

**ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIONES DEL
PROCESO DE EXTRUSIÓN DE SOYA PARA LA ELABORACIÓN
DE ALIMENTO PARA POLLO EMPLEANDO CRITERIOS DE LA
METODOLOGÍA HACCP¹**

LEYDY JOHANA PÉREZ ÁLZATE
PAULA ANDREA CHAVES PÉREZ

ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TECNOLOGÍA EN GESTIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES
BOGOTÁ, D.C.

2014

¹ Análisis de peligros y puntos críticos de control

**ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIONES DEL
PROCESO DE EXTRUSIÓN DE SOYA PARA LA ELABORACIÓN
DE ALIMENTO PARA POLLO EMPLEANDO CRITERIOS DE LA
METODOLOGÍA HACCP²**

PRESENTADO POR:

LEYDY JOHANA PÉREZ ÁLZATE
PAULA ANDREA CHAVES PÉREZ

DIRIGIDA POR:

CARLOS ERNESTO GARZÓN
ING. QUÍMICO

ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TECNOLOGÍA EN GESTIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES
BOGOTÁ, D.C.

2014

² Análisis de peligros y puntos críticos de control

AGRADECIMIENTOS

A DIOS POR BRINDARME CADA UNA DE LAS OPORTUNIDADES QUE ME HAN HECHO CRECER, A MI MIS PADRES POR SU APOYO INCONDICIONAL, A MI HERMANO POR SU PACIENCIA, A ALEJANDRO DÍAZ POR BRINDARME ÁNIMOS CUANDO LO HE NECESITADO Y A NUESTRO DIRECTOR DE TESIS CARLOS GARZÓN QUIEN NOS HA GUIADO CON SUS CONOCIMIENTOS EN EL DESARROLLO DE ESTE PROYECTO.

PAULA ANDREA CHAVES PÉREZ

PRIMERAMENTE A DIOS POR CADA UNA DE SUS BENDICIONES, A MIS PADRES QUE SON MI MOTIVACIÓN DÍA A DÍA, A MI HERMANA QUE ES UNA GRAN PERSONA, A ALEJANDRO POR SU APOYO INCONDICIONAL Y ULTIMO PERO NO MENOS IMPORTANTE AL DIRECTOR DE TESIS CARLOS GARZÓN POR SU TIEMPO Y DEDICACIÓN PARA CON NOSOTRAS.

LEYDY J. PÉREZ. A.

Contenido

Resumen.....	8
Introducción	12
CAPÍTULO I. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	14
1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.2.1 Descripción Del Problema.....	14
1.2.2 Formulación Del Problema.....	18
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.3.1 Objetivo General.....	18
1.3.2 Objetivos Específicos	18
1.4 JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.4.1 Justificación.....	19
1.4.2 Delimitación	20
CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
2.1 Marco Conceptual	22
2.1.1. Extrusor.....	22
2.1.2 Preacondicionamiento.....	24
2.1.3. Características nutricionales del grano de soya	25
2.1.4. Ventajas comparativas de la Soya	27
2.2 Marco Teórico	30
2.2.1 Extrusión (10).....	30
2.2.2. Importancia De La Soya En La Alimentación Animal.....	33
2.2.3. Actividad Ureásica en la Soya Extruida	36
2.2.4. Análisis Pertinentes a la Soya Extruida (en ALBATEQ S.A) (Camargo, 2014)	40
2.3 MARCO LEGAL	45
2.3.1 Las Buenas Prácticas de Manufactura: enfoque conceptual.....	45
2.3.2 Los Principios Generales de Higiene del Codex Alimentarius	46

2.3.3 Las Buenas Prácticas de Manufactura y el Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control.....	46
2.3.4 Hacia un sistema de gestión de la inocuidad	47
2.4 MARCO HISTÓRICO	49
2.4.1 Desarrollo de los Extrusores.....	49
2.4.2. Historia del Frijol Soya.....	52
CAPÍTULO III. CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	53
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	53
3.2 DISEÑO METODOLÓGICO	53
3.2.1 Recopilación Documental.....	54
3.2.2 Levantamiento En Campo	54
3.2.3 Organización De La Información Recolectada.....	54
3.2.4 Elaboración Del Manual De Operaciones	54
3.2.5 Aplicación De La Metodología HACCP	55
3.2.6 Revisión Del Manual De Operaciones	62
3.2.7 Ajustes Finales Del Manual.....	62
3.2.8 Elaboración Del Proyecto De Grado	62
CAPÍTULO IV. PROCESO EXTRUSIÓN FRIJOL SOYA EN ALBATEQ S.A.....	63
4.1 Diagrama De Flujo	63
4.2 Descripción De Proceso	65
4.2.1 Recepción Frijol Soya.....	65
4.2.2 Tolva Almacenamiento Frijol Soya.....	65
4.2.3 Alimentador Frijol Soya	66
4.2.4 Elevador Frijol Soya.....	66
4.2.5 Tornillo Superior Frijol Soya	67
4.2.6 Alimentador Molino Frijol Soya	67
4.2.7 Molino Frijol Soya.....	67
4.2.8 Evacuador Molino Harina Frijol Soya.....	68
4.2.9 Elevador Harina Frijol Soya	68
4.2.10 Tolva Harina Frijol Soya	69

4.2.11 Alimentador Harina Frijol Soya	70
4.2.12 Acondicionador 1 Harina Frijol Soya.....	70
4.2.13 Acondicionador 2 Harina Frijol Soya.....	71
4.2.14 Extruder Harina Frijol Soya	71
4.2.15 Ventilador Extruder	72
4.2.16 Transportador Evaporador Soya Extruida	72
4.2.17 Enfriador Soya Extruida	73
4.2.18 Ventilador Enfriador.....	73
4.2.19 Evacuador Soya Extruida	74
4.2.20 Elevador Soya Extruida	74
4.2.21 Tornillo Superior 2 Soya Extruida (Redler)	75
4.2.22 Bodega Soya Extruida	75
4.3 Alimentación De Vapor Para Proceso De Extrusión	76
4.4 Tableros De Funcionamiento Proceso Extrusión	78
CAPÍTULO V. RESULTADOS	81
5.1 Manuales De Procesos Y Procedimientos.....	81
5.1.1 Encendido Del Extruder	82
5.1.2 Apagado Del Extruder	93
5.1.3 Limpieza Del Extruder	97
5.1.4 Soya Test Hecho Por El Operario Del Extruder.....	101
5.1.5 Limpieza Y Procedimiento Al Presentarse Un Alto En La Producción Por Exceso De Carga.....	104
5.2 APLICACIÓN METODOLOGÍA HACCP	108
5.2.1 Principio 1. Elaborar el análisis de peligros:	108
5.2.2 Principio 2. Identificar los puntos críticos de control.....	111
5.2.3 Principio 3. Establecer los límites críticos para las medidas preventivas asociadas con cada PCC:	114
5.2.4 Principio 4. Establecer los procedimientos de monitoreo:	115
5.2.5 Principio 5. Establecer las acciones correctivas a tomar cuando se identifica una desviación:	116

5.2.6 Principio 6. Establecer un sistema efectivo de registro, que documente el plan de operación HACCP:	117
5.2.7 Principio 7. Establecer el sistema de verificación y seguimiento a través de información suplementaria:	119
CAPÍTULO VI. MEJORAS	120
6.1 Espacio Entre Molino Y Enfriador.....	120
6.2 Formato Llenado Por El Operario	123
6.3 Tolvas En Acero Inoxidable.....	126
CONCLUSIONES	129
10. REFERENCIAS (BIBLIOGRAFÍA Y CIBERGRAFIA)	130

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Figura Manual Procesos de Operaciones ALBATEQ S.A.....	17
Figura 2.1 Extrusora de Husillo Sencillo	22
Figura 2.2 Tornillo de una Extrusora	23
Figura 2.3 Sistema Cilindro de Calefacción Tornillos.....	23
Figura 2.4 Tipo de Tolvas	24
Figura 2.5 T°C vs Peso Páncreas en Pollo	38
Figura 2.6 Relación: Inhibidores de tripsina - Peso páncreas – Peso ganado por pollo.....	39
Figura 2.7 Muestra de Bodegas.....	41
Figura 2.8 Aplicación de Soya Test en las muestras.....	42
Figura 2.9 Muestra contaminada / Muestra no contaminada	43
Figura 3.1 Diseño Metodológico	53
Figura 4.1 Diagrama de Flujo Proceso de Extrusión en ALBATEQ S.A.	64
Figura 4.2 Recepción Frijol Soya	65
Figura 4.3 Tolva Almacenamiento Frijol Soya.....	65
Figura 4.4 Alimentador Frijol Soya	66
Figura 4.5 Elevador Frijol Soya	66
Figura 4.6 Tornillo Superior Frijol Soya.....	67
Figura 4.7 Alimentador Molino Frijol Soya	67
Figura 4.8 Molino Frijol Soya.....	68
Figura 4.9 Evacuador Molino Harina Frijol Soya.....	68
Figura 4.10 Elevador Harina Frijol Soya	69
Figura 4.11 Tolva Harina Frijol Soya	69
Figura 4.12 Alimentador Harina Frijol Soya	70
Figura 4.13 Acondicionador Harina Frijol Soya.....	70
Figura 4.14 Acondicionador 2 Harina Frijol Soya.....	71
Figura 4.15 Extruder Harina Frijol Soya	71
Figura 4.16 Ventilador Extruder	72
Figura 4.17 Transportador Evaporador Soya Extruida	72
Figura 4.18 Enfriador Soya Extruida	73
Figura 4.19 Ventilador Enfriador.....	74
Figura 4.20 Evacuador Soya Extruida	74
Figura 4.21 Elevador Soya Extruida	75
Figura 4.22 Tornillo Superior 2 Soya Extruida.....	75
Figura 4.23 Bodega Soya Extruida	76
Figura 4.24 Alimentación De Vapor Para Proceso De Extrusión	77
Figura 4.25 Tablero de mando- manejo de piscinas de almacenamiento.....	78
Figura 4.26 Tablero principal de mando del proceso de extrusión	78
Figura 4.27 Tablero de mando Acondicionador 1.	80
Figura 5.1 Manual Encendido del Extruder	82
Figura 5.2 Manual Apagado del Extruder.....	93
Figura 5.3 Manual Limpieza del Extruder	97

Figura 5.4 Manual Soya Test Hecho por el Operario del Extruder.....	101
Figura 5.5 Limpieza Y Procedimiento Al Presentarse Un Alto En La Producción Por Exceso De Carga.....	104
Figura 5.6 Diagrama Proceso de Extrusión planta ALBATEQ	108
Figura 5.7 Árbol de decisiones para los PCCS	112
Figura 5.8 Formato Sistema Efectivo de Registro	118
Figura 6.1 Espacio reducido entre molino y enfriador.....	121
Figura 6.2 Espacio amplio entre el molino y enfriador.....	122
Figura 6.3 Formato utilizado actualmente por el operario.	124
Figura 6.4 Formato sugerido.....	125
Figura 6.5 Tolvas Usadas en ALBATEQ S.A	127
Figura 6.6 Tolva en Acero Inoxidable (Sugerida)	128

Lista De Tablas

Tabla 2.1 Evaluación de la torta de soya, soya tostada, soya extruida y soya cruda en raciones para cerdos en crecimiento y enengorde (20-100 Kg)	28
Tabla 2.2 Contenido de proteína, aminoácidos, energía y fibra del grano de soya frente a otras fuentes de origen vegetal.....	29
Tabla 2.3 Costos de producción de cultivos en el departamento del Meta 2003.	30
Tabla 2.4 Alimentación de cerdos con soya integral tostada (SIT), como única fuente de proteína.	34
Tabla 2.5 Alimentación de pollos con soya integral tostada (SIT) como única fuente de proteína.	35
Tabla 2.6 Pruebas Frijol Soya a Diferentes Temperaturas.....	37
Tabla 2.7 Relación con temperaturas en el proceso de extrusión de soya.	40
Tabla 3.1 Agentes patógenos que más afectan la soya	59
Tabla .5.1 Puntos Críticos de Control en el Proceso de Extrusión.....	113
Tabla 5.2 Limites Críticos de los Puntos Críticos de Control.....	114
Tabla 5.3 Vigilancia en los Puntos Críticos de Control	115
Tabla 5.4 Acciones Correctivas en los Puntos Críticos de Control	116

Resumen

Se elaboró un manual del proceso de extrusión de frijol soya para la obtención de soya integral con criterios de la metodología del Análisis de Puntos Críticos de Control, HACCP por sus siglas en inglés. El desarrollo de la metodología se llevó a cabo en la empresa Alimentos Balanceados Tequendama ALBATEQ S.A, compañía que elabora alimento para pollo de engorde, e implicó una recopilación documental, levantamiento en campo, organización de la información recolectada, elaboración del manual de operaciones, aplicación de la metodología HACCP, revisión del manual de operaciones y ajustes finales al mismo. El documento elaborado, junto con los criterios de la metodología HACCP empleados, se constituye en una herramienta importante en el marco del sistema de gestión de calidad -SGC, que la empresa ALBATEQ S.A. viene implementando, en la medida en que dicha materia prima es la única que implica un proceso de transformación fisicoquímico al interior de la planta de elaboración de alimento y puede representar hasta un veinte por ciento (20%) en la formulación de la dieta para pollos, aportando a la productividad y fortalecimiento de la empresa y al frente a otros competidores y ante amenazas al sector avícola como son los tratados de libre comercio.

Introducción

Frente a fuertes competidores a nivel mundial, el sector avícola en Colombia busca incrementar y posicionarse en cuanto al consumo nacional por medio del adecuado desarrollo y crecimiento de las aves, es decir mejorando su productividad. Dicho objetivo implica entre otros aspectos, lograr la mejor conversión del alimento suministrado al pollo en carne (proteína animal).

El trabajo de ALBATEQ S.A. es elaborar alimentos balanceados que contribuyan al proceso de engorde en las aves, garantizando el consumo de los nutrientes necesarios y la disminución de los factores antinutricionales (inhibidores de tripsina y Ureasa entre otros) que tengan algunas de las materias primas empleadas para la elaboración del alimento, sobre todo el frijol soya, con una relación costo beneficio tal que le permita ser más productiva. Lo anterior, no es posible sin el adecuado proceso de Extrusión del fríjol soya cuyo principal objetivo es disminuir sustancialmente los factores antinutricionales sin alterar o desaparecer totalmente los elementos proteicos contenidos en la soya.

Con el fin de proporcionar un manual de procedimientos del proceso de extrusión del frijol soya para la obtención de soya integral a la empresa ALBATEQ S.A, se consultó e informo detalladamente acerca del mismo. A su vez, para garantizar la calidad y el buen manejo de los elementos en dicho proceso se tuvieron en cuenta varios criterios de la metodología HACCP, con el cual se busca vigilar y mejorar dicho proceso.

En el documento que aquí se plantea se han desarrollado estas temáticas de manera que el lector pueda comprender el desarrollo de las actividades realizadas y pueda remitirse a las fuentes citadas por si es de su interés.

CAPÍTULO 1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIONES DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN DE SOYA PARA LA ELABORACIÓN DE ALIMENTO PARA POLLO EMPLEANDO CRITERIOS DE LA METODOLOGÍA HACCP

1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1 Descripción Del Problema

El consumo per cápita anual de pollo en Colombia desde el año 2006 es de más de 20 kilogramos, y en el año 2013 registra aproximadamente 27 kilogramos por persona³; lo que implica que en ese mismo año la producción fue de 1'275.515 toneladas de pollo⁴. El anterior crecimiento se debe al incremento de la capacidad adquisitiva de la población del país como consecuencia del buen comportamiento de la economía, y particularmente el sector avícola ha presentado crecimientos superiores al registrado por el producto interno bruto (PIB).

Por otra parte: *“esta industria absorbe más de 240 mil empleos, a través de una cadena alimenticia, que va desde la incubación, la producción de pollo y huevo, la agricultura de la soya, el maíz, el sorgo y la yuca, el sector de los alimentos balanceados, la industria farmacéutica veterinaria, la fabricación de equipos e implementos, el frío, la salsamentaría, los restaurantes y el transporte de pollo, huevo, pollito de un día y alimento balanceado; esta industria se desarrolla en más de 300 municipios*

³http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2160&Itemid=556

⁴http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2472&Itemid=1330#magictabs_wqcrh_1

colombianos” (TULIO FERNEY SILVA CASTELLANOS, 2009), lo que muestra a la industria avícola como una gran generadora de empleo.

“En el contexto de la globalización de los mercados y de los tratados de libre comercio que Colombia viene implementando con diferentes países y comunidades del planeta, la industria avícola se ve amenazada si no logra producir a unos costos que la hagan competitiva frente a países como Brasil, México, Argentina y EE.UU., sobre todo este último que subsidia parte de la producción de alimentos, entre ellos el maíz y la soya, materias primas básicas para la producción de carne de pollo” (GARZÓN, 2013). A partir de la firma del TLC con Estados Unidos la industria avícola colombiana se ve obligada a competir con grandes compañías con alta integración vertical, tarea que no es fácil para el avicultor; más aun con un estado que no respalda por medio de una adopción de normas un apoyo para dicha industria; teniendo en cuenta como desventaja principal lo dicho por el Presidente Ejecutivo de Fenavi Andrés Fernando Moncada Zapata: *“...Sin embargo, los puntos anteriores carecen de sentido si nuestros avicultores no pueden competir en precio. La industria avícola ha hecho una impecable tarea: ha incorporado tecnología, se ha integrado, es el sector más formalizado de todo el agro colombiano y tiene indicadores de productividad comparables a los de los líderes mundiales. La brecha competitiva está en la diferencia del costo del alimento. Si bien el precio base de negociación es el mismo para el avicultor colombiano que para el norteamericano, la ineficiente logística de importación del maíz y la soya, nos deja en una posición de clara desventaja.”* (Colombia-Fenavi-, 2012), a lo que se suma el hecho de carecer de la infraestructura adecuada (puertos, vías férreas, fluviales, vías de doble calzada, etc.) que permita disminuir la ineficiencia de logística de importación.

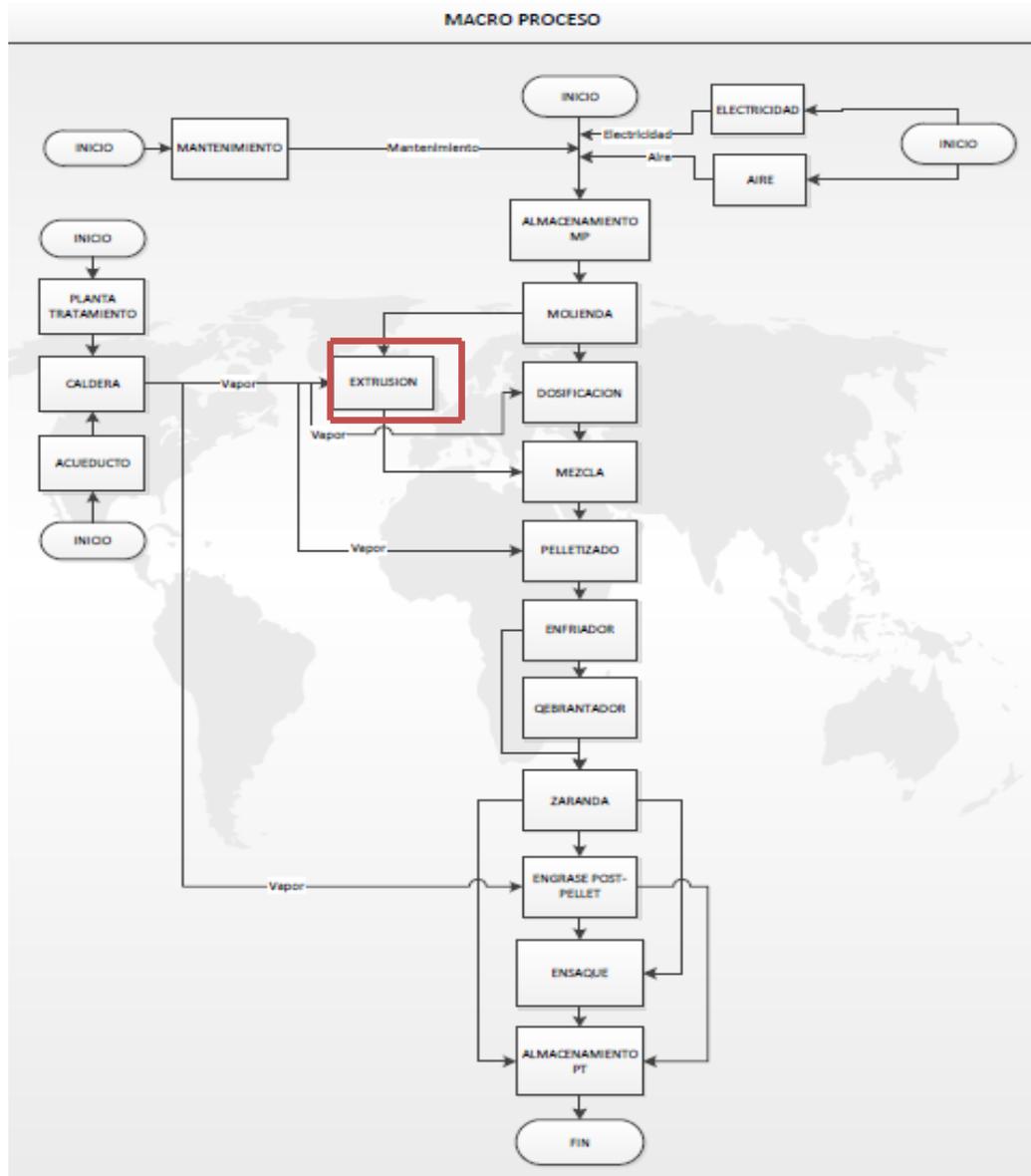
Dentro de las compañías del sector avícola Colombiano, se encuentra la empresa ALBATEQ S.A. (ALIMENTOS BALANCEADOS TEQUENDAMA S.A.) es una compañía cuyo objeto es la elaboración de alimentos balanceados para pollos, sociedad conformada por seis avícolas, quienes vieron la necesidad de elaborar el alimento para sus granjas.

La empresa lleva en el mercado más de 18 años cumpliendo con su principal objetivo, producir el alimento para los seis avicultores, y actualmente se encuentra implementando el sistema de gestión de calidad, razón por la cual entre otras actividades, está revisando, actualizando y elaborando, según el caso, los manuales de operación de las diferentes operaciones unitarias que requiere el proceso (Ver Figura 1.1) (HERNÁNDEZ, 2014). El proceso implica la mezcla de macro ingredientes como el maíz, torta de soya, harina de soya integral, sorgo, gluten, destilado de maíz y aceite; ingredientes menores como el calcio, harina de pluma, harina de hemoglobina, vitaminas, minerales y aminoácidos. De las materias primas mencionadas, la harina de soya integral se obtiene a partir del procesamiento mediante extrusión de los granos de soya, previa molienda y acondicionamiento de los mismos, proceso que ALBATEQ lleva a cabo en su planta buscando un mejor costo de dicho ingrediente al no tener que comprárselo a un tercero que lo procese, al tiempo que puede garantizar la calidad del mismo (HERNÁNDEZ, 2014), pues *“la soya integral se procesa para destruir sus factores anti nutritivos y para aumentar la digestibilidad de la grasa, preservando la alta calidad nutricional de su proteína. El principal factor anti nutritivo de la soya integral es el inhibidor de la tripsina, proteasa que es tóxica para la mayoría de los animales. Según Araba y Dale (1990b) citado por G. Rokey, encontraron que su presencia en la dieta inhibe el crecimiento de los pollos en 21 días”* (G., 1995), convirtiéndose en un punto crítico de control de la elaboración del alimento para pollo dado el riesgo de afectar en gran medida el desempeño del crecimiento de los pollos, ya sea porque no se eliminaron los factores anti nutricionales que contiene la soya, ó por que se procesó a unas condiciones de temperatura y humedad tales que amen de reducir la presencia de los inhibidores de tripsina, se afectó la calidad de la proteína presente en la harina de soya integral, siendo necesario incorporar en la formula otra fuente de aminoácidos, que elevan el costo de la formula, pues el porcentaje de participación de la soya integral en el alimento esta entre el 10% y 20%/ (HERNÁNDEZ, 2014).

El problema radica en la inexistencia de un manual de operación y la falta de elementos o criterios de un sistema de gestión de calidad que garantice un control de las adecuadas temperaturas a lo largo del desarrollo de todo el procedimiento, con el fin de proporcionar

los nutrientes necesarios al alimento elaborado y evitar así fallos en la digestión del animal.

Figura 1.1 Figura Manual Procesos de Operaciones ALBATEQ S.A.



Fuente: Documento Interno ALBATEQ S.A.

Con base en lo mencionado, y al no tener un manual de operación para el proceso de extrusión de la harina de soya integral en la empresa ALBATEQ S.A., y dado que la empresa no está empleando ningún sistema de gestión de control de calidad, la compañía

pone en riesgo la obtención un producto final que no satisfaga las necesidades de sus socios-clientes en cuanto la mejor relación costo beneficio, que se espera del alimento en la producción de carne de pollo.

1.2.2 Formulación Del Problema

¿Qué importancia tiene la elaboración de un manual de procedimiento enfocado hacia el proceso de extrusión del frijol soya empleando una metodología en gestión de control de calidad, para una empresa que busca el reconocimiento por la calidad de su producto?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo General

Elaborar el manual de operaciones para el proceso de extrusión del frijol soya en una planta de producción dedicada a la elaboración de concentrados para la Industria Avícola, teniendo en cuenta los principios del HACCP.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar el proceso de extrusión del fríjol soya en la Industria Avícola.
- Identificar la importancia de la soya integral extruida como ingrediente para la elaboración de alimentos balanceado para pollo de engorde.
- Obtener información de fuentes primarias como secundarias respecto a las condiciones de operación del proceso de extrusión, y del sistema HACCP.
- Elaborar el análisis de peligros.
- Redactar el manual de operación del proceso de extrusión del frijol soya.

1.4 JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Justificación

La propuesta aquí busca realizar un estudio y seguimiento a uno de los procedimientos de gran importancia en la preparación de alimentos balanceados para animales, el proceso de extrusión del frijol soya; esto con el fin de elaborar el manual de procedimientos para la empresa ALBATEQ S.A., que se encuentra en el proceso de implantación de la ISO 9001 (norma que se aplica a los sistemas de gestión de calidad de las empresas (ISO, 2008) (SGC) cuyo enfoque son los elementos con los que una entidad debe contar para tener un sistema efectivo que le permita administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios, la cual presenta entre sus requisitos la elaboración de manuales de operaciones correspondientes a las actividades de la empresa. Dicho elemento le permite a las empresas que lo adquieran ser más competitivas en el mercado en el cual se desenvuelvan, ya que una certificación de este tipo brinda confiabilidad en el medio.

En vista de la apertura del Tratado de Libre Comercio con EEUU, fuertes competidores a nivel mundial como Brasil, y la búsqueda del consumo nacional avícola, es de gran importancia analizar aspectos potenciales, problemas e inconvenientes que pueda presentar esta industria en Colombia para el crecimiento de la misma, y consideramos que al elaborar el manual de operaciones del proceso de extrusión, interactuar con ingenieros, tecnólogos y operarios de una planta de alimentos balanceados podremos fortalecer nuestra formación y aportar desde los conocimientos adquiridos con el respaldo académico de la universidad un grano de arena a la competitividad de una empresa del mencionado sector.

El trabajo aquí propuesto, basado en los conocimientos adquiridos durante los ciclos académicos cursados (identificación de procesos unitarios, diagramas de flujo, agroindustria, cárnicos, Buenas Prácticas de Manufactura, Análisis de Puntos Críticos de Control, entre otros), pretende abrirse al que es uno de los campos de acción de un Tecnólogo en Gestión de Procesos Industriales. Además, el trabajo aporta a la línea de

investigación del grupo de: Gestión Organizacional, Productividad E Innovación (GOPI), en la medida en que se controlan mejor los procesos productivos de la compañía y más cuando es un proceso funcional para la elaboración de alimentos balanceados, reconociendo la importancia de la productividad y competitividad de la misma, ayudando al cumplimiento del objetivo general del GOPI, que entre otros aspectos plantea lo siguiente: *“Consolidar un sistema de investigación e innovación, productividad y gestión organizacional que alinee las metas de las empresas con las necesidades de su cliente...”* (Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI, 2013)

El aporte del trabajo es construir un manual que ayude a la correcta elaboración de la extrusión del frijol soya; debido a que si la soya extruida se obtiene con los requisitos de calidad y productividad exigidos, esta puede presentar un mejor costo, eliminando la mayor parte de los inhibidores de tripsina, y a su vez ofreciendo un mayor margen en los costos de la fórmula en la medida que se puede disminuir la participación de otras fuentes de aminoácidos más costosas. El sistema de gestión de calidad a tratar en este proyecto es el HACCP debido a que estructura de manera muy clara cada uno de sus principios y el tratamiento que se le debe dar a los mismos, deseando conocer la importancia que tienen los puntos críticos de control en dicho procedimiento; la adecuada supervisión y el establecimiento de las etapas críticas hacen del HAPPC un aspecto fundamental en el ciclo productivo del producto objeto.

Por esto se busca construir el manual de dicho proceso, el cual permitirá a la empresa ALBATEQ S.A. orientar de manera adecuada a sus trabajadores y poseer un ingrediente de buena calidad.

1.4.2 Delimitación

El desarrollo del presente proyecto será realizado bajo los criterios y dentro de los programas académicos de la Escuela Colombiana de Carreras Industriales (ECCI), bajo la

asesoría de un grupo de docentes de la universidad, en la ciudad de Bogotá, durante un período aproximado de cuatro meses.

Con respecto a la temática, es de aclarar que a pesar de tratar con el procedimiento general de producción para la elaboración de alimentos balanceados, el proyecto se limitará / centrará exclusivamente al proceso de extrusión del fríjol soya, y la metodología a emplear en cuanto al sistema HACCP, se enfocara en la calidad físico-química, mas no se realizará énfasis en la parte biológica, se ha de precisar que en el sistema anteriormente nombrado solo se abarcara hasta el principio número seis que este propone; todo esto se llevará a cabo en la planta de alimentos balanceados de la empresa ALBATEQ. S.A.

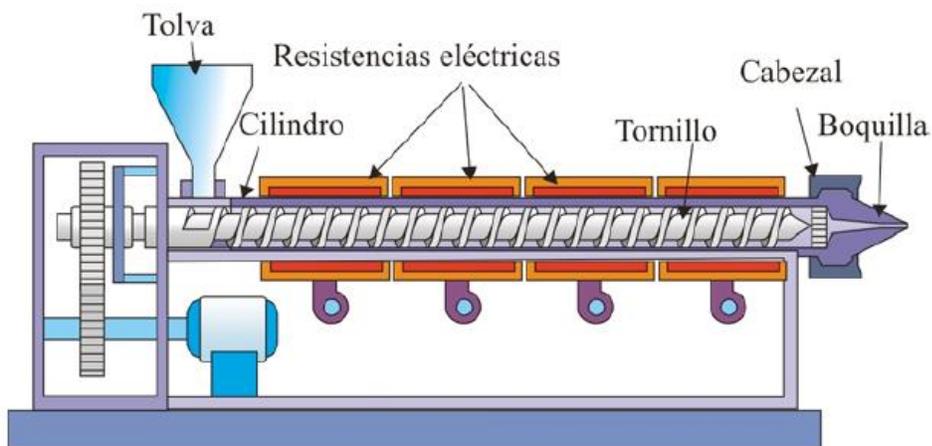
CAPÍTULO 2. MARCO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Marco Conceptual

El proceso de extrusión se puede emplear en la industria de plásticos como la de alimentos y con potencial en el sector ambiental. Para la descripción de los componentes mecánicos de un equipo de estos empleamos referencias bibliográficas del proceso de transformación de plásticos:

2.1.1. Extrusor

Figura 2.1 Extrusora de Husillo Sencillo



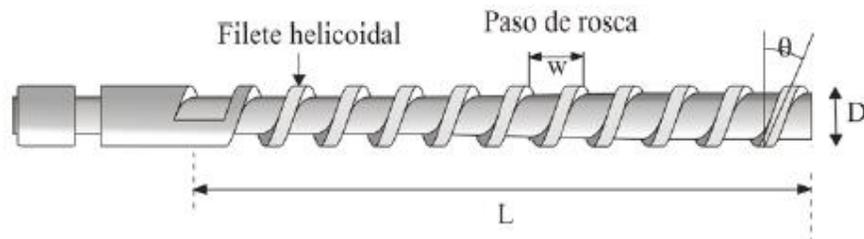
Fuente: Universidad de Alicante. Departamento de Ingeniería Química. Apuntes de clase tecnología de Polímeros. (<http://iq.ua.es/TPO/Tema4.pdf>)

Los componentes de la extrusora son:

- **Tornillo de Extrusión:** El tornillo o husillo consiste en un cilindro largo rodeado por un filete helicoidal. El tornillo es una de las partes más importantes ya que contribuye a realizar las funciones de transportar, calentar, fundir mezclar el material. La estabilidad del proceso y la calidad del producto que se obtiene

depende en gran medida del diseño del tornillo. Los parámetros más importantes en el diseño del tornillo son su longitud (L), diámetro (D), el ángulo del filete (θ) y el paso de rosca (w).

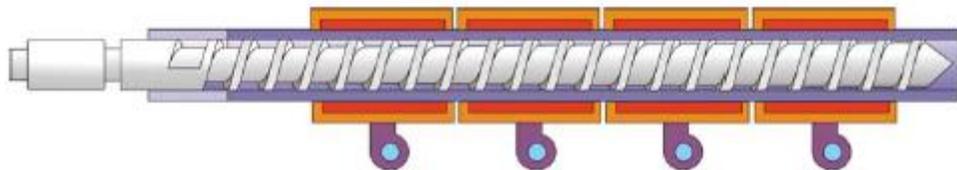
Figura 2.2 Tornillo de una Extrusora



Fuente: Universidad de Alicante. Departamento de Ingeniería Química. Apuntes de clase tecnología de Polímeros. (<http://iq.ua.es/TPO/Tema4.pdf>)

- Cilindro: El cilindro de calefacción alberga en su interior al tornillo. La superficie del cilindro debe ser muy rugosa para aumentar las fuerzas de cizalla que soportará el material y permitir así que este fluya a lo largo de la extrusora.

Figura 2.3 Sistema Cilindro de Calefacción Tornillos

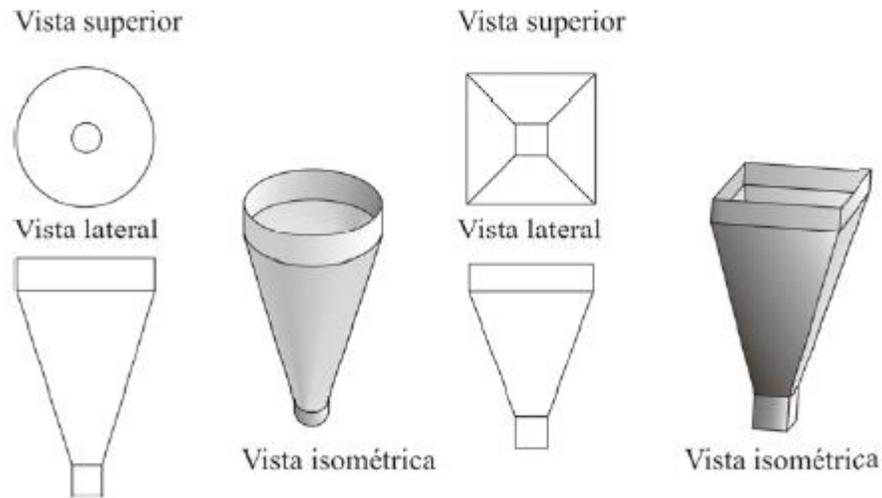


Fuente: Universidad de Alicante. Departamento de Ingeniería Química. Apuntes de clase tecnología de Polímeros. (<http://iq.ua.es/TPO/Tema4.pdf>)

- Tolva: La tolva es el contenedor que se utiliza para introducir el material en la máquina. Tolva, garganta de alimentación y boquilla de entrada deben estar

ensambladas perfectamente y diseñadas de manera que proporcionen un flujo constante de material.

Figura 2.4 Tipo de Tolvas



Fuente: (Universidad de Alicante. Departamento de Ingeniería Química.)

2.1.2 Preacondicionamiento

Existen muchas aplicaciones de los productos alimentarios cocidos con extrusión donde el preacondicionamiento juega un papel clave en el proceso global de la extrusión. El preacondicionamiento previo a la extrusión puede que no sea beneficioso en todos los procesos de extrusión. En general, el preacondicionamiento realzará cualquier proceso de extrusión que se pueda beneficiar de una humedad más alta y tiempo de retención más elevado.

El proceso de preacondicionamiento es realmente simple. Las partículas de materia prima se mantienen en un ambiente caliente, húmedo y mezclado durante un determinado tiempo y luego se descargan dentro del extrusor. Se requiere un buen mezclado para llevar la superficie de las partículas de materia prima en contacto con el vapor y agua añadidos. Se necesitan tiempos de retención largos para permitir que los procesos de

difusión y la transmisión de calor transporten la humedad y la energía desde la superficie al interior de la partícula. El objetivo es plastificar completamente las partículas de materia prima con el objeto de eliminar y secar el corazón de las partículas.

Está bien difundido que la adición de agua y calor a los tipos de materias primas biológicas utilizadas en el proceso de extrusión plastificarán o ablandarán los materiales. La transición que tiene lugar durante este proceso está referida a la transición vítrea. La temperatura a la que aproximadamente esto tiene lugar se la denomina temperatura de transición vítrea. La adición de más calor humedad más allá de esta temperatura dará lugar a una transformación que suministrará fluidez al material. Esta transición se la denomina transición de fusión y tiene lugar a aproximadamente a la temperatura de fusión.

Las ventajas de la adición del preacondicionamiento al proceso de extrusión han sido reconocidas. En el área de la vida de la máquina, el preacondicionamiento aumentará varias veces la vida de los componentes de desgaste en el cilindro del extrusor. Y el área de la capacidad del extrusor, el preacondicionamiento aumenta la producción del sistema de extrusión.

En conclusión, el preacondicionamiento es una herramienta muy útil para aumentar la efectividad del proceso de extrusión. Mediante el preacondicionamiento, las materias primas que están siendo introducidas al extrusor se pueden transformar en una forma física que hace el extrusor más eficiente y más efectivo. (RIAZ, Extrusores en las aplicaciones de alimentos, 2000)

2.1.3. Características nutricionales del grano de soya (CORPOICA, 2010)

La semilla de soya se compone de proteínas, lípidos, hidratos de carbono y minerales; siendo las proteínas y los lípidos las partes principales, constituyendo aproximadamente un 60 % de la semilla. Las proteínas tienen un alto contenido del aminoácido Lisina comparado con otros cereales.

Se considera que la semilla de soya limpia y seca con un 12 % de humedad puede ser almacenada hasta por 2 años sin pérdida alguna de su calidad. La utilización de la soya como alimento tanto para aves como para cerdos se amplió cuando se observó que mediante el calor seco (tostado), o el calor húmedo (cocido), se inactivaban los factores antinutricionales contenidos en la semilla, mejorándose así la eficiencia nutritiva de los mono-gástricos alimentados con esta leguminosa.

Otra forma de la utilización de la soya como fuente de proteína en la alimentación de animales es la extrusión que consiste en mezclar harina de soya, concentrados o proteínas aisladas con agua, alimentando un aparato extrusor para cocción, con calentamiento bajo presión lo que permite su extracción. La masa calentada y comprimida se expande al extruirla y el resultado es una masa esponjosa que después de hidratarse presenta una textura elástica y masticable.

Actualmente la soya está considerada como la fuente proteica de mejor elección para la alimentación de cerdos y aves en crecimiento y finalización por su alto contenido proteico (37.5%), alta digestibilidad (82%), buen balance de aminoácidos, calidad consistente y bajos costos comparada con otras fuentes proteicas.

La principal desventaja para la utilización del grano de soya en su estado natural en la alimentación de mono-gástricos es la presencia de factores antinutricionales siendo ellos la Antitripsina, Lipoxigenasa, Ureasa, Hemaglutinina y factor Antitiroideo. Los dos primeros tienen gran interés por ser elementos que afectan negativamente la utilización de la proteína, la grasa y los carbohidratos a nivel intestinal y se manifiestan en una pobre digestibilidad, traduciéndose en disminución del crecimiento y pérdida de peso tanto en aves como en cerdos.

Estudios realizados por la Asociación Americana de Soya (ASA) e investigadores como Waaijberg 1985, Noland 1985, Buitrago, Portela y Eusse 1992 citados por Mian N. Riaz, han demostrado como el grano integral de soya para ser utilizado en dietas para animales debe ser sometido a un proceso térmico el cual destruya los factores

antinutricionales presentes en el grano recién cultivado y permite aprovechar al máximo su potencial de energía y proteína.

Al realizar los análisis nutricionales de la soya tanto en forma de grano crudo como procesado (tostado) y como subproducto (torta de soya), encontraron que la principal diferencia se observa en el porcentaje de grasa en el grano entero el cual es del 17.5% comparado con la torta de soya que solo tiene el 1.5%. También observaron que el mayor porcentaje de proteína correspondía a la torta de soya siendo del 45% comparado con el grano de soya entero que solo tiene el 37.5%. Respecto a la utilización del grano de soya en la alimentación de mono-gástricos observaron que el mayor limitante es la presencia de factores antinutricionales y factores tóxicos, los cuales deben ser destruidos antes de elaborar las dietas.

2.1.4. Ventajas comparativas de la Soya (CORPOICA, 2010)

Independiente del método utilizado para la disminución de los factores antinutricionales, una vez procesado el frijol soya y elaboradas las dietas minerales, proporciona altas concentraciones de energía aprovechable y de aminoácidos con alta disponibilidad biológica, lo que permite alcanzar ganancias diarias de peso superiores a los 700 gramos en cerdos y 46 gramos en pollos de engorde.

El parámetro de producción, donde generalmente se evidencia con mayor claridad el efecto positivo de las raciones con grano de soya es la eficiencia de conversión alimenticia. Como se puede apreciar en la Tabla 2.1, el Índice de Conversión para la soya tostada es de 3.13 en relación con la torta de soya que es de 3.24 o de la soya cocida que es de 4.0. Este índice de conversión más bajo permite reducir los costos de alimentación y acortar el tiempo de salida al mercado de los cerdos en crecimiento y en engorde al alcanzar importantes incrementos en las ganancias de peso diario. Lo cual implica que a menor índice de conversión mejor resultado, por cada 3,13 gramos de soya el cerdo engorda 1 gramo.

Tabla 2.1 Evaluación de la torta de soya, soya tostada, soya extruida y soya cruda en raciones para cerdos en crecimiento y enengorde (20-100 Kg)

Alimento	Ganancia peso diario (g)	Índice de conversión
Torta de soya	780	3.23
Soya tostada en seco*	820	3.13
Soya extruida **	830	3.13
Soya cruda	570	4.0

* Temperatura de salida: 141°C

** Temperatura de salida 125°C

Fuente: Adaptado por los autores a partir de Hanke et al, 1972 citado por Buitrago, Portela y Eusse 1992. (CORPOICA, 2010)

Otra de las características importantes del grano de soya es el contenido de aminoácidos esenciales como: Lisina, metionina, metionina + cistina y triptófano, los que a través del procesamiento térmico del grano se hacen biodisponibles con valores bastante altos en comparación con otros aminoácidos de origen vegetal y animal. Tabla 2.2

Tabla 2.2 Contenido de proteína, aminoácidos, energía y fibra del grano de soya frente a otras fuentes de origen vegetal.

Alimento	Proteína (%)	E.D. Kcal/kg	Lisina (%)	Metionina + Cistina %	Fibra %
Fríjol soya	37.5	4.140	2.42	1.08	5.5
Torta de soya	46	3.565	2.9	1.41	3.4
Maíz	10	3.695	0.26	0.38	2.2
Torta de algodón	40	3.054	1.52	1.24	13.5
Sorgo	9.5	3.695	0.23	0.34	2.0
Harina de arroz	12	3.391	0.60	0.52	5.0

Fuente: Adaptado por los autores a partir de Condensado NRC, 1978- ABBE 1996.

(<http://www.engormix.com/MA-avicultura/nutricion/articulos/soya-principal-fuente-proteina-t3104/141-p0.htm>)

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria "CORPOICA", en los programas de Sistemas de producción y porcinos del C.I. La libertad, realizó en el año 2003 estudios sobre costos de producción de los principales cultivos del departamento del Meta, encontrando que la fuente de proteína más barata para la elaboración de dietas de animales, la constituía el fríjol soya como se puede apreciar en la Tabla 2.3

Tabla 2.3 Costos de producción de cultivos en el departamento del Meta 2003.

Cultivo	Costos (\$/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Valor kilo (\$)	Proteína (%)	Valor punto proteína (\$)
Fríjol soya	1.200.000	2.5	480	37.5	12.8
Maíz	1.400.000	5.0	340	10	34
Arroz riego	2.864.759	6.0	421	12	35.10
Arroz secano	2.657.307	5.2	511	12	42.58

Fuente: Adaptado por los autores a partir de Corpoica C.I. La Libertad 2003 (CORPOICA, 2010)

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Extrusión (RIAZ, Extrusores en las aplicaciones de alimentos, 2000)

La Extrusión es la operación de moldeado de un plástico o material parecido a una pasta forzándolo a través de una restricción o troquel. La extrusión de alimentos es un proceso en el que un material alimentario es forzado a fluir, bajo una o más variedades de condiciones de mezclado, calentamiento y cizallamiento, a través de un troquel que se diseña para moldear y/o secar e inflar los ingredientes. Un extrusor de alimentos es un aparato que facilita el proceso de moldeado y reestructuración para los ingredientes alimentarios. La extrusión es una operación unitaria altamente versátil que se puede aplicar a una variedad de procesos alimentarios. Los extrusores se pueden utilizar para cocer, moldear, mezclar, texturizar y formatear productos alimentarios bajo condiciones que favorecen la retención de la calidad, una alta productividad y un bajo coste. La utilización de extrusores de cocción se ha extendido rápidamente en las industrias de alimentos y piensos en estos pasados años.

Las condiciones generadas por el extrusor permiten la realización de muchas funciones que permiten que se utilice para una amplia gama de alimentos, piensos y aplicaciones industriales. Algunas de estas funciones son las siguientes:

- Aglomeración: Con un extrusor los ingredientes se puede compactar en trozos distintos.
- Deshidratación: Durante un proceso normal de extrusión, puede tener lugar una pérdida de humedad.
- Expansión: La densidad del producto (es decir, flotación y hundimiento) se puede controlar mediante las condiciones y la configuración de operación del extrusor.
- Gelatinización: La cocción por extrusión mejora la gelatinización del almidón.
- Trituración: Durante el procesado el cilindro del extrusor los ingredientes se pueden triturar.
- Homogeneización: Un extrusor puede homogenizar mediante la reestructuración de ingredientes poco atractivos en formas más atractivas.
- Mezclado: En el cilindro del extrusor está disponible una diversidad de tornillos que puede provocar la cantidad de acción de mezclado deseada.
- Pasteurización y Esterilización: La utilización de la tecnología de extrusión en diferentes aplicaciones puede pasteurizar o esterilizar los ingredientes.
- Desnaturalización de Proteínas: Las proteínas animales y vegetales se puede desnaturalizar mediante la cocción por extrusión.
- Moldeado: Un extrusor puede realizar cualquier forma deseada del producto mediante el cambio de un troquel al final del cilindro del extrusor.
- Cizallamiento: Una configuración especial dentro del cilindro del extrusor puede crear la acción de cizallamiento deseada para un determinado producto.
- Alteración de la Textura: En el sistema de extrusión se pueden alterar las texturas química y física.
- Cocción Térmica: En el extrusor se puede conseguir el efecto de cocción deseada.

- Unificación: Las líneas de los diferentes ingredientes se pueden combinar dentro de un producto para producir las características especiales mediante la utilización de un extrusor.

Algunas de las principales ventajas de la tecnología de extrusión son:

- Adaptabilidad: Es factible la producción de una alta variedad de productos mediante el cambio de los ingredientes minoritarios y de las condiciones de operación del extrusor.
- Características del Producto: Se puede producir diversidad de formas, texturas, colores y apariencias.
- Menor Coste: Tiene un coste de procesado más bajo que otros procesos de cocción y moldeado.
- Alimentos Nuevos: La extrusión puede modificar las proteínas animales y vegetales, los almidones y otros materiales alimentarios para producir una diversidad de nuevos y únicos productos aperitivos alimentarios.
- Alta Productividad y Control Automatizado: Un extrusor proporciona un procesado continuo de alta producción y puede estar completamente automatizado.
- Alta Calidad del Producto: Puesto que la extrusión es un proceso de calentamiento alta temperatura/tiempo corto (HT/ST) minimiza la degradación de nutrientes alimentarios mientras que mejora la digestibilidad de las proteínas y de los almidones.
- Sin Efluentes: La extrusión produce pocas corrientes residuales o bien no las produce.
- Cambio de Escala del Proceso: Los datos obtenidos a partir de la planta piloto se pueden utilizar para el cambio de escala del sistema de extrusión para la producción.
- Utilización Como un Reactor Continuo: Los extrusores están siendo utilizados como reactores continuos en varios países para la desactivación de aflatoxina en

harinas de cacahuete y en la destrucción de compuestos alérgicos y tóxicos en harina de semilla de ricino y otros cultivos de semillas oleaginosas.

2.2.2. Importancia De La Soya En La Alimentación Animal (CORPOICA, 2010)

Son muchos los trabajos realizados en lo que respecta la utilización de la soya como fuente de proteína en la elaboración de dietas para animales, ya sea aprovechando el grano de soya integral al cual se le hace un proceso de cocción o tostado para eliminar los factores antinutricionales o a través de un proceso más industrializado en donde se separa el aceite del grano y se utiliza el subproducto (torta de soya) como fuente proteica.

Independiente del método utilizado en el proceso de industrialización se hace necesario diseñar estrategias que conlleven a incentivar los productores de soya para alcanzar óptimos rendimientos con bajos costos de producción y así permitir la competitividad en los mercados regional, nacional e internacional.

Como complemento a la información descrita a continuación se presentan una serie de trabajos realizados en diferentes regiones del país y en el programa de porcinos del C.I. La Libertad de Corpoica, tanto en cerdos como en pollos de engorde donde se muestra claramente las bondades y el rendimiento en peso de animales alimentados con soya como única fuente proteica (Tabla 2.4).

Tabla 2.4 Alimentación de cerdos con soya integral tostada (SIT), como única fuente de proteína.

Parámetros	Fuente*				
No. Cerdos en evaluación	144	89	10	92	20
Peso inicial (kg)	30.6	51.6	20	17.5	20.4
Peso final (kg)	71.6	89.9	87	83.6	105
Días en ceba	57	44.5	96	132	112
Ganancia de peso diaria (g)	710	860	700	502	755
Consumo alimento día (kg)	2.0	2.62	2.3	0.6	2.3
Índice de conversión	2.8	3.0	3.2	-	3.0
Valor kilo alimento			230	420	360

Fuente: Adaptado por los autores a partir de Tesis de grado Corpoica-Unillanos, 1998. (Resumen 3 granjas en Antioquia, 1996 Fuente ABBE Ltda, 1996. Resumen 2 granjas en Antioquia, 1992 Fuente ABBE Ltda. , 1996. Investigación Corpoica C.I. La Libertad, programa porcinos, 1997. Investigación en fincas del dpto del Meta proyecto Pronatta-Corpoica utilizando soya como núcleo proteico del 42% . 1996-1997 (CORPOICA, 2010)

1/. Grano de soya cocido en agua a 100°C por 35 minutos T3= Torta de soya

2/ Grano de soya tostado a 140°C por un minuto SIC= soya integral

SIT= soya integral

Trabajos de investigación realizados por el grupo multidisciplinario del programa de avicultura del ICA en Palmira demostraron que la soya integral cocida (SIC), puede reemplazar la totalidad de la torta de soya como fuente de proteína en la elaboración de dietas para pollos de engorde, con mejores aumentos de peso, menor consumo de alimento y mejor conversión alimenticia.

En el C.I. La Libertad en el programa de Economía Campesina se llevó a cabo una investigación en alimentación de pollos de engorde comparando la soya integral tostada (SIT) con la torta de soya y un concentrado comercial donde se pudo observar que la inclusión de soya integral tostada (SIT) como única fuente de proteína, garantiza los requerimientos proteicos de los pollos en las fases de iniciación y acabado, observando igualmente alta concentración de energía metabolizable y ácido linólico. Los resultados de investigación permiten concluir que con el uso de la soya integral tostada en pollos se pueden reducir al máximo las grasas y aceites como fuente de energía y la harina de pescado como fuente de proteína. En este estudio se observó que el grupo alimentado con SIT, la calidad del pollo terminado mejoro en cuanto a pigmentación de la piel y la carne menor cantidad de grasa, mejor distribución de la grasa y los costos de producción fueron inferiores lo que permitió una mayor ganancia económica frente al grupo de pollos alimentados con concentrado comercial (Tabla 2.5).

Tabla 2.5 Alimentación de pollos con soya integral tostada (SIT) como única fuente de proteína.

Parámetros	Fuente*				
No. De pollos	351.683	135.014	100	100	100
Peso inicial (g)	40	40	39.8	39.8	39.8
Peso final (g)	1.888	2.004	2.375	2.139	2.326
Días en ceba	40	41.8	49	49	49
Ganancia de peso/día (g)	47.2	46.9	47.6	42.8	46.6
Consumo alimento/día (g)	89.3	89.8	99.8	100	99.5
Índice de conversión	1.89	1.9	2.0	2.3	2.1
Costo kilo alimento (\$)			410	395	575

Fuente: Adaptado por los autores a partir de Resumen 6 granjas comerciales Costa Atlántica, 1997. Soyanoticias. Resumen 4 granjas comerciales Antioquia, 1997, Soyanoticias. Proyecto investigación Tesis Grado ICA Corpoica Unillanos, 1998. Torta de soya. Proyecto investigación Tesis grado ICA-Corpoica-Unillanos, 1998. Soya integral tostada. Proyecto investigación. Tesis grado ICA-Corpoica- Unillanos, 1998 comercial. (CORPOICA, 2010)

2.2.3. Actividad Ureásica en la Soya Extruida

Efecto De La Extrusión Sobre Las Grasas

Los aceites que contienen los cereales, las grasas añadidas a los piensos que posteriormente serán extrusionados, así como los aceites de leguminosas como el contenido en el fríjol soja, al ser el producto extrusionado sufren un proceso de emulsión debido a la fuerte presión a que son sometidas las finas gotas de grasa y son recubiertas por los almidones y proteínas, quedando la grasa encapsulada. Para realizar la determinación correctamente es necesario emplear el método de hidrólisis ácida y extracción posterior, puesto que con el método de Extracto Etéreo no se consiguen los resultados que corresponden en realidad al producto. La grasa al ser emulsionada es más atacable por los jugos digestivos de los animales, aumentando por tanto la energía del producto. Generalmente las lipasas y peroxidasas son inactivadas durante el proceso de extrusión en condiciones normales, mejorando la estabilidad posterior del producto.

Efecto De La Extrusión Sobre La Proteína

La extrusión de productos con elevado contenido proteico se suele realizar generalmente para controlar los inhibidores del crecimiento que están contenidos en las materias primas. Durante el proceso de extrusión, estos inhibidores son suficientemente inactivados para evitar bloquear la actividad enzimática en el intestino. Dentro de los procesos aplicables a productos proteicos con elevado contenido en grasa están los descritos anteriormente, en seco y los dos tipos de húmedo. Estos procesos consiguen productos con factores antitripsicos correctos desde el punto de vista de su uso en alimentación animal y su diferencia está en que el producto ha sido sometido a diferente humedad y temperatura durante la extrusión. Se intenta en estos procesos conseguir por un lado el mínimo contenido en factores antitripsicos y por otro la máxima lisina disponible en el producto. Es conocido que la lisina es un aminoácido muy reactivo y el proceso que sea menos agresivo será el mejor desde el punto de vista nutritivo. La extrusión produce el desenredamiento de las cadenas proteicas vegetales. Las moléculas

se alinean a largo de la matriz. En ausencia de cantidades importantes de almidón, la cocción por extrusión reduce la solubilidad de la proteína cuando la temperatura aumenta. Existe un proceso por el cual a medida que la temperatura se va elevando, la proteína se va perjudicando. La cantidad de proteína perjudicada se puede medir y cuantificar mediante la determinación de Nitrógeno en la fracción de Fibra Acido Detergente. Muchas proteínas son desnaturalizadas y rotas por la extrusión y pierden por tanto sus propiedades funcionales.

En productos con elevado contenido en almidón, la proteína queda dentro de la matriz formada por el almidón, con lo que queda enredada y encapsulada. Sin embargo los enzimas digestivos del tracto intestinal disuelven la matriz de almidón, liberando la proteína. (Porta, 1993)

En la tabla 2.6, Se muestran pruebas realizadas al fríjol soya en diferentes niveles de temperatura, en los cuales se muestra la actividad ureásica, los inhibidores de tripsina y la solubilidad de la proteína contenidos en cada una de las pruebas analizadas.

Tabla 2.6 Pruebas Frijol Soya a Diferentes Temperaturas.

Grupo a tratar	Temperatura De Extrusión (°C)	Actividad de la Ureasa (pH)	Inhibidores de Tripsina (mg/g)	Solubilidad de la proteína en 2% de Hidróxido de potasio
1		2.03	37.92	90
2	118	1.08	9.41	88
3	120	0.85	6.68	86
4	122	0.10	1.66	84
5	126	0.09	1.26	72
6	140	0.05	ND ¹	67
7	SMB ²	0.25	4.20	77

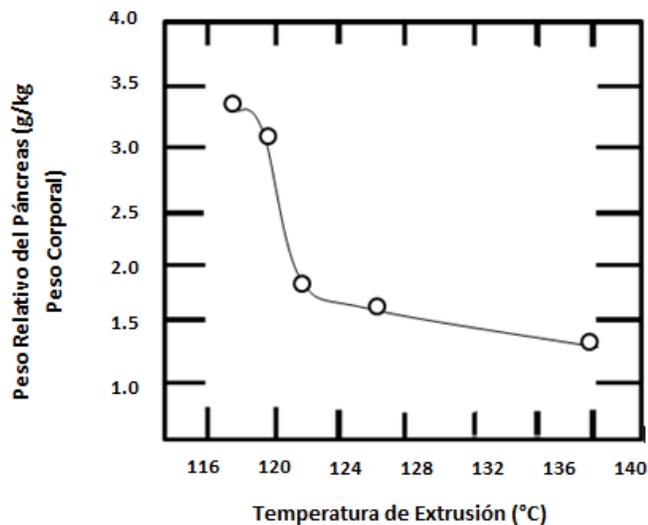
1. **ND**= No detectado (< 0.1 mg/g).

2. **SBM** = Harina de Soya.

Fuente: Adaptado por autoras a partir de *Effect of temperature of wet extrusion on the nutritional value of full-fat soyabeans for broiler chickens.* (PERILLA, 1997)

En la figura 2.5 puede observarse cómo la Temperatura de extrusión tiene una alta influencia al nivel de crecimiento del páncreas en el pollo. Por el cambio de la curva puede decirse que si no se aplican las temperaturas adecuadas a la soya, los inhibidores de tripsina se activarán.

Figura 2.5 T°C vs Peso Páncreas en Pollo

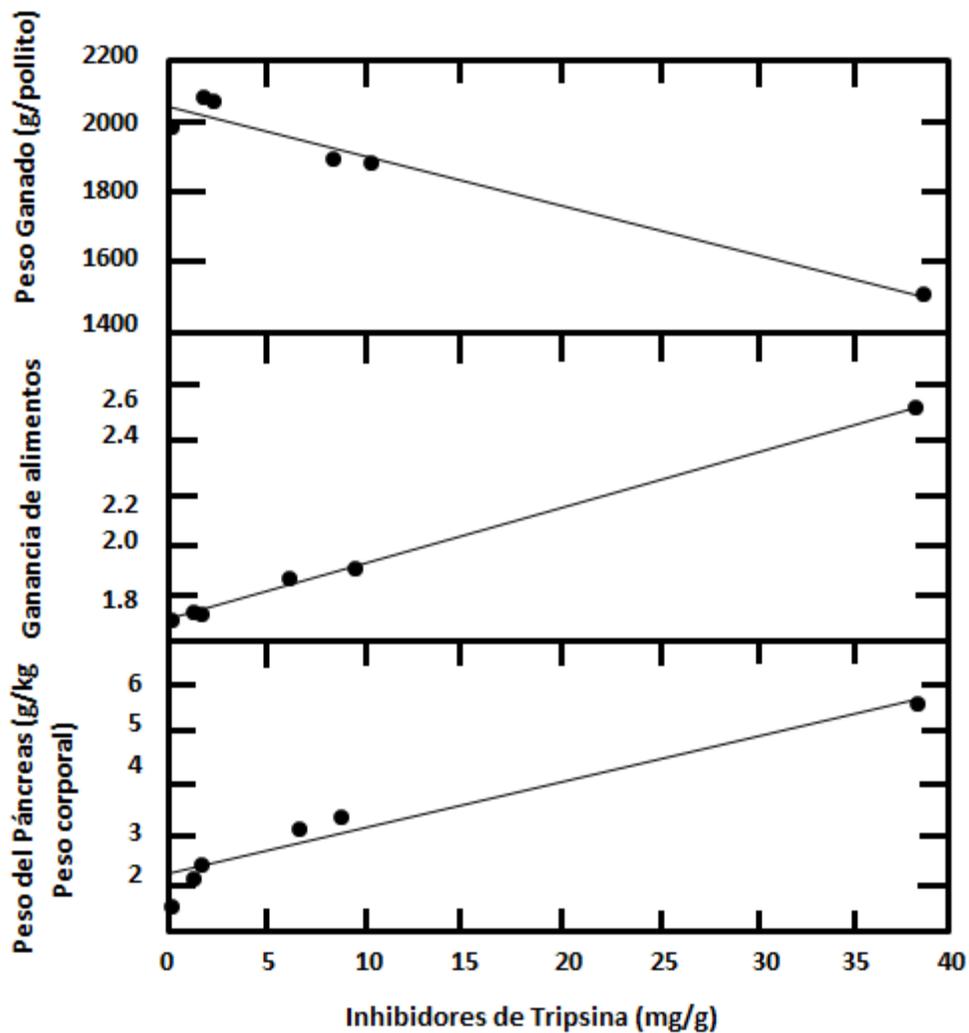


Fuente: Adaptado por las autoras a partir de *Effect of temperature of wet extrusion on the nutritional value of full-fat soyabeans for broiler chickens* (PERILLA, 1997)

En la figura 2.6 puede observarse la relación existente entre los inhibidores de tripsina, el peso del páncreas, y el peso ganado por el pollito: la situación óptima es lograr que los inhibidores se encuentren casi en cero, de lo contrario la comida consumida no cumplirá con su función, que es hacer que el pollito gane peso. Puede verse que cuando los inhibidores se encuentran cerca a cero, el pollito come 1.7 g de comida y en gorda 1 k, lo que significa que debe aumentarse la porción de comida a un 2.6 g con bajos niveles de tripsina para lograr un buen engorde.

Por último, para evitar el extensivo crecimiento del páncreas deben tenerse los inhibidores lo más cerca posible de 0, ya que las enzimas al querer desdoblar las proteínas para conseguir los aminoácidos esenciales para el crecimiento del pollito, segregan cantidades que pueden irse acumulando y de la misma forma aumentando el tamaño del páncreas.

Figura 2.6 Relación: Inhibidores de tripsina - Peso páncreas – Peso ganado por pollo.



Fuente: Adaptado por autoras de *Effect of temperature of wet extrusion on the nutritional value of full-fat soybeans for broiler chickens*. (PERILLA, 1997)

La Tabla 2.7 muestra cómo las temperaturas adecuadas en el proceso de extrusión de soya, juegan un papel fundamental en el momento del engorde o crecimiento del pollito, ya que la cantidad de proteína que come el animal, se vería reflejada en el aumento de peso que este pueda llegar a tener.

Tabla 2.7 Relación con temperaturas en el proceso de extrusión de soya.

Efecto Principal		Consumo de Alimento (g/b/d)	Aumento de Peso (g/b/d)	Indice de Conversión (g:g)
		0 a 42 días	0 a 42 días	0 a 42 días
T °C	145	87.34	45.12	1.936
	155	91.27	43.63	2.096
	165	87.68	46.79	1.976

Fuente: Adaptado por autoras a partir de “*Main and interaction effects of extrusion temperature and usage level of full fat soybean on performance and blood metabolites of broiler chickens*” (S.ZHALEH, 2012)

2.2.4. Análisis Pertinentes a la Soya Extruida (en ALBATEQ S.A) (Camargo, 2014)

Para garantizar la calidad del producto del cual es responsable ALBATEQ S.A, se realizan pruebas de carácter cualitativo y cuantitativo que permiten conocer si el proceso de extrusión ha sido el adecuado bajo las condiciones trabajadas.

- Análisis cualitativo:

El análisis cualitativo se lleva a cabo en el área de extrusión (realizada por el operario, explicada en el manual No.__) y en el laboratorio de Control de Calidad de la empresa, explicado a continuación.

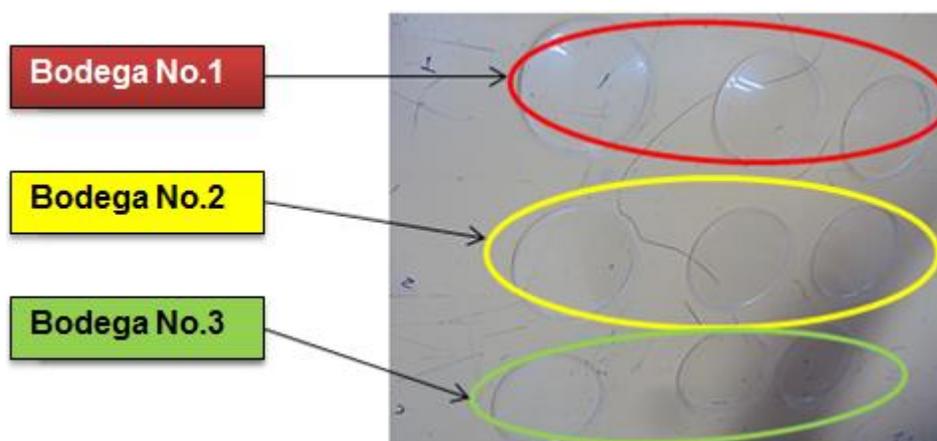
NOTA: Para ambos análisis se emplea el compuesto denominado SoyaTest el cual es un indicador de la actividad de ureasa en los productos de soya que se ha desarrollado para calificar la calidad del proceso térmico en forma rápida por cambio de color. El reactivo SOYATEST posee gran sensibilidad al cambio de pH; al momento que la muestra lo absorbe el color es amarillo. A medida que la ureasa (si la hay), se activa van apareciendo puntos de color rojo; si la muestra permanece de color amarillo, no hay actividad de la ureasa. (NUTRIANALISIS)

La prueba realizada por el operario en el área de extrusión posee una concentración más alta de SoyaTest, ya que este debe arrojar resultados en un menor tiempo que el realizado en el laboratorio de control de calidad.

Procedimiento a cargo de Control de Calidad

1. El encargado debe tomar una muestra de cada una de las bodegas en donde ha sido almacenada la soya extruida. Una vez hecho esto, procede a asignar tres cajas de muestra para cada una de las bodegas (Figura 2.8).

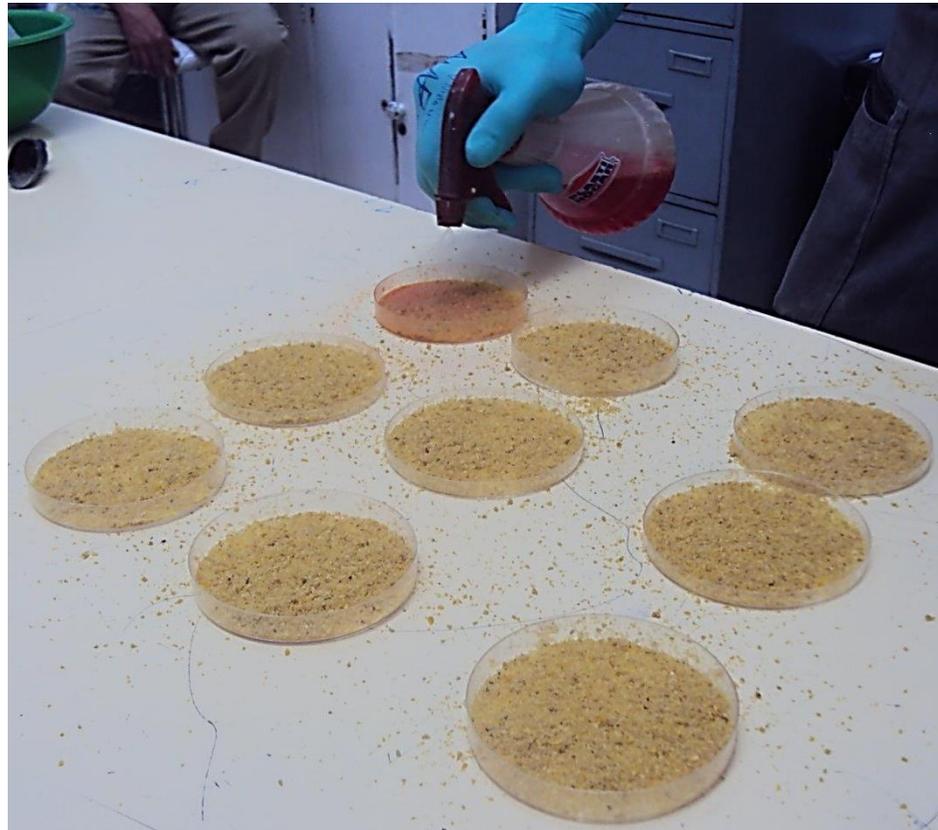
Figura 2.7 Muestra de Bodegas



Fuente: Las Autoras

2. Una vez depositada la muestra en cada una de las cajas se procede a aplicar el Soya Test de tal manera que toda la superficie quede cubierta con dicho compuesto (Figura 2.8).

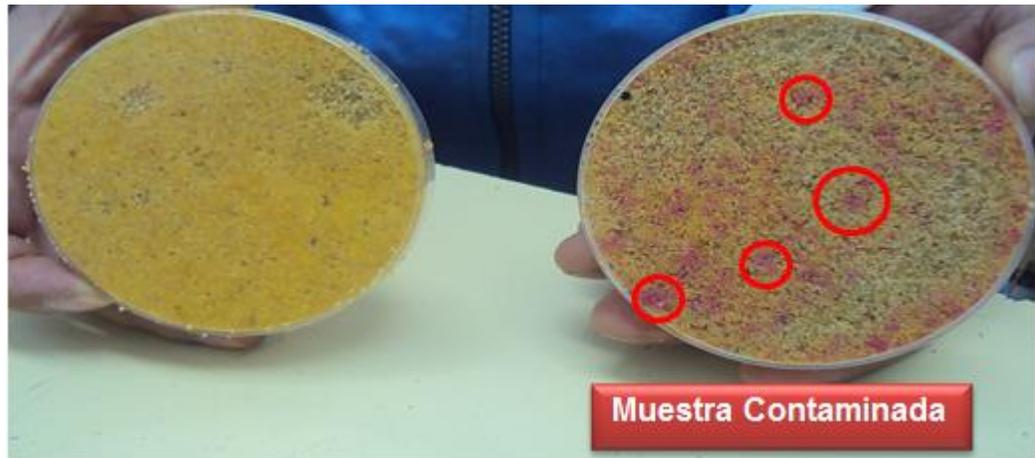
Figura 2.8 Aplicación de Soya Test en las muestras



Fuente: Las Autoras

3. El encargado de hacer la prueba debe tomar una revisión cada 15 minutos (para un total de tres revisiones) y anotar en la hoja de control si se evidencia en la muestra puntos de color rojo; de ser así, la cantidad de dichos puntos (Figura 2.9).

Figura 2.9 Muestra contaminada / Muestra no contaminada



Fuente: Las Autoras

- Análisis Cuantitativo

El análisis cuantitativo tiene por objetivo principal la determinación de ureasa en la soya (delta de Ureasa) y la solubilidad en KOH de la misma.

En la empresa ALBATEQ S.A este tipo de análisis se realizan en laboratorios externos, ya que los equipos y elementos necesarios para realizar dichas pruebas se encuentran en período de ensayo y aprendizaje por parte del personal a cargo.

Las pruebas cuantitativas se toman en varios puntos del proceso de producción. En la etapa de recepción se evalúan aspectos como humedad, impurezas e infestaciones.

El fríjol soya recibido se somete a un análisis bromatológico en el cual se consideran aspectos como:

- ❖ Humedad: % de agua.
- ❖ Proteína total: Cantidad de Aminoácidos contenidos.
- ❖ Grasa: Cantidad de Triglicéridos (Energía).
- ❖ Fibra: Cantidad de celulosa.
- ❖ Ceniza: Cantidad % de minerales (calcio, fósforo, entre otros).

Condiciones del producto

- ❖ Ureasa (Delta de pH): menor a 0.05

Esta prueba se encuentra a cargo del departamento de Control de Calidad y el Formulador.

- ❖ Inhibidores de Tripsina: máximo 1.75 mg/g

- ❖ Solubilidad: 75% - 80%

Este parámetro se mide según método de laboratorio y se centra en el % de proteína que asimila el ave al consumir el alimento. En este ítem se tiene en cuenta el indicador de sobre-cocción, el cual nos indica que a menor solubilidad hay sobrecocción (destrucción de aminoácidos) y a mayor solubilidad es posible que la soya siga cruda.

2.3 MARCO LEGAL

2.3.1 Las Buenas Prácticas de Manufactura: enfoque conceptual

Las Buenas Prácticas de Manufactura son un conjunto de principios y recomendaciones técnicas que se aplican en el procesamiento de alimentos para garantizar su inocuidad y su aptitud, y para evitar su adulteración. También se les conoce como las “Buenas Prácticas de Elaboración” (BPE) o las “Buenas Prácticas de Fabricación” (BPF).

Históricamente, las Buenas Prácticas de Manufactura surgieron en respuesta a hechos graves relacionados con la falta de inocuidad, pureza y eficacia de alimentos y medicamentos.

Los antecedentes se remontan a 1906, en Estados Unidos, cuando se creó el Federal Food & Drugs Act (FDA). Posteriormente, en 1938, se promulgó el Acta sobre alimentos, Drogas y Cosméticos, donde se introdujo el concepto de inocuidad. El episodio decisivo, sin embargo, tuvo lugar el 4 de julio de 1962, al conocer los efectos secundarios de un medicamento, hecho que motivó la enmienda Kefauver-Harris y la creación de la primera guía de buenas prácticas de manufactura. Esta guía fue sometida a diversas modificaciones y revisiones hasta que se llegó a las regulaciones vigentes actualmente en Estados Unidos para buenas prácticas de manufactura de alimentos, que pueden encontrarse en el Título 21 del Código de Regulaciones Federales (CFR), Parte 110, Buenas prácticas de manufactura en la fabricación, empaque y manejo de alimentos para consumo humano.

Por otro lado, ante la necesidad de contar con bases armonizadas para garantizar la higiene de los alimentos a lo largo de la cadena alimentaria, el Codex Alimentarius adoptó en 1969, el Código Internacional Recomendado de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos, que reúne aportes de toda la comunidad internacional. (ICA (Instituto Colombiano Agropecuario), 2009)

2.3.2 Los Principios Generales de Higiene del Codex Alimentarius

El Código Internacional Recomendado de Prácticas-Principios Generales de Higiene de los Alimentos del Codex Alimentarius establece las bases para garantizar la higiene de los alimentos a lo largo de toda la cadena alimentaria, desde la producción primaria hasta el consumidor final. El código fue adoptado por la Comisión del Codex Alimentarius en el VII Período de Sesiones (1969) y ha sido revisado en diversas oportunidades.

Los Principios Generales de Higiene de los Alimentos brindan una orientación general sobre los distintos controles que deben adoptarse a lo largo de la cadena alimentaria para garantizar la higiene de los alimentos. Estos controles se logran aplicando las Buenas Prácticas de Manufactura y en lo posible el Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, por sus siglas en inglés). Este último se aplica con el fin de optimizar la inocuidad alimentaria, como se describe en las Directrices del Codex para la Aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP), aprobadas por el Codex en 1993 e incluidas como anexo en el Código de Principios Generales de Higiene de los Alimentos, en 1997. Este código ha sido sometido a varias revisiones; la cuarta de ellas en el 2003 (CAC/RCP 1-1969, Rev. 4-2003). (ICA (Instituto Colombiano Agropecuario), 2009)

2.3.3 Las Buenas Prácticas de Manufactura y el Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control

Es importante destacar la importancia de los Principios Generales de Higiene de los Alimentos como base fundamental para poder aplicar sistemas más complejos e integrales para la gestión de la inocuidad y la calidad en la producción de alimentos.

Por esta razón, antes de aplicar el Sistema HACCP es importante el cumplimiento adecuado de las BPM y los POES (Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento). De no ser así, la aplicación del Sistema HACCP puede conllevar a la identificación de puntos críticos de control que muy bien podrían haber sido atendidos

por las BPM, sin tener que ser vigilados y controlados bajo el Sistema HACCP. Esto también suele ocurrir debido a una aplicación deficiente de las BPM.

Hay que tener en cuenta, sin embargo, que si bien las BPM y los POES se consideran pasos previos para la implementación eficiente del Sistema HACCP, su aplicación práctica demanda el conocimiento de los principios del Sistema HACCP para garantizar una visión integral de la Inocuidad, por esta razón se trabajó implementando criterios del HACCP.

La aplicación de las BPM también demanda la evaluación del riesgo potencial de cada peligro alimentario en el procesamiento de los alimentos. Los peligros con baja probabilidad de ocurrencia o de escasa gravedad no serán seguramente objeto de análisis en un Plan HACCP, pero sí deberán ser considerados en el marco de las BPM.

De esta forma, quien aplica las BPM deberá también ejecutar, en algunos casos, un análisis de peligro para cada producto o tipo de proceso y para cada producto nuevo, aunque no esté implementando el HACCP. (ICA (Instituto Colombiano Agropecuario), 2009)

2.3.4 Hacia un sistema de gestión de la inocuidad

Hoy en día, la inocuidad de los alimentos ha desarrollado un enfoque analítico y sistemático para la determinación de los peligros y su control. Está basada en una visión integrada “de la granja al consumidor”; es decir, a lo largo de toda la cadena alimentaria. Además, otorga una responsabilidad compartida a todos los actores de la cadena.

En el caso aquí presentado la soya integral extruida puede tener inclusiones hasta del 20% en la dieta para alimentar pollos, por lo tanto es importante garantizar la calidad de dicho ingrediente en la cadena de producción de carne de pollo.

El enfoque actual de la inocuidad de los alimentos brinda al productor mayor responsabilidad y autonomía para el manejo de la inocuidad y una mayor flexibilidad para responder a los requerimientos diversos y cambiantes de los mercados. En relación a los consumidores, reconoce su responsabilidad para almacenar, manipular y preparar los alimentos de manera apropiada.

Ahora bien, la naturaleza interdependiente de la producción de alimentos exige un trabajo multidisciplinario y colaborativo entre todos los participantes de la cadena, tanto del sector público como del privado, para identificar y controlar los riesgos para la salud de los consumidores. Igualmente, demanda una amplia coordinación intersectorial a nivel de agricultura, salud, comercio, ambiente y economía, entre otros.

En la complejidad de la cadena alimentaria, cada uno de sus eslabones debe contar con una solidez idéntica para proteger la salud humana, la que será construida paso a paso, adoptando buenas prácticas y sistemas de gestión en cada una de las etapas, en un proceso de mejora continua.

La pérdida de inocuidad es causa de múltiples problemas, de salud, reducción de vida útil, pérdida de valor comercial, sobre costos por reproceso, restricciones, retenciones, sanciones y otros problemas comerciales, impacto económico y efectos en la imagen de país. El impacto de los costos asociados con estos problemas puede resultar significativo en la solidez de las empresas e influir en la permanencia o no de las empresas en el mercado.

Abordar con decisión el tema de la inocuidad de los alimentos es estratégico para todos los países, por razones de salud pública, de competitividad, de acceso a mercados, de bienestar y de progreso en general. (ICA (Instituto Colombiano Agropecuario), 2009)

2.4 MARCO HISTÓRICO

2.4.1 Desarrollo de los Extrusores.

Janssen (1978) y Harper (1981) decían que “*Los procesos de extrusión y los extrusores fueron desarrollados simultáneamente en varias industrias durante los dos últimos siglos*” citados por MIAN N. RIAZ.

1797: Joseph Bramah, Inglaterra, fue el primero en aplicar el principio de la extrusión mediante el desarrollo de una prensa de pistón operada manualmente para extrudir tuberías de plomo de una pieza (sin costuras). Un equipo similar fue utilizado después para el procesado de tuberías de arcilla, tejas, sopa y pasta.

1869: Fellows y Bates, Inglaterra, desarrollaron el primer extrusor continuo de doble tornillo conocido, originalmente utilizado en la elaboración de embutidos.

1873: Phoenix Gummiwerke A.G., Alemania, desarrolló el primer extrusor de tornillos simple conocido, inicialmente utilizado para el procesado de caucho.

Mitad 1930: Se desarrolló una prensa continua de tornillo simple para pasta.

Final 1930: Roberto columbo y Carlo Pasquetti, Italia, adaptaron el diseño de doble tornillo para hacer plásticos.

Final 1930: General Mills, Inc., Minneapolis, MN, el primero que utilizó un extrusor de tornillo simple para la elaboración de cereales listos para comer. Se moldeó pasta caliente precocida en un extrusor antes del subsiguiente secado y laminado o inflado.

1939: Se extruyó por primera vez rizos expandidos de maíz o “collares”. El producto no fue comercializado hasta después de la Segunda Guerra Mundial (1946) por la Adams Corporation, Beloit, WI.

1940: durante los años 1940, se desarrollaron cierto número de extrusores de tornillo simple, que exprimían el aceite de las semillas oleaginosas, reemplazando la utilización de prensas hidráulicas mucho menos eficientes utilizadas anteriormente para este fin.

Final 1940: Los deseos para mejorar la apariencia, la palatabilidad y la digestibilidad de piensos animales condujeron al desarrollo del extrusor de cocción y la comercialización de “Comida Homogenizada de Gaines”, el primer alimento seco de perros ampliamente aceptado.

1950: Los alimentos secos expandidos cocidos por extrusión para animales domésticos se desarrollaron rápidamente en los años 1950, reemplazando ampliamente los procesos de horneado de galletas que se habían utilizado para elaborarlos hasta esa época. El desarrollo de varios extrusores nuevos de tornillo simple, expandieron su aplicación en los años 1950 a los productos tipo mercancías tales como alimentos secos para animales domésticos, harinas de cereales precocidas y cereales tratados térmicamente y semillas para incrementar su valor como constituyentes de piensos animales.

Final 1950: Los pre-acondicionadores presurizados, que permiten la pre-cocción de los ingredientes por encima de 212°F antes de su entrada al tornillo del extrusor, han llegado a estar disponibles en la compañía de extrusores Sprout-Waldron (Muncy, PA). La pre-cocción en una sección menos costosa libera al extrusor que trabaja estrechamente para funciones de un mayor cizallamiento, trabajo y moldeo.

1960: La cocción continua y el moldeo de cereales listos para comer se desarrolló como un proceso de etapa única en los extrusores de cocción. Se comercializaron los alimentos semihúmedos para animales domésticos y los ingredientes alimentarios de cereales precocidos tales como almidones pregelatinizados y harinas de galletas. También se desarrollaron harina de soja texturizada o productos concentrados con una apariencia a carne. Estos productos son los denominados en la industria como “Proteínas Texturizadas de Plantas” y “Proteína Texturizada de Soja”. Los nombres “proteína Texturizada Vegetal” (“Texturized Vegetable Protein”) y “TVP” tienen los derechos de autor la Archer Daniels Midland Company, Decatur, IL. Los extrusores “secos” (autógenos) se

aplicaron en la inactivación de tripsina de semillas de soja con grasa entera (InstaPro) y después en las ayudas a países extranjeros con la “extrusión a bajo coste”.

Mitad 1970: La segunda generación de extrusores (tornillo segmentado y celda cilíndrica), de tornillo simple y de doble tornillo fueron introducidos por Wegner y Creusot-Loire/ Werner-Pfliderer, Alemania.

Inicios 1990: Los acondicionadores, los cilindros venteados, los extrusores “tercera generación” de rosca profunda con reducido calor autógeno se introdujeron en la elaboración de piensos, los extrusores de abertura anular fueron mejorados con molinos de aglomerados.

1998: Sabetha, KS indicaba que “*Los extrusores de nueva generación fueron patentados por Wegner Manufacturing Co*”, citado por MIAN N. RIAZ.

Los extrusores simples baratos se desarrollaron inicialmente en los Estados Unidos en los años 1960 para la cocción en la granja de semillas de soja y piensos cereales en los años 1960. El principal objetivo en el procesado de semillas de soja fue, la inhibición por calor del factor anticrecimiento del inhibidor de tripsina, y también se desarrollaron otras máquinas como Gem Roaster y la MicronizerTM. Crowley (1979) señalaba que “*Los diseños de extrusores de bajo coste se adaptaron rápidamente a mitad de los años 1970 para la utilización en los proyectos de intervención en nutrición en muchos países menos desarrollados*”, citado por MIAN N. RIAZ. Numerosos problemas mecánicos se experimentaron con los primeros países menos desarrollados, pero los últimos modelos son más dignos de confianza y se utilizan ampliamente en el procesado de diferentes alimentos y en alimentos groseramente texturizados en los países menos desarrollados.

Los extrusores de cocción de doble tornillo se han fabricado en Europa durante más de 35 años pero no han tenido un interés atractivo significativo en los Estados Unidos hasta principios de los años 1980. (RIAZ, Extrusores en las aplicaciones de alimentos, 2000)

2.4.2. Historia del Frijol Soya

La soya, también denominada “soja” o el “tesoro del campo” proviene del sureste asiático, concretamente de China y Corea, donde se originó aproximadamente hace 11.000 años a.C., y desde entonces ha jugado un papel importante en la alimentación de estos pueblos. En la antigua China, el frijón de soya era una de las cinco plantas sagradas. Cada año se hacían solemnes ceremonias durante las cuales el propio emperador sembraba. Ya hace 5.000 años se conocía su valor nutritivo extraordinariamente alto y propiedades curativas. Fueron los misioneros budistas chinos quienes, en el siglo VII, llevaron la soya a Japón, transformándose en el alimento básico nipón. Además, fue en este lugar, precisamente, donde más se desarrollaron las posibilidades culinarias de la soya.

A Europa llegó mil años después, en el siglo XVII. La introducción de la soya en América data del siglo XVIII. A principios del siglo XIX, en los Estados Unidos la semilla de soya cayó en un suelo inmejorable, además con unos agricultores experimentados y activos. Sin embargo, en Europa y Norte América, la Soya no se empleó en la alimentación humana hasta bien entrado el siglo XX. Actualmente Estados Unidos produce la mitad de la Soya mundial; pero a pesar de ello, el consumo humano de soya es todavía muy bajo en los países de Occidente.

Afortunadamente, en las últimas décadas los investigadores están descubriendo cada vez mayor número de propiedades curativas en este alimento. Actualmente, los productos alimenticios derivados de la soya son muy aceptados por movimientos vegetarianos y naturistas tradicionales. De esta forma, la soya, la “planta maravilla de la naturaleza”, se ha convertido en la leguminosa más importante del mundo. (FENALCE., 2010)

CAPÍTULO 3. CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN

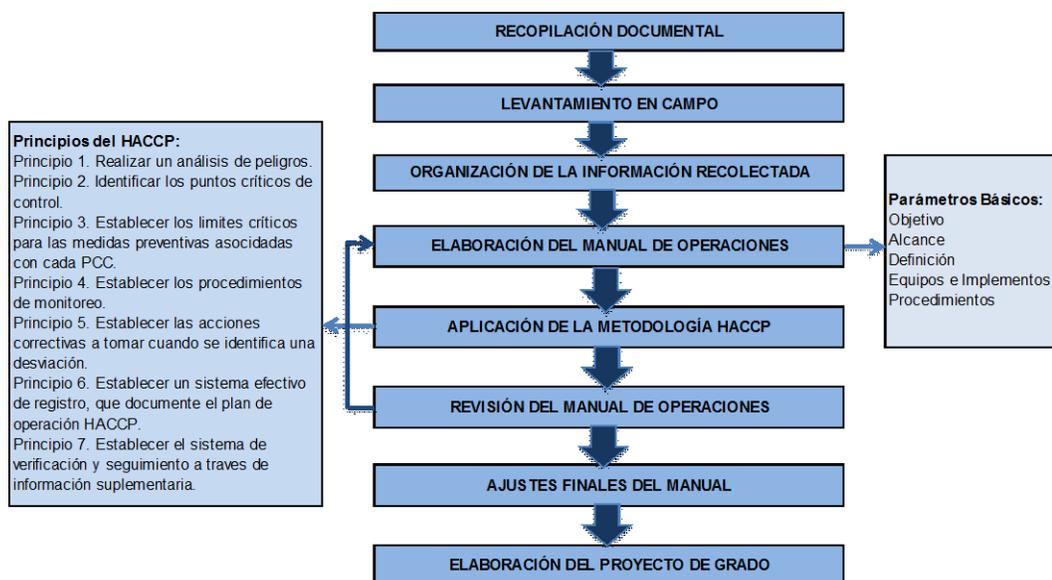
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación que se desarrolló fue de tipo descriptiva, ya que se reseñaron rasgos cualidades y atributos del objeto de estudio que en este caso abarca la temática de la extrusión del fríjol soya.

3.2 DISEÑO METODOLÓGICO

La estrategia a seguir para cumplir con cada uno de los objetivos específicos planteados, y con la realización de estos el cumplimiento del objetivo general están establecidos en la Figura 3.1:

Figura 3.1 Diseño Metodológico



Fuente: Las Autoras

3.2.1 Recopilación Documental

Esta fue la primera metodología empleada en el proyecto; con el objetivo de conseguir información mediante fuentes tanto primarias como secundarias sobre: el frijol soya, proceso de extrusión, la extrusión del frijol soya y parámetros de calidad, entre otros. Buscando obtener un concepto y conocimiento básico sobre los temas a desarrollar en el proyecto de grado.

3.2.2 Levantamiento En Campo

En esta parte de la investigación, se realizaron varias visitas a la planta ALBATEQ S.A.; con la finalidad de ver aplicados los conceptos recopilados en el paso anterior. En el levantamiento de campo se tuvo en cuenta el uso de grabadoras y cámaras con el objeto de tomar registro de todo lo allí observado.

3.2.3 Organización De La Información Recolectada

Aquí tuvimos en cuenta toda la información recolectada de los dos pasos anteriores, y establecimos según los estudios realizados la información que es de gran utilidad para el cumplimiento de nuestro objetivo general.

3.2.4 Elaboración Del Manual De Operaciones

Con la información organizada para cumplir nuestros objetivos; se procedió a la elaboración del manual de operaciones de la extrusión del frijol soya siendo esto el objetivo general de este trabajo.

Teniendo en cuenta los parámetros básicos para la elaboración de un manual de operaciones como son:

- Objetivo
- Alcance
- Definición

- Equipos e Implementos
- Procedimiento
- Puntos Críticos de Control

3.2.5 Aplicación De La Metodología HACCP

La implantación del HACCP en una industria implica un compromiso muy serio a través del cual se van a orientar todos los esfuerzos, para que sin perder de vista el objetivo básico de rentabilidad de una empresa, se pueda garantizar la seguridad de todos los alimentos que en ella se elaboran. Este compromiso parte de una muy seria decisión gerencial, de elaborar unas estrictas Políticas de Calidad.

- Principio 1. Elaborar el análisis de peligros: Identificar los peligros potenciales y significativos asociados con el procesamiento, almacenamiento, distribución, preparación, consumo y las medidas que pueden prevenir esos peligros.

Un análisis de peligros significa identificar exhaustivamente todas las posibilidades que puedan existir de que un producto o línea de proceso se puedan ver afectados con la presencia de contaminantes de origen Físico, Químico o Biológico, capaces de causar daño o enfermedad al consumir el alimento.

- **Peligros Físicos**

Los peligros físicos, al igual que los biológicos y bacteriológicos, pueden llegar a los alimentos en cualquier fase de su producción. Existe una gran variedad de contaminantes físicos que pueden aparecer en los alimentos como sustancias extrañas a los mismos, algunos pueden ser descritos como microbiológicos, pero sólo unos pocos pueden ser considerados como un peligro para la seguridad de los alimentos. Llegados a este punto, debemos preguntarnos si es que cualquier materia extraña es o no un riesgo para la salud del consumidor.

Las Buenas Prácticas de Fabricación deben garantizar, que se tienen en cuenta estos factores como integrantes del medio ambiente industrial y deben evitar que cualquier peligro físico sea introducido en el área de producción por los empleados.

A continuación se describen los principales peligros físicos con los cuales pueden llegar a contarse en ALBATEQ S.A (especialmente en el momento de la recepción de la materia prima):

- a) Vidrio: El vidrio puede estar presente en las materias primas, como una materia extraña proveniente del punto de producción o a partir del envase de la materia prima.

- b) Metal: en el caso de este peligro es de particular importancia comprobar que el equipo se mantiene adecuadamente de tal modo que partes del mismo no caen en los productos. Todos los trabajos de mantenimiento se deben realizar adecuadamente y no dejar sin control piezas como tuercas y tornillos.

- c) Piedras: Las piedras son fáciles de encontrar en las materias primas de origen vegetal, en las que pueden estar presentes en la misma planta, por ejemplo, entre las hojas o haber sido recogidas durante la recolección.

La presencia de piedras se puede evitar eligiendo cuidadosamente a los proveedores de materias primas, y se pueden eliminar mediante inspección o el uso de tanques de flotación y centrífugas.

- d) Madera: La madera puede llegar al producto y al área de producción por varias vías. Puede estar presente en las materias primas, por ejemplo en las materias vegetales provenientes directamente del campo, o puede formar parte del material de embalaje.

- e) Plástico: A pesar de ser más a prueba de roturas que el vidrio, en el caso de plásticos duros se deben implantar los mismos sistemas de control de roturas que en el caso del vidrio. La inspección visual es importante cuando se trata con plástico blando y el plástico blando utilizado durante la producción es, a menudo, de un color brillante (normalmente azul) para ayudar a su identificación.

- f) Plagas: Las plagas son consideradas como productoras de peligros biológicos mediante la introducción de microorganismos patógenos en los alimentos. También se puede pensar en las plagas como productoras de peligros físicos dado que su presencia en un alimento puede producir heridas o atragantamientos. Los más importantes son los insectos grandes y los pedazos de roedores o pájaros. Se debe tener funcionando un programa de control de plagas eficaz en todos los locales de producción, almacenamiento y preparación de alimentos.

- **Peligros Químicos**

La contaminación química de los alimentos puede ocurrir en cualquier momento de su fabricación, desde la producción de materias primas hasta el consumo del producto final.

En el desarrollo del trabajo que aquí se plantea, los riesgos químicos en el proceso de extrusión pueden darse por agentes externos, o por los compuestos de la misma soya, que al no ser tratados térmicamente de forma adecuada pueden causar alteraciones en el producto.

- **Peligros Biológicos**

La mayoría de los procesos de elaboración de alimentos se encuentran expuestos a uno o más peligros biológicos, ya sea a partir de las

materias primas o durante el proceso en sí. Los peligros biológicos pueden ser macro y microbiológicos.

Los peligros macrobiológicos, como por ejemplo la presencia de moscas o insectos, a pesar de ser desagradable, difícilmente supone en sí misma un riesgo general para la seguridad del producto. Pueden existir riesgos indirectos si son portadores de microorganismos patógenos y los introducen en el producto.

Los microorganismos patógenos y los causantes de toxiinfecciones producen sus efectos en los humanos directa o indirectamente. Los efectos directos son los producidos por la infección o invasión de los tejidos y son causados por el organismo en sí, por ejemplo, bacterias, virus y protozoos. Los efectos indirectos son causados por toxinas (venenos) que están habitualmente preformadas en el alimento, por ejemplo los producidos por bacterias y mohos.

A continuación en la Tabla 3.1, una breve descripción de los agentes patógenos que más afectan la soya (analizados o que más se tienen en cuenta en ALBATEC S.A). (Wallace, 1996)

Tabla 3.1 Agentes patógenos que más afectan la soya

Microorganismo	
	<i>Hongos toxigénicos</i>
Encontrado de manera natural en	Suelo, polvo, estiércol, alimento animal, cereales ensilados.
Alimentos Asociados	Pan, queso, mermelada, etc.
Por qué es importante	Crece donde muchas bacterias no pueden, en alimentos muy ácidos o con baja aw.
Necesidad de Oxígeno	Aerobios
Temperatura de crecimiento	Varía
Tolerancia a la sal (%)	Variable

Microorganismo			
	<i>Salmonella spp</i>	<i>Clostridium perfringens</i>	<i>Escherichia coli</i>
Encontrado de manera natural en	Aves de corral, animales domésticos y salvajes, hombres, insectos, aves salvajes.	Suelo, sedimentos marinos, polvo, heces.	Medio ambiente: suelo, agua, heces/estiércol. Tracto digestivo de los animales. Leche cruda, carne.
Alimentos Asociados	Leche cruda, carne de ave, cáscara de huevo, carne cruda.	Carne de vacuno, pollo, pavo y cerdo, productos lácteos.	Leche cruda, productos lácteos contaminados o elaborados incorrectamente, carne cruda.
Por qué es importante	Causa corriente de toxiinfecciones debidas a mala higiene o elaboración incorrecta.	Microorganismo causante de toxiinfecciones. Esporas termorresistentes. Produce infección por toxina termo lábil producida durante la esporulación en intestino.	Es un indicador de una higiene deficiente o de una elaboración inadecuada. Varias cepas toxigenicas producen toxinas termolábiles y termoestables.
Necesidad de Oxígeno	Anaerobio facultativo	Anaerobio (puede crecer en presencia de oxígeno en la fase logarítmica).	Anaerobio facultativo.
Temperatura de crecimiento	Máxima 45-47; Óptima 37; Mínima 5,1.	Máxima 50; Óptima 43-45; Mínima 12.	Máxima 45,5; Óptima 30-37; Mínima 2,5.
Tolerancia a la sal (%)	8	6	6-8

Fuente: Adaptado por las autoras a partir de HACCP: Enfoque práctico de Sara Mortimore y Carol Wallace

- Principio 2. Identificar los puntos críticos de control: Para cada peligro significativo identificado durante el análisis de peligros (Principio 1.), debe existir uno o más PCC donde el peligro es controlado. Los PCC se establecen conociendo el proceso y todos los peligros posibles que se pueden presentar de acuerdo al diagnóstico con el que se logró la caracterización de la planta y eso permitirá establecer las medidas preventivas para controlarlos.

Los PCC son puntos específicos en el diagrama de flujo del proceso donde HACCP controla actividades que allí ocurren.

- Principio 3. Establecer los límites críticos para las medidas preventivas asociadas con cada PCC: Los límites críticos representan los rangos máximos y mínimos que son usados para medir si una operación garantiza la seguridad de los productos. Cada PCC debe tener uno o más límites críticos para cada peligro significativo. Cuando los procesos se desvían de los límites críticos, una acción correctiva debe ser tomada para garantizar la seguridad del alimento.

Un límite crítico es un rango que debe ser aplicado para cada medida preventiva asociada con un PCC.

La selección de la mejor opción de control y de los límites críticos, está dada por la práctica, la experiencia y las observaciones que se hagan durante la elaboración del diagnóstico de situación y el análisis de peligros; además debe estar soportada por un sistema de metrología y calibración que considere:

- Capacitación de los responsables.
- Instrumentos a utilizar, características y confiabilidad.
- Precisión.
- Exactitud.
- Velocidad.
- Escala de medición.

- Principio 4. Establecer los procedimientos de monitoreo: Se realiza con la finalidad de comprobar que cada punto crítico de control identificado, funciona correctamente.

El monitoreo es el proceso de observación mediante el cual se mantiene bajo control un proceso; indica precisamente cuando se está perdiendo el control del PCC o están ocurriendo desviaciones de los límites críticos. Es uno de los aspectos más importantes del sistema HACCP, y garantiza que el producto se elabora de manera segura continuamente. El sistema de monitoreo para cada PCC, dependerá de los límites críticos y también del método o dispositivo de vigilancia. Lo importante es que el sistema elegido sea lo suficientemente sensible para detectar cualquier pérdida de control en el PCC.

- Principio 5. Establecer las acciones correctivas a tomar cuando se identifica una desviación: Cuando los límites críticos son violados en un PCC, la acción correctiva documentada y predeterminada debe ser instituida; estas acciones correctivas deben estar previstas con antelación y deberán establecer procedimientos para restaurar el control del proceso y determinar si la seguridad del producto fue afectada; deber ser posible siempre corregir el problema en el punto.

La acción correctiva es el procedimiento que debe ser seguido cuando ocurre una desviación o falla en los límites críticos.

- Principio 6. Establecer un sistema efectivo de registro, que documente el plan de operación HACCP: Una parte esencial para el buen manejo del sistema HACCP, es el establecimiento de los registros precisos, que proveen documentación para cada una de las actividades que se realizan.

Hay cinco clases de registros documentales que hacen parte del sistema HACCP:

1. Toda la documentación usada como soporte en el desarrollo del plan HACCP.
2. Los registros de monitoreo de los PCC.
3. Los registros de las acciones correctivas.

4. Los registros de la verificación de actividades.
 5. Los programas anexos o complementarios.
- Principio 7. Establecer el sistema de verificación y seguimiento a través de información suplementaria: La verificación es el uso de métodos, procedimiento o pruebas, además de las usadas en el monitoreo, que determinan si el sistema HACCP esta obedeciendo el plan HACCP, o si este necesita modificaciones o reprogramaciones.

Cada plan HACCP incluye procedimientos de verificación para PCC individuales y para todo el plan.

La verificación consta de 5 pasos:

1. Revisión del plan HACCP.
2. Conformidad con los puntos críticos de control establecidos.
3. Confirmación de que los procedimientos de tratamiento de las desviaciones y los registros, están de acuerdo con lo establecido.
4. Inspección visual de la operación durante el proceso.
5. Registro de la verificación. (cassianos, 2001)

3.2.6 Revisión Del Manual De Operaciones

Con la dirección y ayuda del director de tesis, se revisó el manual de operaciones para la extrusión del frijol soya elaborado por medio de todo lo obtenido por medio de los anteriores pasos.

3.2.7 Ajustes Finales Del Manual

De acuerdo a las correcciones que nos planteó nuestro director de tesis, realizamos los ajustes al manual de operaciones.

3.2.8 Elaboración Del Proyecto De Grado

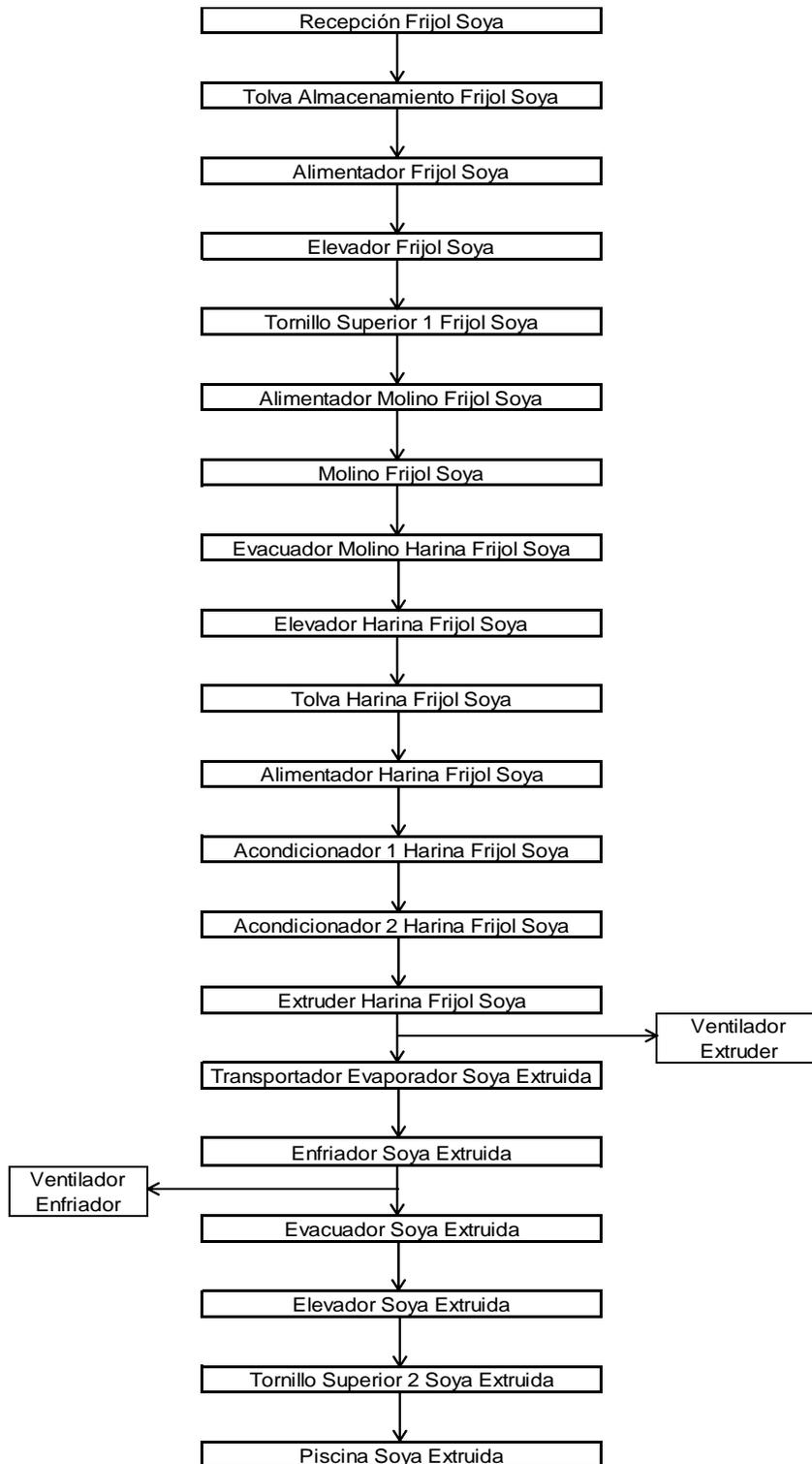
Con la información ya establecida y las correcciones adecuadas, procedimos a plasmar todo lo necesario en la elaboración del proyecto de grado.

CAPÍTULO 4. PROCESO EXTRUSIÓN FRIJOL SOYA EN ALBATEQ S.A

4.1 Diagrama De Flujo

En el Figura 4.1 está el diagrama de flujo donde se aprecia el proceso de extrusión con los principales equipos y operaciones, realizado por la empresa ALBATEQ S.A.

Figura 4.1 Diagrama de Flujo Proceso de Extrusión en ALBATEQ S.A.



Fuente: Las Autoras

4.2 Descripción De Proceso

4.2.1 Recepción Frijol Soya

En esta parte del procedimiento se recibe la materia prima (frijol Soya), esta puede ser de diferentes tipos y proveniente de diversos lugares (Figura 4.2).

Figura 4.2 Recepción Frijol Soya



Fuente: Las Autoras

4.2.2 Tolva Almacenamiento Frijol Soya

Como su mismo nombre lo indica se encarga de almacenar el Frijol Soya según los requerimientos y necesidades de la producción (Figura 4.3).

Figura 4.3 Tolva Almacenamiento Frijol Soya



Fuente: Las Autoras

4.2.3 Alimentador Frijol Soya

Se encarga de recibir y transportar el frijol soya al elevador frijol soya (Figura 4.4).

Figura 4.4 Alimentador Frijol Soya



Fuente: Las Autoras

4.2.4 Elevador Frijol Soya

Se encarga de transportar el frijol soya al tornillo superior por medio de cangilones que están adheridos a una banda transportadora (Figura 4.5).

Figura 4.5 Elevador Frijol Soya



Fuente: Las Autoras

4.2.5 Tornillo Superior Frijol Soya

Se encarga de transportar el frijol soya, este puede ser transportado a dos lugares: la tolva de almacenamiento o al alimentador del molino (Figura 4.6).

Figura 4.6 Tornillo Superior Frijol Soya



Fuente: Las Autoras

4.2.6 Alimentador Molino Frijol Soya

El Frijol soya pasa por una banda transportadora que cumple la función de alimentar al molino, en esta parte por medio de imanes se detectan metales que afectarían al proceso de molienda (Figura 4.7).

Figura 4.7 Alimentador Molino Frijol Soya



Fuente: Las Autoras

4.2.7 Molino Frijol Soya

Esta máquina se encarga de moler en partículas muy finas el frijol soya, por medio de la rotación de una serie de martillos los cuales poseen dos orificios en cada extremo (Figura 4.8).

Figura 4.8 Molino Frijol Soya



Fuente: Las Autoras

4.2.8 Evacuador Molino Harina Frijol Soya

Se encarga de extraer la soya molida del molino para llevarla al elevador (Figura 4.9)

Figura 4.9 Evacuador Molino Harina Frijol Soya



Fuente: Las Autoras

4.2.9 Elevador Harina Frijol Soya

Se encarga de transportar la soya molida a la tolva que conecta con los acondicionadores, esta acción se realiza por medio de cangilones que están adheridos a una banda transportadora (Figura 4.10).

Figura 4.10 Elevador Harina Frijol Soya



Fuente: Las Autoras

4.2.10 Tolva Harina Frijol Soya

Aquí llega el frijol soya ya molido preparado para pasar a los acondicionadores (Figura 4.11).

Figura 4.11 Tolva Harina Frijol Soya



Fuente: Las Autoras

4.2.11 Alimentador Harina Frijol Soya

Este alimentador se encarga de ser el conector entre la tolva de harina de frijol soya y el primer acondicionador. Este alimentador le suministra al primer acondicionador la cantidad de soya molida requerida (Figura 4.12).

Figura 4.12 Alimentador Harina Frijol Soya



Fuente: Las Autoras

4.2.12 Acondicionador 1 Harina Frijol Soya

Este acondicionador funciona por medio de dos ejes y se encarga de elevar la temperatura en la harina molida buscando la eficiencia y calidad en el proceso de extrusión (Figura 4.13).

Figura 4.13 Acondicionador Harina Frijol Soya



Fuente: Las Autoras

4.2.13 Acondicionador 2 Harina Frijol Soya

El segundo acondicionador funciona por medio de un eje, la harina molida ya acondicionada en el proceso anterior vuelve a pasar por otro acondicionador buscando el mismo objetivo anteriormente nombrado, hacer más eficiente el proceso de extrusión (Figura 4.14).

Figura 4.14 Acondicionador 2 Harina Frijol Soya



Fuente: Las Autoras

4.2.14 Extruder Harina Frijol Soya

Esta es la parte fundamental de todo el procedimiento, aquí por medio de inyección a vapor se logra obtener las características deseadas (eliminación de inhibidores de tripsina) en la soya molida acondicionada (Figura 4.15).

Figura 4.15 Extruder Harina Frijol Soya



Fuente: Las Autoras

4.2.15 Ventilador Extruder

Este ventilador se encarga del vapor que desprende la soya ya extruida al salir del extruder (Figura 4.16).

Figura 4.16 Ventilador Extruder



Fuente: Las Autoras

4.2.16 Transportador Evaporador Soya Extruida

Por medio de este transportador se lleva la soya extruida al enfriador (Figura 4.17).

Figura 4.17 Transportador Evaporador Soya Extruida



Fuente: Las Autoras

4.2.17 Enfriador Soya Extruida

Aquí tiene lugar el enfriamiento de la soya extruida (Figura 4.18).

Figura 4.18 Enfriador Soya Extruida



Fuente: Las Autoras

4.2.18 Ventilador Enfriador

Este ventilador se encarga de sacar el aire caliente que desprende la soya extruida y se compone de dos ciclones que evitan la contaminación. Estos recogen las partículas más pequeñas de la harina evitando que salgan al medio ambiente desprendiendo únicamente vapor (Figura 4.19).

Figura 4.19 Ventilador Enfriador



Fuente: Las Autoras

4.2.19 Evacuador Soya Extruida

Se encarga de extraer la soya extruida del enfriador para pasarla al elevador de soya extruida (Figura 4.20).

Figura 4.20 Evacuador Soya Extruida



Fuente: Las Autoras

4.2.20 Elevador Soya Extruida

Por medio de cangilones se encarga de transportar la soya extruida al tornillo superior 2 (Figura 4.21).

Figura 4.21 Elevador Soya Extruida



Fuente: Las Autoras

4.2.21 Tornillo Superior 2 Soya Extruida (Redler)

Este es el medio de distribución del producto ya terminado (soya extruida), donde por medio del redler se logra repartir la soya extruida en las tres piscinas de almacenamiento. Las piscinas son abastecidas por medio de pistones que se encuentran en la parte superior de cada piscina (Figura 4.22).

Figura 4.22 Tornillo Superior 2 Soya Extruida



Fuente: Las Autoras

4.2.22 Bodega Soya Extruida

Existen 3 piscinas de almacenamiento que contienen la soya ya extruida lista para usar en la composición del Pellet (Figura 4.23).

Figura 4.23 Bodega Soya Extruida

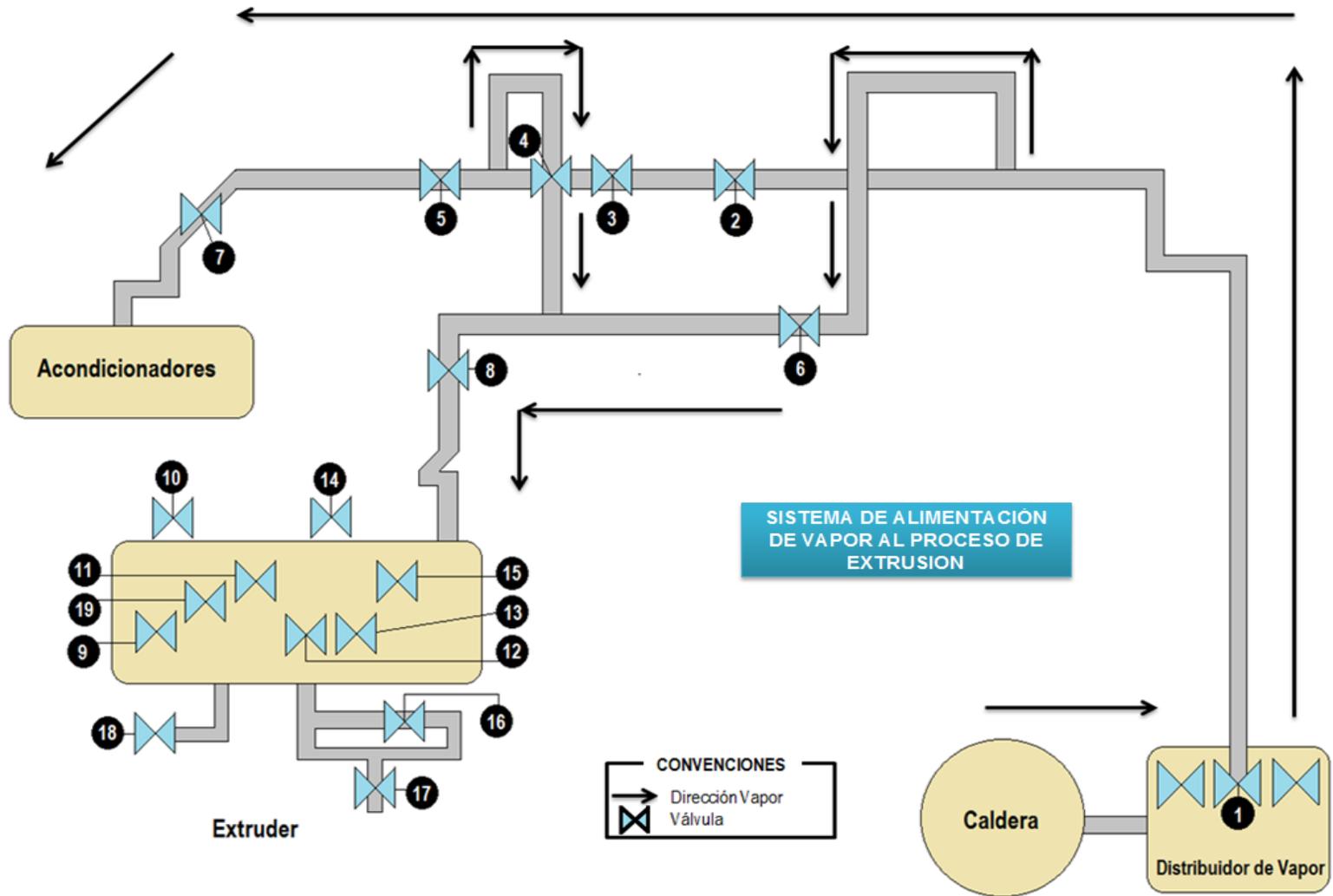


Fuente: Las Autoras

4.3 Alimentación De Vapor Para Proceso De Extrusión

Para llevar a cabo el proceso de extrusión a la soya (en húmedo), es necesario de un sistema de alimentación de vapor, el cual posee ALBATEQ S.A de la forma en la que se representa en el siguiente diagrama (Figura 4.24). (Debe aclararse que el diagrama solo representa la distribución de vapor para el proceso de extrusión, no la alimentación al sistema de la planta en general).

Figura 4.24 Alimentación De Vapor Para Proceso De Extrusión

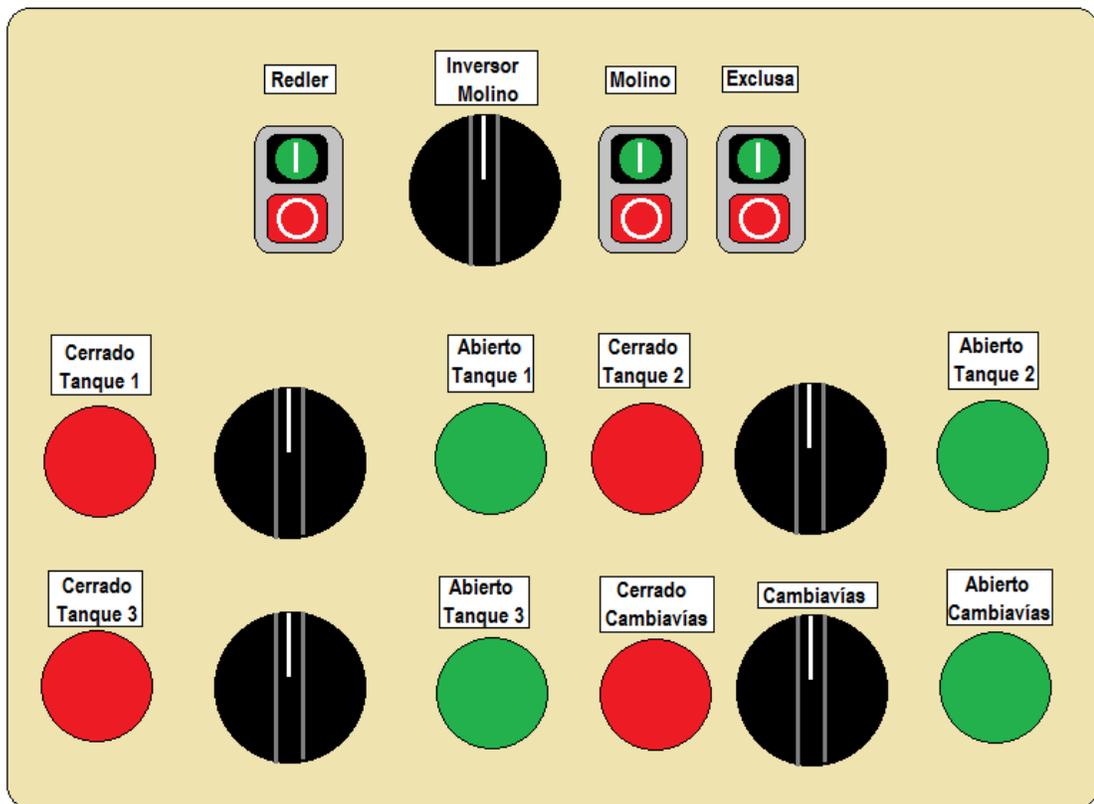


Fuente: Las Autoras

4.4 Tableros De Funcionamiento Proceso Extrusión

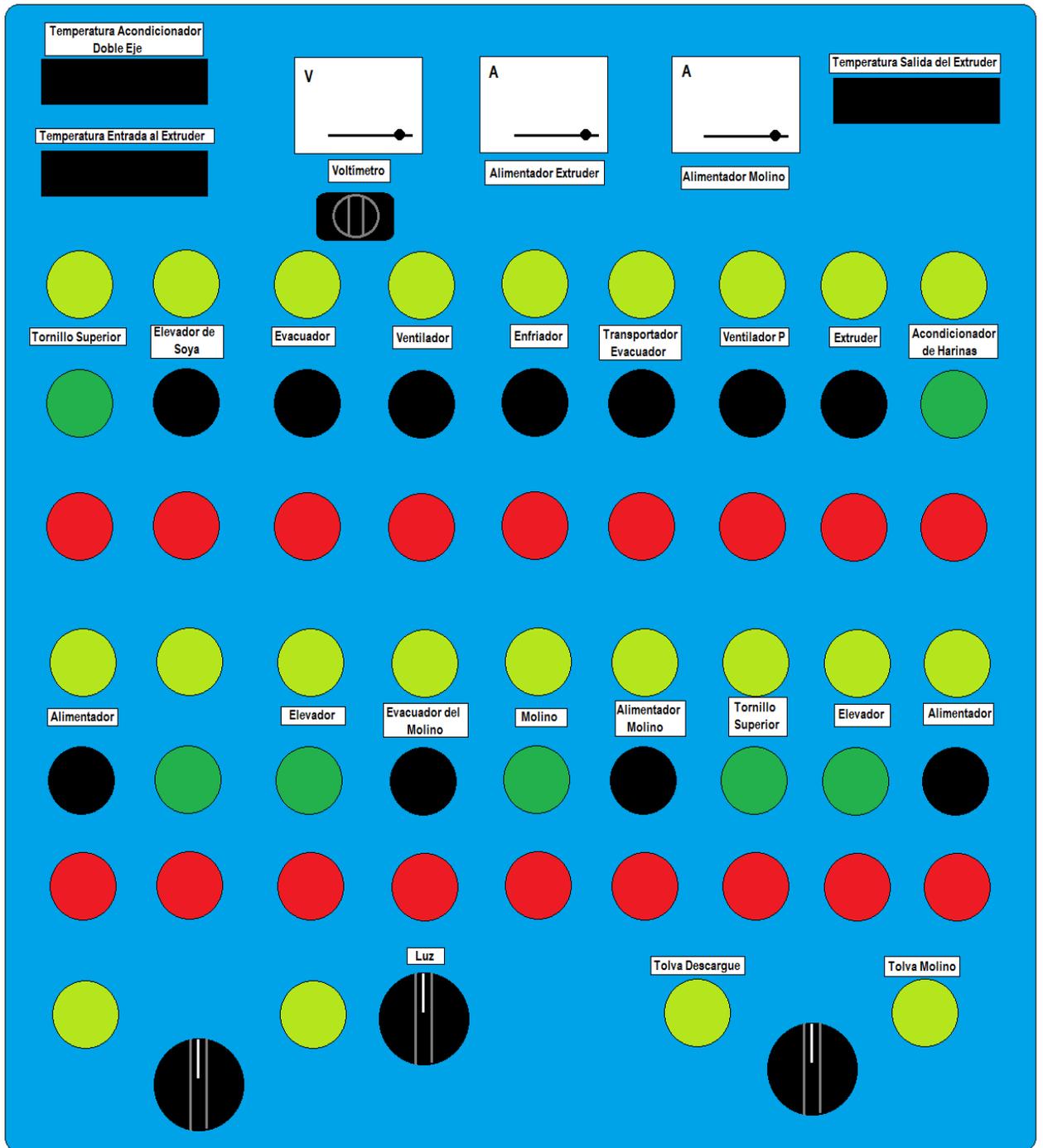
Las figuras representadas a continuación, corresponden a los tableros empleados en el proceso de extrusión del fríjol soya, utilizado en la empresa ALBATEQ S.A.

Figura 4.25 Tablero de mando- manejo de piscinas de almacenamiento



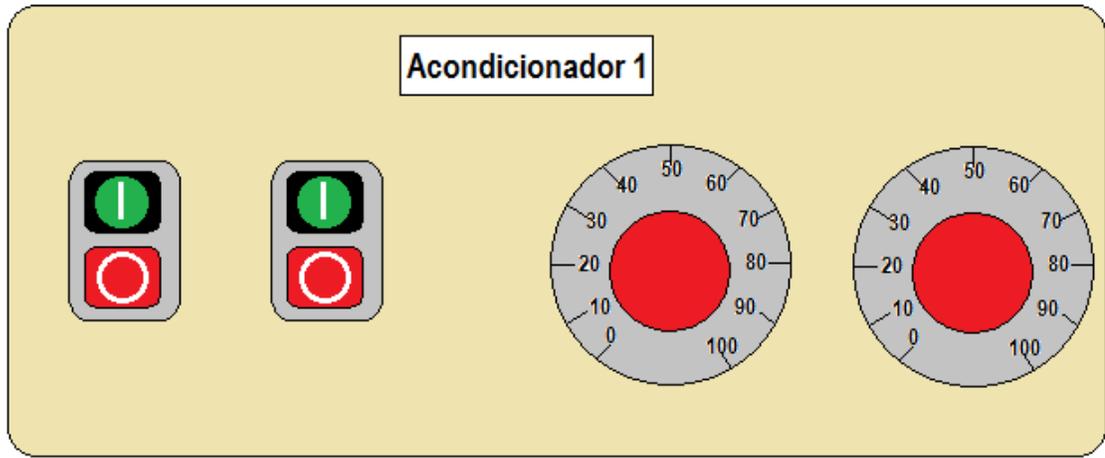
Fuente: Las Autoras

Figura 4.26 Tablero principal de mando del proceso de extrusión



Fuente: Las Autoras

Figura 4.27 Tablero de mando Acondicionador 1.



Fuente: Las Autoras

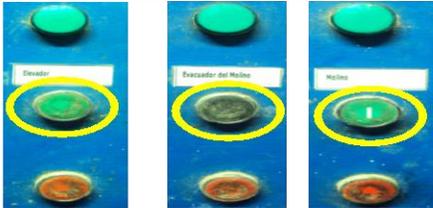
CAPÍTULO 5. RESULTADOS

5.1 Manuales De Procesos Y Procedimientos

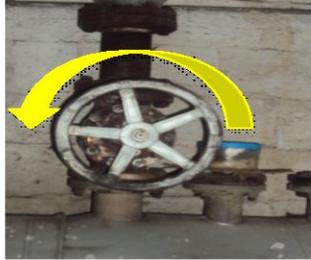
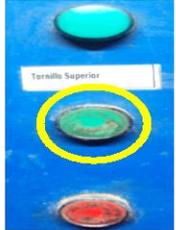
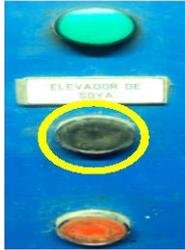
Se realizaron cinco manuales sobre el proceso de Extrusión en la empresa ALBATEQ S.A., los cuales se encontraran a continuación.

5.1.1 Encendido Del Extruder

Figura 5.1 Manual Encendido del Extruder

FECHA DEL LEVANTAMIENTO: 26 de abril de 2014				PÁGINA No: 1 de 11	
PROCEDIMIENTO: Encendido del Extruder					
PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
1	Operario Extruder	Producción	ENCENDER REDLER		1 segundo
			Oprimir el botón verde que posee una línea vertical correspondiente al Redler.		
2	Operario Extruder	Producción	ABRIR CAMBIAVÍAS		1 segundo
			Girar la perilla de color negro hacia el círculo verde, el cual indica que el cambiavías está abierto. Se procede a abrir el cambiavías, para enviar a reproceso la soya que no esta extruida.		
3	Operario Extruder	Producción	ABRIR PISCINAS		1 segundo
			Abrir la piscina de almacenamiento que tenga la orden de llenar el operario. Según la piscina que se debe llenar debe girar la perilla hacia el lado derecho como se ilustra en la imagen, en este caso la piscina que se encuentra abierta es la del tanque número 1.		
4	Operario Extruder	Producción	PRENDER: ELEVADOR - EVACUADOR MOLINO - MOLINO		3 segundos
			Prender en el orden mencionado anteriormente los equipos, oprimiendo el botón del centro. (En el tablero los equipos nombrados anteriormente se encuentran de manera consecutiva.)		
5	Operario Extruder	Producción	VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DEL MOLINO		30 segundos
			Verificar que el molino este funcionando, el operario debe mirar que el alimentador del molino este marcando 400 (A) al principio y mantenerse en 100(A).		

PROCEDIMIENTO: Encendido del Extruder

PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
6	Operario Extruder	Producción	<u>ENCENDER/SUMINISTRAR EL VAPOR AL SISTEMA</u>		6 minutos
			Abrir la llave (Válvula No.1) la cual suministra el vapor al extruder, esta se encuentra cerca a la caldera y es la que se encuentra en medio de tres manijas giratorias. El operario debe darle a la manija 5 vueltas hacia la izquierda para encenderla (girar despacio).		
7	Operario Extruder	Producción	<u>ABRIR VÁLVULA No. 18</u>		1 minuto
			Abrir Válvula No. 18 con la finalidad de votar el agua que pueda expulsar el sistema al suministrarle vapor, está se encuentra debajo del extruder. El operario coloca un balde debajo de esta llave con la finalidad de recoger el agua que pueda expulsar.		
8	Operario Extruder	Producción	<u>PRENDER TORNILLO SUPERIOR</u>		1 segundo
			Prender el tornillo superior oprimiendo el botón del medio (botón verde).		
9	Operario Extruder	Producción	<u>PRENDER ELEVADOR DE SOYA</u>		1 segundo
			Prender el elevador de soya oprimiendo el botón del medio (botón negro).		

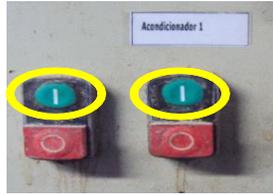
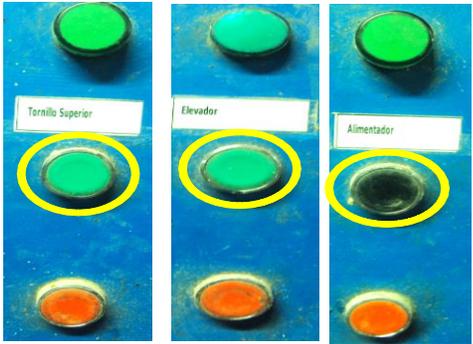
PROCEDIMIENTO: Encendido del Extruder

PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
10	Operario Extruder	Producción	<u>PRENDER EVACUADOR</u>		1 segundo
			Prender el evacuador oprimiendo el botón del medio (botón negro).		
11	Operario Extruder	Producción	<u>PRENDER VENTILADOR</u>		1 segundo
			Prender el ventilador oprimiendo el botón del medio (botón negro).		
12	Operario Extruder	Producción	<u>PRENDER ENFRIADOR</u>		1 segundo
			Prender el enfriador oprimiendo el botón del medio (botón negro).		
13	Operario Extruder	Producción	<u>PRENDER TRANSPORTADOR EVAPORADOR</u>		1 segundo
			Prender el transportador evaporador oprimiendo el botón del medio (botón negro).		

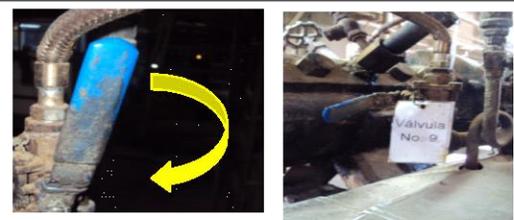
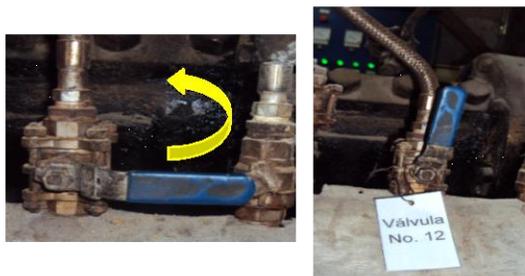
PROCEDIMIENTO: Encendido del Extruder

PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
14	Operario Extruder	Producción	<u>PRENDER VENTILADOR P.</u>		1 segundo
			Prender el ventilador P. oprimiendo el botón del medio (botón negro).		
15	Operario Extruder	Producción	<u>VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS</u>	No aplica	5 minutos
			Verificar que los equipos anteriormente encendidos, estén funcionando en realidad.		
16	Operario Extruder	Producción	<u>PRENDER EXTRUDER</u>		1 segundo
			Prender el extruder oprimiendo el botón del medio (botón negro).		
17	Operario Extruder	Producción	<u>VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DEL EXTRUDER</u>		30 segundos
			Verificar que el alimentador del molino marque 250(A), y que este se mantenga después entre 0(A) y 130(A).		
18	Operario Extruder	Producción	<u>PRENDER ACONDICIONADOR HARINAS</u>		1 segundo
			Prender el acondicionador de harinas oprimiendo el botón del medio (botón verde).		

PROCEDIMIENTO: Encendido del Extruder

PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
19	Operario Extruder	Producción	<u>PRENDER ACONDICIONADOR DOBLE EJE</u>		2 segundos
			Prender el acondicionador de doble eje oprimiendo el círculo de color verde que posee una línea vertical en cada uno de los switches.		
20	Operario Extruder	Producción	<u>PRENDER ALIMENTADOR</u>		1 segundo
			Prender el alimentador de harinas oprimiendo el botón del medio (botón negro).		
21	Operario Extruder	Producción	<u>PRENDER ALIMENTADOR DEL MOLINO</u>		1 segundo
			Prender el alimentador del molino oprimiendo el botón del medio (botón negro).		
21.1	Operario Extruder	Producción	<u>PRENDER TORNILLO SUPERIOR - ELEVADOR - ALIMENTADOR</u>		3 segundos
			Este paso se lleva a cabo, si el operario necesita llenar la tolva que alimenta el molino, en caso contrario, es decir que la tolva este llena se puede omitir el paso aquí mencionado. El operario prende el tornillo superior - elevador - alimentador oprimiendo el botón del medio. (En el tablero los equipos nombrados anteriormente se encuentran de manera consecutiva.)		

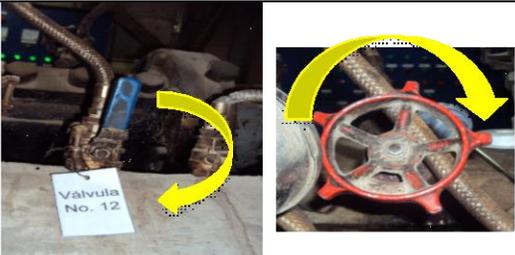
PROCEDIMIENTO: Encendido del Extruder

PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
22	Operario Extruder	Producción	<u>ABRIR VÁLVULA No. 9</u>		2 segundos
			Para inyectar vapor al extruder girar la Válvula No. 9 (color azul) hacia arriba como se muestra en la imagen. (Válvula que se encuentra debajo del manómetro del extruder).		
23	Operario Extruder	Producción	<u>ABRIR Y CERRAR VÁLVULA No. 10</u>		2 minutos
			Girar completamente hacia la izquierda la Válvula No. 10 que conecta con la Válvula No. 9 y dejarla abierta durante 1 minuto, luego cerrarla toda girando la manija en sentido contrario.		
24	Operario Extruder	Producción	<u>CERRAR VÁLVULA No. 9</u>		30 segundos
			Cerrar Válvula No. 9 girándola hacia abajo.		
25	Operario Extruder	Producción	<u>ABRIR VÁLVULA No. 12</u>		2 segundos
			Girar la Válvula No. 12 (color azul) hacia arriba como se muestra en la imagen.		

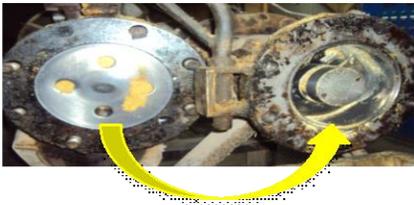
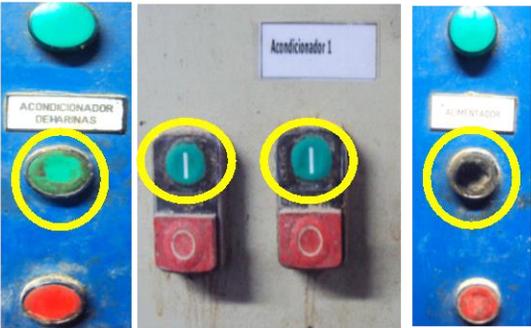
PROCEDIMIENTO: Encendido del Extruder

PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
26	Operario Extruder	Producción	<u>ABRIR VÁLVULA No. 11</u>		30 segundos
			Girar completamente hacia la izquierda la Válvula No. 11 (color rojo) que conecta con la Válvula No. 12.		
27	Operario Extruder	Producción	<u>APAGAR ACONDICIONADOR DE HARINAS</u>		2 segundos
			Apagar el acondicionador de harinas oprimiendo el tercer botón contando de arriba hacia abajo (botón rojo). Al apagar este equipo automáticamente quedan apagados el acondicionador de doble eje y el alimentador del extruder.		
28	Operario Extruder	Producción	<u>APAGAR ALIMENTADOR MOLINO</u>		2 segundos
			Apagar el alimentador molino oprimiendo el tercer botón contando de arriba hacia abajo (botón rojo).		
29	Operario Extruder	Producción	<u>ABRIR VÁLVULA No. 9 Y VÁLVULA No. 10</u>		1 minuto
			Girar la Válvula No. 9 hacia arriba como se muestra en la imagen y después girar completamente hacia la izquierda la Válvula No. 10 que conecta con la Válvula No. 9.		

PROCEDIMIENTO: Encendido del Extruder

PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
30	Operario Extruder	Producción	<p><u>TEMPERATURA SALIDA DEL EXTRUDER EN 90°C</u></p> <p>El operario debe de estar atento cuando la temperatura de salida del extruder indique 90°C, para pasar al paso n° 31.</p>		"5 minutos"
31	Operario Extruder	Producción	<p><u>CERRAR VÁLVULA No. 9 Y VÁLVULA No. 10</u></p> <p>Cerrar Válvula No. 9 girando la manija hacia abajo y cerrar válvula No. 10 girando la manija hacia la derecha.</p>		1 minuto
32	Operario Extruder	Producción	<p><u>CERRAR VÁLVULA No. 12 Y VÁLVULA No. 11</u></p> <p>Cerrar Válvula No. 12 girándola hacia abajo y cerrar Válvula No. 11 girando la manija hacia la derecha.</p>		1 minuto
33	Operario Extruder	Producción	<p><u>APAGAR EXTRUDER</u></p> <p>Apagar el extruder oprimiendo el tercer botón contando de arriba hacia abajo (botón rojo).</p>		1 segundo

PROCEDIMIENTO: Encendido del Extruder

PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
34	Operario Extruder	Producción	<u>TAPAR EXTRUDER</u>		5 minutos
			Tapar el extruder y acomodar los elementos necesarios al final de este para su adecuado funcionamiento (tornillos).		
35	Operario Extruder	Producción	<u>PRENDER EXTRUDER</u>		1 segundo
			Prender el extruder oprimiendo el botón del medio (botón negro).		
36	Operario Extruder	Producción	<u>VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DEL EXTRUDER</u>		30 segundos
			Verificar que el alimentador extruder marque 250(A), y que este se mantenga después entre 0(A) y 130(A).		
37	Operario Extruder	Producción	<u>PRENDER ACONDICIONADOR DE HARINAS, ACONDICIONADOR DE DOBLE EJE Y ALIMENTADOR</u>		2 segundos
			Prender el acondicionador de harinas oprimiendo el botón del medio (botón verde), prender el acondicionador de doble eje oprimiendo el círculo de color verde que posee una línea vertical en cada uno de los switches y prender el alimentador oprimiendo el botón del medio (botón negro).		

FECHA DEL LEVANTAMIENTO: 26 de abril de 2014				PÁGINA No: 10 de 11	
PROCEDIMIENTO: Encendido del Extruder					
PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
38	Operario Extruder	Producción	<u>PRENDER ALIMENTADOR DEL MOLINO</u>		1 segundo
			Prender el alimentador del molino oprimiendo el botón del medio (botón negro).		
39	Operario Extruder	Producción	<u>ABRIR VÁLVULA No. 9 Y VÁLVULA No. 10</u>		1 minuto
			Girar la Válvula No. 9 hacia arriba como se muestra en la imagen y después girar completamente hacia la izquierda la Válvula No. 10 que conecta con la Válvula No. 9.		
40	Operario Extruder	Producción	<u>REVISAR FUNCIONAMIENTO EXTRUDER</u>	No aplica.	5 minutos
			Revisar que el extruder este expulsando la harina de manera adecuada, debe revisar que este funcionando con normalidad.		
41	Operario Extruder	Producción	<u>ABRIR VÁLVULA PROPORCIONAL (VÁLVULA No. 5)</u>		5 minutos
			Abrir la válvula proporcional girando la llave mariposa hacia la izquierda, debe parar de girar la llave mariposa cuando se obtenga en el manómetro la figura mostrada.		

PROCEDIMIENTO: Encendido del Extruder

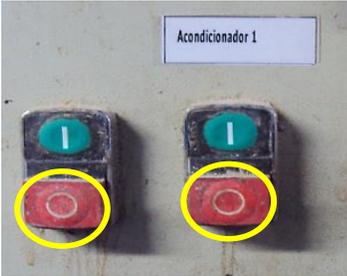
PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
42	Operario Extruder	Producción	<u>ABRIR VÁLVULA No. 12 Y VÁLVULA No. 11</u>		1 minuto
			Girar la Válvula No. 12 hacia arriba como se muestra en la imagen y después girar completamente hacia la izquierda la Válvula No. 11 que conecta con la Válvula No. 12		
43	Operario Extruder	Producción	<u>CERRAR VÁLVULA No. 9 Y VÁLVULA No. 10</u>		1 minuto
			Cuando la temperatura de la salida del extruder se estabilice entre 130°C y 140°C, Cerrar Válvula No. 9 girando la manija hacia abajo y cerrar válvula No. 10 girando la manija hacia la derecha.		
44	Operario Extruder	Producción	<u>CERRAR CAMBIAVÍAS</u>		17 minutos
			Esperar 15 minutos para que se realice un reproceso en todo el sistema realizando constantemente muestras y después proceder ha girar la perilla de color negro hacia el círculo rojo, el cual indica que el cambiavías está cerrado. Se cierra el cambiavías, para enviar a las piscinas la soya ya extruída.		

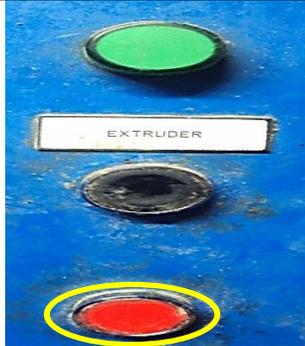
Fuente: Las Autoras

5.1.2 Apagado Del Extruder

Figura 5.2 Manual Apagado del Extruder

FECHA DEL LEVANTAMIENTO: 26 de abril de 2014				PÁGINA No: 1 de 4	
PROCEDIMIENTO: Cómo Apagar el Extruder					
PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
1	Operario Extruder	Producción	<u>APAGAR ALIMENTADOR DEL MOLINO</u>		1 Segundo
			Oprimir el botón rojo correspondiente al alimentador del molino.		
2	Operario Extruder	Producción	<u>CERRAR VÁLVULA PROPORCIONAL</u>		5 Segundos
			Girar la válvula proporcional (color rojo) hacia la derecha hasta que el tablero quede en cero (parte inferior izquierda del tablero, toda de color rojo).		
3	Operario Extruder	Producción	<u>APAGAR ACONDICIONADOR DE</u>		1 Segundo
			Oprimir el botón rojo correspondiente al Acondicionador de Harinas.		

FECHA DEL LEVANTAMIENTO: 26 de abril de 2014				PÁGINA No: 2 de 4	
PROCEDIMIENTO: Cómo Apagar el Extruder					
PASO No.	EMPLEADO	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
4	Operario Extruder	Producción	<u>APAGAR ACONDICIONADOR 1</u>		1 Segundo
			Oprimir ambos botones de color rojo correspondientes al Acondicionador 1.		
5	Operario Extruder	Producción	<u>APAGAR EL ALIMENTADOR</u>		1 Segundo
			Oprimir el botón rojo correspondiente al alimentador.		
6	Operario Extruder	Producción	<u>VERIFICAR LA CONDICIÓN DEL</u> Verificar que el extruder no posea	No aplica	5 segundos
7	Operario Extruder	Producción	<u>CERRAR VÁLVULA No.11</u>		10 segundos
			Girar la válvula No.11 hacia la derecha hasta que quede completamente retirada del manómetro.		

FECHA DEL LEVANTAMIENTO: 26 de abril de 2014				PÁGINA No: 3 de 4	
PROCEDIMIENTO: Cómo Apagar el Extruder					
PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
8	Operario Extruder	Producción	<u>CERRAR VÁLVULA No.9</u>		2 Segundos
			Cerrar la válvula No.9, girándola hacia la derecha. (Llave que se encuentra justamente debajo del manómetro del extruder).		
9	Operario Extruder	Producción	<u>APAGAR EL EXTRUDER</u>		2 Segundos
			Oprimir el botón rojo correspondiente al extruder.		
10	Operario Extruder	Producción	<u>REVISIÓN FÍSICA AL EXTRUDER</u>		5 Minutos
			<ol style="list-style-type: none"> 1. Destapar los dados (orificios por donde sale la harina del extruder). 2. Abrir el extruder con cuidado para evitar correr el riesgo de quemarse, desatornillando y retirando el flanche (tapa que contiene los dados). 		

FECHA DEL LEVANTAMIENTO: 26 de abril de 2014				PÁGINA No: 4 de 4	
PROCEDIMIENTO: Cómo Apagar el Extruder					
PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
11	Operario Extruder	Producción	<u>DESOCUPAR EL EXTRUDER</u>		10 Minutos
			<p>1. Se enciende el extruder de nuevo al oprimir el botón negro correspondiente a éste, con el fin de que la máquina expulse la harina que queda en el cañón.</p> <p>2. La harina expulsada debe enviarse a reproceso.</p> <p>3. Apagar el Extruder con el botón correspondiente.</p>		
12	Operario Extruder	Producción	<u>APAGAR EL VAPOR DEL SISTEMA</u>		3 Minutos
			<p>Cerrar la llave (Válvula No.1) que proporciona el vapor desde la caldera (5 vueltas a la derecha).</p>		

Fuente: Las Autoras

5.1.3 Limpieza Del Extruder

Figura 5.3 Manual Limpieza del Extruder

FECHA DEL LEVANTAMIENTO: 12 de abril de 2014			PÁGINA No: 1 de 4		
PROCEDIMIENTO: Limpieza del Extruder					
PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
1	Operario Extruder	Producción	<u>APAGAR POR COMPLETO EL EXTRUDER</u>	 	16 minutos
			<p>Todo el sistema del extruder debe estar apagado por seguridad del operario, buscando una facilidad y calidad en la limpieza a ejecutar (mirar procedimiento: Como Apagar el</p>		
2	Operario Extruder	Producción	<u>LIMPIEZA TOLVA HARINA FRIJOL SOYA</u>	 	El tiempo en cada una de las actividades aquí descritas, debe ser distribuido por el operario, teniendo en cuenta que solo dispone de una jornada laboral para realizarlo (8 horas).
			<p>Limpiar por medio de una espátula todo lo adherido a las paredes de la tolva (pegas). Para realizar esta acción el operario puede introducirse dentro de la tolva pero lo debe hacer con sumo cuidado.</p>		
3	Operario Extruder	Producción	<u>ENCENDER Y APAGAR</u>	 	
			<p>Se debe encender los equipos de izquierda a derecha, con la finalidad de desocupar todo lo que se extrajo de la tolva de harina frijol soya. Después de esperar 7 minutos se procede a apagar de nuevo el sistema (mirar procedimiento: Encendido del Extruder y Como Apagar el Extruder) .</p>		
4	Operario Extruder	Producción	<u>LIMPIEZA ALIMENTADOR HARINA FRIJOL SOYA</u>		
			<p>Realizar la limpieza por medio de espátulas, mismo objetivo: retirar pegas adheridas a las paredes.</p>		
5	Operario Extruder	Producción	<u>LIMPIEZA ACONDICIONADOR 1 " ACONDICIONADOR DE DOBLE EJE"</u>	 	
			<p>La limpieza también se realiza por medio de espátulas, mismo objetivo: retirar pegas adheridas a las paredes.</p>		

FECHA DEL LEVANTAMIENTO: 12 de abril de 2014				PÁGINA No: 2 de 4	
PROCEDIMIENTO: Limpieza del Extruder					
PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
6	Operario Extruder	Producción	<u>LIMPIEZA ACONDICIONADOR 2</u>		El tiempo en cada una de las actividades aquí descritas, debe ser distribuido por el operario, teniendo en cuenta que solo dispone de una jornada laboral para realizarlo (8 horas).
			La limpieza también se realiza por medio de espátulas, mismo objetivo: retirar pegas adheridas a las paredes.		
7	Operario Extruder	Producción	<u>ENCENDER Y APAGAR</u>		
			Se debe encender los equipos de izquierda a derecha, con la finalidad de desocupar todo lo que se extrajo de los acondicionadores. Después de esperar 7 minutos se procede a apagar de nuevo el sistema (mirar procedimiento: Encendido del Extruder y Como Apagar el Extruder) .		
8	Operario Extruder	Producción	<u>LIMPIAR BAJANTE QUE ALIMENTA AL EXTRUDER</u>		
			Abrir la rejilla que posee esta bajante con la finalidad de efectuar bien la limpieza. Se ha de aclarar que el extruder no se limpia. Objetivo: retirar pegas adheridas a las paredes.		
9	Operario Extruder	Producción	<u>LIMPIEZA TRANSPORTADOR EVACUADOR SOYA EXTRUIDA</u>		
			Realizar la limpieza de la "pega " por medio de una espátula. Para realizar esta limpieza se debe retirar el aluminio que rodea el final del extruder.		
10	Operario Extruder	Producción	<u>LIMPIEZA DE LOS CICLONES</u>		
			Abrir una rejilla ubicada en la mitad que cada uno de los ciclones, y realizar la limpieza por medio de una espátula.		

FECHA DEL LEVANTAMIENTO: 12 de abril de 2014				PÁGINA No: 3 de 4	
PROCEDIMIENTO: Limpieza del Extruder					
PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
11	Operario Extruder	Producción	<u>EXPULSAR RESIDUOS</u>		El tiempo en cada una de las actividades aquí descritas, debe ser distribuido por el operario, teniendo en cuenta que solo dispone de una jornada laboral para realizarlo (8 horas).
			Los residuos que van saliendo a lo largo de la limpieza y están en el sistema, se proceden a sacar por medio de la bajante que conecta con el enfriador, para esto abrir la rejilla que este posee.		
12	Operario Extruder	Producción	<u>LIMPIEZA DEL MOLINO</u>		
			Limpiar el molino, valga la aclaración de que este debe estar apagado. Su limpieza completa se logra destapándolo y limpiando con una espátula las pegas acumuladas en las paredes de este.		
13	Operario Extruder	Producción	<u>LIMPIEZA EVACUADOR MOLINO HARINA FRIJOL SOYA</u>		
			Para realizar la limpieza adecuada se quita la tapa que posee en la parte superior y se procede a limpiar.		
14	Operario Extruder	Producción	<u>LIMPIEZA ELEVADOR HARINA FRIJOL SOYA</u>		
			Retirar la tapa pequeña que se encuentra en la parte inferior de este y sacar la harina que esta adherida en las paredes.		

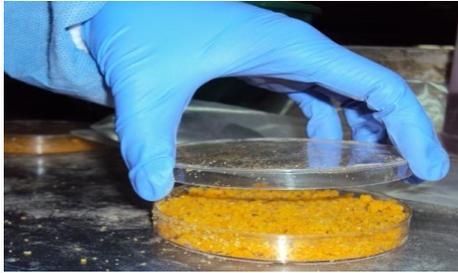
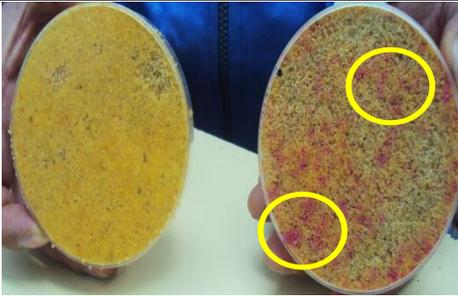
FECHA DEL LEVANTAMIENTO: 12 de abril de 2014				PÁGINA No: 4 de 4	
PROCEDIMIENTO: Limpieza del Extruder					
PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
15	Operario Extruder	Producción	<u>LIMPIEZA ENFRIADOR</u>		El tiempo en cada una de las actividades aquí descritas, debe ser distribuido por el operario, teniendo en cuenta que solo dispone de una jornada laboral para realizarlo (8 horas).
			Se ha de tener en cuenta que el enfriador se limpia cuando es estrictamente necesario y se procede a realizar lo nombrado anteriormente en las limpiezas (retirar pegas adheridas a las paredes).		
16	Operario Extruder	Producción	<u>LIMPIEZA EVACUADOR SOYA EXTRUIDA</u>		
			Limpiar este evacuador destapándolo de la parte superior y eliminando las pegas acumuladas en las paredes de este.		
17	Operario Extruder	Producción	<u>LIMPIEZA OTROS ELEVADORES</u>		
			Estos elevadores se limpian cuando es estrictamente necesario, eliminando la pega acumulada en las paredes.		

Fuente: Las Autoras

5.1.4 Soya Test Hecho Por El Operario Del Extruder

Figura 5.4 Manual Soya Test Hecho por el Operario del Extruder

FECHA DEL LEVANTAMIENTO: 4 de Mayo de 2014				PÁGINA No: 1 de 2	
PROCEDIMIENTO: Procedimiento SoyaTest hecho por el operario del extruder					
PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
1	Operario	Producción	<u>RETIRAR MUESTRA A EVALUAR</u>		2 Minutos
			Con cuidado retirar una pequeña cantidad de soja extruida a la salida del extruder. Dejarla enfriar un poco.		
2	Operario	Producción	<u>DEPOSITAR MUESTRA EN RECIPIENTE</u>		1 minuto
			Tomar un poco de la soja retirada y llenar la cajita redonda y transparente donde se realiza la prueba.		
3	Operario	Producción	<u>APLICAR SOYATEST</u>		1 minuto
			Una vez la muestra se encuentre en el recipiente transparente, aplicar en TODA la superficie, el SoyaTest.		

FECHA DEL LEVANTAMIENTO: 4 de Mayo de 2014				PÁGINA No: 2 de 2	
PROCEDIMIENTO: Procedimiento SoyaTest hecho por el operario del extruder					
PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
4	Operario	Producción	<u>TAPAR RECIPIENTE</u>		5 segundos
			Colocar la tapa correspondiente al recipiente.		
5	Operario	Producción	<u>ESPERAR TIEMPO</u>		5 minutos
			El operario deberá supervisar la muestra a los cinco minutos de haberle realizado el procedimiento anterior. Al cabo de dicho tiempo la muestra no debe presentar puntos de color rojo.		
6	Operario	Producción	<u>EN CASO DE PRESENTAR PUNTOS ROJOS</u>		10 minutos
			En caso de presentar puntos de color rojo, el operario deberá esperar otros cinco minutos y revisar. En caso de aumentarse los puntos rojos, deberá enviar toda la carga a reproceso.		

FECHA DEL LEVANTAMIENTO: 4 de Mayo de 2014				PÁGINA No: 3 de 3	
PROCEDIMIENTO: Procedimiento SoyaTest hecho por el operario del extruder					
PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
4	Operario	Producción	<u>REGISTRAR RESULTADOS OBTENIDOS</u>	No aplica	1 minuto
			Diligenciar el formato o planilla correspondiente al tiempo y a los resultados arrojados por el SoyaTest.		

Fuente: Las Autoras

5.1.5 Limpieza Y Procedimiento Al Presentarse Un Alto En La Producción Por Exceso De Carga

Figura 5.5 Limpieza Y Procedimiento Al Presentarse Un Alto En La Producción Por Exceso De Carga

FECHA DEL LEVANTAMIENTO: 26 de Abril de 2014				PÁGINA No: 1 de 4	
PROCEDIMIENTO: Limpieza y procedimiento al presentarse un alto en la producción por exceso de carga					
PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
1	Operario Extruder	Producción	<p><u>DESOCUPAR EL ENFRIADOR</u></p> <p>Debe desocuparse el enfriador para evitar que al momento de limpiar las vías que han sido obstruidas en el proceso de extrusión, se mezclen la harina ya cocinada con la que aún se encuentre cruda.</p>		5 minutos
2	Operario Extruder	Producción	<p><u>DESTAPAR EL EXTRUDER</u></p> <p>El Flanche (tapa con orificios) debe desatronillarse y retirarse del extruder para poder limpiar y retirar la harina que se ha atascado en los orificios por los que ha de pasar. El material atascado debe enviarse a reproceso.</p>		15 minutos

PROCEDIMIENTO: Limpieza y procedimiento al presentarse un alto en la producción por exceso de carga

PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
3	Operario Extruder	Producción	<u>ENCENDER Y APAGAR EL EXTRUDER</u>		5 minutos
			<p>El extruder debe encenderse y apagarse repetidas veces para hacer que el material que se encuentre en la máquina circule y logre expulsarse para luego enviarse a reproceso.</p>		
4	Operario Extruder	Producción	<u>EN CASO DE NO FUNCIONAR LOS PASOS ANTERIORES</u>	No aplica	Tiempo que el personal de mantenimiento considere pertinente.
			<p>Si una vez desatascado el extruder el sistema aún no enciende, puede ser una falla eléctrica la cual debe dejarse en manos del personal de mantenimiento.</p> <p>Esto sucede porque al exigirle mucho a los motores de las máquinas, éstos reciben mucho amperaje y para no quemarse el motor posee un límite y se apaga.</p>		

PROCEDIMIENTO: Limpieza y procedimiento al presentarse un alto en la producción por exceso de carga

PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
5	Operario Extruder	Producción	REVISAR LA TOLVA DE		2 minutos
			Una vez resuelta la falla ocurrida, debe revisarse de forma física (personalmente) si la tolva de alimentación se encuentra llena o vacía.		
6	Operario Extruder	Producción	ENCENDIDO DEL SISTEMA		15 minutos
			<p>Para poner de nuevo en funcionamiento el sistema, debe hacerse en el siguiente orden:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tornillo superior 2. Elevador Soya 3. Evacuador 4. Enfriador 5. Transportador Evaporador 6. Extruder (Encender y apagar) 7. Acondicionador <p><u>Recomendación:</u> El extruder y el molino no deben encenderse al tiempo por poseer, ambos, motores grandes.</p>		

PROCEDIMIENTO: Limpieza y procedimiento al presentarse un alto en la producción por exceso de carga

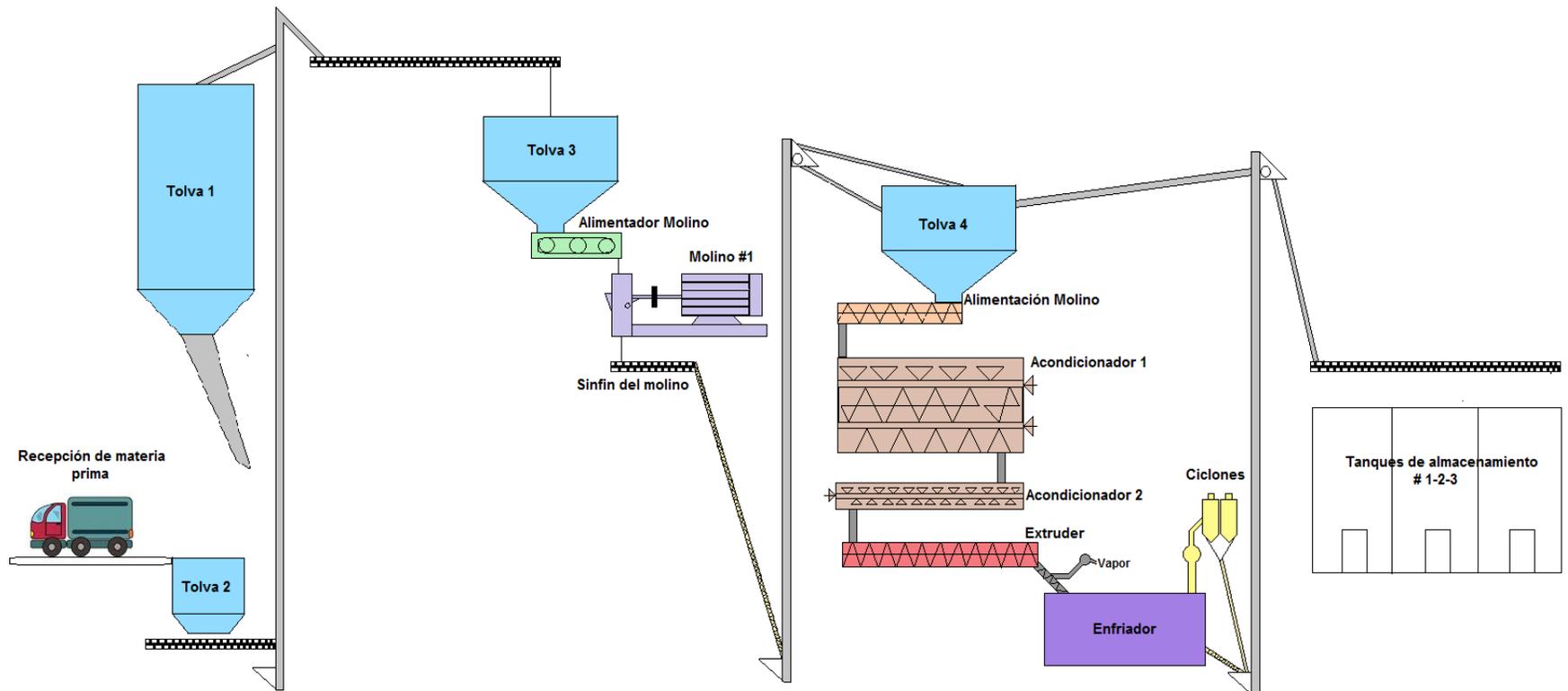
PASO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	TIEMPO
7	Operario Extruder	Producción	<p><u>PONER EN FUNCIONAMIENTO EL EXTRUDER:</u></p> <p>Una vez el sistema este en funcionamiento debe encenderse el extruder de la siguiente manera:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Debe taparse adecuadamente el extruder, de tal manera que los tornillos queden fijos. 2. Se enciende el sistema desde el ventilador hasta el extruder (en orden). 3. En caso de encontrarse obstruidos o tapados los dados, deben destaparse con un palito. 4. Deben abrirse las válvulas para que caliente el extruder (Inyección de vapor). 5. Una vez el extruder alcance la temperatura requerida, manualmente se debe taparse el enfriador. 6. Debe taparse la salida del extruder con ayuda de un martillo de caucho. 7. Por precaución la soya que es expulsada antes de alcanzar la temperatura requerida, debe ser reprocesada. 	NO APLICA	15 minutos

Fuente: Las Autoras

5.2 APLICACIÓN METODOLOGÍA HACCP

5.2.1 Principio 1. Elaborar el análisis de peligros:

Figura 0.1 Diagrama Proceso de Extrusión planta ALBATEQ



Fuente: Las Autoras

Análisis de peligros

- Etapa de Recepción: En esta etapa se descarga la materia prima. Debido a diversos factores los peligros que aquí competen son de tipo:
 - Físicos: pueden encontrarse insectos, partes de roedores o pájaros; cabe aclarar que los insectos pueden introducir microorganismos patógenos en la materia prima. También pueden encontrarse piedras, trozos de madera o incluso metales. Dichos agentes deben extraerse de la materia prima, ya que pueden causar atascamientos en alguna etapa del proceso.
 - Biológicos: gracias a las condiciones en las que puede llegar la materia prima (humedad) se vuelve un medio apto en el cual puedan llegar a desarrollarse microorganismos que la afecten, gracias al oxígeno proporcionado y la proteína contenida.
- Etapa de Molienda: En esta etapa el frijol soya es sometido a su transformación en tamaño para su respectivo tratamiento. Los peligros que pueden identificarse pueden ser de tipo:
 - Físico-Químico: Se evalúa que la soya molida tenga las características de tamaño adecuadas para ser procesado. Esto se hace por medio del método de granulometría para garantizar la destrucción de factores antinutricionales en la cocción o extrusión y también para que el tamaño no sea un problema en el proceso (atascamiento en las boquillas).
 - Físico: El buen estado de los equipos es de vital importancia, ya que de ello depende el éxito de la actividad de esta etapa (martillos del molino). A su vez debe cuidarse de la presencia de tornillos o tuercas sueltas del mismo sistema, ya que esto puede ocasionar daños en el molino o incluso llegar al proceso de extrusión y atascar las boquillas.
 - Químico: al presentarse inconvenientes como los anteriormente mencionados, se ve en la obligación de apagar el sistema para

solucionarlos, esto podría ocasionar una contaminación en la harina que se encuentre en proceso.

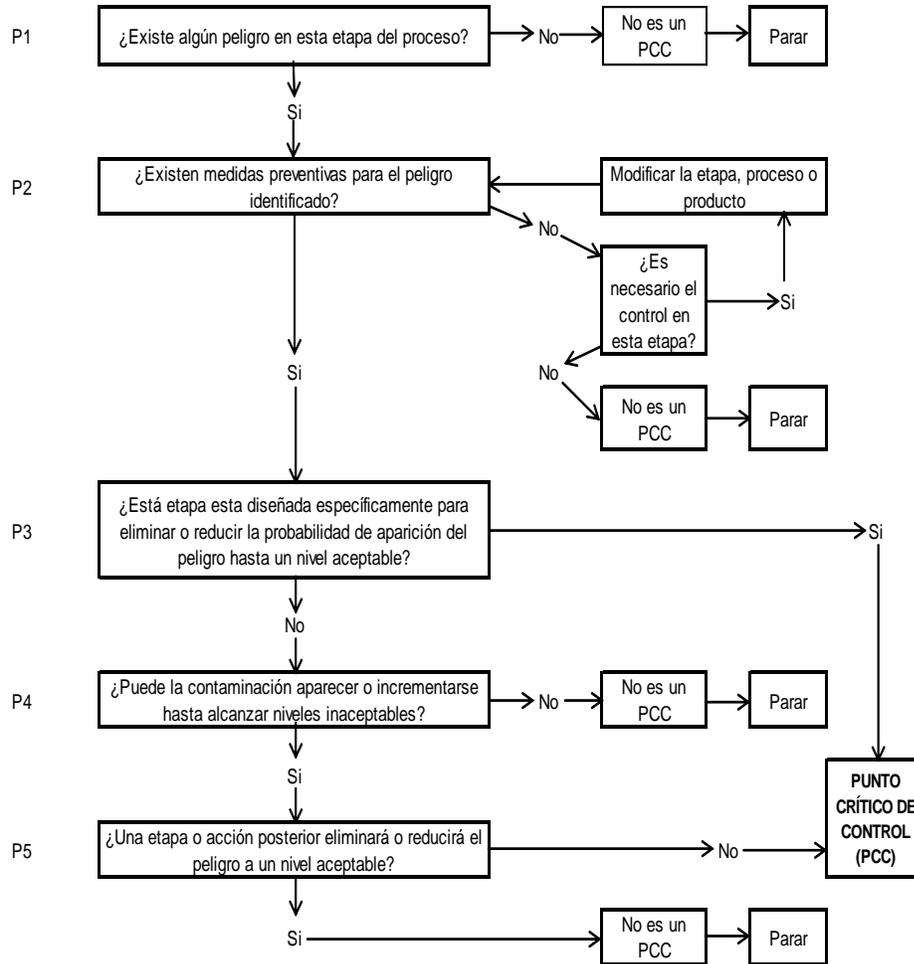
- Etapa de Acondicionamiento: Esta etapa es la encargada de proporcionar las condiciones de humedad y temperatura iniciales para la soya a extruir. Los peligros que aquí pueden identificarse son de tipo:
 - Químico-Biológico: Debido al tratamiento térmico al que es sometida la soya, debe mantenerse la temperatura y humedad adecuada para destruir los factores antinutricionales y los microorganismos que esta pueda contener.
- Etapa de Extrusión: Los peligros que pueden identificarse en esta etapa son de tipo:
 - Químico: Este es el proceso encargado de eliminar los inhibidores de tripsina contenidos en la soya, por lo que se debe mantener atención constante en las temperaturas y en las condiciones en las que va saliendo la harina ya extruida.
 - Biológico: Este proceso es el encargado de terminar de destruir los microorganismos que pueda traer consigo la soya, aunque gracias al tratamiento térmico anterior a este paso, el riesgo biológico en la extrusión es mínimo.
- Etapa de Enfriamiento: Los peligros que pueden identificarse en esta etapa son de tipo:
 - Físico: En esta etapa la temperatura con la cual vaya a ser almacenada posteriormente la soya es muy importante, ya que si la temperatura se encuentra en valores muy altos puede llegar a reaccionar con la grasa contenida y puede llegar a incendiarse y quemarse por completo.
 - Químico: Gracias al porcentaje de grasa contenido en la soya, si la temperatura no es la adecuada (10°C por encima de la temperatura ambiente), esta puede llegar a oxidarse causando rancidez en la soya.
- Etapa de Almacenamiento: En esta etapa se almacena la materia prima hasta ser empleada en el proceso productivo. Los peligros que pueden identificarse pueden ser de tipo:

- Química: Debe evitarse la mezcla de harinas (harinas que no hayan pasado por un proceso térmico con harinas ya procesadas) y/o con otros ingredientes.
- Biológica: Debe evitarse que la harina se moje, ya que como anteriormente fue mencionado, al crearse más humedad, puede ser un medio apto para el desarrollo de microorganismos.

5.2.2 Principio 2. Identificar los puntos críticos de control

Para identificar los puntos críticos de control presentados en el proceso de Extrusión en la empresa ALBATEQ, se tomó cada uno de los procedimientos llevados a cabo para la extrusión del frijol soya y se les aplicó respectivamente cada una de las preguntas mostradas en la Figura 5.7.

Figura 0.2 Árbol de decisiones para los PCCS



Fuente: Adaptado por las autoras, tomado de HACCP: Enfoque práctico de Sara Mortimore y Carol Wallace (Pág. 103)

Gracias a las preguntas establecidas para la determinación de los puntos críticos de control se obtuvo la Tabla 5.1, donde se observa cuáles son los peligros potenciales que existen en este proceso.

Tabla .5.1 Puntos Críticos de Control en el Proceso de Extrusión

Etapa del Proceso	P1	P2	P3	P4	P5	¿PCC?	Riesgo
Recepción Frijol Soya	Si	Si	Si	-	-	Si	Físico - Biológico
Tolva Almacenamiento Frijol Soya	No	-	-	-	-	No	-
Alimentador Frijol Soya	No	-	-	-	-	No	-
Elevador Frijol Soya	No	-	-	-	-	No	-
Tornillo Superior 1 Frijol Soya	No	-	-	-	-	No	-
Alimentador Molino Frijol Soya	No	-	-	-	-	No	-
Molino Frijol Soya	Si	Si	Si	-	-	Si	Físico - Químico
Evacuador Molino Harina Frijol Soya	No	-	-	-	-	No	-
Elevador Harina Frijol Soya	No	-	-	-	-	No	-
Tolva Harina Frijol Soya	No	-	-	-	-	No	-
Alimentador Harina Frijol Soya	No	-	-	-	-	No	-
Acondicionador 1 Harina Frijol Soya	Si	Si	Si	-	-	Si	Químico - Biológico
Acondicionador 2 Harina Frijol Soya	Si	Si	Si	-	-	Si	Químico - Biológico
Extruder Harina Frijol Soya	Si	Si	Si	-	-	Si	Químico - Biológico
Transportador Evaporador Soya Extruida	No	-	-	-	-	No	-
Enfriador Soya Extruida	Si	Si	No	Si	No	Si	Químico - Físico
Evacuador Soya Extruida	No	-	-	-	-	No	-
Elevador Soya Extruida	No	-	-	-	-	No	-
Tornillo Superior 2 Soya Extruida	No	-	-	-	-	No	-
Bodega Soya Extruida (Almacenamiento)	Si	Si	No	Si	No	Si	Biológico
Cabezas y Colas (contaminación cruzada)	Si	Si	No	Si	No	Si	Químico - Biológico

Fuente: Adaptado por las autoras, tomado de HACCP: Enfoque práctico de Sara Mortimore y Carol Wallace (Pág. 108)

5.2.3 Principio 3. Establecer los límites críticos para las medidas preventivas asociadas con cada PCC:

Tabla 5.2 Límites Críticos de los Puntos Críticos de Control

Etapa	PCC N°	Peligro	Límites Críticos	
			Medida Preventiva	Límite Crítico
Recepción de Materia Prima	1.1	Contaminación de partículas ajenas a la materia prima (piedras, palos, etc.).	Revisión del porcentaje de partículas ajenas presentes en la materia prima.	Por 5 kilos de muestra, máximo 2% de partículas ajenas.
	1.2	Infestación "plagas".	Revisión de la materia prima.	Total ausencia de plagas (libre de infestación).
	1.3	Límites de humedad presentes en el frijol soya.	Revisión del porcentaje de humedad presente en la materia prima.	Humedad Máxima 14% - 15%.
Molino Frijol Soya	2	Tamaño inadecuado de la partícula molida.	Revisión del tamaño de las partículas de soya. Revisión del adecuado funcionamiento y correcto estado de los martillos que componen el molino.	Tamaño de la partícula de soya entre 2,5 ml y 3 ml de diámetro.
Acondicionador 1 y 2 de Harina Frijol Soya	3	Porcentaje de humedad y temperatura	Verificar y mantener la proporción de vapor adecuada.	Humedad Mínima 15% y temperatura 80°C.
Extruder Harina Frijol Soya	4.1	No alcanzar los parámetros mínimos establecidos en la harina a la salida del extruder.	Suministrar la adecuada cantidad de vapor para lograr la temperatura en la cual los inhibidores de tripsina desaparecen.	*Inhibidores de tripsina máximo 1,75 mg/g. *Actividad ureasica máximo 0,03. *Solubilidad en KOH mínimo 75%-80%.
	4.2	Mantener la temperatura adecuada, con la finalidad de no quemar las proteínas que se encuentran en la harina de soya.	Revisión de la temperatura en el Extruder.	Temperatura entre 127°C y 133°C.
Enfriador Soya Extruida	5.1	Rancidez de la Soya	Adecuado funcionamiento del enfriador.	La soya extruida debe salir del enfriador con 10°C por encima de la temperatura ambiente.
	5.2	Harina de Soya extruida - incendiada	Adecuado funcionamiento del enfriador.	La soya extruida debe salir del enfriador con 10°C por encima de la temperatura ambiente.
Bodega Soya Extruida (Almacenamiento)	6	Contaminación, (harina ya extruida se moje o se mezcle con otras harinas).	Adecuado almacenamiento.	Harina de soya ya extruida libre de contaminación, no puede estar mojada ni mezclada con otro ingredientes.
Cabezas y Colas (contaminación cruzada)	7	Contaminación de harina extruida con harina sin extruir.	Revisión de la T°C y apariencia de la harina.	Temperatura 130°C a la salida del extruder.

Fuente: Adaptado por las autoras, tomado de HACCP: Enfoque práctico de Sara Mortimore y Carol Wallace (Pág. 116)

5.2.4 Principio 4. Establecer los procedimientos de monitoreo:

Tabla 5.3 Vigilancia en los Puntos Críticos de Control

Etapa	PCC N°	Vigilancia		
		Procedimiento	Frecuencia	Responsable
Recepción de Materia Prima	1.1	Tomar 5 kilos de materia prima antes del descargue del camión, separar las partículas ajenas del frijol soya, pesar respectivamente y establecer porcentajes.	Cada nueva descarga de Materia Prima	Departamento Control de Calidad
	1.2	Revisar frijol soya.	Cada nueva descarga de Materia Prima	Departamento Control de Calidad
	1.3	Realizar la respectiva prueba de humedad en una ración de la materia prima, colocar en estufa durante 30°C por 2 horas.	Cada nueva descarga de Materia Prima	Departamento Control de Calidad
Molino Frijol Soya	2	Medir la partícula de soya.	Constantemente	Operario
Acondicionador 1 y 2 de Harina Frijol Soya	3	Revisar las temperaturas registradas en el tablero de control	Constantemente	Operario
Extruder Harina Frijol Soya	4.1	Realizar el Soya Test a la harina ya extruida.	Cada hora	Operario.
	4.2	Revisar la temperatura marcada por el Extruder en el tablero de control.	Constantemente	Operario.
Enfriador Soya Extruida	5.1	Revisar la temperatura de la soya extruida después de pasar por el enfriador.	Cada hora	Operario.
	5.2	Revisar la temperatura de la soya extruida después de pasar por el enfriador.	Cada hora	Operario.
Bodega Soya Extruida (Almacenamiento)	6	Revisión de la harina de soya ya extruida en las respectivas bodegas de almacenamiento, (se toma una muestra de cada una de las bodegas).	Diariamente	Departamento Control de Calidad
Cabezas y Colas (contaminación cruzada)	7	Cambio de vías para enviar a reproceso.	Cada vez que se prende y apaga el sistema de Extrusión.	Operario

Fuente: Adaptado por las autoras, tomado de HACCP: Enfoque práctico de Sara Mortimore y Carol Wallace (Pág. 116)

5.2.5 Principio 5. Establecer las acciones correctivas a tomar cuando se identifica una desviación:

Tabla 5.4 Acciones Correctivas en los Puntos Críticos de Control

Etapa	PCC N°	Acción Correctora	
		Procedimiento	Responsable
Recepción de Materia Prima	1.1	Devolución de Materia Prima y posterior a esto diálogos con el proveedor.	Departamento Control de Calidad
	1.2	Devolución inmediata de Materia Prima.	Departamento Control de Calidad
	1.3	Devolución de Materia Prima y posterior a esto diálogos con el proveedor.	Departamento Control de Calidad
Molino Frijol Soya	2	Moler de nuevo las partículas de soya que no salieron con las medidas adecuadas (reproceso).	Operario
Acondicionador 1 y 2 de Harina Frijol Soya	3	Suministrar mas vapor o bajar la presión de vapor (debe estar entre 30 y 40 psi).	Operario
Extruder Harina Frijol Soya	4.1	Mandar a reproceso toda la harina de soya que contiene inhibidores de tripsina.	Operario
	4.2	Inyectar mas o menos vapor, dependiendo de la temperatura en que el Extruder se encuentre.	Operario
Enfriador Soya Extruida	5.1	Aumentar la velocidad del ventilador mediante el variador de frecuencia.	Operario
	5.2	Incrementar el tiempo de residencia en el enfriador disminuyendo r.m.p. mediante variador de velocidad o disminuyendo la carga de alimentación.	Operario
Bodega Soya Extruida (Almacenamiento)	6	Reproceso de harina de soya.	Departamento Control de Calidad
Cabezas y Colas (contaminación cruzada)	7	Reproceso de harina de soya.	Operario

Fuente: Adaptado por las autoras, tomado de HACCP: Enfoque práctico de Sara Mortimore y Carol Wallace (Pág. 116)

5.2.6 Principio 6. Establecer un sistema efectivo de registro, que documente el plan de operación HACCP:

Con miras a establecer un plan HACCP adecuado, la documentación y los registros de las actividades a los puntos críticos de control, se han de diseñar formatos que permitan un análisis constante de cada uno de los cuidados y peligros que deben tenerse en cuenta en la empresa.

Lo ideal sería aplicar un formato a cada uno de los PCCs, pero pensando en el orden y la comodidad de la organización, el trabajo aquí planteado propone un solo formato para el control de los PCCs que se consideren como indispensables en el proceso tratado durante el desarrollo de este proyecto (Extrusión de Fríjol Soya), evitando así, el exceso de documentación que posiblemente traería consecuencias no tan positivas en un futuro, como un efecto contraproducente en el proceso (Figura 5.8).

5.2.7 Principio 7. Establecer el sistema de verificación y seguimiento a través de información suplementaria:

El empleo de recursos externos a la empresa y con experiencia para contrastar el estudio y garantizar que se han incluido todos los aspectos importantes, especialmente en el caso de que el plan HACCP haya sido desarrollado por un equipo con una experiencia limitada o si el estudio cubre un tipo de producto o tecnología que es nuevo en la empresa.

La verificación es la confirmación de que se han implantado las medidas de control en el proceso, es decir, una vez que el plan HACCP se ha establecido en la práctica.

Las actividades de verificación incluyen auditorías del sistema HACCP, revisiones y análisis de la información proveniente de los registros de los PCCs para garantizar su cumplimiento, muestreos y análisis microbiológicos y químicos del producto, revisión de los registros de quejas de los consumidores y de la calibración del equipo. La verificación es una actividad continua.

En el proyecto que aquí se plantea, se ha propuesto un plan HACCP, el cual se encuentra en prueba y/o en marcha, por lo cual la empresa a la cual está siendo aplicado (ALBATEC S.A), tomará más adelante, las medidas pertinentes a auditorías o supervisiones externas e incluso a la permanencia del plan sugerido.

CAPÍTULO 6. MEJORAS

6.1 Espacio Entre Molino Y Enfriador

La ubicación de cada uno de los equipos utilizados durante el proceso de extrusión en la planta de ALBATEQ posee un propósito, cada uno de ellos está ubicado de manera secuencial en orden de realizar de manera adecuada y eficiente todo el proceso de extrusión del frijol soya. La ubicación de estos equipos tiene en cuenta los espacios necesarios para el movimiento de materia prima, almacenamiento y el movimiento de los operarios, de ahí la importancia de la ubicación en cada uno de ellos. Además de las razones nombradas anteriormente es importante tener en cuenta los espacios adecuados entre ellos mismos, buscando no dar cabida a ningún tipo de contaminación por la mezcla accidental de la materia prima en diferentes fases del procedimiento realizado.

Según el estudio de los puntos críticos de control en el plan HACCP y con la idea expuesta en el párrafo anterior, las autoras de esta tesis sugirieron a la empresa ALBATEQ separar el molino frijol soya del enfriador soya extruida (Figura 6.1), ya que estos equipos se encontraban a una distancia muy cercana y además de esto realizan dos procedimientos en fases completamente extremas del proceso, una contaminación podría ser fatal para el resultado final del proceso.

Figura 6.1 Espacio reducido entre molino y enfriador.



Fuente: Las Autoras

La empresa ALBATEQ consideró la mejora propuesta por la autoras de la tesis y separó el molino del enfriador (Figura 6.2), buscando impedir lo señalado anteriormente. Esta fase no se consideró como un punto crítico de control debido a la modificación hecha por la empresa. La modificación permitió brindar más seguridad en los resultados del proceso de extrusión del frijol soya.

Figura 6.2 Espacio amplio entre el molino y enfriador.



Fuente: Las Autoras

6.2 Formato Llenado Por El Operario

Debido a que uno de los objetivos que tenían las autoras de esta tesis era realizar el plan HACCP y uno de sus principios incluye la elaboración de un sistema efectivo de registro que documente el plan de operación, se sugirió un nuevo formato para abarcar más control sobre la mayoría de los puntos críticos de control establecidos.

El formato utilizado actualmente en el proceso de extrusión (Figura 6.3) contempla principalmente aspectos relacionados con el Extruder, tales como su temperatura de entrada y salida, humedad de la soya al final de este y el soya test realizado a la salida del Extruder.

Figura 6.3 Formato utilizado actualmente por el operario.

ALIMENTOS BALANCEADOS TEQUENDAMA S.A REGISTRO DE PROCESO FRÍJOL SOTA EXTRUIDO											
ORIGEN: AMERICANO		MOTONAVE/PROVEEDOR:						LOTE: 152			
FECHA	HORA	CARGA DE EXTRUDER.	TI ENTRADA	TI SALIDA	PRESION DE VAPOR	HUMEDAD FINAL	PTOS ROJOS A LOS 15 MIN.	PTOS ROJOS A LOS 30 MIN.	PTOS ROJOS A LOS 45 MIN.	OBSERVACIONES	
26/05/16	6:30	1900	91.6	133	120		0	0	0	Pabito	
	6:40		91.7	133	120		0	0	0	DIA	
	6:40	se arreglo el extruder por				Falla	en el acondicionador de semillas sale de la cadena				
	8:30 Am		se Remedio de nuevo								
	9:00	1900	92.3	132	120		0	0	0		
	9:30		92.6	133	120		0	0	0		
	10:00		92.6	133	120		0	0	0		
	10:30		92.8	133.8	120		0	0	0		
	11:00		92.7	133	120		0	0	0		
	11:30		92.6	133	120		0	0	0		
	12:00		92.8	133	120		0	0	0		
	12:30		92.7	133.6	120		0	0	0		
	1:00		92.6	133	120		0	0	0		
	1:30		92.8	133	120		0	0	0		
	2:00		92.8	133	120		0	0	0		
	2:30		92.9	133	120		0	0	0		
	3:00		92.9	133	120		0	0	0		
	3:30		92.8	133	120		0	0	0		
	4:00		90.6	122	120		0	0	0		
	4:30		90.5	130	120		0	0	0		
	5:00		90.5	130	120		0	0	0		
	5:30		90.3	130	120		0	0	0		
	6:00		90.7	130	120		0	0	0		

Fuente: Las Autoras

El formato sugerido por las autoras de la tesis (figura 6.4) abarca no solo datos importantes del Extruder, sino que también incluye el registro de temperatura del acondicionador y del enfriador, los cuáles son algunos puntos críticos de control ya establecidos por el plan HACCP.

El formato anterior permite tener un mejor control sobre todo el proceso de extrusión, y además demuestra el adecuado funcionamiento del sistema HACCP. Los registros de este documento y el archivo del mismo pueden facilitar la toma de decisiones relacionadas con los puntos críticos de control.

6.3 Tolvas En Acero Inoxidable

Con el fin de buscar y aportar mejoras al proceso de extrusión en ALBATEQ S.A, se ha sugerido emplear materiales como el acero inoxidable en sus tolvas de alimentación. Dicho material permite una mejor limpieza y evita contaminación de tipo corrosiva a la soya, ya que gracias a sus tratamientos térmicos puede adherirse fácilmente a las paredes de las tolvas y contaminarse (Figura 6.5 y Figura 6.6).

Figura 6.5 Tolvas Usadas en ALBATEQ S.A



Fuente: Las Autoras

Figura 6.6 Tolva en Acero Inoxidable (Sugerida)



Fuente: Las Autoras

CONCLUSIONES

En el desarrollo de este proyecto se dio cumplimiento a cada uno de los objetivos establecidos, la empresa ALBATEQ nos permitió acceder y plasmar el conocimiento adquirido en cada una de las visitas, al igual que se investigó por otros medios cada una de las temáticas a tratar, logrando entender que el proceso de extrusión en ALBATEQ permite transformar las características organolépticas de la materia prima (frijol soya).

En este trabajo se logró caracterizar todo el proceso de extrusión de frijol soya realizado en ALBATEQ, desde la recepción de la materia prima hasta su almacenamiento, destacando la importancia en esta planta de realizar dicho proceso, entendiendo que el frijol debe pasar por el proceso de extrusión que debe satisfacer los requerimientos de calidad en cuanto a inhibidores de tripsina, índice de actividad ureasica, solubilidad, temperatura de almacenamiento, granulometría y flujo (Toneladas/hora) para lograr ser parte de la dieta (formula) de engorde del pollo, logrando la calidad y conversión del alimento balanceado en el pollo de engorde.

Los manuales del proceso de extrusión redactados y aquí plasmados, se convierten en una herramienta útil en el marco del sistema de gestión de calidad que ALBATEQ S.A. viene implementando, aportando a la productividad de la empresa, en la medida que se identificaron aspectos de la metodología HACCP en los mismos, y se le aporta el departamento de control de calidad y de producción de la empresa unos documentos que facilitan el proceso misional de la compañía.

10. REFERENCIAS (BIBLIOGRAFÍA Y CIBERGRAFIA)

- CORPOICA. (7 de Septiembre de 2010). *Engormix.com*. Recuperado el 17 de Febrero de 2014, de <http://www.engormix.com/MA-avicultura/nutricion/articulos/soya-principal-fuente-proteina-t3104/141-p0.htm>
- Camargo, F. (. (15 de Junio de 2014). Análisis a la soya extruida. (P. C. Pérez, Entrevistador)
- cassianos, C. (2001). HACCP. En S. M. Wallace, *HACCP* (pág. 145). Zaragoza, España: Acribia, S.A.
- Colombia-Fenavi-, F. n. (2012). Competitividad Avícola. *AVICULTORES Edición 194*, 9.
- Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI. (2013). *Líneas de investigación*.
<http://java.ecci.edu.co:8080/GEINVE/pagesApplication/pagina/documento/lineas/Linea%20GOPI.pdf> : ECCI.
- FENALCE. (2010). El cultivo de la soya, Historia e Importancia. *FENALCE Octubre-Noviembre*.
- G., R. (1995). *TECNOLOGÍA DE LA EXTRUSIÓN E IMPLICACIONES NUTRICIONALES*. Barcelona: Wenger Manufacturing Inc. XI Curso de Especialización FEDNA.
- GARZÓN, C. E. (2013). *Identificación de oportunidades de ahorro de energía en plantas de procesamiento de subproductos de la industria avícola en Colombia, caso albateq*. Anteproyecto para optar al título de Magister, Universidad Libre de Colombia.
- HERNÁNDEZ, C. (13 de Febrero de 2014). Entrevista personal jefe de planeación y logística ALBATEQ S.A. (P. C. Leydy Pérez, Entrevistador)
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). (2009). *Buenas prácticas de manufactura: una guía para pequeños y medianos agroempresarios*.
- ISO, N. (2008). *Normas9000.com*. Recuperado el 17 de Febrero de 2014, de <http://www.normas9000.com/que-es-iso-9000.html>
- NUTRIANALISIS. (s.f.). *nutrianalysis.com.co*. Recuperado el 18 de Junio de 2014, de <http://www.nutrianalysis.com.co/soyatest.html>
- PERILLA, M. C. (1997). "Effect of temperatura of wet extrusión on the nutritional value of full-fat soyabeans for broiler chickens". *Revista No.38*, 413.
- Porta, A. V. (1993). *EL PROCESO DE EXTRUSIÓN EN CEREALES Y HABAS DE SOJA*. Barcelona.

- RIAZ, M. N. (2000). En M. N. RIAZ, *Extrusores en las aplicaciones de alimentos* (pág. 4 y 5.). ACRIBIA, S.A.
- RIAZ, M. N. (2000). *Extrusores en las aplicaciones de alimentos*. Zaragoza, España: Acribia, S.a.
- RIAZ, M. N. (s.f.). *Extrusores en las aplicaciones de alimentos*. ACRIBIA, S.A.
- S.ZHALEH, A. G. (2012). "Main and interaction effects of extrusion temperature and usage level of full fat soybean on performance and blood metabolites of broiler chickens". *African Journal of Biotechnology Vol. 11*, 15383.
- TULIO FERNEY SILVA CASTELLANOS, R. D. (2009). "Identificación de los principales factores que afectan el desempeño competitivo del subsector avícola en el Valle del Cauca". En R. D. TULIO FERNEY SILVA CASTELLANOS, *Colombia Pensamiento & Gestión* (págs. 284 - 318). Valle del Cauca: Ediciones Uninorte. v.27 fasc.N/A.
- Universidad de Alicante. Departamento de Ingeniería Química. . (s.f.). *Apuntes de clase tecnología de Polímeros*. Recuperado el 17 de Febrero de 2014, de <http://iq.ua.es/TPO/Tema4.pdf>
- Wallace, S. M. (1996). HACCP: Enfoque práctico. En S. M. Wallace, *HACCP: Enfoque práctico* (pág. 291). Zaragoza, España: Acribia, S.A.