
3. Castro Liliana (2002) **Mejoramiento del proceso de producción de cintas autoadhesivas en 3M Manufacturera Venezuela.** Trabajo especial de grado. Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Química Tecnológica. Valencia.
4. Donald, Q. Kern, **Procesos de transferencia de calor.** Trigésima Cuarta Edición. Editorial Continental, S.A. México D.F. 2003
5. Ford Motor de Venezuela S.A. **Guía para la Identificación de los Modos de Falla Potenciales del Proceso.** Venezuela. 1998.
6. G.G. Mateos, P.G. Rebollar y P. Medel (1996) **Utilización de grasas y productos lipídicos en alimentación animal: Grasas puras y mezclas.** XII CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA Departamento de Producción Animal. Universidad Politécnica de Madrid.

7. Ibarz A, Ramos M y Barbosa G (1999). **Estudio de la Trasmisión de calor en alimentos en tanques agitados y encamisados**. Publicaron en la revista Alimentos Equipos y Tecnología.
8. Martínez, Matías. **Diagrama causa-efecto, Pareto y flujogramas**. Universidad Alejandro de Humboldt. Caracas, Abril del 2005. On line Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/recursos4/docs/ger/diagraca.htm>.
9. Montgomery, Douglas C. y Runger, George C. **Probabilidad y Estadística Aplicadas A la Ingeniería**. Segunda Edición. Editorial Limusa. México. 2002.
10. Microsoft® Encarta® 2009. © 1993-2008 Microsoft Corporación.
11. Ortega V, Claudia V y Velásquez M, Mary C (2001). **Evaluación y rediseño del proceso de elaboración de alimentos concentrados para animales en la empresa alimentos Súper S, C.A.** Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Química Tecnológica. Valencia.
12. PERRY, Robert. **MANUAL DEL INGENIERO QUIMICO**. Sexta edición. Mc Graw Hill/ Interamericana de México. México. 1992. Pág. 33 – 43.
13. Rodríguez A, Gonzalo (2006) **Informe Técnico- Avaluó Planta de Alimento para Animales Sansón**. Carretera Nacional Cagua – Villa de Cura, sector Bella Vista Frente a la Laguna Taiguaguay. Estado Aragua.
14. Sánchez M, Garrido A y Cobo, C (2000). **Calidad en aceites de oliva**. Publicaron su trabajo en la revista Alimentos Equipos y Tecnología.

-
15. Schulz. **Bombas Funcionamiento, Cálculo y Construcción**, 1964.
 16. Velázquez A, José A (1978). **Distribución del vapor de agua en una industria de grasas y aceites**. Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Química Tecnológica. Valencia.
 17. WELTY, James. Wicks, Charles. Wilson, Robert. **Fundamentos de transferencia de momento, calor y masa**. Editorial Limusa. México. 1997.

TABLA 4.11

MATRIZ CAUSA-EFECTO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ALIMENTO PARA ANIMALES

Rango de Importancia para el Cliente		9	9	8	9	8	9	10	10	Total
	Entrada \ salida	Materia Prima en Especificación	Costo	Despacho dentro de especificación	Presentación dentro de especificación	Tiempo de entrega	Calidad del Alimento	Alimento Dentro de Especificación	Apariencia final	
RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	Materia Prima	9	9	3	3	0	1	3	3	31
	Especificaciones: Estado físico, Apariencia y Calidad	9	9	3	3	3	9	9	3	48
ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA	Especificaciones de almacenamiento: Temperatura	3	9	3	0	3	3	3	1	25
MOLIENDA	Especificaciones, tamaño de partículas	3	1	3	1	0	1	3	3	15
MEZCLADO	Especificaciones de Materia Prima	9	9	9	0	3	1	1	1	33
CERNIDO	Velocidad y Presión	3	0	0	0	1	3	3	3	13
SECADO	Temperatura Aire humedad	9	3	1	3	1	3	9	3	32
DESPACHO	Especificaciones del Alimento: Granel o ensaco	1	3	9	3	9	0	0	0	25

TABLA 4.11

MATRIZ CAUSA-EFECTO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ALIMENTO PARA ANIMALES

Rango de Importancia para el Cliente		9	9	8	9	8	9	10	10	Total
	Entrada \ salida	Materia Prima en Especificación	Costo	Despacho dentro de especificación	Presentación dentro de especificación	Tiempo de entrega	Calidad del Alimento	Alimento Dentro de Especificación	Apariencia final	
RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	Materia Prima	9	9	3	3	0	1	3	3	31
	Especificaciones: Estado físico, Apariencia y Calidad	9	9	3	3	3	9	9	3	48
ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA	Especificaciones de almacenamiento: Temperatura	3	9	3	0	3	3	3	1	25
MOLIENDA	Especificaciones, tamaño de partículas	3	1	3	1	0	1	3	3	15
MEZCLADO	Especificaciones de Materia Prima	9	9	9	0	3	1	1	1	33
CERNIDO	Velocidad y Presión	3	0	0	0	1	3	3	3	13
SECADO	Temperatura Aire humedad	9	3	1	3	1	3	9	3	32
DESPACHO	Especificaciones del Alimento: Granel o ensaco	1	3	9	3	9	0	0	0	25

TABLA 4.11

MATRIZ CAUSA-EFECTO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ALIMENTO PARA ANIMALES

Rango de Importancia para el Cliente		9	9	8	9	8	9	10	10	Total
	Entrada \ salida	Materia Prima en Especificación	Costo	Despacho dentro de especificación	Presentación dentro de especificación	Tiempo de entrega	Calidad del Alimento	Alimento Dentro de Especificación	Apariencia final	
RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	Materia Prima	9	9	3	3	0	1	3	3	31
	Especificaciones: Estado físico, Apariencia y Calidad	9	9	3	3	3	9	9	3	48
ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA	Especificaciones de almacenamiento: Temperatura	3	9	3	0	3	3	3	1	25
MOLIENDA	Especificaciones, tamaño de partículas	3	1	3	1	0	1	3	3	15
MEZCLADO	Especificaciones de Materia Prima	9	9	9	0	3	1	1	1	33
CERNIDO	Velocidad y Presión	3	0	0	0	1	3	3	3	13
SECADO	Temperatura Aire humedad	9	3	1	3	1	3	9	3	32
DESPACHO	Especificaciones del Alimento: Granel o ensaco	1	3	9	3	9	0	0	0	25

TABLA 4.11

MATRIZ CAUSA-EFECTO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ALIMENTO PARA ANIMALES

Rango de Importancia para el Cliente		9	9	8	9	8	9	10	10	
	Salida Entrada	Materia Prima en Especificación	Costo	Despacho dentro de especificación	Presentación dentro de especificación	Tiempo de entrega	Calidad del Alimento	Alimento Dentro Especificación	Apariencia final	Total
RECEPCIÓN MATERIA PRIMA	Materia Prima	9	9	3	3	0	1	3	3	31
	Especificaciones: Estado físico, Apariencia y Calidad	9	9	3	3	3	9	9	3	48
ALMACENAMIENTO MATERIA PRIMA	Especificaciones de almacenamiento: Temperatura	3	9	3	0	3	3	3	1	25
MOLIENDA	Especificaciones, tamaño de partículas	3	1	3	1	0	1	3	3	15
MEZCLADO	Especificaciones de Materia Prima	9	9	9	0	3	1	1	1	33
CERNIDO	Velocidad y Presión	3	0	0	0	1	3	3	3	13
SECADO	Temperatura Aire humedad	9	3	1	3	1	3	9	3	32
DESPACHO	Especificaciones del Alimento: Granel o ensaco	1	3	9	3	9	0	0	0	25