



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTILÁN**

**EL MANEJO DEL GRANO DE SOYA  
(*Glycine max*)  
EN UNA PLANTA DE PROCESAMIENTO INDUSTRIAL**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**INGENIERO AGRICOLA**

**P R E S E N T A N**

**ABRAHAM HERNÁNDEZ HERRERA  
Y  
ALEJANDRO SÁNCHEZ GARCIA**

**DIRECTOR DE TESIS**

**ING. ARTURO ORTIZ CORNEJO**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO**

**2006**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **DEDICATORIA**

**Gracias DIOS mío por dejarme tener entre mis manos este trabajo que considere en algún momento inalcanzable.**

**A mi MADRE que siempre me enseñó que las grandes obras son aquellas que se logran con esfuerzo y dedicación  
TE EXTRAÑO.**

**A mi esposa ALMA quien durante nuestro largo caminar nunca ha perdido la confianza en mí y con sus acciones y palabras ha sido para mí una verdadera  
ESPOSA Y AMIGA  
TE AMO**

**A mis hijas CINDY, LORENA, ALMA y BETTY que han estado a mi lado en todo momento y con su amor han logrado hacer uno de mis sueños realidad.**

**A mi hermano DANIS en quien encontré en los momentos más difíciles el apoyo de un verdadero hermano y amigo.**

**A quienes considero como mi VERDADERA FAMILIA mi más sincero agradecimiento por su cariño y ayuda.**

**ABRAHAM HERNANDEZ HERRERA.**

## **DEDICATORIA**

**AL TODO PODEROSO** quien me ha dejado alcanzar una  
de mis metas más anhelada.  
**GRACIAS SEÑOR.**

**A mi padre** quien sembró en mi la semilla  
de la esperanza y la fe para lograr mis objetivos.  
**TE RECUERDO**

**A mi MADRE** quien con sus consejo y besos me levanto  
para seguir adelante y nunca rendirme.  
**ESTAS EN MI MENTE.**

**A mi esposa CECI** que en todo momento por difícil que sea  
siempre tiene una palabra de de amor  
y aliento para reconfortarme.  
**TE AMO.**

**A mis hijos ALEJANDRO Y ALVARO** que siempre busquen  
ser lo mejores y que con su amor y cariño he logrado  
cumplir una de mis metas.

**A mi familia** que me brindo su apoyo y ayuda.

**ALEJANDRO SANCHEZ GARCIA.**

# I N D I C E

<b>P R E S E N T A C I Ó N</b>	Error! Bookmark not defined.
<b>I N T R O D U C C I Ó N</b>	Error! Bookmark not defined.
<b>O B J E T I V O S</b>	Error! Bookmark not defined.
<b>C A P I T U L O I</b>	Error! Bookmark not defined.
<b>A N T E C E D E N T E S</b>	Error! Bookmark not defined.
<b>1.1. GENERALIDADES AGRONOMICAS</b>	Error! Bookmark not defined.
1.1.1. Descripción botánica.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1.2. Origen y cultivo de la soya.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1.3. Cultivo de la soya en México.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>1.2 COMPOSICIÓN FISICO- QUÍMICA DEL GRANO DE SOYA</b>	Error! Bookmark not defined.
<b>1.3 IMPORTANCIA ECONOMICA E INDUSTRIAL DE LA SOYA</b>	Error! Bookmark not defined.
1.3.1. Importancia económica.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3.2. Vías de importación del grano de soya a México.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3.3. Importancia industrial de la pasta de soya y el aceite de soya.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3.4. Importancia de la soya en México.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3.5. Destino de su producción.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>1.4. DETERMINACIÓN DE SU CALIDAD</b>	Error! Bookmark not defined.
1.4.1. La norma de calidad para el grano de soya.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>1.5 FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD FISICA DEL GRANO ALMACENADO</b>	Error! Bookmark not defined.
1.5.1 Factores internos.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5.1.1. Respiración de los granos.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5.1.2. Conductividad térmica.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

1.5.2. Factores externos.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5.2.1. La variación en la temperatura.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5.2.2. La variación de la humedad.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5.2.3. La presencia de impurezas.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5.2.4. La presencia de insectos.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>1.6. PERDIDA DE LA CALIDAD EN EL GRANO ALMACENADO</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6.1. Tipos de pérdidas en los granos.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6.2. Causas de las pérdidas en almacén.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6.3. Influencia de la humedad y la temperatura en el grano.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>1.7. INDUSTRIALIZACIÓN DEL GRANO DE SOYA</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.7.1. Proceso de industrialización de la soya.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.7.2. Productos derivados de la soya.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>CAPITULO II</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>COMPRA Y MANEJO DE LA SOYA</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>2.1. ACTIVIDADES EN EL PUERTO DE ORIGEN</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.1. Operaciones previas a la carga del barco.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.2. Operaciones para la carga del barco.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.3. Punto de internación del grano en destino.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>2.2. ACTIVIDADES EN EL PUERTO DE DESTINO</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1. Infraestructura para la descarga de barcos en el puerto.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.2. Plan de descarga del barco en el puerto.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>2.3. OPERATIVA REALIZADA DURANTE LA DESCARGA DEL BARCO</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.1. Verificación física del barco.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>2.4. DESCRIPCION SOBRE EL ANALISIS DE CALIDAD DEL GRANO</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>2.5. ACTIVIDADES PARA LA RECEPCIÓN DEL GRANO EN ALMACEN</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.5.1. Capacidad de recepción en planta.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.2. Preparación y acondicionamiento de silos en planta.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.3. Vigilancia de la recepción en silos.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>2.6. ACTIVIDADES DE MANEJO Y CONSERVACION EN ALMACEN</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6.1. Actividades sobre su conservación.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6.2. Prácticas de control de la humedad y la temperatura.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>2.7. ACTIVIDADES PARA EL ACONDICIONAMIENTO Y SALIDA DEL GRANO</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>CAPITULO I I I</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>3.1. VOLÚMENES DE GRANO DE SOYA RECIBIDOS</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.1. Fechas de recepción del producto de importación.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>3.2. EVALUACION SOBRE LA CALIDAD DEL GRANO DE SOYA</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>3.3. COMPARACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICA DEL GRANO ENTRE ORIGEN Y DESTINO.</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.1. Comparación del porcentaje de proteína.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.2. Comparación sobre el porcentaje de humedad.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.3. Comparación de los granos quebrados y daños.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.4. Comparación de las impurezas.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>3.4. PERIODO DE ALMACENAMIENTO DEL GRANO DE SOYA</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>3.5. INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN EL GRANO ALMACENADO</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>3.6. TRABAJOS DE CONSERVACIÓN EN EL GRANO DE SOYA</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6.1. Evaluación de su humedad.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

3.6.2. Evaluación del porcentaje de proteínas.

**Error! Bookmark not defined.**

3.6.3 Evaluación de las impurezas.

**Error! Bookmark not defined.**

### **3.7. ACONDICIONAMIENTO DEL GRANO**

Error! Bookmark not defined.

## **CAPITULO IV**

Error! Bookmark not defined.

## **C O N C L U S I O N E S .**

Error! Bookmark not defined.

## **ANEXOS**

Error! Bookmark not defined.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Error! Bookmark not defined.

## **P R E S E N T A C I Ó N**

El verdadero avance de una nación debe ser a la par con el desarrollo técnico y científico de su sociedad y entrar a la competitividad mundial que se da en la actualidad. Para poder lograr esto es necesario conocer aquellas leyes y normas de trabajo establecidas, así como generar otras que permitan desarrollar nuevos conocimientos técnicos.

Razón por la cual consideramos que los lineamientos a seguir en asuntos de investigación es ir a los lugares donde estos conocimientos se aplican y conocer los problemas a que se enfrentan de manera cotidiana, observando y evaluando cada proceso para estar en condiciones de apoyar las prácticas correctas existentes, como el de proponer nuevas formas de proceder.

El presente trabajo tiene el propósito de dar a conocer la metodología usada en la compra, recepción, conservación, manejo y acondicionamiento del grano de soya dentro de una planta de procesamiento industrial en el estado de Yucatán, región que se encuentra actualmente en una etapa importante de desarrollo económico e industrial y por lo tanto merecedora de nuestra atención y estudio.

# INTRODUCCIÓN

El hombre, a través de su evolución ha creado y desarrollado técnicas no solo para proveerse de los alimentos, sino también para guardarlos, conservarlos e industrializarlos aprovechando en los derivados sus propiedades alimenticias al máximo.

El ser humano obtiene de los granos cantidades importantes de carbohidratos y proteínas, dentro de este contexto se tiene a las leguminosas, fuente importante en la obtención de grasas y proteínas vegetales, siendo la soya su principal representante.

La importancia económica de la soya se ha caracterizado por ser la oleaginosa que más se cultiva en el mundo, su valor económico radica en la calidad de su aceite y pasta proteica que son industrializados en otros productos de valor agregado, como la pasta de soya que es considerada como la más nutritiva dentro de las proteínas de origen vegetal; como resultado de una extraordinaria selección se tiene un porcentaje mayor del 35 % de proteínas. Desde el punto de vista de la superficie destinada aun sólo cultivo, los principales productores son: Estados Unidos de Norteamérica (EE.UU.), Brasil, China y Argentina, quienes producen aproximadamente el 88% del total mundial; siendo EE.UU., el principal exportador de soya en el mundo.

La producción doméstica en el país ha decaído desde la implementación del Tratado de Libre Comercio (TLC), con EE.UU.; y ante las circunstancias de una insuficiente producción nacional de soya, han delimitado actualmente al país a una condición de importador de granos oleaginosos en cantidades absolutas, de importancia tal, que impactan a los sistemas de producción, transporte y almacenamiento, a pesar de que la soya fue la única oleaginosa que se

protegió mediante la aplicación de un impuesto arancelario, el cual desapareció en el año del 2003.

Para compensar la falta de producción en el país el estado mexicano determinó que la industria aceitera nacional se autoabasteciera, ya que posee un grado de integración desarrollado, una organización gremial avanzada, una capacidad económica y una negociación apoyada por la Asociación Americana de Soya (ASA), que la hace autosustentable, especialmente en las actividades relacionadas con el suministro de materias primas o en la compra de los derivados de la soya como las pastas oleaginosas.

De acuerdo a datos proporcionados por la ASA, la industria aceitera nacional importó en el año del 2004 un total de 3.874 millones de toneladas de soya, de las cuales 3.194 millones de toneladas (82.44%) se enviaron de los EE.UU. y 0.680 millones de toneladas (17.56%) de Sudamérica. Mientras que la producción nacional en soya fue para el mismo año de solo 112 mil toneladas.

El grupo Xacur, propietario de la Hidrogenadora Yucateca en el año del 2005 proceso en su planta un total de 402 mil toneladas de grano de soya, de las cuales 401 mil toneladas (99.7%) fueron importadas del sur de los EE.UU. y sólo 1 mil toneladas (0.3%) de cosechas nacionales del estado de Campeche.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivos generales:**

1. Conocer las actividades que se realizan desde la compra del grano de soya hasta su acondicionamiento para su procesamiento en planta.
2. Describir los procesos de operación y control que requiere el grano de soya durante su almacenamiento y conservación.
3. Señalar aquellos factores que determinan la calidad del grano dentro de su almacenamiento y conservación.

### **Objetivos específicos:**

1. Conocer los lineamientos para la compra e internación del grano de soya por parte de la Hidrogenadora Yucateca. a México.
2. Documentar las operaciones de manejo que tiene el grano desde su internación hasta la entrega para su procesamiento.
3. Conocer los principales parámetros de calidad aplicados al grano de soya.
4. Identificar los parámetros de calidad que afectan al grano durante su estancia en la planta.
5. Determinar los factores bióticos y abióticos que afectan la calidad del grano, así como las diferentes labores de conservación y almacenaje que se emplean para reducir sus efectos sobre el grano.

## CAPITULO I

### ANTECEDENTES

#### 1.1. GENERALIDADES AGRONOMICAS

##### 1.1.1. Descripción botánica.

El nombre botánico de la soya es *Glycine max*, L. que proviene de las regiones subtropicales de Asia.<sup>26</sup>

Es una planta de ciclo corto, alcanzando generalmente una altura de 80 cm pertenece a la familia Leguminosae, subfamilia papilionoideae, tribu phaseolea, genero Glycine, donde el fruto (vaina) es típicamente de legumbre esto es, monocarpelar normalmente polispermico y cuya dehiscencia se realiza simultáneamente por la sutura ventral y por el nervio medio.<sup>3</sup>

La soya es un vegetal de tipo herbáceo y altura entre 30 y 150 cm con características sumamente particulares, que ha sido aprovechada en una gran cantidad de usos. Ello ha determinado que se le conozca con singulares pero acertadas denominaciones como: carne económica, carne vegetal, grano de oro, oleaginosa múltiple, oro verde, proteína vegetal, etcétera.<sup>24</sup>

La calidad del grano depende del tipo de suelo siendo los terrenos preferidos para el cultivo de soya los calcáreos y secos.<sup>22</sup>

---

<sup>26</sup> Wilmont, 2005.

<sup>3</sup> Cubero.1984.

<sup>24</sup> Saumell.1995

<sup>22</sup> Sainz, 1974.

La semilla de soya se produce en vainas de 4 a 6 cm de longitud y cada vaina contiene de 2 a 3 granos de soya. Su semilla es dicotiledónea, lo que significa que tiene dos cotiledones. La cobertura de la semilla mantiene a los dos cotiledones juntos.

Los frijoles de soya maduros son de forma casi esférica y varían considerablemente en tamaño, dependiendo de las condiciones de cultivo y crecimiento. El peso del grano va de 14 a 24 gramos en variedades comerciales.

El grano varía en forma desde esférico hasta ligeramente ovalado y entre los colores más comunes se encuentran el amarillo, negro y varias tonalidades de café.

#### **1.1.2. Origen y cultivo de la soya.**

La soya se originó en Asia hace aproximadamente 5,000 años y ha jugado desde entonces un papel crucial en la alimentación de los pueblos orientales como el chino y el japonés. En el oriente se le conoce por el nombre de “soja max”, cuando se introdujo su cultivo en Estados Unidos de Norteamérica (EE.UU.) se le llamo frijol soya por su similitud con el frijol que se cultivaba en estas tierras.<sup>22</sup>

El frijol soya fue traído a los EE.UU. por vez primera alrededor del año de 1800 y durante el siglo XIX fue usado como pastura y abono.

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (U.S.D.A.) se interesó en la soya en 1898 y reunió varios miles de muestras de semilla del

---

oriente, con las cuales realizó experimentos con el objeto de adaptarla y seleccionar variedades apropiadas.<sup>22</sup>

El Dr. Cowan citado<sup>22</sup> señala que: Antes de la segunda guerra mundial, la soya era producida en EE.UU. principalmente en el oeste medio, en los siguientes años se extendió su producción a través de toda la rivera del río Mississippi con una mayor concentración en el área del sur, región que actualmente produce la mayor cantidad de soya en los EEUU.

La planta es muy sensible a la luz y la radiación solar controla la transformación del período vegetativo al de la floración y también afecta la velocidad de crecimiento durante la etapa de maduración, la soya se puede cosechar en diferentes ciclos agrícolas y puede formar parte de la rotación de cultivos, ya que promueve la fijación de nitrógeno a través del desarrollo de nódulos que fertilizan la tierra.

La soya se desarrolla óptimamente en regiones cálidas y tropicales, el frijol soya se adapta a una gran variedad de latitudes que van desde 0 a 38 grados y los mayores rendimientos en la cosecha se obtienen a menos de 1000 metros de altura sobre el nivel del mar. La planta se cosecha aproximadamente 120 días después de la siembra

---

<sup>22</sup> Sainz, 1974.

### **1.1.3. Cultivo de la soya en México.**

La primera estadística de producción de la soya en el país datan de 1958. Su cultivo se inició en el noroeste del país en el año de 1960 en los estados de Sonora y Sinaloa, posteriormente en Coahuila, Chihuahua, Guanajuato, Jalisco, Tamaulipas y en otras regiones del sureste mexicano como Yucatán, Campeche y Chiapas.

La mayoría de las áreas para la siembra de la soya se establecieron bajo condiciones de riego limitando su extensión.

## **1.2 COMPOSICIÓN FÍSICO- QUÍMICA DEL GRANO DE SOYA**

Morfológicamente, el grano de soya consta de tres partes principales: la cobertura del grano también conocida como testa o cáscara, los cotiledones y el germen.

La testa del grano forma la mayor parte externa del mismo ,contiene un área fácilmente identificable conocida como hiliun que tiene un color distinto al resto de la cobertura del grano.

Algunas variedades tienen un hiliun negro, otros grises o de color café. Debido a que el hiliun oscuro puede contaminar los productos elaborados a partir de soya, las variedades de hiliun claras son generalmente preferidas para procesamiento.<sup>13</sup>

Las variedades de campo comunes tienen una testa externa de color amarillo, pero existen algunas variedades de testas negras que también son cultivadas. En cualquier lote observado se podrán encontrar granos verdes, cafés y grano bicolor. El color de la testa del grano es uno de los criterios considerados para clasificar el frijol soya para propósitos comerciales. La integridad de la testa del grano es también un

---

<sup>13</sup> ASA,2004

importante criterio de calidad. Una vez que se rompe el grano se separa de los cotiledones. Este daño lleva al "rompimiento" el cual resulta en una calidad pobre para su almacenamiento.

El grano de soya comercial constituye aproximadamente un 8 % de cáscara, 90 % cotiledón y 2 % el germen.<sup>25</sup>

Dentro de la cobertura del grano puede distinguirse la cutícula, seguida de las células empalizadas, una capa de células de forma distintiva de reloj de arena y varias capas de células de parénquima. La presencia de las células en forma de reloj de arena fácilmente identificables sirve como un método cualitativo para detectar los ingredientes de soya añadidos a los productos alimenticios. La capa empalizada es altamente refractaria y es conocida como "línea clara", la cual se piensa que tiene alguna función en la imbibición de agua. Cuando la soya es remojada en agua fría, algunos frijoles no absorberán el agua, y son llamados frijoles duros. Se dice que la causa de que existan frijoles duros son las condiciones calientes y secas durante la maduración. Este tipo de frijoles no germinan y presentan problemas para ser procesados en productos alimenticios.<sup>13</sup>

El cotiledón está cubierto por una capa de células de parénquima y células aleuronas. El cotiledón por sí mismo tiene una epidermis y el interior esta lleno de células elongadas tipo empalizada. Estas células contienen la mayoría de la proteína y el aceite. El grueso de la proteína de soya esta almacenado en cuerpos proteínicos dentro de estas células.

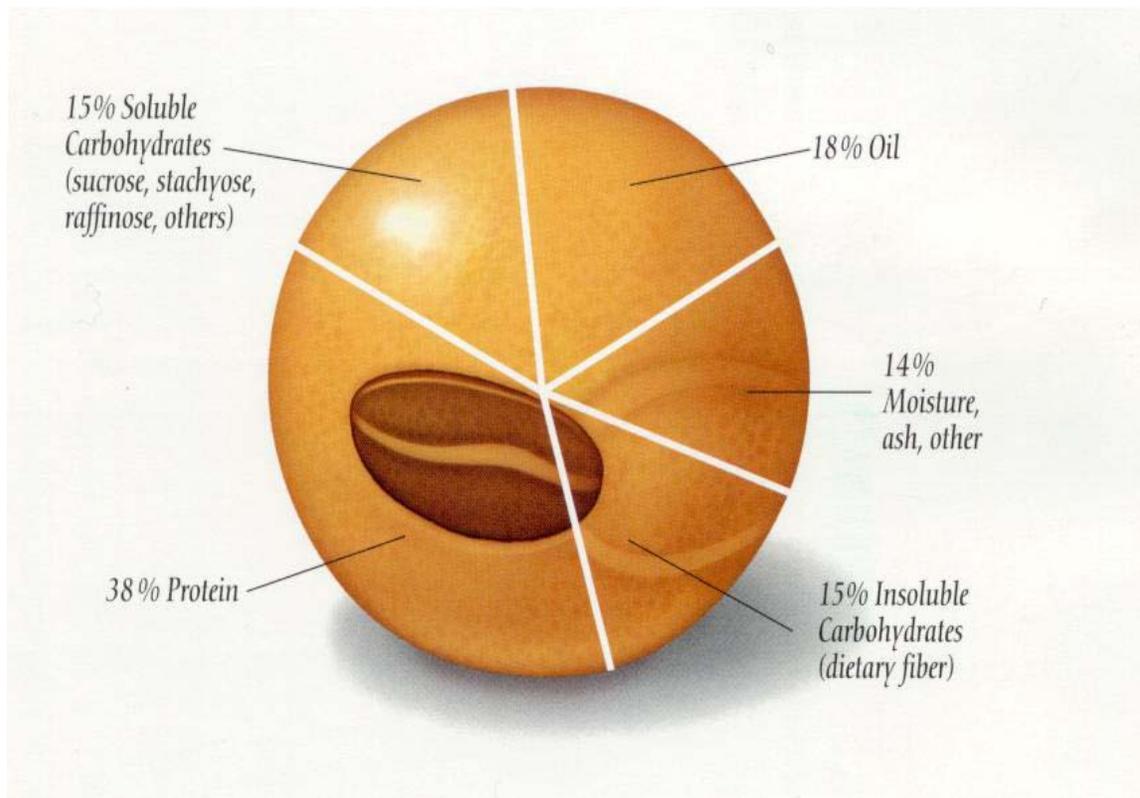
---

<sup>25</sup> ASA 2005

<sup>13</sup> ASA.2004.

En la figura 1 se presenta el contenido de las sustancias almacenadas en los granos de soya: 30% de carbohidratos solubles e insolubles, 14% de agua, 18% de lípidos, y 38% de proteínas.<sup>25</sup> Cuando la principal sustancia de reserva en el grano son los lípidos a los granos se les conoce como oleaginoso, término utilizado para el grano de soya, donde su principal uso es la extracción de aceite.

**FIGURA 1: Composición química del frijol soya (ASA,2005).**



El contenido de humedad en el momento de la cosecha es un factor importante y tiene influencia en las características de manejo y mantenimiento de la calidad de los frijoles. Si los frijoles están demasiado mojados durante la cosecha, serán sometidos

<sup>25</sup> ASA, 2005.

al quebrado durante esta, lo que ocasionaría un deterioro en la calidad del aceite contenido en el grano. La oxidación de la grasa se acelera ante un elevado contenido de humedad en el grano. Idealmente el contenido de humedad debe ser aproximadamente 13% durante la cosecha.<sup>25</sup>

Con un peso seco la soya contiene aproximadamente 40% de proteína. Este es un esquema promedio y puede variar dentro debido al cultivo y medio ambiente.<sup>13</sup> En cualquier caso, la soya tiene un contenido mucho más alto de proteína que otros granos de leguminosas cuyo promedio es de 20 a 30% de proteína, en comparación con los cereales estos tienen un contenido de proteína entre el 8 y el 15 %.

La proteína de soya es particularmente valiosa debido a su composición de aminoácidos y particularmente lisina en su estructura, aunque es deficiente en aminoácidos sulfurados de cistina y metionina.

La soya es líder a nivel mundial en la obtención de aceite comestible, en general, el contenido de aceite de la soya es del 20% en base seca. Los valores actuales pueden variar dentro de límites estrechos debido al cultivo y al medio ambiente.

Aproximadamente el 96 por ciento del aceite crudo de soya esta compuesto de triglicéridos.<sup>26</sup>

Más del 80% de los ácidos grasos constituyentes del aceite de soya son insaturados, siendo el ácido oleico y linoleico los predominantes. En adición, la soya también contiene de 7 a 9% de ácido linoleico trinsaturado. Es generalmente reconocido que

---

<sup>25</sup> ASA,2005

<sup>13</sup> ASA.2004

<sup>26</sup> Wilmont, 2005.

el aceite insaturado es benéfico para la salud al contrario de la grasa saturada. Sin embargo, el aceite insaturado es también susceptible a la oxidación y deterioro. El proceso convencional de extracción del aceite de soya ha sido confeccionado para reducir el grado de insaturación por hidrogenación selectiva de ácido linoleico el cual es el ácido graso que se oxida más rápido. También se han hecho intentos para crear variedades de soya que contengan cantidades mínimas de ácido linoleico.<sup>13</sup>

En la tabla 1 se presenta la composición química expresada en porcentajes, con respecto a la cantidad de agua, proteína, lípidos y carbohidratos, del grano de algunas especies donde se observa que el grano de soya puede ser utilizado como fuente principal de proteínas y lípidos.

**TABLA 1 Composición química en 100 grs., de grano de algunas especies (Arias, 1993)**

<b>Especie</b>	<b>%-Agua</b>	<b>% Proteína</b>	<b>%Lípidos</b>	<b>%Carbohidratos</b>
<b>Soya</b>	<b>10.0</b>	<b>34.1</b>	<b>17.7</b>	<b>33.5</b>
Maíz	13.8	8.9	3.9	72.2
Girasol	4.8	24.0	47.3	19.9
trigo	13.0	14.0	2.2	69.1

El conocimiento de la composición química de los granos es de interés práctico, ya que nos permite conocer sus valores nutritivos así como fijar las condiciones de almacenamiento óptimo que están influenciados por los compuestos presentes en el grano.

---

<sup>13</sup> ASA.2005

### **1.3 IMPORTANCIA ECONOMICA E INDUSTRIAL DE LA SOYA**

El aceite y las proteínas almacenados en los cotiledones del grano de soya, son los elementos de mayor interés nutricional e industrial.

El grano maduro de soya tiene una cantidad mayor de proteínas que las que tienen otras leguminosas y cuatro veces más de las que tienen los cereales, que es de 8 a 15%.<sup>26</sup>

Cuando se habla de proteínas de un alimento, es importante hablar de la calidad biológica de estas proteínas. Las proteínas de buena calidad son aquellas que proporcionan los aminoácidos indispensables, en las cantidades necesarias para asegurar su buena utilización en el organismo. Las proteínas son necesarias para el crecimiento, para la reparación de tejidos en el organismo además de que forman parte importante de los anticuerpos.

La soya, a diferencia de otros vegetales, proporciona proteínas de calidad biológica semejante a la encontrada en las proteínas de origen animal (carne, leche, pescado y huevos). Las proteínas de soya son proteínas completas consideradas de buena calidad además de que complementan exitosamente a las proteínas de los cereales.

En los cotiledones de la soya, se almacena el aceite. Este aceite es importante para la nutrición humana por ser excelente fuente de energía que casi no tiene grasas saturadas ni colesterol. Además, es abundante en ácido linoleico y linolénico, considerados indispensables en la nutrición humana.

---

<sup>26</sup> Wilmont, 2005.

El aceite de soya también contiene lecitina, compuesto que desempeña un papel importante en los procesos fisiológicos como la absorción de grasas y vitaminas; además de que participa en forma efectiva en la reducción de niveles de colesterol sérico.

El aceite de la soya es abundante en vitaminas A y E, además es buen vehículo de vitaminas liposolubles. El grano seco contiene entre 18 y 22% de aceite en el que aproximadamente el 85% de los ácidos grasos no son saturados.<sup>25</sup>

La soya proporciona uno de los aceites alimenticios más abundante y menos costoso del mundo. La mayoría de los aceites vegetales, aceites para cocinar, mantecas y margarinas vegetales se elaboran a partir de la soya.

### **1.3.1. Importancia económica.**

El frijol de soya se ha caracterizado por ser la oleaginosa que más se cultiva en el mundo, desde el punto de vista de la superficie destinada al cultivo, así como por el volumen de producción obtenido. En este sentido los principales países productores destinan importantes montos de recursos para apoyar su producción, dejando a segundo término otras como el girasol, ajonjolí y algodón.

Sin embargo, y pese a la importancia que éste producto representa en el mercado mundial, ya que de él se obtiene la principal materia prima en la fabricación de alimentos balanceados, es decir la pasta de soya, la producción se concentra

---

<sup>25</sup> ASA, 2005.

principalmente en cuatro países que producen aproximadamente el 88% del total mundial. Estos países son: EE.UU., Brasil, China y Argentina.<sup>24</sup>

### 1.3.2. Vías de importación del grano de soya a México.

La calidad del frijol de soya que comúnmente contrata el industrial nacional con los proveedores corresponde a un grano de soya del tipo grado US-2, el cual presenta características específicas como; contenido mínimo de proteínas de 35%, contenido de aceite de 18.5%, la humedad del grano que sea menor o igual al 13.0%.

El frijol de soya que se importa a México, ingresa por distintas fronteras del norte del país y por varios puertos del golfo de México y del Océano Pacífico.

La figura 2 ilustra la ruta que sigue la soya que es enviada de EE.UU., la cual generalmente es embarcada en los elevadores de la ribera del Río Mississippi y en particular en el Puerto de Nueva Orleans. Parte importante de los volúmenes de soya que se importan a nuestro país son transportados por vía marítima y se internan preferentemente por los puertos de Altamira, Tamaulipas.; Veracruz, Veracruz y Progreso, Yucatán.

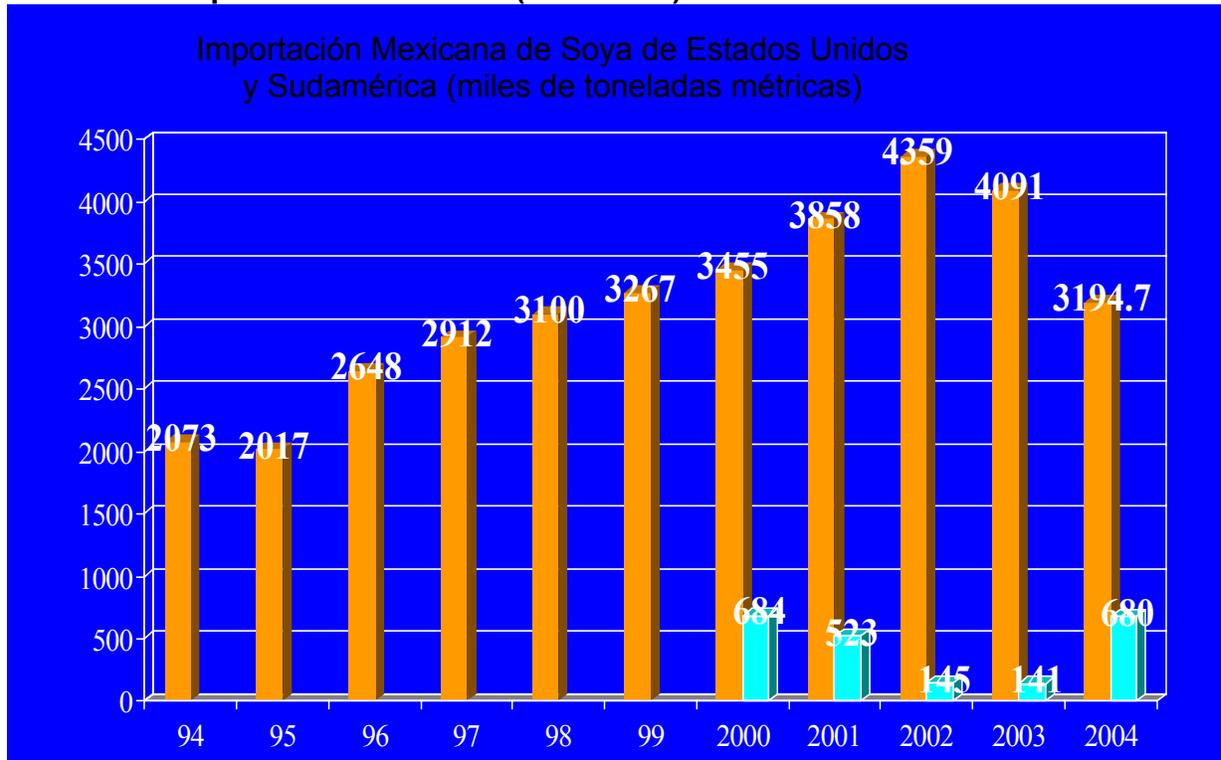
**FIGURA 2: Ruta de acceso del de grano de soya de los EE.UU. a México. (ASA,2005)**



De acuerdo a la grafica 1 presentada por La Asociación Americana de Soya en el año del 2005, reportan que las importaciones mexicanas de soya entre el año 2000 y el 2004 fueron del orden de 21.130 millones de toneladas, de las cuales 89.72 % (18.957 millones de toneladas) se importaron de los EE.UU. y 10.28% (2.17 millones de toneladas) de Brasil y Argentina., correspondiendo en promedio anual de 4.26 millones de toneladas de puertos estaunidenses y solo 0.434 millones de puertos Sudamericanos.

Estos datos señalan la gran dependencia de soya, que se tiene con el extranjero en especial con los EE.UU. y por lo tanto la necesidad de conocer las operaciones de compra y calidad del producto importado.

**GRAFICA 1: Importación mexicana de soya de EE.UU. Y Sudamérica durante el periodo 1994- 2004. (ASA 2005)**



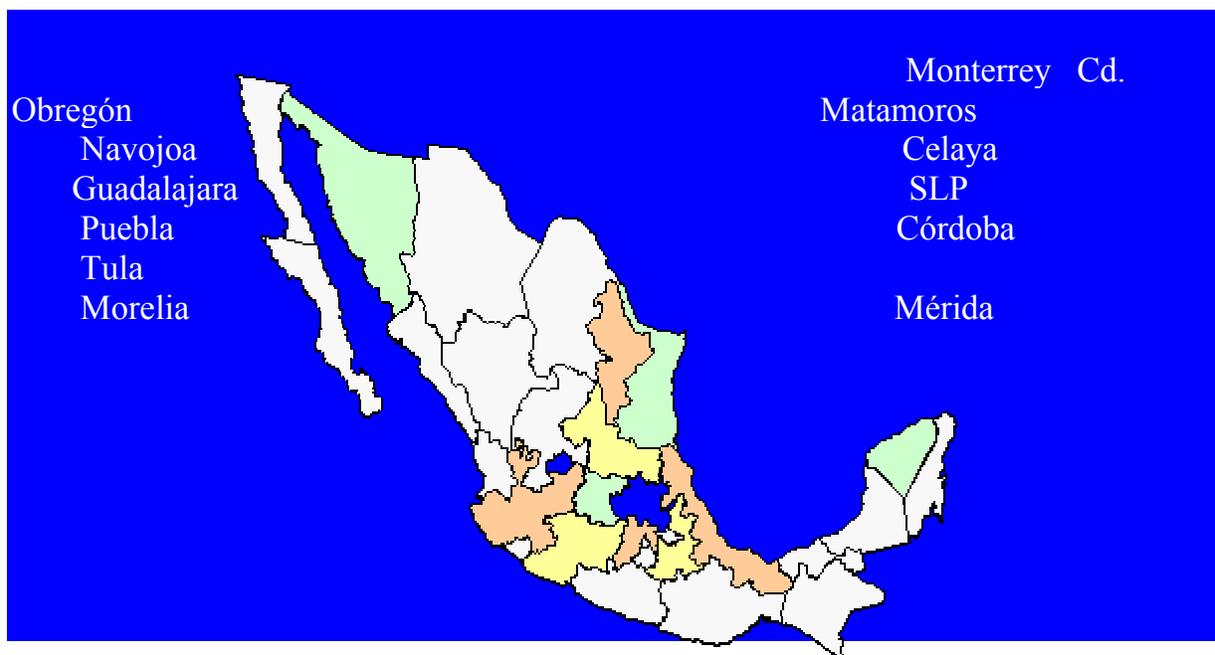
### 1.3.3. Importancia industrial de la pasta de soya y el aceite de soya.

Actualmente los importadores nacionales pueden recurrir a los distintos proveedores de soya que existen en los Estados Unidos de Norteamérica, de entre todos ellos destacan: Bunge Corporation, Conagra, Harvest States Cooperatives y Cargill.

Dentro del país se encuentran diversas plantas extractoras de aceite de soya, las cuales se encargan de abastecer de pasta de soya y aceite vegetal al resto del país, la localización de estas plantas extractoras se muestran en la figura 3

**FIGURA 3: Ubicación de los principales molinos y refinerías de soya en el país. (ASA,2005)**

**Localización de molinos y refinerías de soya**



En los molinos ubicados en la República Mexicana se procesan en promedio anualmente cerca de 3.75 millones de toneladas de frijól de soya provenientes de los Estados Unidos de Norteamérica.<sup>25</sup>

Estas industrias extractoras cuentan con una importante capacidad de molienda, entre ellas, la del Grupo Xacur, propietario de Hidrogenadora Yucateca, la cual procesa un tonelaje de 45 a 50 mil toneladas al mes. Actualmente esta organización al igual que otras similares se concretan a importar únicamente frijól de soya y no están importando aceite crudo de soya debido a que procesan la producción que ellos mismos obtienen como resultado de la molienda del grano.

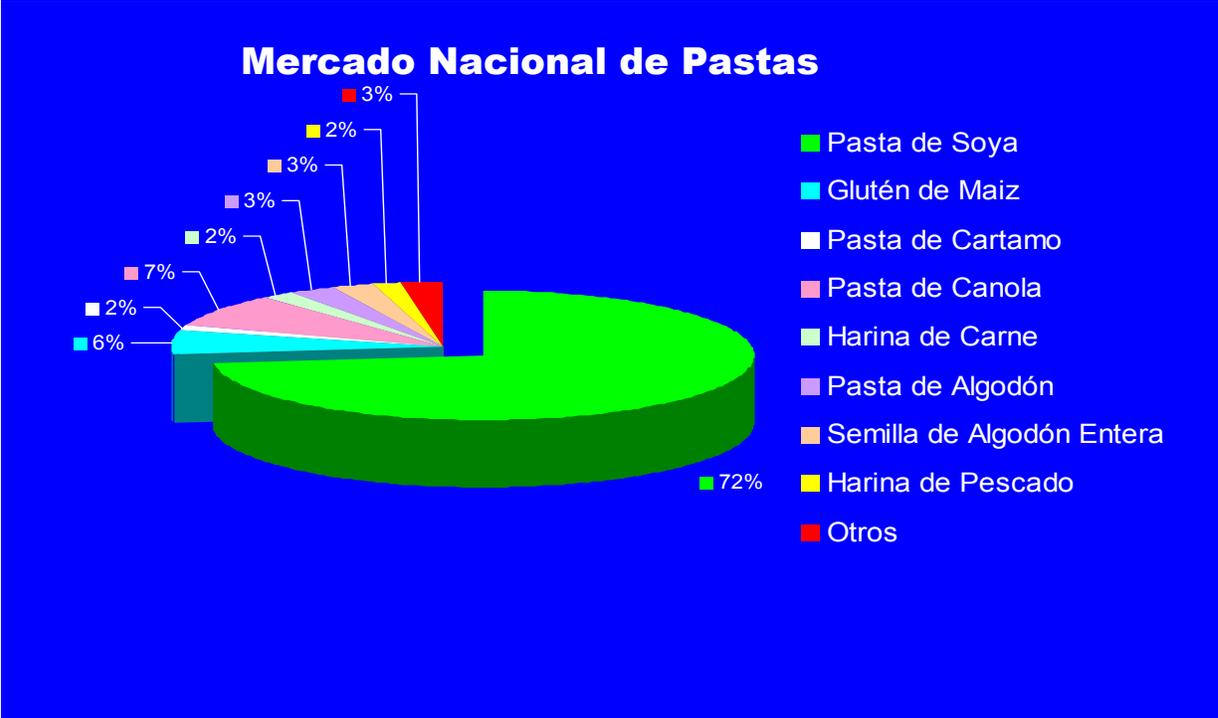
Estudios realizados por la ASA y mostrados en la grafica 2, indican que del total de pastas proteicas de origen vegetal que se consumieron en el país durante el año

---

<sup>25</sup> ASA,2005.

2003, el 72% se obtuvieron de la pasta de soya, mientras que 7% se obtuvo de la pasta del grano de canola (grano importado de Canadá).

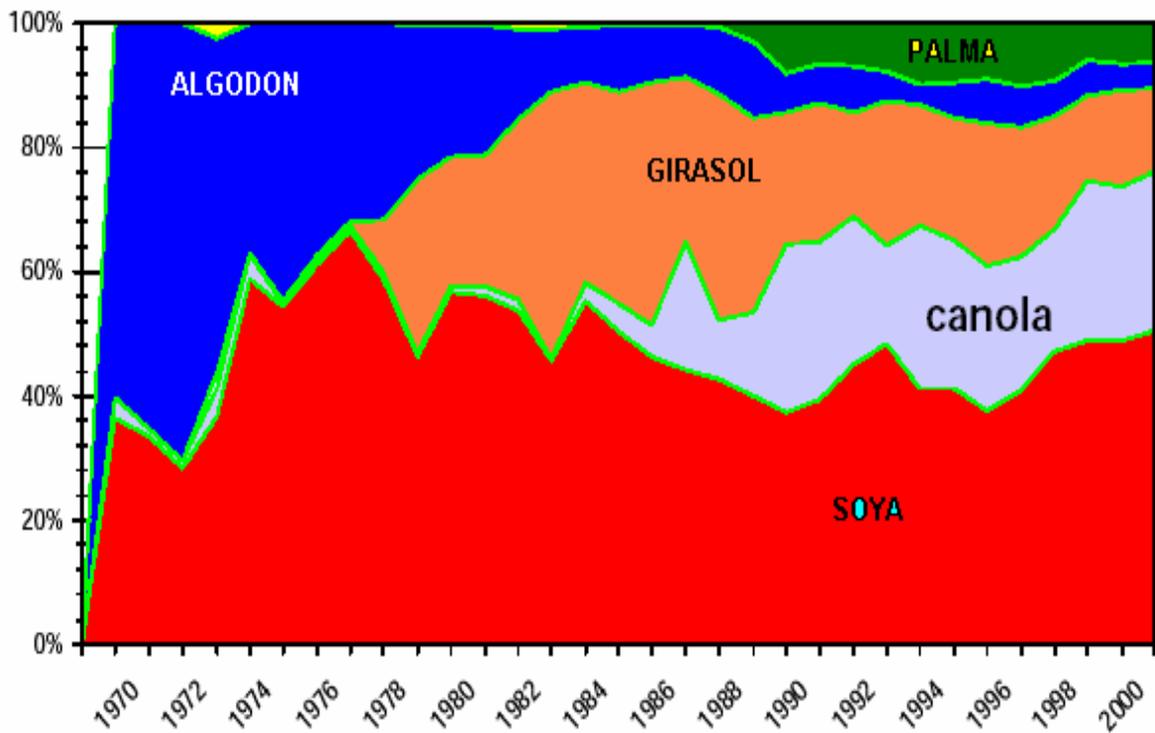
**GRAFICA 2: Mercado nacional de pasta proteica 2003.(ASA.2004)**



Conforme a los reportes de la ASA, y presentados en la grafica 3, el comportamiento del aceite de origen vegetal en el país desde hace 30 años, donde el 40% de este se ha obtenido a partir del grano de soya, desplazando al aceite del algodón y la palma. Sin embargo el aceite de canola (grano proveniente de Canadá), a partir de 1982, ha incrementado su presencia en el mercado nacional en un 14%, siendo el segundo grano en orden de importancia en la obtención de aceites de origen vegetal.

**GRAFICA 3: Consumo interno de aceites vegetales(ASA,2004.)**

Consumo interno de aceites vegetales  
(Porcentaje del mercado)



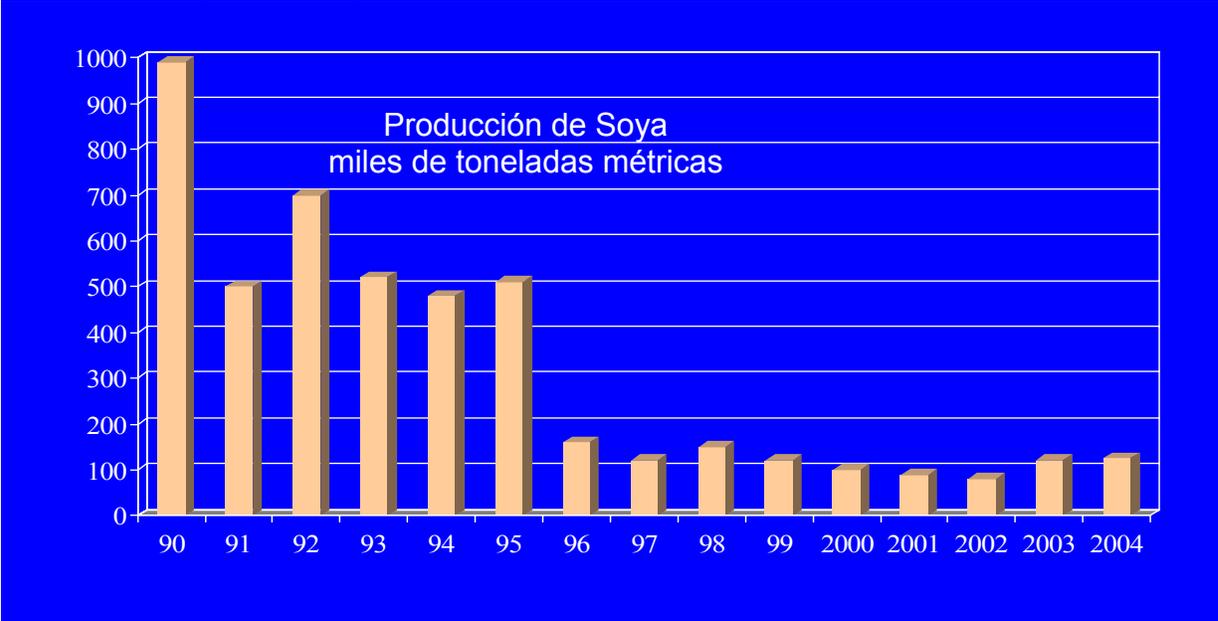
#### 1.3.4. Importancia de la soya en México.

La soya es la oleaginosa de mayor consumo en México, su alto valor económico radica en la calidad de su aceite y pasta proteica que son industrializados en otros productos de valor agregado. La pasta proteica de soya es considerada como la más nutritiva dentro de las proteínas de origen vegetal. Desgraciadamente, la producción doméstica de soya ha decaído desde la implementación del Tratado de Libre Comercio con Norteamérica, esto a pesar de que fue la única oleaginosa que se protegió mediante la aplicación de un impuesto arancelario, el cual desapareció en el año 2003.

La grafica 4, señala que en el año 1990 la producción de soya en México fue de casi un millón de toneladas, decayendo en los siguientes años, produciéndose en el año

de 1996 alrededor de 150 mil toneladas, y el año del 2004 de poco más de 110 mil toneladas cosechadas.

**GRAFICA 4: Tendencia de la producción en el país de soya en los últimos años. (ASA,2004)**



Para compensar la falta de producción de frijól de soya, los industriales se han visto en la necesidad de incrementar substancialmente las importaciones de grano de soya y sus derivados principalmente de los EE.UU. Brasil y Argentina.

La importación de las oleaginosas ha crecido en México de manera paulatina a partir del año de 1996, tal como se muestra en la grafica 5, teniéndose que para el año de 1996, la importación de oleaginosas fue de 3.145 millones de toneladas, mientras que para el año 2003 ya eran de 5.546 millones de toneladas.

**GRAFICA 5: Importaciones en México de oleaginosas del año de 1994 al 2003. (ASA 2004)**

Miles de Tons.





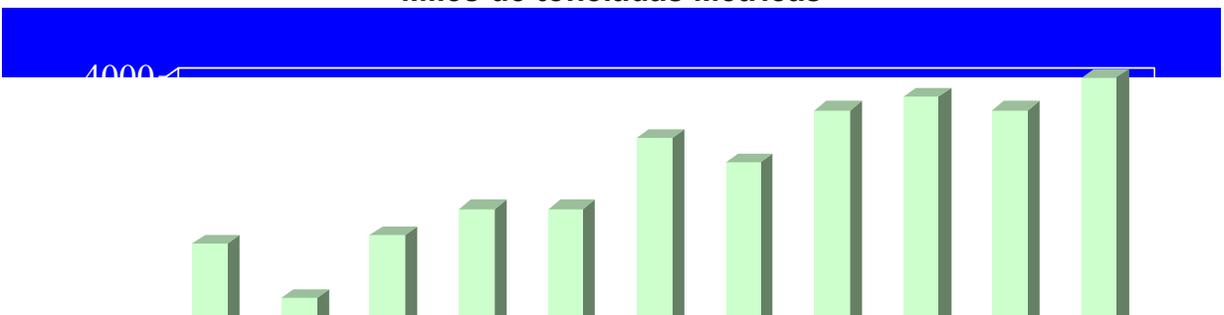
### 1.3.5. Destino de su producción.

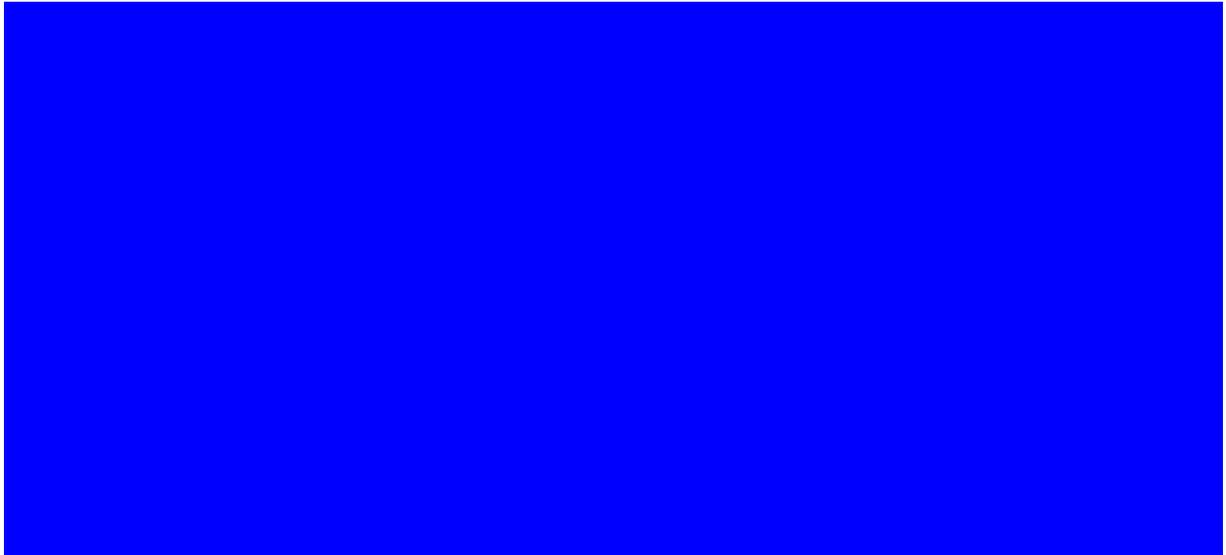
La producción de soya se destina, en su mayoría al proceso industrial, obteniendo el aceite y la harina.

El aceite de soya es utilizado en su mayor parte como comestible y la harina desengrasada en la elaboración de alimento balanceado para animales, en cuya composición se integra como máximo 25% de este producto.

En la grafica 6 se muestra el incremento que ha registrado el consumo de pasta de soya en el país, donde en el año de 1994 era de 2.5 millones de toneladas paso en el 2004 a ser de casi 4 millones de toneladas.

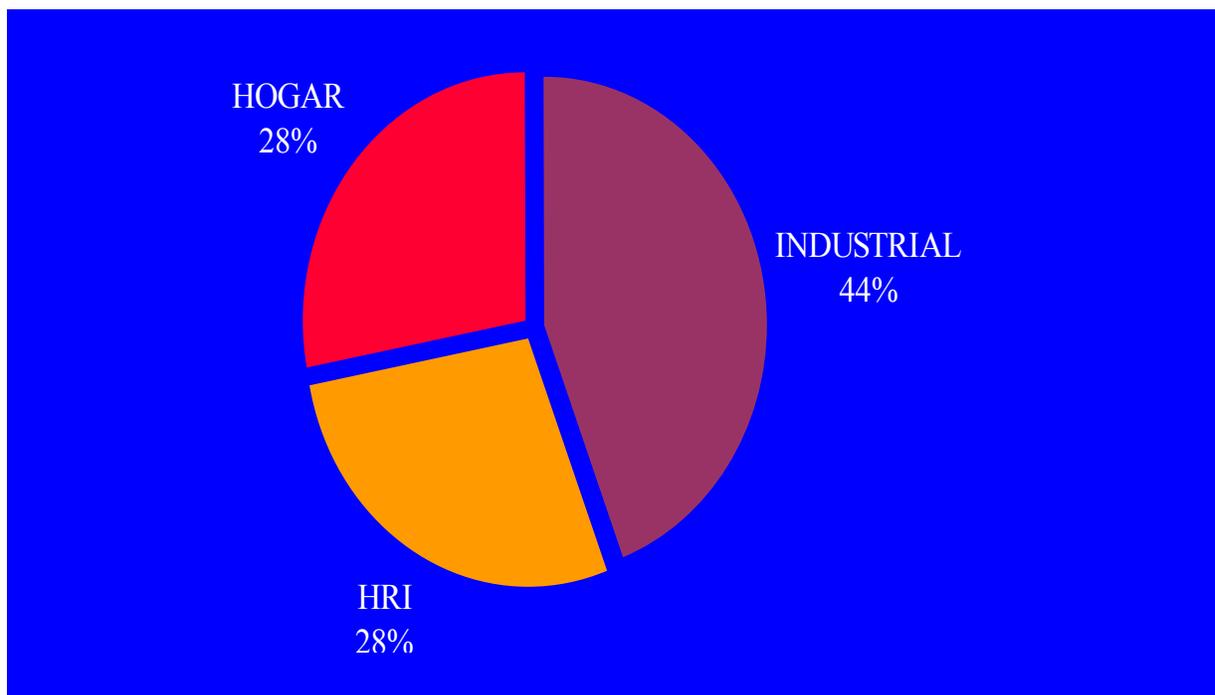
**GRAFICA 6: Consumo Nacional de Pasta de Soya (ASA, 2003)**  
**Miles de toneladas Métricas**





Otro de los productos que se obtiene del grano de soya es el aceite. Y de acuerdo a datos obtenidos por la ASA durante el año del 2004, los principales mercados de consumo del aceite de soya en el país, fueron principalmente para el abastecimiento de la industria, que lo utiliza para la panificación, la elaboración de margarinas, mantecas y como sustitutos de la grasa del cacao, mientras que otra parte fue para el uso domestico tal como lo ilustra la grafica 7.

**GRAFICA 7: Principales mercados del aceite de soya en el país. (ASA 2004)**



#### **1.4. DETERMINACIÓN DE SU CALIDAD**

El término calidad se utiliza generalmente para evaluar y señalar la condición o estado en que se encuentra un producto. Dicho estado o condición es medido bajo algunos parámetros específicos y el resultado de la medición conducirá por comparación con un patrón de referencia, a la designación de la calidad del producto.<sup>16</sup>

El mismo autor señala que para evaluar la calidad de los granos “Es indispensable definir adecuadamente los términos; calidad de los granos y calidad física de los granos, así como el objetivo de conocer las condiciones físicas del grano, ya que de

---

<sup>16</sup> Ortiz, 1986.

ello dependerá la importancia con que se lleve a cabo la toma de decisiones con respecto a su comercialización, vigilancia, conservación y el manejo que tendrá.”

#### **1.4.1. La norma de calidad para el grano de soya.**

La clasificación que se puede hacer de la calidad implica el uso previo de un patrón de referencia que permite dictaminar por comparación la calidad de un grano. la norma de calidad es el conjunto de estatutos con valores específicos establecidos como requisitos mínimos a satisfacer por el producto. El uso de normas a escala internacional y local permite tener la seguridad del tipo de grano que se compra.

Debido a la importancia que ha adquirido la soya, se han realizado bases estatutarias para su compra-venta, tomando como referencia parámetros que influyen directamente en su manejo, conservación e industrialización.

Los indicadores más comunes para determinar la calidad de la soya son:<sup>24</sup>

1 Se entiende por soya a los granos de la especie “*Glycine max*”, cualquiera que sea el uso a que se destine.

2. Para su comercialización se consideran los siguientes factores:

- a) Contenido en proteína sobre sustancia seca y limpia.
- b) Contenido en materia grasa sobre sustancia seca y limpia.
- c) Contenido de humedad.
- d) Porcentaje de granos quebrados.
- e) Porcentaje de granos dañados.
- f) Porcentaje de impurezas.

---

<sup>24</sup> Saumell, 1995.

g) Cantidad de granos de otra clase o color.

3. En algunos casos se manejan tolerancias sobre

a) Acidez de la materia grasa.

b) Impurezas (incluida 0.5% de tierra).

c) Humedad.

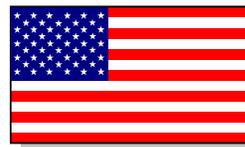
d) Granos de otro color.

La norma de calidad para el grano de soya que se maneja en todos los contratos de compra-venta que se realizan en territorio de los EE.UU., a partir del año 2002, son diseñadas por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), tal como se muestra en la tabla 2 (Ortiz,2002)

**TABLA 2: Normas de calidad para soya de acuerdo al USDA.**

### NORMA DE CALIDAD PARA SOYA

GRADOS Y REQUERIMIENTOS DE GRADO PARA SOYA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA



GRADO	PESO MÍNIMO POR BUSHEL (lb / Bu)	DAÑADO POR CALOR (%)	TOTAL DE GRANO DAÑADO (%)	MATERIA EXTRAÑA (%)	QUEBRADOS (%)	SOYA DE OTROS COLORES (%)
US-1	56.0	0.2	2.0	1.0	10.0	1.0
US-2	54.0	0.5	3.0	2.0	20.0	2.0
US-3	52.0	1.0	5.0	3.0	30.0	5.0
US-4	49.0	3.0	8.0	5.0	40.0	10.0

El mismo autor señala que durante la evaluación de la calidad física del grano de soya ,se debe tener conocimiento de cada uno de los elementos de evaluación como son:

A) El tipo de grano, analizado entre las que se encuentran:

Soya amarilla: A esta clase corresponden los granos de tegumento amarillo o de tegumento verde que al corte transversal presentan un endospermo de color amarillo. Los granos de esta clase no contendrán más de 10% de soya de otras clases, es el tipo de grano más comercializado por los EE.UU.(figura 4).

Soya verde: Son granos de tegumento verde y que al ser cortados transversalmente presentan el mismo color en el endospermo. No debe de contener más del 10% de soya de otras clases y no debe ser confundida con granos inmaduros de soya amarilla.

Soya café: Son granos de tegumento café que presentan un color amarillo en el endospermo. No debe de contener más del 10% de soya de otras clases y no debe ser confundida con granos dañados por calor de soya amarilla.( figura 4).

Soya negra: Son granos de tegumento negro que presentan un color amarillo en el endospermo. No debe de contener más del 10% de soya de otras clases.

Soya mezclada. Clase formada por cualquier proporción de mezcla de soya que no cumpla con las especificaciones de la clase amarilla, verde, café o negra. Los granos bicolores se clasificarán como soya mezclada.

B) Impurezas:

Se considerará como impurezas y materias extrañas a las semillas y tallos de maleza, paja, otro tipo de granos y a cualquier otro material que no sea soya y que permanezca sobre la criba de orificios circulares de 8/64 de pulgada de diámetro.

También serán impurezas y materias extrañas los fragmentos de soya que pasen con facilidad a través de una criba de orificios circulares de 8/64 de pulgada de diámetro.(figura 4).

C) Granos quebrados.

Granos quebrados serán aquellos fragmentos que no presentan daños y que han perdido una cuarta parte de su tamaño normal. No deben pasar a través de una criba de orificios circulares de 8/64 de pulgada de diámetro.(figura 4).

D) Granos dañados.

Serán los granos y los fragmentos de granos que presenten alteraciones que modifiquen su apariencia normal, y que sea causada por insectos, hongos, calor, germinación, heladas, inmadurez fisiológica; así como también los que presenten cualquier otro tipo de alteración originada en el campo o en el almacén por factores ecológico-ambientales.

1. Granos dañados por insectos :Serán los granos y partes de granos de soya que presenten perforaciones y galerías originadas por insectos de almacén y/o campo, o que en su interior presenten formas vivas o muertas del estado larvario de dichos insectos.

2.Granos dañados por hongos: Son aquellos con aspecto sucio y que han sido afectados por el desarrollo de hongos de campo o de almacén en al menos el 33% de su superficie.(figura 5).

3.Granos dañados por calor :Serán los granos y partes de granos que presenten una coloración café obscura diferente a la característica del grano, originada por calentamientos ocurridos durante el almacenamiento y que afecte tanto al embrión como al endospermo.(figura 5).

4.Granos dañados por germinación: Serán los granos que presenten a simple vista la nueva plántula o la cutícula del embrión abierta debido a cualquiera de las fases de la germinación.(figura 5).

5.Granos inmaduros :Serán los granos o partes de granos que no alcanzaron la madurez fisiológica en la planta, por lo que su tamaño será menor que el característico y presentarán un color verde intenso al ser seccionados transversalmente.(figura 5).

6.Granos dañados por heladas o granos helados: Serán los granos o partes de granos que han sido afectados por el hielo y presentan encogimientos que le dan una apariencia arrugada.

En la figura 4 se ilustran los indicadores que determinan la calidad física del grano de soya<sup>18</sup>:

**Figura 4. Indicadores de la calidad física de la soya (Ortiz,2002)**

**Grano sano de soya**



**Impurezas en el grano**



**Grano quebrado o partido**



**Grano de diferente color**



---

<sup>18</sup> Ortiz,2002.

**Figura 5 Indicadores del tipo de daño que sufre el grano de soya(Ortiz,2002).**



**Granos de soya dañados por calor**



**Granos de soya dañados por hongos**



**Granos de soya inmaduros o verdes**



**Granos de soya germinados**

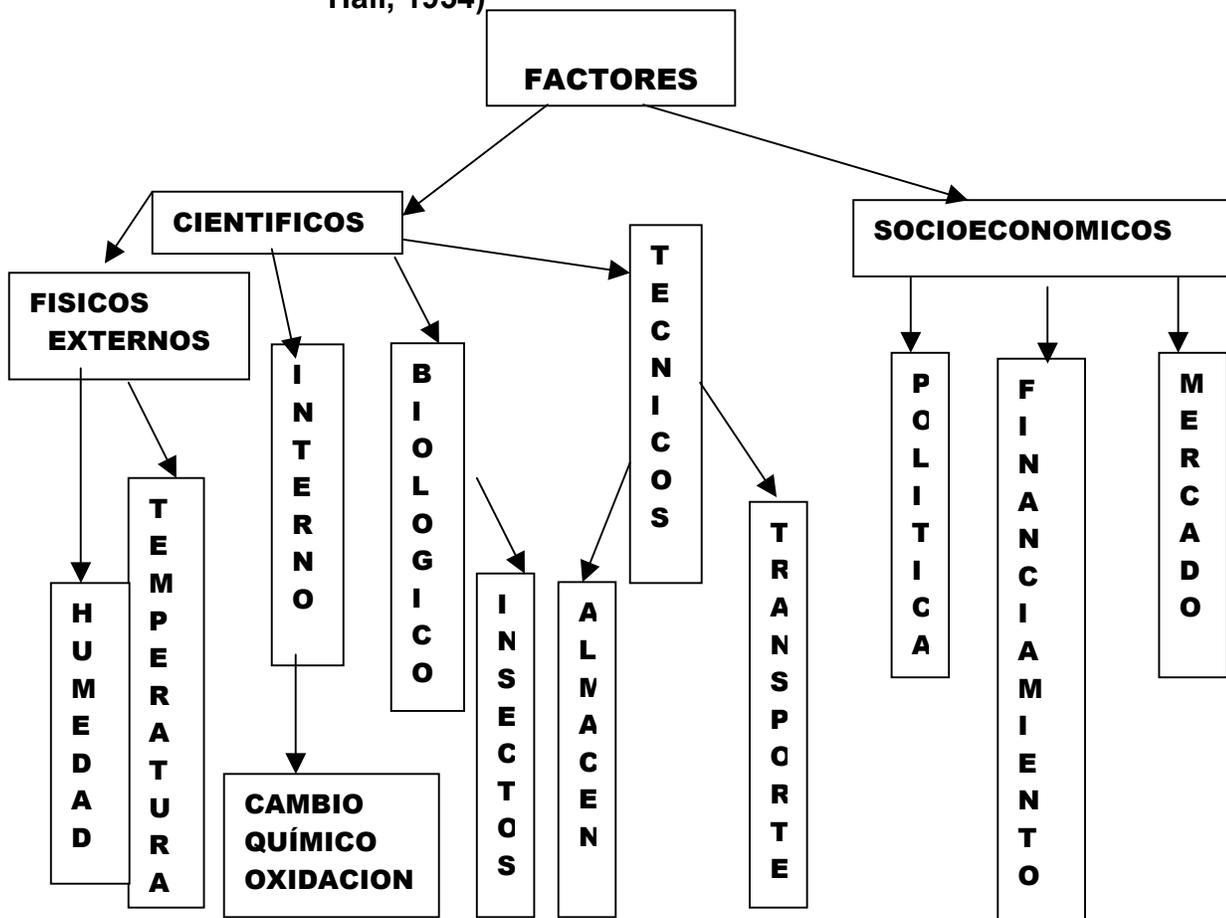


**Granos de soya arrugados y dañados por hongos**

## 1.5 FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD FISICA DEL GRANO ALMACENADO

Son muchos los factores que pueden ocasionar el deterioro de los granos después de la cosecha. Hall en 1954,<sup>5</sup> (figura 6), agrupa los diferentes factores que dañan al grano almacenado como son los externos, (temperatura y humedad), los internos, (el suministro de oxígeno), agentes biológicos, (las bacterias, hongos, insectos y roedores); y el hombre, por sus métodos de manipulación, almacenamiento, transporte y desinfestación de los productos.

**FIGURA 6: Clasificación de los factores que dañan al grano almacenado**  
Hall, 1954)



<sup>5</sup> Hall, 1971

### **1.5.1 Factores internos.**

Los granos están compuestos de hidratos de carbono, proteínas, vitaminas, minerales, materias grasas, fibras y agua. Las porciones de los compuestos varían según el tipo de producto; cuando la sustancia de reserva predominante en el grano son los lípidos se llaman oleaginosas como es el caso de la soya.

Los granos con altos contenidos de lípidos tienen la desventaja de que la presencia de oxígeno en el medio genera la oxidación de las grasas, repercutiendo en la calidad de sus aceites.

#### **1.5.1.1. Respiración de los granos.**

Después de cosechados, los granos continúan viviendo y como todos los seres vivos respiran. Mediante la respiración se libera energía, debido a la oxidación bioquímica de los carbohidratos y de otros nutrimentos.

La figura 7, hace referencia a los elementos presentes dentro del proceso de respiración en el grano que son organismos aerobios en los cuales, el oxígeno es absorbido y algunos compuestos orgánicos, tales como los carbohidratos y las grasas, se oxidan, formándose entonces bióxido de carbono y agua como productos metabólicos de desecho, así como la liberación de energía en forma de calor.<sup>19</sup>

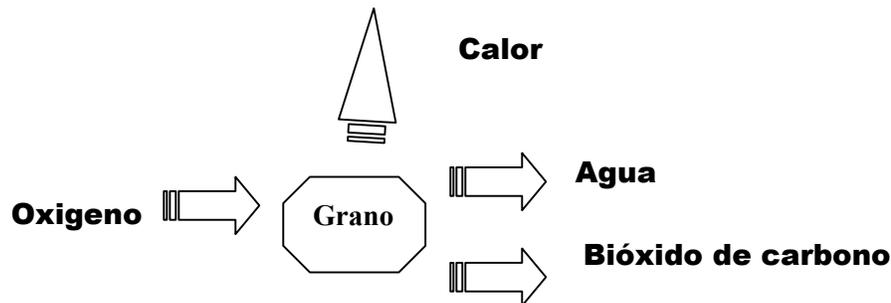
La respiración dentro del grano es un proceso que se acelera al contar con altas temperaturas y humedad, ya que bajo condiciones riesgosas de humedad puede incrementar el contenido de agua del grano, lo que a su vez provoca un aumento de

---

<sup>19</sup> Ramírez, 1976.

la intensidad de la respiración donde el calor engendrado aumentará la temperatura del grano.

**FIGURA 7: Respiración aeróbica del grano.**



En la soya se ha observado que la intensidad de la respiración es progresivamente más rápida que la de los cereales y que su intensidad se reduce aproximadamente a la mitad por cada 10 °C de disminución de la temperatura, teniéndose que el control de la temperatura en la soya es un punto de suma relevancia para su conservación.

19

#### **1.5.1.2. Conductividad térmica.**

Los granos tienen una baja conductividad térmica, esta es la causa de que se acumule el calor engendrado en ellos y también de que las fluctuaciones de la temperatura exterior no se transmitan fácilmente al interior de las grandes masas de grano almacenado.<sup>14</sup>

---

<sup>19</sup> Ramírez, 1976.

<sup>14</sup> Moreno, 1984.

### **1.5.2. Factores externos.**

Los factores externos más importantes en el manejo y conservación de los granos almacenados, son la humedad y la temperatura, factores que influyen directamente en el desarrollo de plagas como los microorganismos, los insectos, y sobre todo son detonadores en el proceso de respiración del grano, proceso que acelera el deterioro del producto.<sup>14</sup>

#### **1.5.2.1. La variación en la temperatura.**

La elevación de la temperatura por arriba del valor que tenía el grano al inicio de su almacenamiento es señal de deterioro, observándose que la presencia de altas temperaturas dentro de los gráneles genera una serie de alteraciones como son:<sup>5</sup>

1. Las temperaturas elevadas de 21°C a 43°C aceleran los procesos biológicos de todos los organismos como es la respiración.

La influencia de la temperatura sobre los granos, provoca que aumente su respiración rápidamente cuando esta se eleva de 30 °C a 40°C y a partir de ese punto se produce un acentuado descenso, como resultado de los efectos de desnaturalización que sufren las enzimas de los granos a causa del calentamiento.

2. El desarrollo de los insectos se acelera también con la elevación de la temperatura hasta unos 42°C.

3. Las temperaturas inferiores a 15°C retardan considerablemente el proceso de oxidación y la reproducción y desarrollo de los insectos.

---

<sup>14</sup> Moreno, 1984.

<sup>5</sup> Hall, 1971

4. Las diferentes especies de hongos que atacan a los granos almacenados se encuentran dentro del rango de 2°C a 63 °C.

5. A temperaturas mayores a los 50 °C los granos alimenticios mueren y cesa su respiración, pero continúan produciéndose otras transformaciones y procesos destructivos.

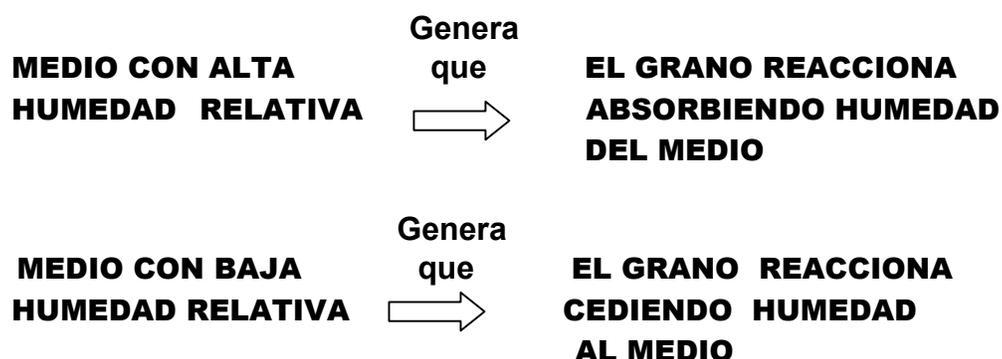
#### 1.5.2.2. La variación de la humedad.

El conocimiento preciso de la cantidad de agua en los granos y semillas es importante por que en el mercado el agua esta siendo vendida y comprada al mismo precio que el grano del cual forma parte.

En el almacenamiento el contenido de humedad es el factor más importante en la conservación de granos y semillas.

El grano al estar en contacto con el medio ambiente tiende a lograr un equilibrio, llamado humedad de equilibrio, el cual se da en razón de los gradientes de humedad o por las diferencias de presión de vapor, ya sea en el grano o en el aire.

Este equilibrio se genera a partir de la siguiente relación:



El movimiento de la humedad sobre todo en los gráneles, no es un efecto aislado sino que se traslada de un lugar a otro por efecto de las diferencias de temperatura o de la presión variable del vapor presente en el medio.

Los valores obtenidos con respecto a la humedad presente en un producto almacenado a granel no solo es un dato estadístico sino que es un elemento de apoyo en las labores de manejo y conservación que se puede dar al granel durante el tiempo que permanezca en el silo. Cabe menciona que cualquier grano debe tener un contenido de humedad adecuado que permita almacenarlo con seguridad.<sup>9</sup>

Puzzi (1977),estima de acuerdo a la tabla 3 los contenidos de humedad adecuados para algunos granos son:

**TABLA 3: Contenido de humedad para el almacenamiento adecuado de algunos granos. (Puzzi, 1977)**

<b>Producto</b>	<b>Contenido de humedad</b>
<b>Soya</b>	<b>11 %</b>
Maíz	13 %
Trigo	13 %

El contenido ideal de humedad para el almacenamiento a largo plazo del frijol de soya es de aproximadamente 12%. Este valor es ligeramente más bajo que la recomendación de humedad para almacenamiento de granos no aceitosos, como los cereales que puede ser entre el 14 y 15%.<sup>25</sup> La diferencia puede ser debido al contenido de aceite del frijol soya. El contenido de humedad de los sólidos no aceitosos es de importante consideración. Por ejemplo, si el frijol soya tiene 12% de

---

<sup>9</sup> Lindblad, 1986.

<sup>25</sup> ASA,2005.

humedad y 19% de aceite, el contenido de humedad de la base no aceitosa será de aproximadamente 15%, la cual esta empatada con el contenido de humedad para el almacenamiento de cereales.<sup>25</sup>

### **1.5.2.3** La presencia de impurezas.

Se definen como aquellos materiales sólidos que no forman parte del producto útil, pero que se hallan mezcladas con el, tales como grano quebrado, polvo, piedras, vainas, cáscaras, hongos, insectos adultos, larvas y sus fragmentos.

Al operar el grano en las bodegas mecanizadas es común que una porción del volumen manejado sufra cierto daño físico incrementándose el contenido de impurezas. Este daño puede reducirse usando sistemas de transporte que no lesionen en exceso al producto.<sup>10</sup>

La presencia de impurezas dentro de un granel forma una capa compacta y húmeda que dificultan las operaciones de secado, aireación y fumigación.

Las impurezas debido a su densidad se concentran en áreas restringidas dentro del almacén, acumulándose generalmente en la periferia del silo.

Las impurezas al estar junto con el grano y ser depositados dentro de los silos tienen los siguientes comportamientos:<sup>5</sup>

1. Se compactan con el resto del grano y no permiten la aireación de los granos superiores estimulando el aumento de la temperatura que es difícil de controlar ya que la aireación que se le imprima no surtirá efecto debido a lo compactado del área.

---

<sup>25</sup> Wilmont, ASA.2005.

<sup>10</sup> Juárez, 1993.

<sup>5</sup> Hall., 1971.

2. Se convierten en alimento de los insectos secundarios que tienen una capacidad de desarrollo exponencial al tener las condiciones óptimas, acarreado con esto problemas de humedad y temperatura perjudiciales al grano almacenado.

Asimismo en la superficie se tiene un hábitat atractivo para que los hongo inicien su desarrollo dentro de los gráneles.

3. Al estar en contacto con el grano son capaces de alterar su almacenamiento en el sentido de absorber mayor humedad que la del grano, así como la de transmitir y captar calor.

#### **1.5.2.4. La presencia de insectos.**

Las bodegas y lugares de almacenamiento son sitios propicios para que los insectos se multipliquen, sí la humedad y la temperatura les son favorables, pues tiene a su disposición una gran cantidad de alimento que asegura su multiplicación y sobrevivencia.<sup>7</sup>

Su actividad metabólica incrementa la humedad y temperatura del medio en que se desarrollan, creando condiciones para la proliferación de los hongos que elevan aun más la temperatura del grano.

Los daños que ocasionan los insectos se deben principalmente a la rápida proliferación que tienen cuando las condiciones son aptas para su desarrollo, así como el hecho de que los insectos atacarán los granos que no estén bien protegidos y manejados por el hombre.

---

<sup>7</sup> Holman, 1986.

Los granos almacenados son infestados por insectos debido a distintas causas:<sup>19</sup>

- Algunos insectos que atacan a los granos almacenados son capaces de volar ciertas distancias desde productos ya infestados hasta lugares donde se encuentran granos sanos almacenados o productos de los mismos.
- La infestación se da en los granos o desperdicios que quedan de una partida anterior que permanece en los mismos almacenes, donde las nuevas partidas son infestadas; ya que los insectos viven del grano esparcido, de los desperdicios que quedan en las esquinas del almacén o de los materiales harinaceos que permanecen acumulados en las orillas de las construcciones o en los equipos de aireación de la bodega.
- Algunos medios de transporte como los camiones, vagones del ferrocarril o barcos que se usan para el acarreo de granos, se pueden encontrar infestados pasando así a invadir los insectos al grano transportado y pasan con facilidad hacia las bodegas.<sup>7</sup>

Se tienen diversas recomendaciones para prevenir la infestación de los gráneles por los insectos, entre los más importantes para ello son:<sup>5</sup>

- Almacenar granos secos y fríos.
- Tener almacenes limpios y libres de impurezas o desperdicios antes de ocuparlos.

---

<sup>19</sup> Ramírez, 1976.

<sup>7</sup> Holman, 1986.

<sup>5</sup> Hall, 1971.

- Aplicar un insecticida de uso permitido en forma de cordón sanitario en las superficies del almacén antes de que reciba al producto.
- Efectuar inspecciones y muestreos de los gráneles cuando menos dos veces por mes, cuidando que los silos y bodegas no deben llenarse hasta el techo para facilitar los muestreos.
- Las labores de fumigación deben realizarse cada vez que sean necesarios para evitar la proliferación de los insectos y un cambio rotacional de los productos de aplicación para evitar la resistencia de las plagas.

#### **1.6. PERDIDA DE LA CALIDAD EN EL GRANO ALMACENADO**

Los granos están expuestos a sufrir pérdidas importantes en el trayecto que recorren en tiempo y espacio desde que se producen hasta que se consumen, su deterioro puede producirse a pesar de todas las precauciones que se hayan observado al admitir únicamente partidas secas y con bajas temperaturas.

Las pérdidas en los granos cuando son almacenados no son siempre evidentes y el deterioro de la calidad rara vez se aprecia en toda su magnitud. Así mismo muchos comerciantes y consumidores de estos productos se han acostumbrado a artículos de calidad inferior y los aceptan sin reparar por tratarse de materiales de consumo<sup>2</sup>.

La falta de precisión en el origen de las pérdidas y el impacto económico que ocasionan, han constituido un factor limitante para la formulación de programas concretos que tiendan a prevenirlas y a reducirlas dentro de un marco adecuado de política alimentaria y su relación costo – beneficio.

---

<sup>2</sup> Christensen, 1976.

### 1.6.1. Tipos de pérdidas en los granos.

El grano al permanecer dentro de los almacenes sufre distintos tipos de pérdidas que se han clasificado como:<sup>5</sup>

#### 1. Pérdida de peso.

El grano como ser vivo latente tiene una pérdida de peso natural única y exclusivamente dada por la pérdida de humedad, otro tipo de pérdida de peso obedece a factores externos dados por el mal manejo del mismo, como son la proliferación de plagas y las derramas de grano ocurridas durante el manejo que también disminuyen el peso del producto.

#### 2. Pérdida de valor nutritivo.

La pérdida del valor nutricional del grano es consecuencia del consumo o degradación de los nutrientes por las plagas o por la alteración de algunos constituyentes básicos de los granos como son las proteínas, los lípidos y los carbohidratos debido a cambios en la humedad y temperatura. Los primeros por degradación y los segundos y terceros por oxidación principalmente.

Las altas temperaturas causan oxidaciones en los ácidos grasos del grano, que tienen como valor básico la extracción de grasas, como es en el caso de la soya.

#### 3. Pérdida de calidad.

Al sufrir un grano pérdida de peso y valor nutritivo, también sufre como consecuencia, una pérdida de calidad, la cual es evaluada de acuerdo a las necesidades que se tenga de aprovechar sus nutrientes.

---

<sup>5</sup> Holman, 1986.

Actualmente esta teniendo mucha importancia la presencia de ácidos grasos libres en el grano, pruebas de laboratorio han demostrado que un grano almacenado infestado por, *Tribolium castaneum* presenta un aumento de ácidos grasos libres evidenciándose su presencia durante el proceso de molienda.

Asimismo cuando se desarrollan hongos sobre el grano, este sufre transformaciones químicas y bioquímicas experimentando una pérdida de proteínas sobre todo en los granos como la soya.

Algunas especies de hongos pueden formar compuestos químicos conocidos como micotoxinas; que sí son ingeridos por el ser humano o animales en ciertas cantidades, pueden ocasionar la muerte, algunas de estas micotoxinas son las aflatoxinas.<sup>19</sup>

#### 4. Pérdida económica.

Granos con malas características de peso y calidad y por ende de bajo valor nutricional son rechazados por los consumidores cada vez más exigentes, con lo que estos granos dejan de ser comercializables e incluso sus derivados serán de mala calidad, provocando pérdidas en su comercialización.

#### **1.6.2. Causas de las pérdidas en almacén.**

Dentro de las principales causas de pérdidas de granos en los almacenes están en orden de importancia.<sup>19</sup>

- La carencia de almacenes adecuados para el manejo y almacenamiento.
- El alto contenido de humedad e impurezas del grano al momento de almacenar.

---

<sup>6</sup>Hamilton, 1982.

<sup>19</sup> Ramírez, 1976

- La presencia de plagas (insectos, roedores, hongos) dentro y fuera del almacén.
- El desconocimiento de los principios básicos de conservación de granos.

Estas causas con frecuencia contribuyen al demérito de la calidad y cantidad de los granos almacenados, por lo que es necesario, profundizar en los problemas internos de cada almacén para estar en condiciones de dar alternativas de solución a la problemática ocasionada por las pérdidas.

Durante el almacenamiento de los granos es posible identificar la naturaleza de las pérdidas, en términos de peso y cantidad, así como de calidad del grano, los orígenes de dichas pérdidas pueden ser;<sup>2</sup>

1. Por actividad biológica.

Las principales causas de pérdidas en cantidad y calidad por actividad biológica en los granos almacenados son por la presencia de los roedores, insectos, ácaros y hongos. Donde comúnmente las pérdidas son mayores es en aquellos países que menos pueden afrontarlas, en parte porque los climas son favorables al deterioro de toda clase de productos almacenados, pero también a la falta de conocimientos y facilidades para reducir o prevenir las pérdidas.

Los daños en el producto se van incrementando a consecuencia de un almacenamiento prolongado y sobre todo si este no ocurre en condiciones óptimas, como puede ser la calidad del grano y condiciones favorables de almacenaje, el producto queda expuesto a sufrir deméritos de calidad por actividad biológica.

---

<sup>2</sup> Christensen, 1976.

La intensidad de la actividad biológica podrá ser de tal magnitud que excluya al producto de normas de calidad establecidas. Esta exclusión limitará la utilidad del grano para ser consumido por el hombre o en su defecto los derivados que se obtengan serán de mala calidad colocando en desventaja este producto con otros.

## 2. Pérdidas por deficiente infraestructura en los almacenes.

La deficiente infraestructura de los almacenes en tiempos pasados era común, ya que las organizaciones encargadas de la manipulación y almacenamiento de los granos en las bodegas se preocupaban poco de proveer los medios necesarios para reducir las pérdidas, ya que estos almacenes se construían con miras al rápido y cercano movimiento de las mercancías y no se pensaba en dotarlos de un sistema que sirviera para, impedir que las infestaciones de insectos se transmitieran de una partida a otra, o el de reducir en todo lo posible las variaciones de temperaturas y humedad así como las corrientes de aire húmedo a través de los almacenes.<sup>19</sup>

Aun existen estos tipos de almacenes que guardan y almacenan granos, pero en condiciones de operatividad riesgosa y costosa para la organización que las utiliza.

Actualmente se han desarrollado diversos estudios tendientes a cubrir los aspectos mínimos de seguridad que debe poseer un almacén para dar protección al grano almacenado, algunos puntos a considerar serian:

- a. El tipo de construcción del edificio y el mantenimiento continuo de este.
- b. La ubicación o área ecológica donde se encuentra enclavado el almacén.

---

<sup>19</sup> Ramírez, 1976

- c. El equipo de que dispone para las operaciones de recepción, transporte, acondicionamiento, manejo y almacenamiento.
- d. El tipo de operación para que fue creado, esto obedece a la función principal del almacén, si manejará a granel, envasado o ambos, ya que cada tipo de manejo necesita de elementos y equipo básico para cubrir sus funciones.
- e. El equipo adicional con que cuentan para reducir los efectos del medio como son el equipo de aireación, equipo para el secado de grano, sistemas de termometría.

### 3. Pérdidas por la presencia de humedad

El término de humedad se define como el agua libre que se encuentra sobre la superficie de las células, pero no dentro de ellas.

El factor de la humedad en los granos siempre ha presentado serios problemas en los almacenes, provocando diferentes reacciones dentro del almacén, estas reacciones serán mayores o menores, dependiendo de la temperatura del grano, el tiempo que se va almacenar y el grado de infestación de insectos y hongos.<sup>2</sup>

#### **1.6.3. Influencia de la humedad y la temperatura en el grano.**

Debido a que el grano tiene una baja conductividad térmica los cambios de temperatura se transmiten muy lentamente desde la periferia de la masa del grano al centro, estas diferencias de temperatura provocan corrientes de convección a través del grano, acompañadas por un desplazamiento de humedad desde las zonas calientes a las frías, cuando el aire se enfría crece su humedad relativa y puede

---

<sup>2</sup> Chistensen, 1976.

llegar al punto de saturación acumulándose un exceso de agua sobre la superficie de los granos más fríos; en consecuencia pueden producirse aumentos locales del contenido de humedad que crean condiciones favorables para un aumento en la respiración del grano y el desarrollo de hongos, que son otro factor de deterioro del grano.<sup>8</sup>

Considerando la relación que hay entre la humedad y la temperatura con respecto al tiempo de almacenamiento y la conservación de su calidad, en la tabla 4 , se agrupan estos factores en relación con el tiempo de almacenamiento seguro que tendrá un grano.

**TABLA 4: Días de almacenamiento seguro para los granos, con base en su temperatura y humedad (Christensen, 1974).**

Temperatura del grano Celsius	Contenido de humedad ( % base húmeda )						
	14	15.5	17	18.5	20	21.5	23
	<b><i>DÍAS DE ALMACENAMIENTO SEGURO</i></b>						
10.0	<b>256</b>	<b>128</b>	64	32	16	8	4
15.5	<b>128</b>	64	32	16	8	4	2
21.1	64	32	16	8	4	2	1
26.6	32	16	8	4	2	1	<b>0</b>
32.2	16	8	4	2	1	<b>0</b>	<b>0</b>
37.8	8	4	2	1	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

La presencia de un alto contenido de impurezas en el granel genera focos de calentamiento, los cuales provocan que el movimiento de temperatura y humedad se transporte a zonas más frescas.

Un grano muy húmedo y zonas de enmohecimiento en la superficie del producto son señales de que ha habido condensación y por lo tanto el movimiento de temperatura y humedad dentro del grano.

---

<sup>8</sup> Jamieson, 1974.

## 1.7. INDUSTRIALIZACIÓN DEL GRANO DE SOYA

La soya puede consumirse directamente como leche, tofu o queso, helado a base de soya, etc. No obstante, su mayor potencial en la nutrición humana y animal que se encuentra en sus productos derivados.<sup>25</sup>

Cuando se procesa el grano de soya, se obtiene aceite y pasta desgrasada rica en proteínas. El aceite continúa su refinamiento para convertirse en aceite alimenticio o industrial o en lecitina, mientras que la pasta de soya se utiliza como alimento balanceado para animales debido a sus valores nutricionales.

El porcentaje medio de proteínas en el grano maduro de soya se sitúa en general entre el 20 y 25% .Después de haber sufrido una extraordinaria labor de selección genética el contenido de proteínas superan el 35%. Estos son valores aproximados, que cambia de una variedad a otra, ya que existen algunas variedades de soya cuyos granos contienen hasta un 44% de proteínas.<sup>24</sup>

La pasta, rica en proteínas, se puede utilizar directamente para la alimentación de animales o bien puede seguir siendo procesada para producir harina de soya desgrasada o una variedad de productos de proteína de soya para usos alimenticios o industriales.

La industria que procesa a la soya ha crecido considerablemente y hoy se cuenta con tres grupos principales de productos de proteína de soya, los que han sido así clasificados de acuerdo a su contenido de proteínas cuyo rango va del 40 al 95%.

---

<sup>25</sup> ASA,,.2005.

<sup>24</sup> Saumell.1995.

1. Las harinas y sémolas de soya: Son productos que contienen entre 40 y 50% de proteína. Se elaboran a partir de hojuelas desgrasadas las que pasan a un molino para transformarse en harina o sémola de soya. Las harinas y sémolas difieren únicamente por el tamaño de partícula. Las partículas de sémola son de mayor tamaño que las de harina.
2. Concentrado de proteína de soya: Se obtiene a partir de hojuelas de soya desengrasadas las que sometidas a un proceso de lavado que elimina la mayor parte de los constituyentes no proteínicos (azúcares solubles). Contiene un mínimo de proteína de 70% en base seca.
3. Aislado de proteína de soya: Es la principal extracción proteínica de la soya. Se obtiene al procesar a las hojuelas de soya desgrasadas eliminando de éstas los demás componentes no proteínicos. Es el producto más refinado de soya con un contenido mínimo de proteína de 90% en base seca.

Casi todos los productos de la soya son el resultado de un extenso proceso de separación del aceite. El procesamiento de la soya generalmente se hace en plantas industriales que utilizan la extracción con solventes.

El fríjol de soya se limpia, agrieta, aspira y tamiza. Para quitarle la cáscara el grano se expone a un aumento de temperatura que se realiza por medio de una secadora.

Los cotiledones pasan entre rodillos que giran a diferentes velocidades y los convierten en hojuelas o escamas, luego, a éstas se les extrae el aceite con un solvente llamado hexano, tras lo cual las escamas desgrasadas se pueden convertir en una extensa variedad de productos ricos en proteínas.

El aceite obtenido se somete a un proceso de desgomado, refinado, blanqueado y deodorizado. El aceite refinado se somete a otros tratamientos para fabricar también otros numerosos productos.

Uno de los principales tratamientos del aceite es la hidrogenación, que consiste en añadirle hidrógeno para endurecerlo. La hidrogenación parcial evita que el aceite se endurezca a temperaturas congelantes o a menos de cero grados centígrados

Al aceite de soya que se utiliza para ensaladas o para panificación se le quita la goma, se refina, se decolora y deodoriza.

Entre los principales retos de la industria aceitera están la producción de un aceite de soya de alta calidad, recurriendo a la revisión de los avances tecnológicos en las tres operaciones básicas que son; refinación, blanqueo y deodorización.

#### **1.7.1. Proceso de industrialización de la soya.**

La alta calidad en los productos del frijol de soya es un factor importante en su predominio en los mercados mundiales del aceite y proteína vegetales.

La industria del procesamiento del frijol de soya ha desarrollado sistemas y procedimientos de fabricación, normas de comercialización, especificaciones completas de calidad del producto y procedimientos para el control de calidad para asegurar productos terminados que se adecuen a las necesidades del cliente y del consumidor, lo esencial para el control de calidad es un sistema de especificaciones que defina las materias primas y en proceso, así como los productos terminados.

Las Normas de Comercialización de la National Oilseed Processors Association (NOPA) (Asociación Nacional de Procesadores de Semillas Oleaginosas) gobiernan

el comercio de la pasta y el aceite de soya incluyendo los requisitos de calidad para los materiales utilizados.<sup>25</sup>

En las figuras 8 y 9 se muestran por medio de un diagrama de flujo y un diagrama general el proceso de industrialización del grano de soya dentro de la planta de extracción.

#### 1. Almacén del grano.

El primer paso es el almacenamiento del grano en silos bien habilitados para su conservación y control. Procurando contar con la mejor calidad para la elaboración de los productos industrializados.

#### 2. Limpieza, secado y quebrado.

Se realiza la limpieza del grano, ya que viene con impurezas y basuras al momento de la compra y al ser un producto de consumo humano se siguen procesos de limpieza del mismo. Para ello se utiliza un equipo llamado cribas o tamizadores, el cual separa las basuras y otras impurezas del grano. Luego pasa a un secador (Cimbria), dejando una humedad de 8% a 9%. Posteriormente pasa al proceso de quebrado, llevándose a cabo en quebradoras que tienen dos rodillos que se encuentran en la parte superior, que se encargan de quebrar el grano en medias y cuartas partes, y los dos rodillos en la parte inferior que los quiebran en sextas y octavas partes.

---

<sup>25</sup> ASA,,2005.

### 3. Descascarado, cocido, laminado y expandido.

Cuando ya han quebrado los granos, se lleva a cabo otra parte del proceso de preparación, llamado descascarado con el cual se retira la cáscara del grano, por medio de succión de aire, y así lo único que entra al proceso son los granos quebrados, por otro las cáscaras son trituradas en molinos quebradores y llevadas luego para ponerlas en sacos y es utilizada para producir alimento balanceado.

Al grano se le da un tratamiento de cocido en un equipo llamado Cooker (cocedor), lo cual sirve para facilitar la extracción del aceite.

La siguiente etapa del proceso es el laminado, donde se le da una forma de hojuela al grano quebrado, esto sirve para que el solvente tenga mayor superficie de contacto. Este proceso consta de un equipo con rodillos, que al girar uno en dirección contraria al otro van aplastando los granos quebrados.

Las hojuelas pasan al Expander donde se comprimen, inyectándoles vapor y luego salen en forma de pellets (churros).

### 4. Extracción.

Los pellets son transportados al extractor, ya estando adentro del extractor son bañados con hexano.

El hexano atrapa las moléculas de aceite, de este modo se lleva a cabo la extracción del aceite. Posteriormente sale del equipo el aceite crudo de soya con hexano hacia la primera etapa de evaporación. En la primera etapa de evaporación el aceite entra con un 70% de hexano y sale con un 30%, pasa a una segunda evaporación entrando con el 30% de hexano y sale con un 5% el cual es eliminado totalmente en

un equipo llamado Stripper que es la tercera etapa del sistema de desolventación de aceite.

El hexano se elimina del aceite, calentando el hexano hasta convertirlo en vapor.

Por otro lado la pasta de soya, a la cual se le extrajo el aceite, entrará a un equipo de secado o tostado para concentrar su contenido de proteínas, producto ideal de alimentos balanceados para animales.

#### 5. Desgomado.

El aceite de soya sin ningún porcentaje de hexano entra a una máquina centrífuga, la cual separa las gomas del aceite convirtiéndolo en aceite desgomado de soya. Estas gomas pasarán por un secador convirtiendo las gomas en lecitina de soya, que es almacenada y posteriormente envasada en tambores para su venta.

El aceite desgomado de soya pasa a un secador de aceite y después a un enfriador de aceite para su almacenamiento en tanques.

#### 6. Refinación.

Después de que el aceite fue desgomado es enviado a este proceso, en el cual utilizando sosa cáustica y agua en equipos mezcladores y centrífugas, se le separan los ácidos grasos libres y el aceite. El objetivo principal de este proceso es reducir el porcentaje de acidez del aceite

#### 7. Blanqueo.

En este proceso el aceite refinado de soya es mezclado con tierras de blanqueo, las cuales atrapan la clorofila que contiene el aceite disminuyendo su color. Después de

su uso estas tierras son exprimidas mediante unos filtros prensa y retiradas para confinamiento.

#### 8. Hidrogenación.

Este proceso se utiliza para crear las grasas en el cual el aceite es mezclado con hidrógeno, el cual entrará a su cadena molecular haciendo que cambie el punto de fusión del aceite.

El elemento, hidrógeno, es creado en una planta de hidrógeno que utiliza como materia principal el gas propano.

#### 9. Desodorizado.

Este es el último proceso en el cual, ya sea al aceite refinado, blanqueado o al aceite refinado e hidrogenado (que son las grasas) se les va a eliminar el olor mediante un sistema de vacío.

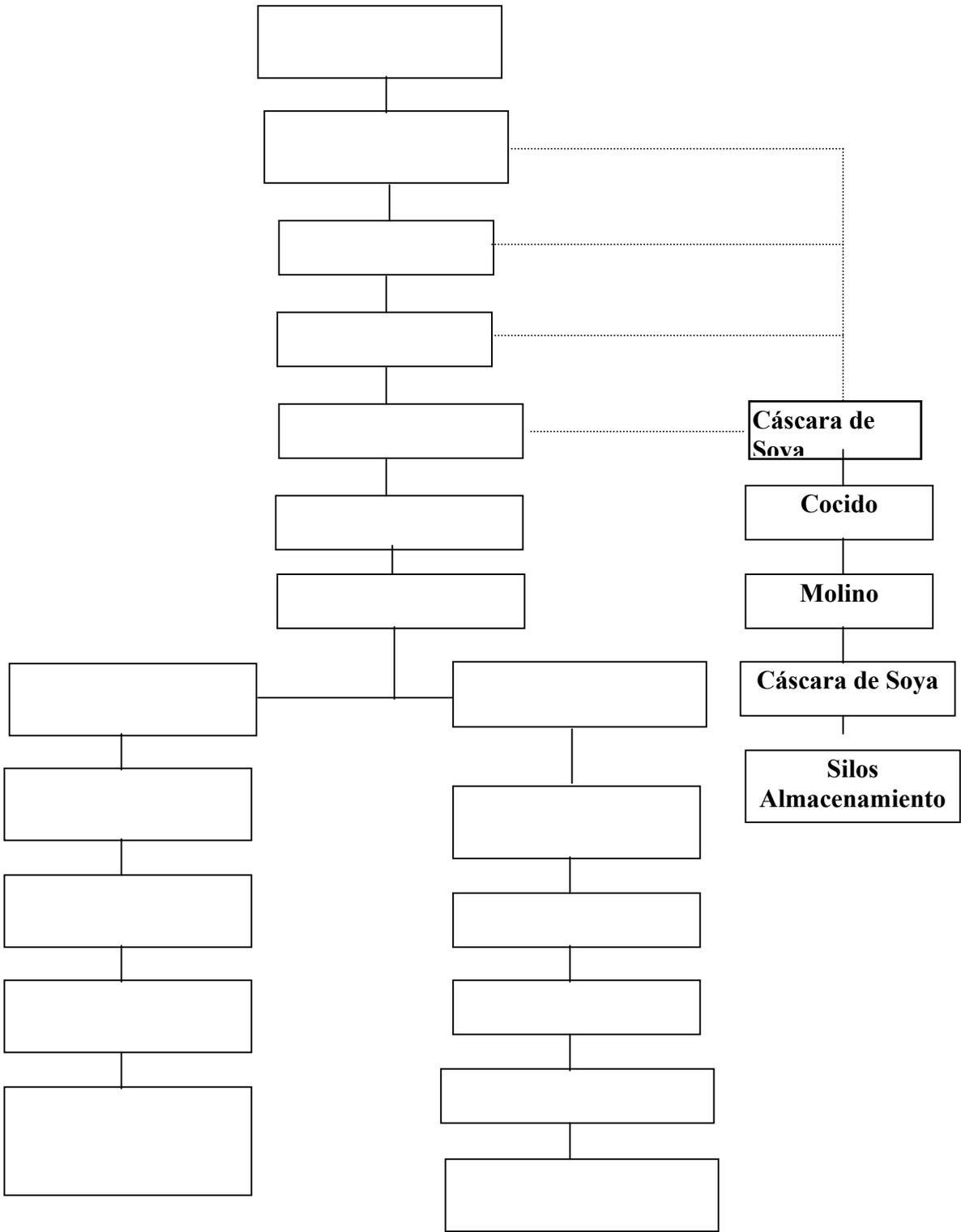
Después de este proceso el aceite es almacenado para que el departamento de control de calidad determine su liberación para ser envasado.

#### 10. Envasado.

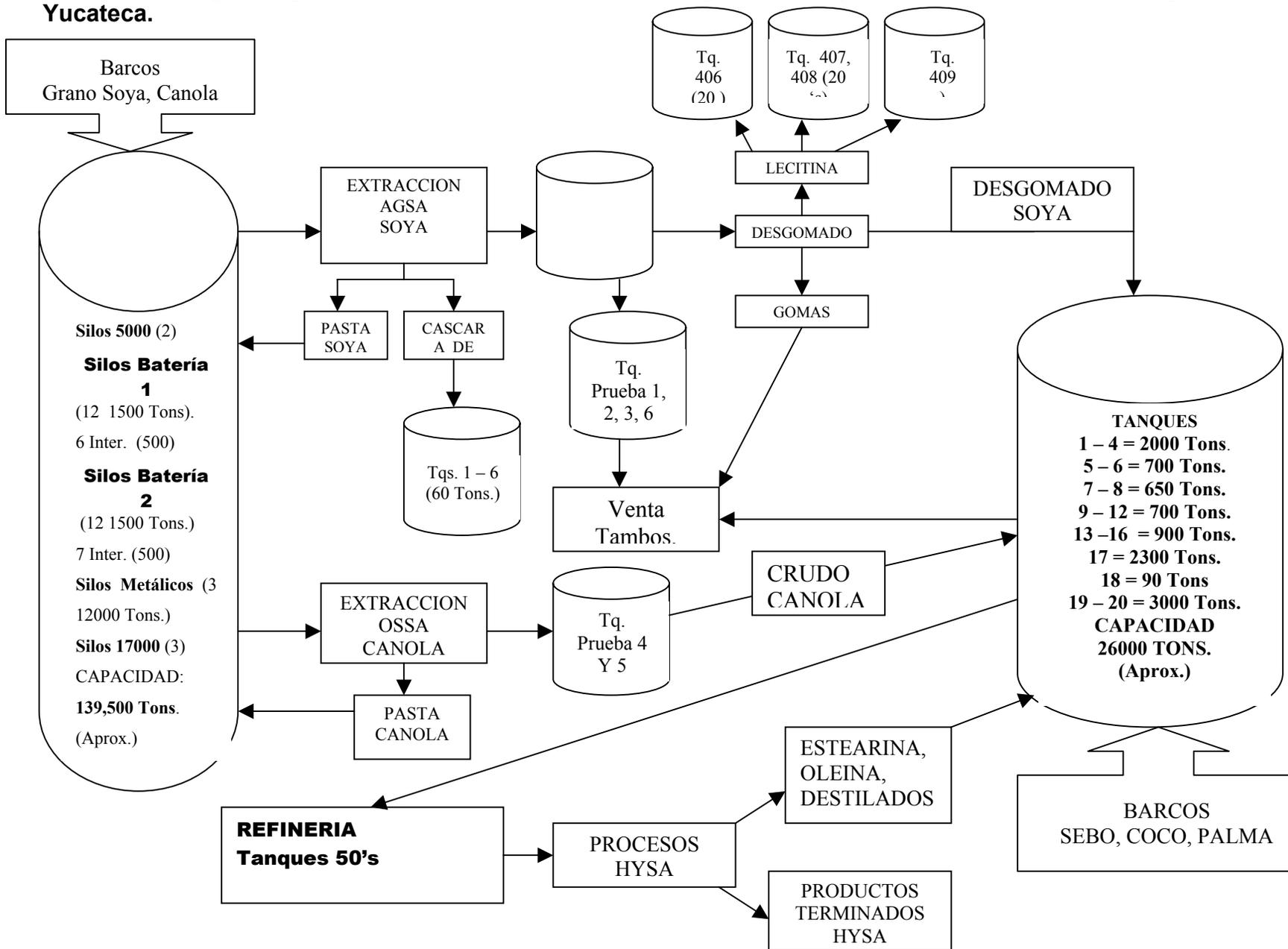
El aceite es envasado en botellas con diferentes presentaciones para el mercado.

A las botellas se les vierte el aceite y antes de ser tapados se les inyecta una pequeña cantidad de nitrógeno para eliminar el oxígeno que provoca la reacción de oxidación del aceite.

**FIGURA 8: Diagrama de flujo de la industrialización del grano de soya, realizado en la planta Hidrogenadora Yucateca.**



**FIGURA 9: Diagrama general sobre el procesamiento del grano de soya, dentro de la planta Hidrogenadora Yucateca.**



### 1.7.2. Productos derivados de la soya.

Entre las leguminosas, la soya es el cultivo que contiene mayor porcentaje de proteínas y aceite, así como las cantidades adecuadas de vitaminas que requiere el organismo, también aporta hierro, dos veces más calcio y cinco veces más fósforo que la leche de vaca.<sup>25</sup>

Se considera a la soya como la principal fuente para obtener lecitina, sustancia con una gran variedad de usos, por ejemplo, en la preparación de polvos para bebidas, manteca para pastelería, grasa para freír y como insumo en la elaboración de diversos fármacos.<sup>25</sup>

La soya durante su industrialización genera una gran cantidad de subproductos que se utilizan en la elaboración de distintos alimentos.

Entre los principales productos se pueden mencionar:

#### **PRODUCTOS PRIMARIOS DE LA SOYA**

- 18 % Aceite de soya
- 10 % Cascarilla
- 72 % Pasta de soya

#### **PRODUCTOS SECUNDARIOS DE LA PASTA DE SOYA.**

Pasta de soya con 44 % de proteína.

Pasta de soya con 48% de proteína.

Pasta de soya Integral con grasa y cascarilla.

#### **PRODUCTOS SECUNDARIOS DEL ACEITE DE SOYA.**

Aceite crudo.

Aceite crudo desgomado.

Aceite tipo (RBD) refinado, blanqueado y deodorizado.

Aceite hidrogenado.

Aceite parcialmente hidrogenado.

Mantecas líquidas.

Mantecas varias.

### **PRODUCTOS TERCIARIOS DEL ACEITE DE SOYA.**

Mantecas especiales.

Substitutos de manteca de cacao.

Mantecas emulsificadas.

Mantecas en escamas.

Margarinas.

## CAPITULO II

### COMPRA Y MANEJO DE LA SOYA

La parte metodológica de la presente investigación consistió en la descripción de las distintas actividades y operaciones que se realizan para la compra, manejo, almacenamiento y procesamiento del grano de soya en la planta Hidrogenadora Yucateca perteneciente al grupo Industrial Xacur .S.A. de C.V. en la ciudad de Mérida Yucatán.

Para lo cual se documentan las distintas operaciones que se realizan en:

- **PLANTA PROCESADORA DE SOYA:**

Planta Hidrogenadora Yucateca(figura 10), que forma parte del grupo Industrial XACUR S.A. de CV. ubicada en la calle 17 número 409 en la Ciudad. Industrial de Mérida Yucatán

Lugar donde se encuentran los silos de almacenamiento y la planta de extracción del aceite de soya.



**FIGURA 10 Silo de almacenamiento de soya I(Hidrogenadora Yucateca 2004)**

- **EL PUERTO DE ALTURA DE PROGRESO**

Ubicado en el municipio de Progreso en el estado de Yucatán, que se encuentra a una distancia de 32 Km de la ciudad de Mérida, puerto por donde se interna el producto de importación proveniente del puerto de Nueva Orleans al sur de los EE.UU., así como de Brasil y Argentina.

- **OFICINAS ADUANALES Y PORTUARIAS DEL ESTADO DE YUCATÁN.**

Lugar donde se revisa la documentación de los barcos y se autorizan la internación y descarga del grano de importación.

- **OFICINAS DE LA EMPRESA DENOMINADA MULTISUR,**

Quien tiene a su cargo las operaciones de descarga del grano en el muelle del puerto. Durante las actividades de investigación se documentaron los trabajos que se realizan en:

- \* Las oficinas aduanales para verificar los trámites de internación y autorización de atracado del barco al muelle.
- \* La zona de muelles destinada en el puerto para la descarga de estos tipos de barcos.
- \* Los silos de almacenamiento y el equipo utilizado por MULTISUR, para la descarga del barco y la carga de las unidades transportistas.
- \* Instalaciones de la planta Hidrogenadora como son: sus silos de almacenamiento, laboratorio y planta procesadora de soya.

Se describe, con respecto al puerto el proceso de descarga del barco y la carga de los camiones que llevan el grano hacia las instalaciones de la planta, durante este proceso se describe también la metodología aplicada para el muestreo del grano.

En planta se realizaron labores de manejo y conservación de la soya, como es la toma de muestras y análisis por parte de personal de la planta Hidrogenadora.

Se documentaron en planta aquellos factores que influyen de manera directa en el almacenamiento, conservación y manejo de la soya, así como el proceso de industrialización donde se destaca como importante el acondicionamiento del grano antes de su proceso.

Los datos recabados para el estudio de la presente investigación corresponden a los volúmenes de soya adquiridos por el Grupo Xacur durante el año del 2005.

## 2.1.ACTIVIDADES EN EL PUERTO DE ORIGEN

Para llevar a cabo la compra del grano en los centro de acopio de los EE.UU. lugar de abasto de la Hidrogenadora Yucateca, es necesario realizar una serie de eventos anticipados que permiten contar con el grano en tiempo y forma como son:

- Bases a futuro

Cumpliendo con los requisitos para acceder a la compra anticipada se requiere de las llamadas “Bases a futuro” en la Bolsa de Granos de Chicago donde se subastan certificados que amparan volúmenes de grano cotizados con el precio que se estima tener en un mes a futuro.

- Proveedor del grano

Con base en el contrato se asegura la adquisición del grano con alguna de las compañías que poseen elevadores de grano y el abastecimiento del mismo se establece en una “ventana de embarque” que es el periodo para colocar el barco en el puerto de embarque

- Contratación del flete por vía marítima



FIGURA 11 Barco fletero empresa PACNAV

Foto cortesía Ina. Arturo Ortiz Corneio



FIGURA 12 Barco fletero empresa PACNAV

© Foto cortesía Ing. Arturo Ortiz Cornejo

flete del volumen comprado. Al contar con la “ventana de embarque” se establece la designación del barco que atenderá el flete, desde luego con anticipación, por lo menos de un mes.

Para la importación por vía marítima comúnmente se contrata alguna naviera especializada en el transporte de granulares y de entre ellas destaca la compañía PACNAV.(figuras 11 Y 12) El régimen de contratación generalmente es el de Libre a Bordo (LAB) en el puerto de carga.

Los barcos que transportan la soya varían en su capacidad de carga de las 20,000 a las 40,000 toneladas métricas (TM), aunque actualmente solo los de gran calado pueden atracar en los puertos de Veracruz y Altamira. Los barcos de carga de soya comúnmente operan con una tolerancia de  $\pm 10\%$  y son contratados para un ritmo de descarga de 7,000 a 8,000 toneladas por día. Generalmente los barcos de 20,000 toneladas de capacidad son descargados en un lapso que no excede los 3 días, aunque el tiempo real de descarga del barco es influenciado por la disponibilidad de transportes que llevarán el producto hasta la planta de proceso.

#### **2.1.1. Operaciones previas a la carga del barco.**

Para la contratación del embarque por barco, este usualmente es contratado especificando la fecha, el período de embarque (normalmente se carga el barco en un día en el puerto de origen), el ritmo de descarga y el período en que ésta se realizará. El tiempo de travesía del barco desde su punto de carga en el puerto de origen hacia el de destino.

Al contar con la documentación de compra, así como con la de la fletera naviera, se procede a solicitar la fecha y hora en que el barco anclará en el puerto asignado para su inspección física por parte de personal autorizado de la USDA quienes dan la orden de inicio llamado "ALL SECURED", donde la

capitanía del barco y estibadores confirman que están en capacidad de operar la carga del barco.

Posteriormente se realiza una reinspección de las escotillas del barco por personal de la USDA y los compradores del grano.

### 2.1.2. Operaciones para la carga del barco.

Al iniciar la carga del barco se lleva a cabo el siguiente proceso.

1. Muestreo de los primeros sublotes y certificación de la calidad del grano por parte de USDA.(figura 14).

2. Autorización y liberación del envío de los sublotes al silo de paso, se continúa cargando el barco con el mismo procedimiento de certificar lote por lote aproximadamente de 1,200 a 2,000 toneladas cada uno.



Figura 13 Carga de una escotilla del barco

Foto cortesía Hidrogenadora Yucateca SOY.



Figura 14 Muestras de grano de

Foto cortesía Hidrogenadora Yucateca

3. Aviso de “**1st Grain**” inicio oficial del tiempo de carga cuando cae el primer granel al barco(figura 13).
4. Aviso de “**COMPLETED**”, cuando se completa la carga contratada con la posibilidad de 10 % más o menos quedando a criterio del capitán del barco.
5. Fumigación del barco.
6. Aviso de salida del barco y emisión de los documentos oficiales del embarque.
7. Entrega de la documentación reglamentaria que el importador deberá proporcionar a la Agencia Aduanal como es, la factura comercial (en copia) con quien se haya realizado la adquisición del producto, también entregará la siguiente información:

1. Conocimiento de embarque en original y liberado por la compañía naviera.
2. Factura (copia) que ampara la compra del producto.
3. Certificado de tratamientos realizados al producto.
4. Certificado de peso.
5. Certificado de inspección realizada en el origen emitido por el FGIS (Federal Grain Inspection Service)
6. Certificado fitosanitario internacional.
7. Certificado de fumigación en origen.

### **2.1.3. Punto de internación del grano en destino.**

El puerto de Progreso es el punto de ingreso de la soya que se importa en la Península de Yucatán desde los Estados Unidos de Norteamérica. A este puerto arriban barcos graneleros con una capacidad de carga promedio de 20,000 toneladas métricas.

El puerto de Progreso tiene una capacidad operativa de 10 a 15 mil toneladas por día y constituye el punto de acceso principal, donde la Hidrogenadora Yucateca tiene que realizar la descarga de sus barcos mediante la programación diseñada con anticipación.

Sus funciones son reguladas por el Gobierno Federal, siendo la empresa denominada MULTISUR S.A. de CV., quien coordina las operaciones de carga y descarga de barcos en el puerto.

Antes de que el barco llegue a puerto mexicano se conoce la fecha probable de arribo mediante el ETA (tiempo estimado de arribo) que proporciona la naviera. 24 horas antes del arribo a puerto la oficina de trámites del importador deberá contar con la siguiente documentación:

- Factura comercial del producto, proporcionada por el proveedor.
- Boleto de viaje BL, expedido por la naviera.
- Documento del Tratado de Libre Comercio (TLC) o (NAFTA), elaborado por el proveedor.
- Certificado de peso y calidad del producto en origen, elaborado por el FGIS .
- Certificado de fumigación expedido por el (FGIS )
- Certificado fitosanitario de origen expedido por el FGIS.

El certificado del TLC es de particular importancia para el importador ya que por este mecanismo está exento del pago de aranceles o por lo menos se tiene derecho a que se desgrave una parte de los impuestos. Si el importador no

cuenta con el documento del TLC, entonces los impuestos de la importación de soya deberán cubrirse íntegramente. Al contar con el certificado del TLC el importador también podrá estar exento del pago de derecho de trámite aduanal (DTA).

El tiempo de travesía del barco desde su punto de carga en el puerto de Nueva Orleáns hasta el puerto mexicano generalmente es de 48 horas.

Generalmente el importador se encarga de monitorear constantemente el barco a partir de que es nominado por la naviera, determinando cuando carga y cuando llegará al puerto de destino.

## **2.2. ACTIVIDADES EN EL PUERTO DE DESTINO**

Al arribar el barco proveniente de los EE.UU. Argentina o Brasil al puerto de Progreso, se da el aviso de arribo a la capitanía del puerto, para que sea programada su descarga.

El Puerto de Progreso cuenta con un muelle especializado en la descarga de barcos que transportan productos granulares como el frijol de soya. El muelle de descarga de productos granulares está concesionado a la empresa MULTISUR que opera en esta terminal y proporciona el servicio de descarga de barcos.

Por parte del personal de la Hidrogenadora Yucateca se prepara el plan de descarga que consiste en determinar los silos que se utilizarán para depositar la soya y el ritmo de descarga con base en el número de unidades de transporte terrestre de que disponen las empresas transportistas.

### 2.2.1. Infraestructura para la descarga de barcos en el puerto.

En el muelle de MULTISUR existe la siguiente infraestructura para la descarga de los barcos que transportan productos granulares:

A) Tres silos cilíndricos metálicos (figura 15), con capacidad para contener 10,000 toneladas métricas de producto cada uno y uno más con capacidad de 5,000 toneladas. Estos silos se encuentran mecanizados y están conectados a las torres de las tolvas de llenado de vehículos.



**Figura 15.** Silo de la empresa MULTISUR, en el puerto de Progreso en Mérida.

Yucatán. Foto cortesía Ing. Arturo Ortiz Cornejo, (2002)

B) 25 almejas metálicas (figura 16), capaces de contener 5 toneladas de grano.

C) Tres torres metálicas (figura 17), que contienen cada una, una tolva para recibir el grano descargado por las almejas. Cada tolva cuenta con una salida directa para la carga de camiones y una salida lateral que alimenta un transportador helicoidal, que conduce los granos hacia un elevador empleando para el llenado de los silos.



Figura 16 Almeja para descarga del grano



Figura 17 Torres de carga de camiones

### 2.2.2. Plan de descarga del barco en el puerto.

Las almejas, son accionadas mediante las grúas de la embarcación,(figura 18), quienes extraen el producto de las escotillas del barco y lo vierten en las tolvas de llenado de camiones que se encuentran en las torres para la descarga.

Debajo de cada tolva (figura 19) se colocará un trailer de caja abierta de 35 toneladas de capacidad y será llenado por gravedad con el frijol de soya proveniente de las bodegas del barco(figura 20). Al finalizar la carga de cada vehículo, la caída de grano se dirige hacia un conducto lateral de la torre de descarga que conduce el producto hacia un transportador subterráneo que alimenta a una batería de elevadores de cangilones.

El elevador de cangilones eleva el grano y lo conduce a un transportador aéreo que se encarga de llenar los silos por su parte superior. La presencia de este mecanismo alternativo que llena los silos, permite la descarga ininterrumpida del barco. Mientras existen camiones, estos son llenados en las tolvas respectivas y cuando no se dispone de vehículos el grano se descarga hacia los silos(figura 21). La disponibilidad de este mecanismo evita interrupciones en la descarga del barco, y maniobras adicionales de descarga y demoras.

Generalmente la totalidad de la carga es retirada del barco en un plazo no mayor a 5 días, en el caso de que se prolongue la estancia del barco en el puerto y que la misma sea atribuible a las maniobras de descarga o a ritmos lentos de descarga, el importador deberá cubrir a la naviera el pago de demoras.



Figura 18 Operación de las almejas en el puerto  
Foto cortesía Ing. Arturo Ortiz Cornejo



Figura 19 Tolvas de carga para los camiones  
Foto cortesía Ing. Arturo Ortiz Cornejo



Figura 20 Unidades de transporte del grano a silos



Figura 21 Mecanismo para envío de grano a silos en el puerto

La descarga completa de la embarcación con 20,000 toneladas métricas de frijol de soja se realiza en un lapso menor a 72 horas y con un ritmo de

descarga de 5,000 a 7,000 toneladas por día con tres turnos de trabajo de 8 horas cada uno.

Si eventualidades como la lluvia interrumpen la extracción del grano del barco, el reloj de la descarga también se detiene y reanuda su marcha una vez que reinicia la descarga, con lo que se previene el incurrir en demoras y su pago correspondiente. En términos generales no se rebasan los tiempos de descarga contratados y no se pagan demoras en este puerto para la descarga de barcos por parte de los importadores de soya.

En el recinto portuario existe una báscula para el pesado de camiones y todos los que transportan frijol de soya se pesan para obtener el peso total del embarque al final de la descarga de la embarcación.

Existe en el puerto de Progreso en Yucatán un muelle alternativo de atraque que se destina a la descarga de barcos graneleros. Este muelle es operado por la Administración Portuaria Integral (API) y carece de las facilidades con que cuenta la instalación que opera MULTISUR, su equipamiento para la descarga de embarcaciones es mínimo, la instalación solo cuenta con torres para tolvas de llenado de camiones, donde la descarga del barco se realiza con almejas que son movidas por las grúas del propio barco, estas extraen el grano de las escotillas y lo descargan en las tolvas de las torres de llenado de vehículos.

La operación de descarga de la embarcación se detiene cuando se carece de vehículos para el transporte del grano. Este tipo de descarga se efectúa de manera lenta y puede incurrir en demoras.

En esta instalación el tiempo de descarga estimado para un barco de 20,000 toneladas es de entre 12 y 15 días, con tres turnos de trabajo de 8 horas cada uno.

### **2.3. OPERATIVA REALIZADA DURANTE LA DESCARGA DEL BARCO**

Una vez que el barco atraca en el muelle para su descarga, es inspeccionado por el personal técnico de la Secretaría de Agricultura Ganadería Recursos Hidráulicos y Pesca (SAGARPA), este personal comprueba que no existen insectos o alguna anomalía que afecte la calidad del grano.

Después de la inspección por parte de la SAGARPA y de que se haya autorizado su descarga por parte de las autoridades, se abren las escotillas de acuerdo con el plan de descarga aprobado por el capitán del navío. Se colocan los mecanismos de descarga (sistemas neumáticos o almejas, figuras 22 y 23).



Figura 22 Equipo utilizado para la descarga del barco



Figura 23 Equipo utilizado para la descarga del barco

#### **2.3.1. Verificación física del barco.**

Los embarques de frijol de soya también deben cumplir el requisito de estar libres de infestaciones por insectos y para asegurar su sanidad entomológica,

cada embarcación es fumigada en el elevador cuando finaliza el llenado de escotillas.

La fumigación realizada en el origen es validada mediante un certificado expedido por el FGIS, a este documento se le denomina como Certificado de Fumigación en Origen y será indispensable su presentación en original para realizar los trámites de internación por parte de la Agencia Aduanal.

Antes de proceder a la descarga del barco se realiza una inspección para detectar cualquier tipo de anomalía en cuanto a presencia de infestaciones, filtraciones de agua, humedecimiento del producto, correcto cerrado y sellado de las cubiertas de las escotillas y cualquier condición anómala que pudiera presentar el producto ya que eventualmente se presenta humedecimiento del grano ocasionado por lluvia intempestiva y falta de cierre oportuno de escotillas durante la descarga del barco. Los granos afectados se separan del resto de la carga y de ser posible se procesan enseguida para evitar la invasión y el daño ocasionado por hongos, si los granos han resultado humedecidos en exceso y esto generará la proliferación de hongos y el daño del producto, los lotes afectados serán separados del total de la carga y serán cubiertos por el seguro correspondiente que el importador haya contratado.

### **2.3.2. Verificación física del producto descargado.**

Se inicia la extracción del frijol de soya después de que personal de control de calidad de la Hidrogenadora Yucateca que es la empresa importadora, haya inspeccionado el embarque y realizado la toma de muestras que se requieren para comprobar la calidad del producto transportado, sea el convenido.

Al iniciar la descarga del barco y durante su descarga se llevan a cabo las siguientes actividades:

Diseño sobre el muestreo del barco .Al arribo de cada barco al puerto, el personal de la Hidrogenadora Yucateca, que es responsable de verificar la calidad del frijol de soya transportado en él es informado con respecto al plan de estiba de la embarcación, en el plan de estiba se indica el número de escotillas con que cuenta el buque, que escotillas contienen grano, el tipo de grano transportado y las toneladas de producto contenidas en cada escotilla. Con dicha información se diseña un plan de muestreo para la toma de las muestras que serán la base de la verificación de la calidad del producto.

De acuerdo con el plan de muestreo, en cada una de las escotillas se considerará la existencia de 4 ó 5 niveles de profundidad de la carga, de cada nivel de profundidad y para cada una de las escotillas de la embarcación se obtendrán 2 muestras de grano cada muestra representará a 600 toneladas de producto transportado.

Las actividades de muestreo deben coincidir con el plan de descarga del barco, es decir, se procederá a obtener muestras de las escotillas de las que se está descargando, primero del nivel superficial, al momento de abrir la escotilla y después de los distintos niveles de profundidad que se hayan considerado en el plan de muestreo, conforme avanza la descarga del producto.(figura 24)

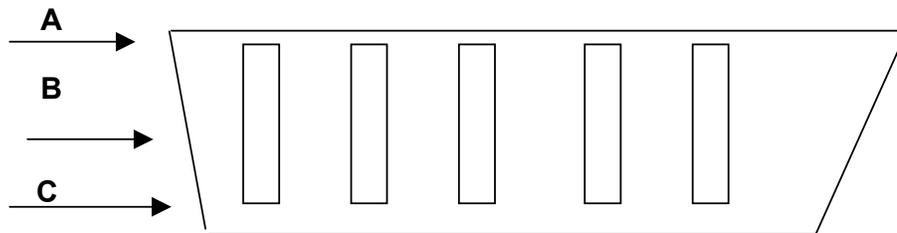
Nivel superficial (A): Se considera como nivel superficial el que es alcanzado por sondas de 11 o 12 alvéolos.

Nivel intermedio (B): El nivel intermedio se considera cuando la descarga del barco haya avanzado y que en las escotillas permanezca la mitad de su cargamento.

Realizando sondeos con el calador de profundidad el cual podrá penetrar hasta 5 o 6 m de profundidad.

Nivel profundo (C): Se considera cuando el espesor del grano pueda ser cubierto con una sonda de 11 o 12 alvéolos en el resto de la carga de producto en las escotillas.

**FIGURA 24: Niveles de profundidad en los barcos graneleros.**



Equipo utilizado para el muestreo a granel. El equipo recomendado para obtener las muestras representativas es la sondas de alvéolos que puede ser de aluminio o de bronce de diferentes medidas, como la de 1.60 m de longitud con 11 alvéolos o aberturas, la de 1.80 m de longitud con 12 alvéolos o aberturas o la de 2.40 m de longitud con 16 alvéolos o aberturas.

Muestreador de profundidad tipo bala: Es comúnmente empleado cuando los gránulos presentan profundidades de 7 metros, utilizando extensiones de varilla de 1 metro, que se acoplan al calador de acuerdo a los requerimientos del muestreo.

Muestreador tipo pelicano: Es utilizado para obtener muestras en granos que caen de un tubo o ducto de descarga, esta construido con lona o piel y tiene una longitud de 45 cm ,25 cm de ancho y una profundidad de 15 cm.

Manejo de las muestras para su análisis Una vez obtenida la muestra está es analizada para conocer la calidad física de la soya, el análisis de la soya está constituido por distintas determinaciones, que se realizan de manera ordenada, anotando en cada una de ellas, los valores registrados en los instrumentos de medición.

Las muestras se envían al laboratorio de control de calidad de Hidrogenadora Yucateca y en ellas se practican distintos análisis determinando la calidad física, el contenido de proteínas (sobre la base de 12% de humedad), el contenido de micotoxinas (aflatoxinas, zearalenona, ocratoxina y vomitoxina).

Desviaciones de la calidad en algunos de los conceptos de calidad del producto motivarán la separación de lotes de frijol de soya hacia silos de almacenamiento distintos a los que se estén empleando para guardar el grano que si cumple con los estándares de calidad contratados. Los granos con calidad fuera de especificación se enviarán paulatinamente a proceso, dosificando su mezcla de forma tal que no se afecte la calidad de los productos finales.

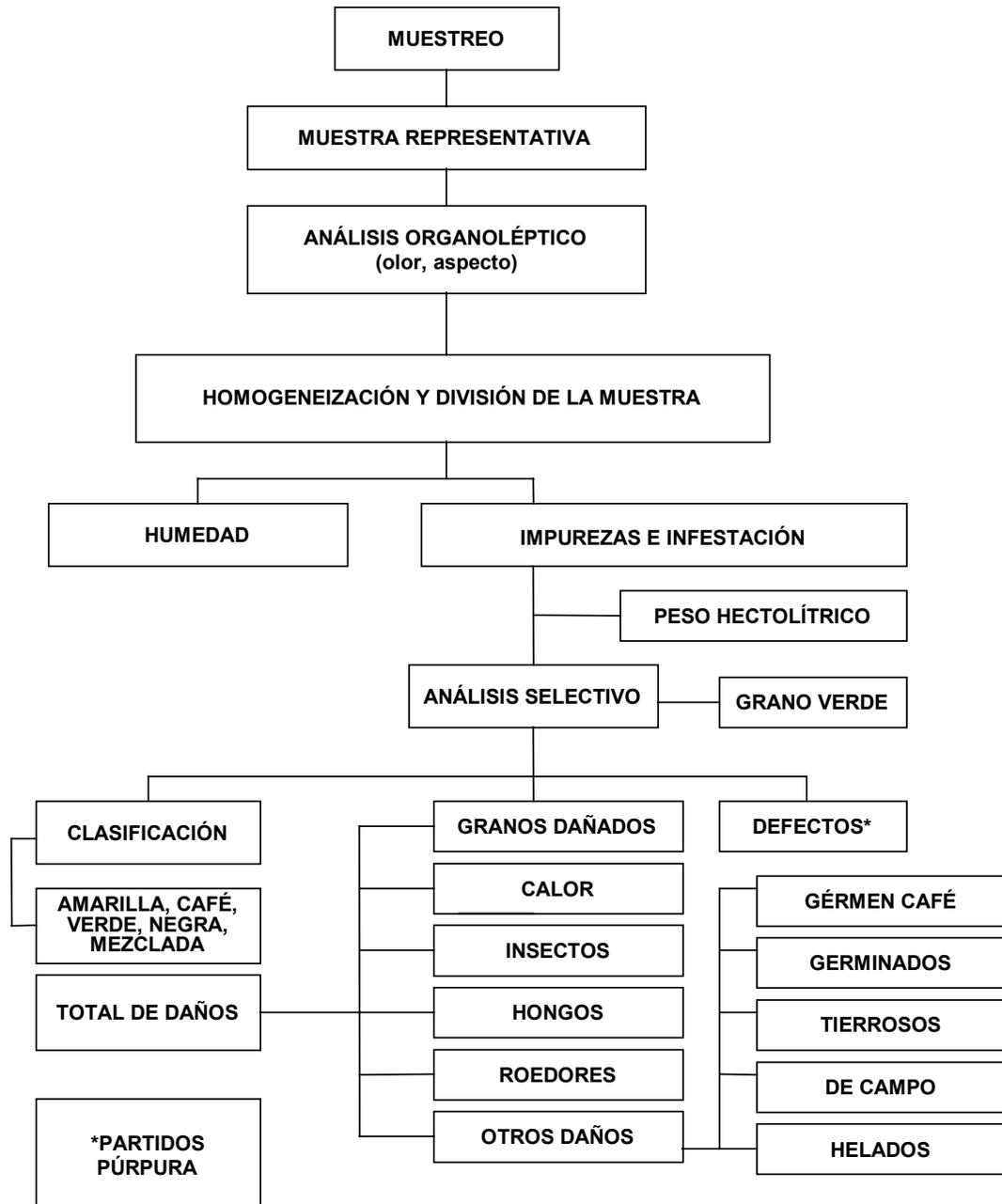
#### **2.4. DESCRIPCION SOBRE EL ANALISIS DE CALIDAD DEL GRANO**

El análisis del grano, es una de las labores más importantes que se realizan dentro del área de conservación, esta actividad permite tener la información necesaria para conocer el estado que guarda el grano desde origen y los lineamientos, que se deben tener a partir de su estancia en los silos.

A continuación se menciona su esquema de desarrollo (figura 25), así como la descripción de cada uno de sus pasos.

**FIGURA 25: Secuencia grafica para el análisis de la soya.**

## SECUENCIA PARA EL ANÁLISIS FÍSICO DE SOYA



➤ Análisis organoléptico.

Consiste en evaluar el estado del grano a través de los órganos de los sentidos, observando su olor y la presencia de impurezas objetables, como materiales extraños. Cuando durante el muestreo se aprecia que el grano está excesivamente caliente, debe ser registrada la temperatura del producto con un termómetro.

➤ Homogenización y división de la muestra.

Con el propósito de obtener resultados más precisos se procede a la homogenización de las muestras empleando un homogenizador – divisor del tipo Boerner, obteniéndose dos submuestras análogas de aproximadamente un kilogramo cada una. Utilizándose una de ellas para determinar el contenido de humedad, la restante para la separación de impurezas y materias extrañas, para la detección de infestaciones con insectos de almacén y para el análisis selectivo

Consiste en mezclar perfectamente la muestra para que todos los elementos que la componen queden uniformemente distribuidos, la mezcla se hace en el aparato Boerner.

➤ Determinación del contenido de humedad.

En razón de la importancia que tiene el contenido de humedad en el manejo del grano, ésta determinación deberá efectuarse inmediatamente después de haber homogenizado y dividido la muestra para evitar la modificación del contenido de humedad.

Para la medición del contenido de humedad se utiliza un aparato medidor de la marca Motomco modelo 919, de acuerdo con la metodología siguiente:

Se emplea un peso de 250 gramos obtenidas directamente de una de las submuestras del Boerner.

Se mide la temperatura de la muestra con un termómetro de vidrio con columna de mercurio, graduado en grados Celsius.

Se anota la lectura registrada por el aparato, y se obtiene la cifra de la humedad, utilizando una tabla de conversiones especial para el aparato.

Dependiendo del tipo de aparato utilizado se debe tener la tabla de conversión para cada tipo de grano analizado.

➤ Determinación del contenido de impurezas.

Para su determinación se pesa un kilogramo del grano proveniente de la otra submuestra, del Boerner, depositándolo sobre una criba del No. 8 (8/64 pulgadas) de orificios circulares colocada sobre una charola de fondo.

La criba y la charola juntas se sacuden manualmente, con movimientos circulares y laterales de izquierda a derecha, para la separación de impurezas finas, como fragmentos pequeños de grano, tierra, insectos. De la superficie del grano se separan manualmente aquellos materiales que no son granos de soya y se reúnen con las impurezas finas para su cuantificación global. El total de impurezas se reporta en unidades de por ciento, calculándolo con la expresión siguiente:

$$\% \text{ impurezas} = \frac{\text{Peso de impurezas en gramos}}{10}$$

➤ Determinación de la infestación.

Se determina la presencia de insectos de almacén primario, secundario y/o terciario en sus fases de larva, pupa o adulto. Después de cribar la muestra durante la determinación del contenido de impurezas, se observa cuidadosamente la charola de fondo.

Se reportarán el número de larvas o adultos por kg de muestra analizada, indicando si están vivos o muertos, anotando el nombre común y el nombre científico de los insectos encontrados.

➤ Determinación del peso hectolítrico.

Se determina el peso por unidad de volumen de los granos.,es determinado con una balanza de peso por hectolitro portátil, semifija o de mesa.

➤ Análisis selectivo.

Para este análisis se pesan 100 g de grano limpio, previamente homogenizado ,el grano pesado se extiende sobre una superficie lisa, limpia y bien iluminada, a continuación se procede a separar los granos que presentan distintos tipos de daños.

Separadas las fracciones, se pesa cada una de ellas en una balanza granataria con una aproximación de 0.1 g convirtiéndose los resultados a unidades de por ciento.

Es la práctica de separación y cuantificación de los factores que determinan la calidad comercial del grano, entre los más importantes tenemos:

- Granos dañados por hongos: serán aquellos granos y partes de granos que presenten en el embrión y/o en su superficie al menos el 33 % invadido por hongos.

- Granos dañados por insectos: serán los granos y partes de grano que presentan perforaciones y galerías originadas por insectos de almacén.
- Granos dañados por calor: serán los granos que presentan una coloración café oscura que afecta al embrión como al endospermo.  
  
Este factor es el más importante dentro de los daños que afectan a los granos por los perjuicios que les ocasiona, ya que demerita su calidad alimenticia e industrial.
- Granos inmaduros: son los granos que en el campo no alcanzaron su completo desarrollo y se reconocen por su color verde y su menor tamaño.
- Granos helados. Son los granos que en el campo son afectados por las bajas temperaturas.

## **2.5.ACTIVIDADES PARA LA RECEPCIÓN DEL GRANO EN ALMACEN**

El transporte del frijol de soya, del muelle de descarga en el puerto de Progreso a la planta de almacenamiento de la Hidrogenadora Yucateca en Mérida, Yucatán., se realiza mediante trailers tolva especiales para granulares. Estos vehículos tienen la capacidad para transportar 35 toneladas de soya. Los trailers son cargados directamente del barco o de los silos que existen en el muelle de descarga y recorren una distancia de 40 kilómetros desde el puerto a la planta de almacenamiento del grano. El transporte por camiones en esta región no enfrenta problemas de disponibilidad debido a que los vehículos son propiedad de la Hidrogenadora Yucateca.

Los transportistas que llevan el grano a la planta de almacenaje de materia prima pertenecen a las compañías Loltum y Kalacmul, que son propiedad del grupo Xacur.

Para conducir el grano de la escotilla del barco a la bodega de almacenamiento, en el puerto de Progreso se emplean una flotilla de 20 ó 30 trailers de 35 toneladas de capacidad que realizan cerca de 600 viajes para descargar 20,000 toneladas de soya. Estos camiones son cargados en 10 ó 15 minutos al costado del barco, recorren 40 kilómetros, son descargados en menos de 15 minutos en la planta de almacenamiento de la Hidrogenadora Yucateca y regresan al muelle para volver a cargar. Su recorrido de muelle a planta y de planta a muelle se realiza en 90 minutos. En este tiempo se incluye el empleado para ser pasado por semáforo aleatorio de la aduana, pesado y sellado.

Los camiones cargados con el grano salen del muelle, pesados y sellados con un sello oficial del tipo de cola de ratón. Este sello y su integridad garantizarán al importador que el producto que está llegando a la planta de almacenamiento es el mismo en clase, calidad y peso que el que sale del recinto portuario.

Los camiones con soya salen del recinto portuario del Puerto de Progreso a la planta de almacenamiento ubicada en Mérida, llegan a la planta de silos y se pesan de nuevo. Generalmente se presentan pequeñas diferencias de peso entre la báscula del muelle y la de la planta, pero están dentro de los límites de tolerancia  $\pm 50$  kilogramos.

### **2.5.1. Capacidad de recepción en planta.**

La Hidrogenadora Yucateca es una de las industrias más importantes en México para la transformación de soya, su capacidad de molienda fluctúa entre las 1,800 y las 2,000 toneladas por día.

La planta de almacenamiento de Hidrogenadora Yucateca en Mérida, Yucatán., cuenta con 12 silos metálicos con capacidad unitaria de 14,500 toneladas métricas. La capacidad total de almacenaje de la instalación es de 174,000 toneladas que podrían ser suficientes para descargar 8 barcos de 20,000 toneladas métricas de capacidad de carga. Los silos tienen un diseño de cono invertido con una base plana circular. Al momento de su llenado el grano adquiere la forma de una parábola que permite un espacio amplio entre la superficie del granel y la lámina metálica del silo.

Los silos de la planta de almacenamiento están dispuestos en forma de una batería doble, dando lugar a 6 baterías, cada una de las baterías cuenta con una tolva de descarga que alimenta a un elevador de cangilones. El elevador de cangilones a su vez alimenta a cualquiera de los dos silos mediante una banda transportadora superior.

Para la descarga de los silos se emplea un elevador interior localizado en el centro de cada uno de ellos, este elevador extrae el grano del centro del silo, lo eleva hacia la banda transportadora y esta a su vez llena por gravedad tolvas, mismos que se dirigirán a la planta de proceso para su transformación en aceite y pasta de soya.

En esta planta de almacenamiento, y a pesar de que la altura máxima de cada silo es de cerca de 25 metros, los depósitos son cargados solamente hasta una

altura de 18 metros con 12,500 T. M., es decir hasta solo un 86% de su capacidad real para prevenir el contacto del producto con las paredes metálicas, la desecación excesiva, condensaciones de humedad y daños en general al frijol de soya almacenado.

### **2.5.2. Preparación y acondicionamiento de silos en planta.**

Antes del arribo del barco al puerto, los silos de almacenamiento de la planta son acondicionados para su uso por el personal de conservación, esta preparación consiste en realizar diferentes tareas antes de la entrada del grano como es el acondicionamiento de los silos que son el conjunto de actividades de carácter preventivo, que ayudan a que el grano de nuevo ingreso no presente problemas originados por los residuos que quedan dentro del silo, después de retirar el grano anteriormente almacenado. Dentro de estas actividades de preparación y acondicionamiento se encuentran los siguientes.

#### Limpieza de los silos

La limpieza de los silos es muy importante ya que evita problemas causados por plagas o contaminaciones por impurezas o basura.

La limpieza se realiza cuando el silo está vacío, para esto se introduce personal por el acceso de entrada intermedia para barrer los residuos de grano y polvo hacia la compuerta inferior del cono de descarga, poniendo atención en las paredes, ductos de aireación y en el piso, ya que en estas zonas se acumulan impurezas que pueden causar focos de calentamiento o desarrollo de plagas.

Se desprenden placas de grano compactado en las paredes del silo, esto debido al peso del grano o a procesos de descomposición que sufre el producto durante su almacenamiento.

La limpieza del silo se realiza en la medida de lo posible ya que su altura es de 30 metros, siendo común encontrar placas de producto dañado que no puede ser retirado y que presenta riesgos para el almacenamiento del producto nuevo.

#### Aplicación del cordón sanitarios

El cordón sanitario es la aplicación de algún insecticida residual con la finalidad de prevenir la existencia de insectos. Se aplica mediante la aspersión o la nebulización de insecticidas en formulación de concentrados emulsionables, tanto en las paredes interiores o exteriores del silo.

Dentro de los insecticidas empleados se maneja el k-obiol, mediante una emulsión en agua a razón de 2 gramos de ingrediente activo por metro cuadrado de superficie tratada. Se utiliza una motoaspersora, calibrada con anterioridad, para efectuar la impregnación correcta del insecticida sobre las superficies.

Las nebulizaciones se realizan mediante una maquina nebulizadora del tipo de acondicionamiento por combustión incompleta. El insecticida se diluye en diesel en proporción de 1:1 y se aplica a razón de 0.2 mililitros de insecticida por cada metro cúbico de espacio vacío.

Esta maquina pulveriza el insecticida en diminutas gotas, a la vez que lo mezcla con el humo proveniente de la combustión incompleta del diesel.

#### **2.5.3. Vigilancia de la recepción en silos.**

Es el conjunto de actividades que se realizan en la descarga del producto, marcan el inicio del almacenamiento y el manejo del grano en el silo

Al iniciar el llenado de los silos, se tiene personal del área de conservación en cada uno de ellos que se encarga de muestrear los camiones que se van depositando en cada silo, las muestras son recolectadas con la ayuda de una sonda de 11 alvéolos con separaciones, bolsas de muestreo y una lona plástica.

Estas muestras son etiquetadas anotando en una papeleta, la fecha, número del silo, placas del camión, tonelaje, hora de descarga y nombre de la persona que realiza el muestreo estas son enviadas al laboratorio de la planta para su estudio y análisis correspondiente, anotando los resultados obtenidos en los formatos usados para esta actividad.

Dentro del análisis los factores se revisan son: la humedad, temperatura, el contenido de granos dañados, el contenido de quebrados e impurezas, datos que posteriormente se concentran y promedian para tener una idea general de las condiciones del producto en cada silo. Esto permite conocer las condiciones físicas del grano almacenado.

En algunos casos se reciben camiones del puerto con indicaciones específicas sobre las condiciones del grano como son: calentamientos, humedad excesiva, alto contenido de impurezas, etc., causadas por las condiciones del barco o la descarga, estos lotes dañados se almacenan separándolos en otros silos.

## **2.6. ACTIVIDADES DE MANEJO Y CONSERVACION EN ALMACEN**

La soya por ser un producto de alto valor nutricional, en cuanto a su contenido de proteínas se refiere, puede estar sujeto durante el almacenamiento a una serie de cambios que afecten su constitución interna, demeritando su calidad.

Por lo tanto, un aspecto de relevante importancia es la conservación de la calidad del grano que se almacena. Esto es posible mediante una serie de actividades que tienen como principal objetivo mantener las condiciones en que fue recibido.

La responsabilidad de aplicar las actividades de conservación, recae directamente en el área de conservación de la planta, quien se encarga de programarlas, coordinarlas, realizarlas y supervisar cada una de las actividades.

#### **2.6.1. Actividades sobre su conservación.**

El registro de las diferentes prácticas de conservación que se realizan en los silos, se detallan en una "Bitácora del Granel" que se tiene por cada barco recibido.

Entre las principales actividades se encuentran las siguientes:

- 1.** Muestreo periódico de las partidas almacenadas en los silos.
- 2.** Muestreo de las partidas enviadas a molienda.
- 3.** Análisis de calidad física del grano enviado a molienda.
- 4.** Análisis periódico de calidad física del grano que se encuentra almacenado determinando:

- % de proteína.
- % de humedad.
- % de granos verdes.
- % de impurezas.

- 5.** Monitoreo de las temperaturas del grano que se encuentra almacenado.

- Medición de la temperatura del granel con apoyo de los termopares.

6. Aplicación de insecticidas residuales (cordones sanitarios) con carácter preventivo.

### 2.6.2. Prácticas de control de la humedad y la temperatura.

#### 1. Monitoreo periódico de las temperaturas del granel, por medio de los sistemas de termometría,

Donde los silos de almacenamiento están provistos con sistemas de termometría que permiten conocer las temperaturas que se presentan en cada uno de los niveles de los silos, la periodicidad con que se realiza el monitoreo de la temperatura del grano almacenado es cada 3 días.

Las lecturas proporcionadas por el sistema de termometría indican cual parte del granel debe salir a la planta de proceso, dándose prioridad a las zonas que registren ligeros incrementos en su temperatura. Para una apropiada rotación del producto almacenado se respeta la regla de primeras entradas primeras salidas.

El encargado de realizar ésta actividad es el responsable del laboratorio, para esto es necesario que su personal se traslade a la caseta, que se encuentra en el nivel alto de la torre de elevadores. Mediante la consola de lecturas del sistema, se pueden obtener los datos de las temperaturas.

Con el reporte de temperaturas se efectúa un análisis del comportamiento que ha tenido el grano en el transcurso de las semanas anteriores, teniendo cuidado de relacionar todas las actividades que se le realizaron al silo antes de monitorear las temperaturas. Dependiendo del comportamiento de las temperaturas, se decide si debe continuar el grano dentro del silo sin ninguna actividad de conservación, si es necesario recircular, si requiere de la aplicación de aireación o si es necesario enviar a la molienda.

## 2. Determinación de la humedad de almacenamiento del frijol de soya.

La humedad de almacenamiento promedio del frijol de soya en esta instalación oscila entre 10.5 y 11.8%. A pesar de que la humedad relativa presenta valores medios altos, el incremento en la humedad del grano por intercambio con el medio ambiente solo es de 0.3% mensual debido a los tiempos mínimos de almacenamiento de la soya antes de que se le envíe a proceso.

## 3. Aplicación de aireación con propósitos de conservación.

Dentro de la planta esta actividad tiene como finalidad controlar la temperatura en los siguientes casos: Para mantener o disminuir su temperatura.

Para frenar incrementos de temperatura.

Para airear y remover posibles calentamientos.

La aireación es la actividad que permite mantener una temperatura en todo el grano almacenado. Un grano que presenta diferencias de temperatura en su masa, se encuentra propenso a tener migraciones de aire y por lo tanto cambios de humedad.

Estos movimientos del aire van desde las partes calientes de la masa de grano hacia las partes frías, simultáneamente el aire al ir enfriándose va cediendo parte de su humedad al grano. Este fenómeno produce en la masa del granel desniveles de humedad, a pesar de que inicialmente el producto tenía el mismo contenido de este factor, este fenómeno denominado "Migración de Humedad", constituye uno de los principales problemas para el almacenamiento de la soya a granel.

## 4. Recirculación del granel

Esta labor es de tipo correctiva y se conoce también como traspaleo, es una operación que se realiza en la unidad y que consiste en un trasilaje o resilaje, que es el cambio del grano de un silo a otro distinto.

Se aplica cuando la temperatura del granel es mayor a los 40 C en la mayoría del granel, reportado por los termopares que contiene cada silo y la aplicación de la aireación no ha sido suficiente para su control.

Esta medida ayuda a airear el granel y lograr controlar el aumento de la temperatura, que genera daños al grano almacenado.

#### 5. Tratamientos de control de plagas en las áreas de almacenamiento de soya.

La soya almacenada generalmente no recibe ningún tratamiento de control de plagas, no así los silos que si son sujetos a limpieza y tratamiento cada vez que se les evacua totalmente seguida de la aplicación de un insecticida residual como práctica de acondicionamiento de la instalación.

#### **2.6.3. Prácticas de manejo en el grano.**

La aplicación de las labores de manejo en la soya se realiza como medidas preventivas en la conservación del grano, entre las que se tienen:

##### 1. Tiempo de almacenamiento programado.

Depende de la calidad de las partidas almacenadas, las necesidades de molienda, y la cantidad de producto existente.

En el grano almacenado es frecuente que debido a la forma que adquiere el granel, en su centro se acumulen impurezas y fragmentos finos que si no se remueven periódicamente podrían ocasionar focos de calentamiento con las pérdidas de calidad y daños ya mencionados con anterioridad. Por esta razón cada 45 días como máximo el grano de la parte central del granel es extraído y

enviado a proceso. El tiempo máximo de almacenamiento del frijol de soya en esta instalación no rebasa los 65 días desde su fecha de ingreso para prevenir pérdidas de calidad y daños que afecten al proceso de molienda y extracción del aceite.

## 2. Descopetado del granel y/o disminución de la altura.

Se realiza al termino de la descarga, con la finalidad de emparejar el granel y permitir el paso del aire en forma equitativa, evitando con ello que se forme la condensación del agua en algunas partes del granel.(figura 26).

## 3. Retiro del centro del granel.

Esta labor se tiene programada a los 30 días de almacenamiento aproximadamente o antes, dependiendo de las condiciones iniciales del granel, realizándose una dosificación de esta parte del granel durante el proceso de molienda con otras partidas.



Labor de descopetado del grano en silos de la Hidrogenadora Yucateca en Mérida Yucatán.

## **2.7. ACTIVIDADES PARA EL ACONDICIONAMIENTO Y SALIDA DEL GRANO**

La última etapa del manejo del producto en la planta es la entrega del grano, con lo que finaliza el periodo de su almacenamiento. Antes de enviar el grano para su molienda, es importante tomar en cuenta diversos aspectos que a continuación se detallan.

### **1 Selección de lotes para la entrega**

La selección de los lotes almacenados para su molienda, es consecuencia de varios aspectos, uno de ellos es la calidad que se requiere en la molienda, y que no todos los lotes almacenados reúnen en ese momento.

Otro es las condiciones y comportamiento que han presentado los diferentes gráneles durante su almacenamiento, ya que algunos silos pueden mantenerse sin riesgo por más tiempo, otros pueden presentar ya problemas en un corto tiempo por lo que no deben permanecer almacenados.

La selección de los silos se determina analizando todos los factores involucrados, como son la calidad de entrada, la calidad presente en el momento de la selección, el comportamiento de su temperatura y el tiempo de almacenamiento.

El personal que se involucra en la selección de las partidas o silos a entregar son el laboratorista, el almacenista y el jefe de conservación.

### **2 Mezcla de grano entre los silos.**

Al tomar en cuenta las labores de conservación que se tienen programadas en cada recepción (desalajo del centro del granel, traspaleo, descopetado), así

como los elementos anteriores para determinar que producto es el que se enviara a la molienda ,hace necesario realizar algunas mezclas de lotes de granos, por así convenir a los resultados de las calidades buscadas.

Se procede por lo tanto a mezclar los flujos de grano en las bandas transportadoras. La mezcla se calcula en base a proporciones y se realiza abriendo las compuertas de los silos involucrados. Al llegar a la tolva el grano ya mezclado se muestrea y analiza para verificar si las proporciones fueron las correctas, y continuar con la entrega del grano.

### 3 Acondicionamiento del grano.

El grano de soya al ser enviado a su proceso de extracción, requiere de ciertas características que le permitan agilizar y optimizar su proceso, esto es que contenga un porcentaje de humedad óptimo y una temperatura elevada, que permitan efectuar su descascarado con mayor facilidad, reduciéndose así costos en energía para realizar el paso de descascarado de la soya antes de continuar con su extracción.

Para ello el área de conservación realiza un programa para ejecuta y supervisar el acondicionamiento del grano antes de su molienda. el cual se realiza en los silos de almacenamiento y se requiere de las siguientes operaciones:

#### Preparación del grano en función de las necesidades del proceso.

Para lograr que la extracción de aceites sea óptima el grano esta sujeto a:

- A. Incremento de temperatura del granel
- B. Cribado del granel

### C. Incremento de humedad al granel.

Programación del tonelaje de soya para la molienda: Se requiere conocer el volumen estimado a consumir por mes y día, considerando que la planta de proceso consume de 1200 a 1850 toneladas de soya diariamente.

Diseño de un plan de acción: El plan de acción consiste en programar las actividades de acondicionamiento que se aplicará a los granos de los silos que serán enviados a la molienda.

En estos silos se les modificaran las condiciones existentes de humedad y temperatura, para acondicionarlos a la molienda, el plan de acción considera:

- Orden de molienda por silo: conocer la cantidad de producto en cada silo a acondicionarse para cubrir las necesidades de consumo.
- Calidad por silo: por medio de un muestreo y análisis, se conocerán las condiciones de humedad, temperatura, y calidad del grano de los silos seleccionados
- Fechas de inicio de preparación por silo: se determinan las fechas y horarios donde en los silos seleccionados se efectuarán las labores que modificaran sus condiciones de temperatura y humedad.
- Ejecución de las actividades por silo: de acuerdo con las áreas de ventas silo y producción.

Inicio de actividades de acondicionamiento. Al tener el plan de acción sobre los silos a entregar, se procede a ejecutar y supervisar las diferentes actividades

tendientes a acondicionar el grano, para su entrega a la planta de proceso, como son:

- Determinación del horario de aireación e inicio de trabajos como son:
  - ❖ Para calentar, usar horarios de aireación cuando la temperatura del medio ambiente es superior a la del granel.
  - ❖ Para humedecer y favorecer descascarado se aplica la tabla de humedad de equilibrio ventilando el grano en el rango de horario que incremente la humedad.
  
- Vigilancia diaria del comportamiento del granel
- Inicio de cribado y envío a un silo de paso.
- ❖ Cribado de lotes con exceso de impurezas
  
- Aviso de “listo” a producción
- Envío del producto a molienda.

## **CAPITULO I I I**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Para fines de la investigación se considero el período del año 2005, así como las actividades que se realizan en la planta Hidrogenadora Yucateca, y específicamente en la planta de extracción y el puerto de Progreso, que es el punto de internación de la soya que se importa para ser procesada.

Durante la investigación se recabo información sobre aquellos factores de mayor impacto en el manejo y conservación del grano de soya como son:

- Volúmenes de grano de soya comprados por medio de la importación y cosecha nacional.
- Fechas de recepción y días de transito del grano.
- Calidad física del grano registrada en origen y destino.
- Tiempo de almacenaje del grano.
- Volúmenes de grano consumidos durante el año.

### 3.1. VOLÚMENES DE GRANO DE SOYA RECIBIDOS

La compra en los EE.UU. se realiza a través de las agencias exportadoras CENEX Harvest States INC. (CHS) y Bunge Corporation (BC) con las cuales, en forma anticipada se efectúa un contrato de compra venta. Junto con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica(U.S.D.A), remiten la autorización de la compra – venta.

La calidad física del grano, es analizada por el USDA, y el porcentaje de proteínas y aceite son certificados por un laboratorio que verifica los valores previamente establecidos en el convenio de compra.

Para el caso de la compra de la soya nacional se realiza un estimativo con el Gobierno del Estado de Campeche sobre las regiones productoras de soya, visitándolas para efectuar la compra del grano.

El grano de soya comprado por la planta Hidrogenadora Yucateca para durante el año 2005 fue por un total de 402,189 toneladas de frijol soya, mismas que adquirió conforme lo muestra el tabla 5

**TABLA 5: compras efectuadas de frijol soya durante el año 2005.**

Origen	toneladas
Importación	401,140.00
* Nacional	1,040.00
Total	402,189.00

**\*El volumen adquirido por medio de la cosecha nacional es mínimo, sus valores sólo se utilizan como parámetros de comparación en el estudio.**

El total recibido por importaciones son de 401,140 toneladas (99.7%) que corresponden a grano proveniente del estado de Louisiana EE.UU., y embarcadas en el puerto de Nueva Orleáns al sur de los EE.UU.

Las compras nacionales fueron por un total de 1,040 toneladas (0.3%) compradas en el estado de Campeche, durante su ciclo 2005.

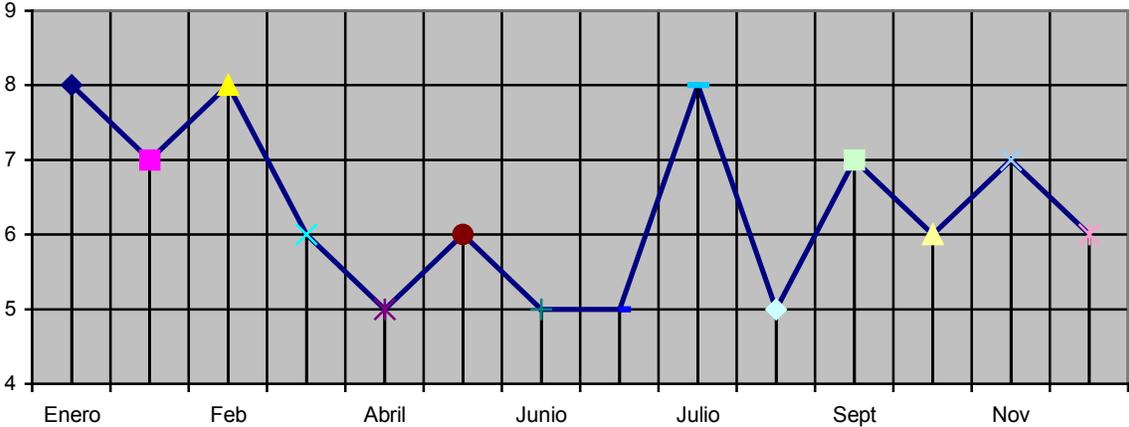
**3.1.1. Fechas de recepción del producto de importación.**

Durante el año del 2005 la Hidrogenadora Yucateca, recibió durante un total de 14 embarques distribuidos durante los meses del año, los cuales arribaron al puerto de Progreso en Yucatán.

El tiempo de travesía del barco desde su punto de carga en el Puerto de Nueva Orleáns hasta el puerto mexicano de Progreso en Mérida, Yucatán fue de 2 a 3 días.

En el puerto las labores de descarga son las 24 hrs., parando solamente en los cambios de turno. Sin embargo, el tiempo de descarga de los barcos durante el transcurso del año no fue igual, como se muestra en la grafica 8.

**GRAFICA 8. Tiempo de traslado entre almacenes durante el año 2005.**



El tiempo de descarga de los barcos fue de 3 a 6 días, según lo indica la tabla 5 esto debido a las malas condiciones climáticas prevalecientes en el puerto durante la descarga que causaron la suspensión de labores. La principal causa fue la presencia de lluvias y/o vientos fuertes llamados Norte que se presentan regularmente durante la temporada de huracanes en el Golfo de México los meses de julio a septiembre.

**TABLA 5: fecha de carga y descarga en almacén de los barcos recibidos durante el año 2005, por parte de la Hidrogenadora Yucateca**

Fecha envió en origen	Fecha de recepción	Días de transito	Nombre del barco	Tonelaje importado
30-Dic-04	07-Ene-05	8 días	Ikan Selangat	24 280.380
9-Ene-05	16-Ene-05	7 días	M/V Hard war	34 099.71
7-Feb-05	13-Feb-05	8 días	Steel Glory	32 130.727
29-Mar-05	4- abril-05	6 días	Ikan Altamira	33 888.184
11-Abr-05	16-Abr-05	5 días	Ikan Vera Cruz	32 129.330
18-May-05	24-May-05	6 días	Ikan Selangat	32 113.220
06-Jun-05	11-Jun-06	5 días	Ikan Selangat	20 652.989
01-Jul-05	06-Jul-05	5 días	Ikan Selangat	31 899.995
18-Jul-05	26-Jul-05	8 días	Ikan Selangat	19 636.034
01-Ago-05	06-Ago-05	5 días	Ikan Selangat	25 891.663
19-Sep-05	26-Sep-05	7 días	Steel Might	19 582.178
14-Oct-05	20-Oct-05	6 días	Ikan Selangat	31 079.992
12-Nov-05	19-Nov-05	7 días	Ikan progreso	31 936.750
10-Dic-05	16-Dic-05	6 días	Ikan progreso	31 819.454

### **3.2. EVALUACION SOBRE LA CALIDAD DEL GRANO DE SOYA**

La evaluación física que se realiza en el origen al grano de soya, en los centros de envío en la Unión Americana son certificados por la USDA, las cuales junto con el comprador toman las muestras de los silos en puerto, mismas que son llevadas a los laboratorios certificados los cuales realizan un análisis de los valores comprometidos en la compra, destacando los aspectos como son el porcentaje de proteína y el contenido de aceite, valores que se obtienen a partir de una muestra representativa y que son informados a través de un comprobante debidamente certificado, esta información es importante para tener la certeza del tipo de grano y las condiciones de la compra.

Al término de la carga del barco, este es fumigado con pellets de fumitoxin al 33 % de fosforo de aluminio, en una dosis de 1.16 grs /cm<sup>3</sup> (corresponden a 3 pastillas por tonelada), labor de conservación avalada por un notario publico de la aduana.

En la tabla 6 se encuentran los resultados certificados por la empresa exportadora de los embarques contratados por la Hidrogenadora Yucateca durante el año del 2005.

Cuando llegan los barcos al puerto de Progreso, se efectúa un recorrido a los compartimientos que tiene el barco, iniciándose con una inspección ocular de las escotillas del barco para verificar que estén cerradas y selladas revisando que no presente filtraciones de agua hacia el interior.

En el destino cada barco se analiza por escotilla y por nivel de profundidad de cada una de ellas la calidad recibida, con esto se permite conocer la uniformidad entre los

lotes que conforman el cargamento, datos que se promedian para determinar la calidad final del barco, que se compara con los datos obtenidos en el origen.

La descarga del barco no se detienen hasta su término, trabajándose las 24 horas del día, parando su descarga sólo en los cambios de turno del personal del puerto.

Otro aspecto relevante durante la descarga es la detección de grano compactado que se revisa visualmente ya que esto se debe a la presencia de focos de calentamiento, estas partidas son analizadas en su momento y se da aviso a la planta inmediatamente para su separación y evitar daños al resto del grano ubicándolo en silos bien identificados para observar su comportamiento posterior.

Al final de la descarga del barco se da un reporte de la calidad total del embarque, misma que se compara con la expedida en origen para determinar la existencia de diferencias.

Para aquellas partidas con problemas desde el origen en lo referente a humedad e impurezas, en destino se les da un seguimiento constante para determinar las medidas pertinentes para una buena conservación del grano almacenado de partidas anteriores.

En la tabla 7 se resumen los valores totales de cada barco recibido en destino donde se consideran los mismos parámetros observados en el análisis de origen.

Para el área de conservación de la planta es de suma importancia conocer la calidad de la soya en los aspectos referentes a su humedad, impurezas, granos dañados y quebrados.

**TABLA 6: datos de calidad certificados en ORIGEN por el USDA para el frijol soya amarillo grado US 2 adquirido por la Hidrogenadora Yucateca en el año 2005.**

fecha de compra	Nombre del barco	proteína %	aceite %	Tonelaje comprado	% Humedad	% grano quebrado	% daños	% calor	% Impureza	Precio de tns en dolar
30-Dic-04	Ikan Selangat	35.50	18.90	24 280.380	12.50	9.5	1.2	0.2	2.00	213.09
9-Ene-05	M/V Hard war	35.68	18.75	34 099.71	12.10	10.4	1.9	0.1	1.50	224.01
7-Feb-05	Steel Glory	35.50	18.70	32 130.727	12.30	12.0	2.7	0.5	2.00	221.11
29-Mar-05	Ikan Altamira	35.50	18.50	33 888.184	11.70	12.1	1.4	0.1	2.00	233.5
11-Abr-05	Ikan Veracruz	37.83	19.29	32 129.330	11.60	15.5	2.2	0.3	2.00	247.28
18-May-05	Ikan Selangat	35.20	19.00	32 113.220	11.50	10.6	1.1	0.1	2.00	243.7
06-Jun-05	Ikan Selangat	35.40	19.50	20 652.989	11.10	11.4	1.1	0.2	2.00	268.78
01-Jul-05	Ikan Selangat	37.37	20.16	31 899.995	11.40	11.4	1.4	0.1	1.90	261.8
18-Jul-05	Ikan Selangat	35.60	18.50	19 636.034	11.70	9.7	1.2	0.4	2.00	279.43
01-Ago-05	Ikan Selangat	35.50	19.00	25 891.663	11.30	8.7	1.1	0.1	1.90	265.78
19-Sep-05	Steel Might	35.00	20.50	19 582.178	11.60	8.6	2.9	0.2	1.80	236.02
14-Oct-05	Ikan Selangat	35.00	20.50	31 079.992	12.80	4.3	2.9	0.3	1.60	234.96
12-Nov-05	Ikan progreso	35.00	19.10	31 936.750	12.60	4.1	2.6	0.5	1.60	222.37
10-Dic-05	Ikan progreso	35.20	20.50	31 819.454	12.18	5.5	2.6	0.5	1.18	222.37

**TABLA 7: datos de calidad certificados en DESTINO por el ÁREA DE CONSERVACIÓN de la Hidrogenadora Yucateca para el frijol soya amarillo grado US 2 adquirido en el año 2005.**

Control interno	fecha de recepción	nombre del barco	proteína %	aceite %	tonelaje comprado	% humedad	% grano quebrado	% grano daños	% impureza
1	05-Ene-05	Ikan Selangat	35.18	19.97	24 280.380	12.88	10.3	0.97	1.87
2	13-Ene-05	M/V Hard war	35.83	20.38	34 099.71	12.58	12.4	1.5	1.88
3	13-Feb-05	Steel glory	35.94	20.75	32 130.727	12.73	14.6	1.4	2.04
4	30-Mar-05	Ikan Altamira	36.05	20.75	33 888.184	12.35	13.1	0.7	2.07
5	16-Abr-05	Ikan Veracruz	35.95	20.76	32 129.330	12.30	14.5	0.9	1.54
6	24-May-05	Ikan Selangat	35.79	20.72	32 113.220	11.73	11.4	0.6	1.71
7	11-Jun-06	Ikan Selangat	35.50	20.93	20 652.989	11.75	15.8	1.3	2.75
8	06-Jul-05	Ikan Selangat	36.77	20.76	31 899.995	11.92	9.1	0.6	2.78
9	26-Jul-05	Ikan Selangat	36.40	20.72	19 636.034	12.31	10.4	1.5	2.05
10	04-Ago-05	Ikan Selangat	35.91	20.53	25 891.663	11.90	7.3	0.9	1.77
11	26-Sep-05	Steel Might	35.72	22.04	19 582.178	12.22	9.6	4.7	1.17
12	20-Oct-05	Ikan Selangat	35.72	21.28	31 079.992	13.10	4.2	4.6	1.32
13	19-Nov-05	Ikan progreso	34.47	21.23	31 936.750	13.10	4.1	2.6	1.61
14	14-Dic-05	Ikan progreso	35.61	21.06	31 819.454	12.74	7.0	2.9	1.69

### **3.3. COMPARACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICA DEL GRANO ENTRE ORIGEN Y DESTINO.**

Al término de la descarga de cada barco, el área de conservación de la Hidrogenadora Yucateca efectúa los análisis complementarios sobre la calidad del grano realizando un estudio comparativo sobre las condiciones del grano certificado entre origen y destino, determinando las variaciones presentadas en cada rubro.

Así mismo lleva una bitácora a partir de ese momento sobre la ubicación precisa de cada partida del barco, sobre todo de aquellas que presentaron diferencias considerables con el origen, o sus parámetros de calidad no son los adecuados para su conservación, seguimiento que se hace de manera periódica por medio de muestreos y análisis.

Dentro de la bitácora de calidad se anotan las actividades que se realizan a cada silo para prevenir o corregir los problemas que se presentan durante su almacenamiento.

#### **3.3.1. Comparación del porcentaje de proteína.**

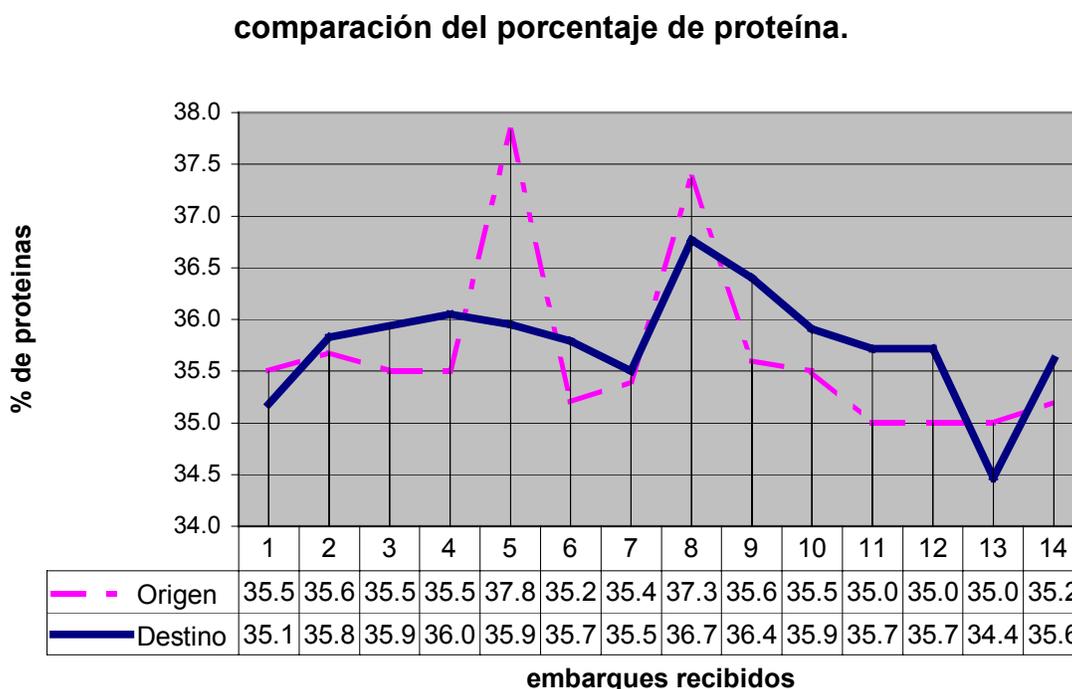
La base de la industrialización de la soya es el porcentaje de proteínas del grano valor que esta íntimamente ligado a su contenido de humedad.

Con fines de estandarizar los contenidos de proteínas de los distintos embarques con fines estadísticos y estimativos y sobre todo porque todos ellos tienen contenidos de humedades diferentes, se aplica una fórmula que estima el contenido de proteína sobre la base de un contenido de humedad del 12 % y con base en esta se obtiene la cantidad estimativa de proteína de la soya presente en el grano analizado.

$$\%proteína = (100 - 12) (\%proteína de origen) / 100 - (humedad real del grano)$$

Aplicando esta fórmula se tiene que al aumentar el contenido de humedad disminuye el valor porcentual de proteínas de todos los constituyentes. Se considera el valor del 12% de humedad, en el grano sobre su base húmeda debido a que es un valor estandarizado para estimar el contenido de proteínas en el grano de manera anticipada. De acuerdo a los valores analizados de los embarques manejados durante el año 2005, se muestra en la grafica 9 el comparativo de proteínas entre el origen y destino

**GRAFICA 9: Comparativo del contenido de proteína(%) del grano de soya entre origen y destino**



\* La numeración se refiere al control interno asignado a cada barco recibido indicado en la Tabla 7.

La comparación de los resultado se indican en la tabla 9

- El promedio del porcentaje de proteínas en origen fue de 35.66%
- El promedio del porcentaje de proteínas en destino fue de .....35.77%

- La diferencia entre los promedios obtenidos fue a favor del destino de + 0.11%
- De los 14 barcos recibidos solo 6 estuvieron debajo del promedio general en destino y 8 de ellos por arriba de él.
- La soya que se recibió durante el año 2005 tuvo una variación en los porcentajes de proteínas de 34.47% a 36.77% arrojando una diferencia de 2.30%.
- De los 14 barcos recibidos solo dos no pasaron el 35.5% de proteína contratado. Estos barcos son los recibidos el día 30 de enero (valor 1 de la grafica 9) y el 19 de noviembre (valor 13 de la grafica 9).
- El barco recibido el 6 de julio (valor 8 de la grafica 9). presentó el porcentaje de proteína más alto del año con 36.77% un 1.22% más que el porcentaje contratado que corresponde a 35.5%.
- Este año se recibió el barco con menor porcentaje de proteína desde hace cuatro años (de acuerdo a datos estadísticos de la planta) con 34.47%,que corresponde al barco recibido el día 19 de noviembre (valor 13 de la grafica 9).
- El grano de soya de la producción nacional presentó 33% de proteína a la compra, con 2.77% abajo del promedio de la calidad en destino de la soya importada que fue de 35.77%
- \*La cosecha nacional sobre su porcentaje de proteína fue en su compra y el registrado al enviarlo a molienda, se redujo en 0.41 %.

**TABLA 9** comparativo entre el porcentaje de proteína registrado entre el origen y el destino.

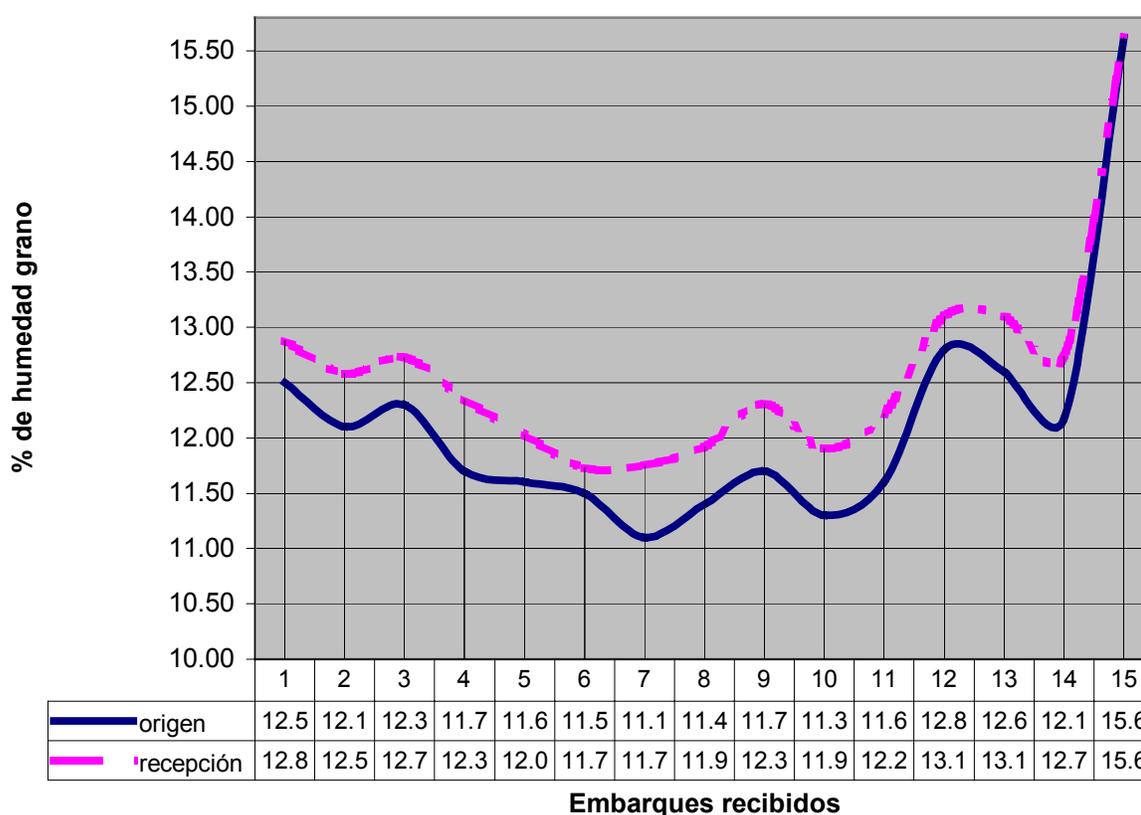
Fecha de Recepción	Nombre del Barco	Porcentaje de Proteína		
		Origen	Destino	Diferencia
30-ene-05	Ikan Selangat	35.50	35.18	-0.32
13-ene-05	M/V Hard war	35.68	35.83	0.15
13-feb-05	Steel glory	35.50	35.94	0.44
30-mar-05	Ikan Altamira	35.50	36.05	0.55
16-abr-05	Ikan Veracruz	37.83	35.95	-1.85
24-may-05	Ikan Selangat	35.20	35.79	0.59
11-jun-06	Ikan Selangat	35.40	35.50	0.10
06-jul-05	Ikan Selangat	37.37	36.77	-0.60
26-jul-05	Ikan Selangat	35.60	36.40	0.80
04-ago-05	Ikan Selangat	35.50	35.91	0.41
26-sep-05	Steel Might	35.00	35.72	0.72
20-oct-05	Ikan Selangat	35.00	35.72	0.72
19-nov-05	Ikan progreso	35.00	34.47	-0.53
14-dic-05	Ikan progreso	35.20	35.61	0.41
16-Nov-05	<b>* Cosecha Nac.</b>	<b>33.00</b>	<b>32.61</b>	0.41

### 3.3.2. Comparación sobre el porcentaje de humedad.

El contenido de humedad registrado en el origen permite tener una seguridad sobre su traslado por vía marítima así como su almacenamiento en destino.

El comparativo del contenido de humedad del grano entre el origen y el destino, se muestra en la grafica 10.

**GRAFICA 10 Comparativo del porcentaje de humedad entre origen y el destino de los embarques del grano de soya durante el año 2005.**



\* La numeración se refiere al control interno asignado a cada barco recibido como se muestra en la Tabla 8.

\*\* El 15 corresponde a soya de producción nacional.

Al comparar los datos obtenidos entre origen y destino se tiene lo siguiente:

- El promedio de las humedades reportadas en el origen fueron 11.88%.

- El promedio de las humedades reportadas en destino fueron 12.40%
- Se tuvo un aumento del contenido de humedad entre origen y destino de 0.52%
- Todos los embarques presentaron un aumento en su contenido de humedad.
- El porcentaje de humedad del grano enviado presentó una variación del 11.10% al 12.80% teniendo una diferencia de 1.70%
- El porcentaje de humedad del grano recibido presentó una variación de 11.73% al 12.88% teniendo una diferencia de 1.15%
- Los embarques recibidos durante los meses de octubre a enero registraron los contenidos de humedad más altos del año ya que corresponden a los primeros cargamentos de la nueva cosecha.
- Durante el periodo de abril a septiembre se tuvieron los cargamentos con humedades más bajas.
- Los embarques 12, 13, y 14 recibidos a partir del mes de octubre transportaron el grano del inicio de la cosecha del 2005, y fueron los que presentaron mayor variación en el contenido de humedad dentro de un mismo cargamento.
- El barco recibido el 30 de marzo del 05 (valor 4 en la grafica 10) presentó una mayor variación en su contenido de humedad entre el origen y destino de 0.63%.
- El barco recibido el 24 de mayo del 05 (valor 6 de la grafica 10), presentó una menor variación en su contenido de humedad entre el origen y destino de 0.23%.
- Los valores señalados en el parámetro 15 de la grafica 10 corresponden a la cosecha nacional comprada en el estado de Campeche, con una humedad de compra de 15.62%

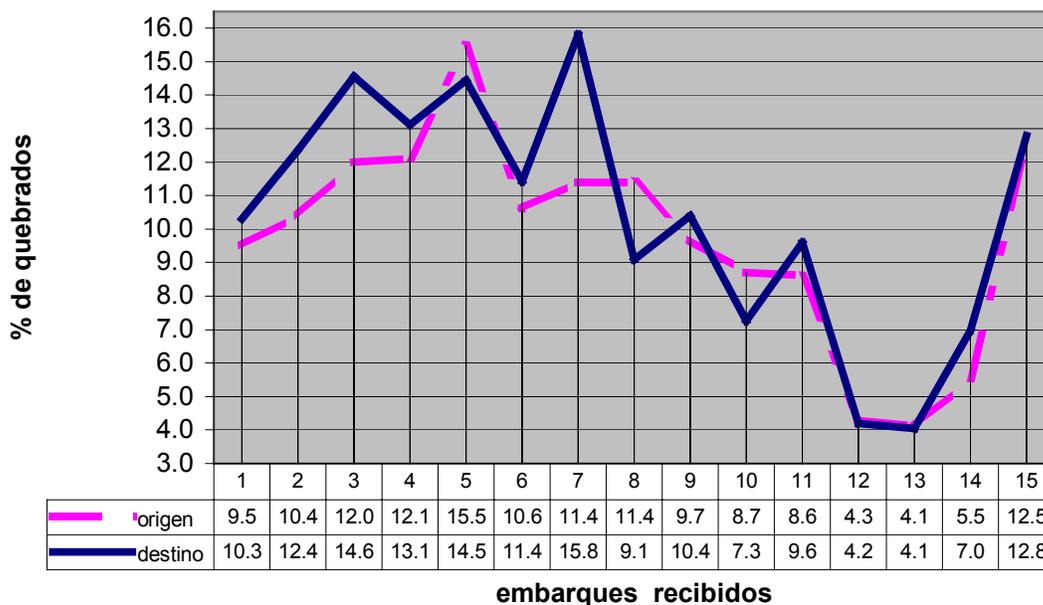
### 3.3.3. Comparación de los granos quebrados y dañados.

La descarga del grano de soja en destino se realiza con las llamadas almejas, las cuales pasan el grano a una tolva para la carga de los camiones, así como a los transportadores de cangilones para enviarlo a los silos de MULTISUR, al utilizar estos medios de transporte para el grano, este se rompe incrementando su porcentaje en lo referente a granos quebrados e impurezas.

Esto genera problemas potenciales dentro de los silos ya que forman parte de las impurezas que se acumulan dentro del silo, causando al paso del tiempo focos de calentamiento.

En la grafica 11 se muestran los datos comparativos del contenido de impurezas presentes en el grano de soja entre el origen y destino.

**GRAFICA 11 comparativo del porcentaje de granos quebrados entre origen y destino durante el año 2005.**



\* La numeración se refiere al control interno asignado a cada barco recibido como se muestra en la Tabla 8.

\*\* El 15 corresponde a soja de producción nacional.

\* El valor señalado en la grafica dentro del parámetro 15 corresponde a la soya de cosecha Nacional.

Al comparar los datos obtenidos entre origen y destino se tiene lo siguiente:

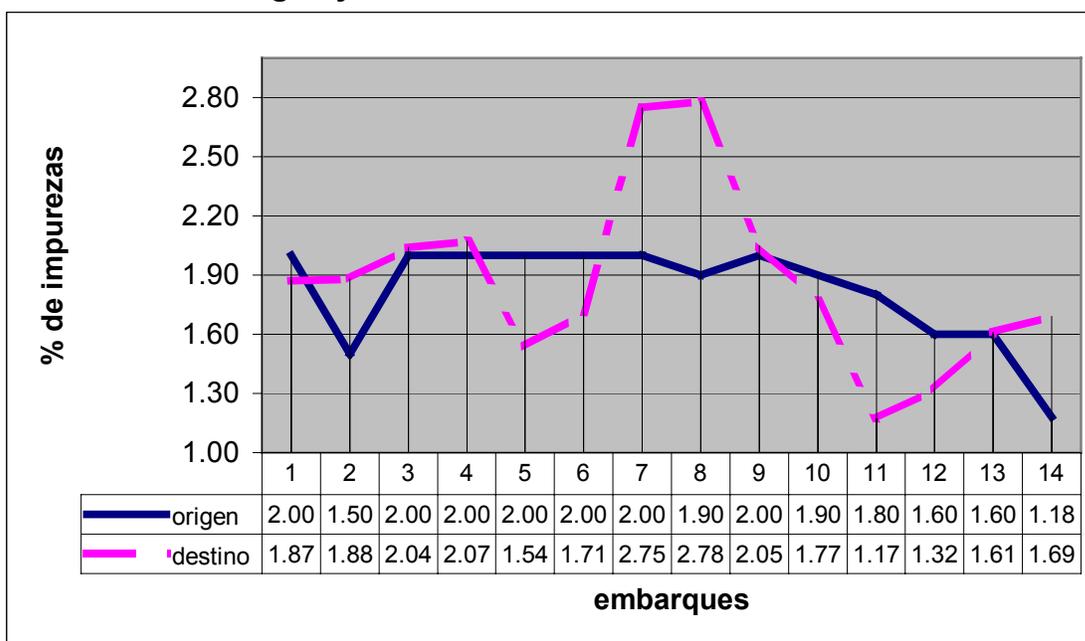
- La variación en el porcentaje de granos quebrados en origen durante el año 2005 fue de 4.15 al 15.5% con una variación de 11.35%.
- La variación en el porcentaje de granos quebrados en destino durante el año 2005 fue de 4.15% al 15.8% con una variación de 11.65%.
- El barco recibido el 11 de junio del 2005 (valor 7 en la grafica 11), presento la mayor cantidad de grano quebrados con 15.8%.
- El barco recibido el 13 de noviembre del 2005 (valor 13 de la grafica 11) presentó el grano con menor contenido de grano quebrado, que fue de 4.1%. Pero presentó el cargamento con mayores problemas de descascarado y baja proteína.
- Para el 2º semestre de 2005 se tuvieron barcos con menor contenido de grano quebrado (valores 12,13 y 14, de la grafica 11).
- En el período de septiembre a diciembre se recibieron 4 barcos con elevado porcentaje de granos dañados lo que se atribuye a los problemas climatológicos del 2º semestre del 2005 en EE.UU.
- Con respecto al porcentaje de granos quebrados, se vieron incrementados en 11 de los 14 viajes recibidos.
- Los embarque recibidos el 16 de abril y el 6 de julio (valores 5 y 8 de la grafica 11), presentaron una disminución en su porcentaje de granos quebrados con respecto al origen.

### 3.3.4. Comparación de las impurezas.

Otro aspecto de relevancia en el manejo de los gráneles son los valores correspondientes al porcentaje de las impurezas, las cuales a causa del manejo que reciben los granos se incrementan considerablemente, formando parte de los materiales extraños que contribuyen a generar focos de calentamiento dentro de los silos, con las consecuencias ya mencionadas como el incremento de temperatura y humedad, que afectan de manera directa a los granos, así mismo crean las condiciones favorables para la reproducción de insectos.

En la grafica 12 se presenta el comportamiento de las impurezas entre los datos registrados entre el origen y el destino de los distintos barcos recibidos durante el año 2005.

**GRAFICA 12: comparativo del porcentaje de impurezas del grano de soya entre el origen y el destino durante el año 2005.**



\* La numeración se refiere al control interno asignado a cada barco recibido como se muestra en la Tabla 8.

\*\* El 15 corresponde a soya de producción nacional.

Al comparar los datos obtenidos entre origen y destino se tiene lo siguiente:

- Ningún embarque recibido rebasó los límites en impurezas que es del 3%.
- La variación en el porcentaje de impurezas certificadas en el origen durante el año 2005 fue de 1.18 % al 2.0% con una diferencia de 0.82%.
- La variación en el porcentaje de impurezas certificadas en el destino durante el año 2005 fue de 1.32% al 2.78% con una diferencia de 1.46%.
- El embarque recibido el día 26 de septiembre del 2005 (valor 11 de la grafica 12) presentó el menor contenido de impurezas con 1.17%.
- El embarque recibido el día 6 de julio del 2005 (valor 8 de la grafica 12) presentó el mayor contenido de impurezas con 2.78%.
- Los embarques recibidos los días 11 de junio y 6 de julio del 2005.(valor 7 y 8 de la grafica 12), presentaron una diferencia considerable con el origen que fueron de 0.75% y 0.88% respectivamente

### **3.4. PERIODO DE ALMACENAMIENTO DEL GRANO DE SOYA**

Una de las finalidades del almacenamiento es el de incorporar el elemento tiempo en la creación de la utilidad y disponibilidad de las mercancía, para que la industria no tenga problemas de abastecimiento de materia prima durante su operación.

En la comercialización al tomar como soporte los términos anteriores, el grano aumenta o disminuye su valor debido al factor tiempo, así como el valor agregado que tiene el producto después de un tiempo de almacenamiento donde la soya al igual que los productos agrícolas tiene un período crítico de almacenamiento.

El almacenamiento de la soya por periodos largos adquiere un valor elemental en el mercado, pero así mismo los riesgos de un deterioro aumentan al considerar que la proteína es su principal valor comercial, donde la humedad y temperatura son factores importantes en la toma de decisiones.

El área de conservación de la Hidrogenadora Yucateca, por medio de su bitácora de calidad, registra el tiempo de almacenamiento que tiene cada uno de los embarques recibidos en sus silos. En la grafica 13 se indican los días de almacenamiento que tuvieron los embarques recibidos durante el año del 2005 por la planta Hidrogenadora Yucateca.

**GRAFICA 13. Tiempo de almacenaje de cada uno de los lotes de grano de soya recibidos durante el 2005.**



\* La numeración se refiere al control interno asignado a cada barco recibido como se muestra en la Tabla 8.

\*\* El 15 corresponde a soya de producción nacional.

- El promedio de días de almacenamiento presentado en el grano recibido durante el año 2005 fue de 67 días.

- El embarque recibido el día 11 de junio del 2005 (valor 7 de la grafica 13) fue el que mayor tiempo de almacenaje presento con 121 días.
- Se tiene que los embarques recibidos del mes de abril a agosto son los que presentaron un menor contenido de humedades con un promedio de 12% porcentaje que permitió que su periodo de almacenamiento se extendió por más tiempo de almacenamiento con 75 días en promedio.
- Los embarques recibidos al final del año (valores del 11 al 14 en la grafica 13), presentaron el menor tiempo de almacenamiento, ya que son productos de cosecha reciente, conteniendo un mayor contenido de humedad, con 55 días en promedio.
- Para la soya nacional (valor 15 en la grafica 13) su periodo se redujo a solo 35 días por su alto contenido de humedad que fue de 15.62%.
- La tabla 9 presenta el comportamiento del grano durante su almacenamiento, en los términos de humedad y porcentaje de proteínas.

### **3.5. INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN EL GRANO ALMACENADO**

El área de conservación de la planta maneja una tabla estimativa sobre el comportamiento del grano con respecto a la humedad que contiene en almacén, la cual les permite determinar las acciones a tomar en cada caso, evitando con ello de manera práctica problemas dentro de los silos.

La tabla 11 determina el rango de seguridad estimativo que puede tener el grano de soya con respecto a su contenido de humedad. Asimismo las diferentes acciones a considerar en cada rango de humedad.

Junto con la tabla estimativa del contenido de humedad en el grano almacenado, que aplica el área de conservación, cuenta también con el apoyo de la tabla 10 que corresponde al comportamiento de la humedad relativa del medio en base a la temperatura, factores que influyen en el contenido de humedad del grano.

**TABLA-10 Comportamiento del grano de soya durante su almacenamiento**

barco	proteína inicial	aceite %	tonelaje comprado	humedad origen	fecha liquidación	días de almacén	humedad recepción	humedad final	proteína final
Ikan Selangat	35.50	18.90	24 280.380	12.50	15-Mar-05	70	12.88	12.88	35.53
M/V Hard war	35.68	18.75	34 099.71	12.10	04-Mar-05	50	12.58	12.58	36.07
Steel Glory	35.50	18.70	32 130.727	12.30	04-Abr-05	54	12.73	12.75	35.9
Ikan Altamira	35.50	18.50	33 888.184	11.70	01-Jun-05	57	12.35	12.56	36.28
Ikan Veracruz	37.83	19.29	32 129.330	11.60	22-Jun-05	69	12.03	12.03	35.96
Ikan Selangat	35.20	19.00	32 113.220	11.50	18-Ago-05	89	11.73	11.3	35.6
Ikan Selangat	35.40	19.50	20 652.989	11.10	07-Oct-05	121	11.75	11.89	35.46
Ikan Selangat	37.37	20.16	31 899.995	11.40	05-Sep-05	63	11.92	11.79	36.4
Ikan Selangat	35.60	18.50	19 636.034	11.70	11-Oct-05	83	12.31	12.22	36.49
Ikan Selangat	35.50	19.00	25 891.663	11.30	13-Oct-05	73	11.90	11.9	35.87
Steel Might	35.00	20.50	19 582.178	11.60	05-Nov-05	43	12.22	12.2	35.8
Ikan Selangat	35.00	20.50	31 079.992	12.80	03-Dic-05	51	13.10	12.9	35.55
Ikan Progreso	35.00	19.10	31 936.750	12.60	23-Ene-06	69	13.10	14.55	33.9
Ikan Progresso	35.20	20.50	31 819.454	12.18	01-Feb-06	51	12.74	12.7	35.7
Soya Nac.	33.00	22.31	1 048.790	15.62	08-Ene-06	35	15.62	12.75	32.4

**TABLA 11: Comportamiento estimativo que presenta el grano de soya bajo ciertas condiciones de humedad. (conservación Hidrogenadora 2000)**

RANGO DE HUMEDAD	COMPORTAMIENTO	SEGURIDAD
10.0 A 11 3 %	<p>En este rango la humedad es buena para el almacenaje. Nos da más tiempo y no promueve deméritos en el grano. Característica en granos americanos.</p>	<p><b>Confiable</b> Es de importante vigilar las concentraciones de impurezas en silos.</p>
11.4 a 13.5 %	<p>Se presentan calentamientos en acumulamientos de impurezas, grano quebrado y es menor el tiempo para almacenar. Se deben extremar cuidados Este es el rango adecuado para airear.</p>	<p><b>Riesgo moderado</b> Se realizan inspecciones periódicas del granel, para vigilar su calidad.</p>
Mas de 13.5 %	<p>Son inevitables los focos de calentamiento, el intercambio de humedad en el granel genera mayor calor y este, mayor desprendimiento de agua de los granos repitiendo el ciclo dentro del granel.</p>	<p><b>Riesgo extremo</b> Se requiere de una movilización, rápida traspaleo o consumo del granel.</p>

**TABLA 12: humedad de equilibrio de la soya con su medio ambiente (humedad relativa)conservación 2000.**

HUMEDAD DE EQUILIBRIO DE SOYA AL MEDIO AMBIENTE DE MERIDA YUCATAN									
TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA %								
°C	40	45	50	55	60	65	70	75	80
10	7.8	8.6	9.5	10.3	11.2	12.2	13.2	14.4	15.7
12	7.7	8.5	9.4	10.2	11.1	12.1	13.1	14.3	15.6
14	7.6	8.4	9.3	10.1	11	12	13	14.2	15.5
16	7.5	8.3	9.2	10	10.9	11.9	12.9	14.1	15.4
18	7.4	8.2	9.1	9.9	10.8	11.8	12.8	14	15.3
20	7.3	8.1	9	9.8	10.7	11.7	12.8	13.9	15.2
22	7.2	8	8.9	9.7	10.7	11.6	12.7	13.8	15.2
24	7.1	7.9	8.8	9.6	10.6	11.5	12.6	13.7	15.1
26	7	7.8	8.7	9.6	10.5	11.4	12.5	13.7	15
28	6.9	7.7	8.6	9.5	10.4	11.3	12.4	13.6	14.9
30	6.8	7.6	8.5	9.4	10.3	11.3	12.3	13.5	14.8
32	6.7	7.5	8.4	9.3	10.2	11.2	12.2	13.4	14.8
34	6.6	7.4	8.3	9.3	10.2	11.2	12.2	13.4	14.7
36	6.5	7.3	8.2	9.3	10.1	11.2	12.2	13.3	14.7
38	6.4	7.2	8.1	9.2	10.1	11.1	12.1	13.2	14.6
Ejemplo: A una temperatura de 34 °C y una humedad relativa de 65 % se llegara a una humedad de equilibrio en el grano de 11.2									

### **3.6. TRABAJOS DE CONSERVACIÓN EN EL GRANO DE SOYA**

Al concluir el muestreo de los silos y estar debidamente identificados con base en los análisis realizados, se procede acondicionar el grano para su conservación y almacenaje, estas acciones se registran y se anota la fecha en que se realizan en una bitácora que maneja el área de conservación.

Entre las principales actividades desarrolladas están las siguientes:

A) Al término de la descarga del barco.

1. Verificar los silos

Que no estén a su capacidad máxima, ya que esto no permite que la aireación que se realice en ellos pueda ser eficaz al momento de aplicarse.

2. Efectuar el descopetado del granel.

Eliminando los copetes que se forman durante el llenado, para poder realizar los muestreos y otras labores de vigilancia.

3. Verificar el sistema de termometría.

Revisar que los termopares estén funcionando debidamente al realizarse una lectura de cada uno de ellos en sus diferentes niveles, cotejándolos para determinar aquellos termopares que tengan alguna falla, para que se tenga un mejor control al tomar las lecturas del granel, durante su almacenamiento.

4. Revisar el sistema de aireación.

Verificar que los motoventiladores se encuentren en buen estado de funcionamiento, para que en caso de utilizarlos cumplan eficazmente su cometido.

B) Durante su almacenamiento

1. Efectuar el desalojo del centro del silo, ya que en esta zona se concentran una gran cantidad de impurezas provenientes de la descarga.

Realizar el traspaleo entre silos para descopetarlos si están a su máxima capacidad.

### **3.6.1.** Evaluación de su humedad.

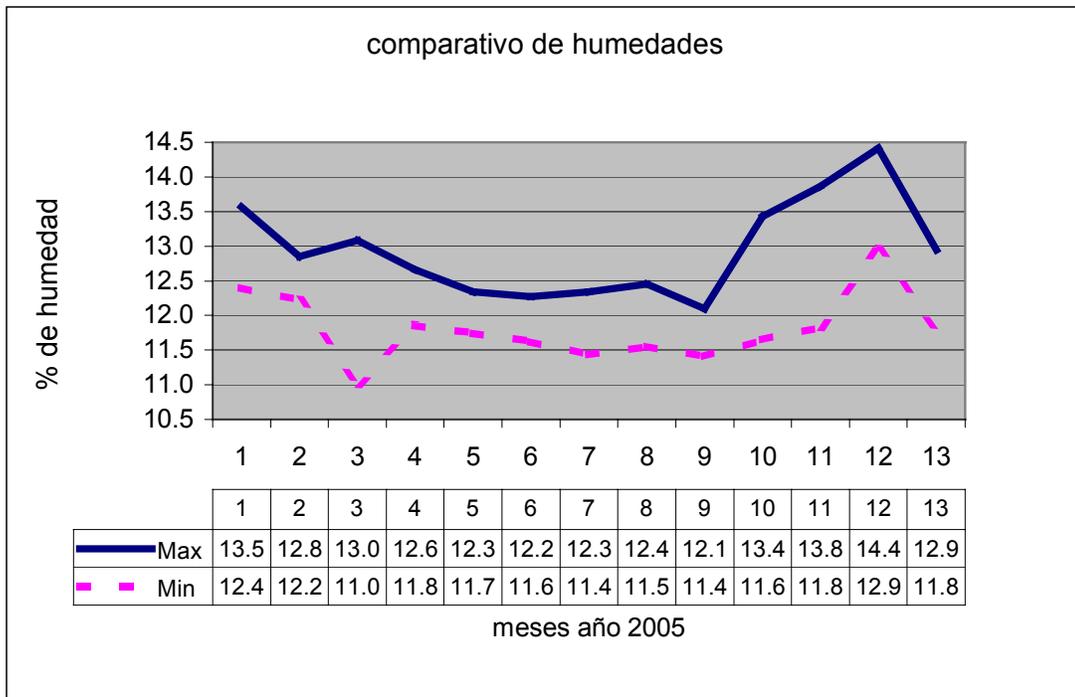
El comportamiento de la humedad presente en el grano, se mantiene homogénea durante las etapas secas en la Península de Yucatán que es entre los meses de abril a agosto, las etapas críticas son durante los fines de año donde la soya que se compra es de cosechas recientes y su humedad es alta al mismo tiempo la época de lluvias se registra en estas fechas donde la humedad relativa se ve incremento por los vientos del norte.

Esta circunstancia se logra controlar con la reducción en las fechas de almacenamiento de los granos así como la mezcla con grano seco que permite homogenizar en gran medida estas diferencias altas.

La grafica 15 señala el comportamiento mensual del grano que es enviado a proceso, en el cual se busca que la humedad entre los granos sea el más uniforme posible, para que la molienda sea eficaz.

Durante el año 2005 se tuvo una diferencia entre el porcentaje de humedad máximos y mínimo de 1.14% tal como se muestra en el valor 13 de la grafica 15.

**GRAFICA 14: comparativo de la humedad máxima y mínima mensual con que se envió grano a proceso.**



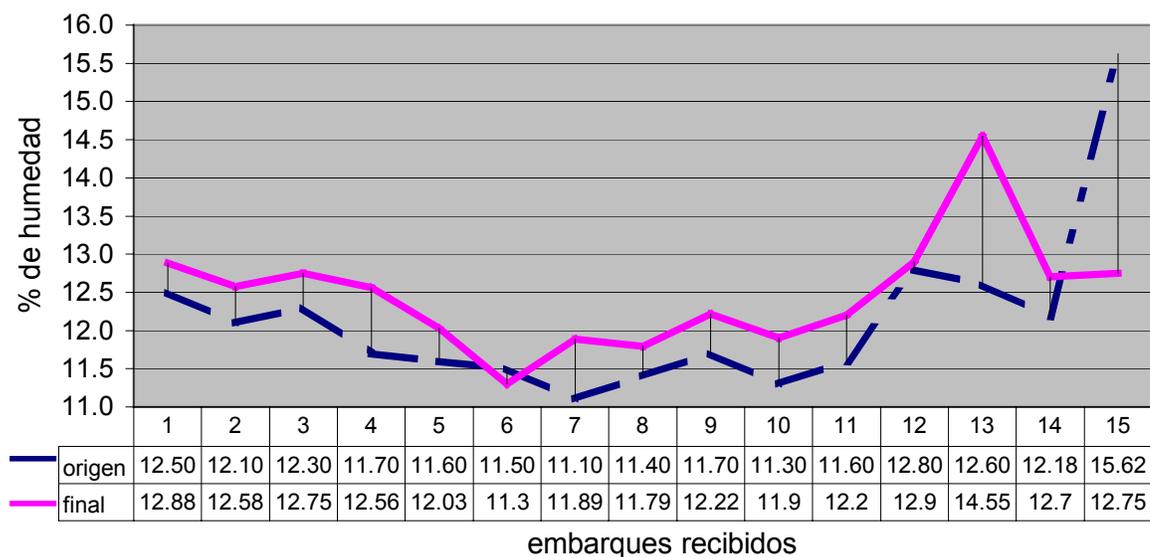
El valor 13 considerado en la grafica 15 corresponde al promedio total de la humedad obtenida durante el año 2005.

La grafica 14, muestra el comportamiento de la humedad del grano recibido por barco, desde su certificación en origen hasta su envío a su procesamiento, donde el contenido de humedad no se incrementa de manera significativa.

Las humedades son menores y de valor parecido por tratarse de grano almacenado y no de cosecha reciente.

**Grafica 15: Comportamiento de la humedad del grano de soya entre su compra y su envío a proceso por lotes recibidos durante el año 2005.**

**comparativo de humedades por barco**



\* La numeración se refiere al control interno asignado a cada barco recibido como se muestra en la Tabla 8.

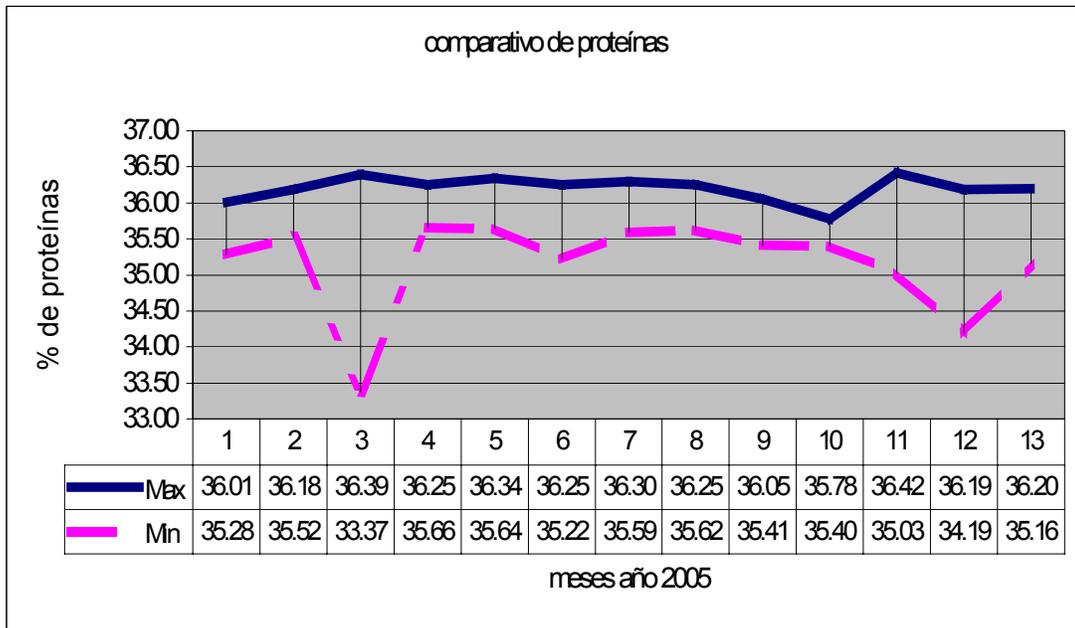
\*\* El 15 corresponde a soya de producción nacional.

### 3.6.2. Evaluación del porcentaje de proteínas.

Al presentarse grano con una humedad baja se determina mejor su estimativo de proteínas, de acuerdo a la formula citada anteriormente, esta formula es un parámetro que se usa como primer factor del contenido de proteínas, posteriormente se confirmara con el estudio en base seca en laboratorio.

Razón por la cual se debe acondicionar con grano que presente una humedad más alta para que su valor proteínico no se vea afectado.

**GRAFICA 16: comparativo del porcentaje de proteínas reportadas mensualmente durante el año 2005.**



**\*El valor 13 de la grafica corresponde al promedio obtenido, en el porcentaje de proteínas durante el año.**

La grafica 16, presenta el comportamiento de la cantidad de proteínas registradas en el grano que se envió a molienda, durante el año 2005.

Al comparar los datos se determina lo siguiente:

- En el mes de marzo el grano presentó una humedad baja, lo cual repercute en su contenido de proteínas, por lo cual se acondicionó y mezcló con grano de otros silos para mantener el nivel mínimo de proteínas que fue en promedio de 34.88%.
- Para el mes de diciembre se utilizó la soya nacional que tiene un bajo contenido de proteínas siendo necesario acondicionarlo con soya de importación para que el producto final tenga las características de comercialización.

- Con respecto al resto del año la soya de importación presenta características similares y junto común buen almacenamiento mantiene estas condiciones de calidad que no afectan el proceso.
- La variación promedio durante el año en cuanto al contenido de proteínas fue de  
1.04%

### 3.6.3 Evaluación de las impurezas.

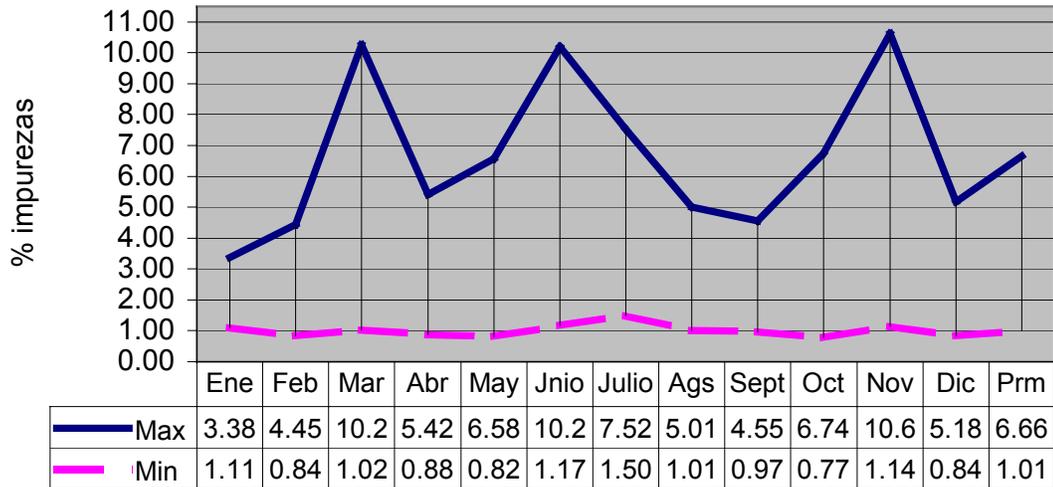
Con respecto a este factor se encontró que en el manejo del grano , desde su descarga hasta su envío a la planta de extracción se incrementó de manera considerable las impurezas, no solo materia extraña sino todo aquel material que pasa a través de las cribas presentándose grano quebrado y cáscara.

Estos daños físicos al grano se producen debido al sistema de transporte que se utiliza, que es por medio de cangilones y helicoidales, mecanismo en cierto modo obsoleto para este tipo de grano, donde al estar mas seco se fractura con mayor facilidad. Así mismo las labores de prevención y corrección para evitar calentamiento dentro de los silos genera que se de un traspaleo del mismo hacia otros silos lo que causa un mayor rompimiento del grano, provocando que las impurezas se eleven afectando el proceso de extracción.

La grafica 17, ilustra el incremento en el contenido de impurezas, del grano que se envía a la molienda, en forma mensual.

**GRAFICA 17: comportamiento mensual del contenido de impurezas del grano enviado a molienda.**

Comparativo % de impurezas



### 3.7. ACONDICIONAMIENTO DEL GRANO

La planta Hidrogenadora Yucateca cuenta con una capacidad de almacenaje instalado de 124 mil toneladas, las cuales utiliza para el almacenamiento de grano de soya, canola, pasta de soya y cáscara de soya.

El grano que es enviado para su industrialización es retirado de los diferentes silos existentes considerando para ello la calidad que presentan en ese momento, su tiempo de almacenamiento y el comportamiento que han tenido durante su almacenaje con respecto a su humedad y temperatura, datos que se tienen registrados en una bitácora de calidad de cada silo donde se anotan todas aquellas labores preventivas y correctivas que se han tenido para mantener el grano en buenas condiciones de almacenaje, información obtenida y registrada por el área de conservación de la planta.

En la tabla 13 se indica el consumo mensual de grano de soya que tuvo la planta de molienda de la Hidrogenadora Yucateca durante el año 2005, siendo un total de 403,612 mil toneladas.

**TABLA 13: consumo mensual de soya en miles de toneladas**

<b>Mes</b>	<b>Miles de toneladas</b>
Enero	46.771
Febrero	28.171
Marzo	30.371
Abril	31.647
Mayo	26.496
Junio	30,861
Julio	30,441
Agosto	45,122
Septiembre	31,375
Octubre	36.338
Noviembre	33.164
Diciembre	32.855
<b>Total</b>	<b>403,612</b>

Se efectúa de manera regular mezclas del grano de los diferentes silos, a este proceso se le llama acondicionamiento del grano.

Esta mezcla debe ser bien determinada y analizada para que el producto procesado sea lo más homogéneo posible y el grano desalojado sea el correcto, para evitar problemas en los silos así como durante su industrialización, al enviar grano para su procesamiento se realiza un análisis donde se considera su contenido de humedad, % de proteínas, % de impurezas, entre otras cosas, para tener la certeza de que el grano que se utiliza para la obtención de aceites y pasta de soya tengan al final del proceso de industrialización las características mínimas para su comercialización.

Estos factores influyen de manera determinante en los derivados de la soya donde se tiene que:

1. Granos con altos contenidos de humedad provocan un gasto mayor en el descascarado del grano, dado que en su procesamiento se tiene que pasar a secadoras para retirar la cutícula del grano y continuar con la extracción del aceite.

2. Granos con calentamientos causan una rancidez al aceite y un color opaco a la harina de soya. La colocación café obscura del grano causa un cambio del color cremoso que debe poseer la pasta de soya, así como su grado de oxidación es alta, causando problemas de presentación.

3. Granos con alto porcentaje de impurezas dificultan el proceso de industrialización. Donde se tiene que realizar un paso de limpieza en el proceso de industrialización, para evitar que las maquinas de extracción se vean forzadas al trabajar con polvo o materia extraña.

La movilización de la soya se realiza a granel debido a los grandes volúmenes manejados, las prioridades de tiempo en los puertos y la reducción de costos en mano de obra, utilizando para ello los transportadores helicoidales o de canjilones

4. Granos quebrados generan altas perdidas donde el descascarado no se realiza de manera eficiente.

5. El porcentaje mínimo de proteína que debe contener la soya es de 35% para que la calidad de la pasta de soya sea la adecuada. Al tener un porcentaje menor en cuanto a proteínas la calidad de los subproductos será de baja calidad no adecuándose a los lineamientos de comercialización.

Las tablas 10 y 14, señalan el comportamiento de la calidad del grano recibido por barco durante su almacenamiento, y la calidad del grano del grano que se envió para su industrialización durante el año 2005, se observan los máximos y mínimos que tuvo el grano con respecto a su humedad, porcentaje de proteína, y contenido de impurezas así como su promedio mensual.

Los valores con respecto a la calidad del grano de soya se registran en forma diaria antes de ser enviados a la planta de extracción, este control permite al área de conservación poder evaluar los aspectos tales como: el acondicionamiento que se tiene en los silos, el comportamiento del grano durante su almacenaje, y la efectividad de las labores de vigilancia que se dan a los gráneles.

**TABLA 14 concentrado mensual del comportamiento del grano dentro de almacén hasta su envío a proceso.**

Grano de soya						Humedad		Proteína		Impureza	
Mes	% Hum.	% Prot.	% Aceité.	% Fibra	% Imp.	Max	Min	Max	Min	Max	Min
enero	12.72	35.70	20.07	5.96	1.90	13.57	12.40	36.01	35.28	3.38	1.11
febrero	12.60	35.79	20.39	5.38	1.88	12.85	12.22	36.18	35.52	4.45	0.84
marzo	12.63	35.99	20.49	5.88	2.38	13.08	11.01	36.39	33.37	10.26	1.02
abril	12.30	36.01	20.58	5.88	2.28	12.66	11.86	36.25	35.66	5.42	0.88
mayo	12.00	35.95	20.54	6.02	2.67	12.34	11.74	36.34	35.64	6.58	0.82
junio	11.98	35.72	20.31	6.68	4.32	12.27	11.62	36.25	35.22	10.20	1.17
julio	11.85	35.88	20.23	7.30	3.30	12.34	11.43	36.30	35.59	7.52	1.50
agosto	11.96	35.90	19.80	8.63	2.44	12.45	11.55	36.25	35.62	5.01	1.01
septiembre	11.82	35.73	19.72	8.96	2.63	12.10	11.41	36.05	35.41	4.55	0.97
octubre	12.18	35.59	20.66	9.17	2.45	13.43	11.65	35.78	35.40	6.74	0.77
noviembre	13.21	35.50	21.38	8.84	2.40	13.86	11.83	36.42	35.03	10.63	1.14
diciembre	13.40	34.95	21.00	8.10	2.03	14.41	12.95	36.19	34.19	5.18	0.84
Promedio	12.39	35.73	15.00	11.73	2.56	12.95	11.81	36.20	35.16	6.66	1.01



## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES.

La soya para su comercialización se debe ajustar a una norma de calidad establecida, con base en sus contenidos de proteína, aceite, humedad, e impurezas asignándole diferentes grados como US1, US2 y US3.

La calidad del grano de soya, desde su compra hasta su acondicionamiento para ser procesada, se encuentra sujeta por una parte a la calidad del grano adquirido y por la otra a la forma de manejar y conservar el grano en los almacenes. Estos factores pueden modificar de manera importante sus cualidades causando daños irreversibles al grano, demeritando con ello la calidad de sus derivados.

La evaluación del grano de soya debe ser continua teniendo mayor atención en aquellas etapas donde se puedan generar cambios importantes en su calidad, como son:

**Compra** Es un proceso mercantil mediante el cual se le otorga un valor al producto, en función de su porcentaje de proteínas, su humedad, impurezas, granos quebrados y sanidad.

**La recepción** Es el ingreso de la soya a los almacenes, en base a su evaluación se detectarán las necesidades técnicas operativas y de infraestructura que será necesario solventar para asegurar una correcta preservación del producto.

**Almacenamiento y conservación.** Durante esta etapa se pretende mantener por mayor tiempo sus características cuantitativas y cualitativas para que se pueda obtener al máximo su valor adquirido al momento de su uso.

La conservación se define como las prácticas que se realizan para mantener la calidad del grano almacenado, la conservación del grano se maneja en dos enfoques que son los preventivos y correctivos.

La soya después de un tiempo de almacenamiento, al igual que los demás productos agrícolas, tiene un periodo estacionario que aumenta su valor, pero al sobrepasar este periodo, la soya adquiere un factor de riesgo a causa del deterioro en su cantidad y calidad de proteínas. A causa de las altas temperaturas y humedades se genera una oxidación dentro del grano que afecta su estructura química al considerar que la proteína es su principal valor comercial.

**Acondicionamiento** Esto permite que el grano tenga ciertas características homogéneas, de tal forma que al procesarlo su industrialización sea más rápida y eficiente, logrando captar una mayor cantidad de aceites y proteínas en sus derivados que permitan elevar su valor y calidad, ya que la utilidad de los derivados de la soya se basa en su contenido de proteínas, humedad y lípidos presentes en su aceite y harina.

Para la industrialización de la soya es de suma importancia la evaluación de la calidad que será la base para su procesamiento, donde la soya requiere de un valor mínimo de proteínas, que están basadas en su humedad final, así mismo, al inicio del proceso se tiene que calentar el grano para facilitar su descascarado, calentamiento que se puede iniciar dentro de los silos

aprovechando las condiciones climáticas de la región, como es en el estado de Yucatán.

Estos datos indican la importancia que reviste el conocer de manera más profunda el comportamiento de la soya como materia prima en la industria aceitera, los factores que intervienen en su almacenamiento, conservación y acondicionamiento, para lograr una mayor eficiencia en la obtención de sus valores nutricionales

Así, también es importante diseñar una eficiente distribución espacial en tiempo y volúmenes de sus consumos de granos mediante la programación de embarques y accesos portuarios para disminuir al mínimo la presión de la demanda sobre el sistema del transporte, producción y almacenamiento.

Esto conlleva a efectuar una evaluación continua de la calidad del grano desde su compra hasta su acondicionamiento final, pero sobre todo es importante identificar aquellas etapas dentro del proceso que son de vital importancia para mantener sin gran variación la calidad del grano.

El presente trabajo permitió conocer en el área de estudio los siguientes aspectos:

1. La compra del grano de soya por parte de la Hidrogenadora Yucateca para la extracción de aceite y pasta de soya es del tipo US-2.

A pesar de que el grano de soya US-1 representa la mejor calidad y por lo tanto la mejor materia prima, la Hidrogenadora Yucateca normalmente no adquiere este grado de calidad para su proceso principalmente por razones de su mayor costo.

Aunque en el grado de calidad US-2 el contenido de quebrados permitido es elevado, la Hidrogenadora Yucateca adquiere este tipo de grano, ya que durante su procesamiento el grano es quebrado y descascarado para facilitar la extracción de aceite, por lo tanto un valor de 20 % de quebrados no impacta negativamente el proceso.

El grado US-3 no se procesa en las instalaciones de Hidrogenadora Yucateca por que en los rubros de materia extraña y quebrados, sus valores elevados producirían problemas y pérdidas importantes en la etapa de almacenamiento del grano.

En resumen, el grano de soya grado US-2 es para la Hidrogenadora Yucateca la mejor opción en cuanto a precio y calidad intermedia para la extracción de aceite.

## 2. Importancia del muestreo.

El muestreo de granos es la práctica que consiste en obtener una porción representativa de un lote, bodega o carga, con el fin de conocer su calidad a través de un análisis. Esta operación debe efectuarse en la forma más cuidadosa posible, con el propósito de obtener una muestra que mediante el análisis nos indique con la mayor aproximación la calidad del producto.

Las técnicas de muestreo que se utilizan para el análisis de granos son de naturaleza aleatoria y presentan algunas variantes en cuanto a equipo y metodología, en razón de como se presentan los granos.

Para la obtención de muestras de granos en los barcos deberá tomarse en cuenta que debido a la gran profundidad de los gráneles, el muestreo que se practique es muy limitado por el pequeño espesor de la capa muestreable que

se pueda conseguir, donde los resultados serán solo preliminares y no podrán ser extensivos a la totalidad del embarque.

Esto hace necesario llevar a cabo diversos muestreos conforme se avanza en la descarga del barco sobre todo de aquellos donde su capacidad asciende alrededor de las 20,000 toneladas o más.,se tiene por consiguiente que se deben obtener muestras de diferentes niveles de profundidad .

Un muestreo deficiente produce siempre resultados erróneos, a pesar de que los análisis se efectúen con la mayor precisión y cuidado.

El análisis de granos como cualquier otra técnica analítica se vale del muestreo u obtención de una muestra representativa para la investigación, ante la imposibilidad de examinar a todos los granos que integran un almacenamiento y que participan en forma individual en su composición.

El muestreo de granos representa una de las operaciones clave para conocer la calidad del grano, e identificar aquellos factores que pueden influir en las condiciones de su manejo, tiempo de almacenamiento y las prácticas de conservación que se requieren para mantener su calidad original.

El laboratorista es responsable de analizar y certificar estos productos y esta responsabilidad lleva implícito el deber moral de ser honesto en su comportamiento, la obligación de tener los conocimientos y la práctica necesaria para que cuantas veces analice una misma muestra sus resultados sean reproducibles, de que la muestra motivo del análisis sea verdaderamente representativa del lote o partida de granos que está analizando y de utilizar el equipo más apropiado para el muestreo y análisis de granos y semillas.

El muestreo es una labor importante durante la estadía del grano en especial en:

Puertos y fronteras: Cuando se trata de producto importado se obtienen muestras representativas del grano, con el fin de certificar la calidad contratada en origen.

Durante la recepción de los granos debe efectuarse un muestreo y análisis para conocer su calidad y también conocer los factores que determinan su conservación.

Durante el almacenamiento los granos deben ser muestreados periódicamente para vigilar su calidad y estado de conservación, para que en caso de que exista algún problema se tomen las medidas necesarias.

Durante la salida del grano del almacén, el muestreo se efectúa para conocer la calidad del producto que servirá como materia prima. El muestreo deberá realizarse en la bodega o en el transporte de salida.

3. La compra de soya que Hidrogenadora Yucateca realizó durante el año del 2005 fue por un total de 402 mil toneladas de las cuales 99.7% (401 mil toneladas), se adquirieron por medio de la importación proveniente de la zona sur de los EE.UU. teniendo como punto de origen el puerto de Nuevo Orleans en el estado de Louisiana, mientras que 0.3% (1 mil toneladas), provinieron a través de la cosecha nacional del estado de Campeche.

Estos datos reflejan la gran dependencia de materia prima que la industria aceitera nacional tiene con el exterior y la importancia de diseñar un programa de compras en el extranjero bien establecido para prevenir problemas de desabasto.

4. De la comparación de los datos de calidad del grano de soya entre el origen y el destino, es decir lo reportado por el laboratorio del USDA y el laboratorio de control de calidad de Hidrogenadora Yucateca, existen diferencias NO SIGNIFICATIVAS, pero si influyen directamente en el comportamiento del grano tanto en su almacenamiento como en su industrialización.

Las diferencias que resultan de la comparación de datos de calidad entre el origen y el destino pueden estar determinadas por distintos factores:

- Las variaciones físicas del grano.
- La toma de las muestras durante su carga como en su descarga.
- Las diferencias entre características propias de los equipos utilizados para las evaluaciones en los laboratorios en origen y destino.
- Niveles distintos de capacitación y adiestramiento del personal que realiza los trabajos de muestreo y análisis en el origen y el destino.

Otra posible causa de las diferencias puede ser atribuida a distintos programas de mantenimiento y calibración de equipos de medición, como los que se utilizan para la determinación de la humedad.

5. Otra probable causa de las diferencias de datos de calidad en algunos embarques podrían ser que en algunos lugares no se realizó un eficiente estudio de la calidad física del grano.

8. Las fechas de arribo de los embarques juegan un papel importante en la calidad del grano recibido, ya que dentro del transcurso del año 2005, la Hidrogenadora Yucateca contrato 14 embarques, los cuales presentaron

variaciones en su calidad, debido al envío de grano de diferente cosecha y tiempo de almacenamiento en origen.

9. La humedad del grano recibido en los primeros y en los últimos meses del 2005 fue mayor que la humedad de los embarques recibidos a mediados del mismo año, esto obedece a que en esos períodos se recibió grano de cosechas recientes.

Se manejó grano húmedo en los últimos meses del año debido a que provenía de la compra de soya de producción nacional, en la que es frecuente que se coseche a 15.6% de humedad.

10. Las variaciones en los valores de contenido de proteínas relacionadas con la variación en el contenido de humedad, son mínimas ya que los valores se reportan sobre base seca, por lo tanto puede concluirse que el contenido de proteínas no se modifica entre el punto de origen y el de destino porque no se presentan durante el transporte condiciones que promuevan la pérdida de calidad para este aspecto.

11. Se comprueba la influencia del contenido de humedad en el tiempo de almacenamiento, que es cuando el tiempo de permanencia en almacén es mayor, el contenido de la humedad es menor, y esto es debido a que el tiempo de almacenamiento para la mayoría de los granos está condicionado por el contenido de humedad, por ser este un factor determinante para la conservación de sus características.

12. Las condiciones climáticas donde se encuentra ubicada la planta (la península de Yucatán) son consideradas por los responsables de la

conservación de Hidrogenadora Yucateca para el almacenamiento de la soya, ya que la humedad relativa, es un factor que influye en el contenido de humedad del grano almacenado.

Para las labores de conservación del grano que se realizan en la planta de proceso, la soya se mantiene a una humedad 13.5 a 14.4% que esta en equilibrio con una humedad relativa de 75.0 a 80%. La humedad en equilibrio del grano de soya en el ambiente de la planta de proceso de Hidrogenadora Yucateca puede considerarse como de “un riesgo moderado”, aunque por lo mismo es necesario realizar inspecciones periódicas del granel sobre todo para prevenir problemas de calentamiento en el producto que demeritan su calidad.

13. Debido a que el manejo del grano es a granel desde el origen hasta la planta de proceso, y por lo tanto es necesario movilizarlo por medio de transportadores mecánicos, se genera un aumento en la cantidad de impurezas y granos quebrados que influyen negativamente en su conservación, por existir la posibilidad de constituirse como focos de calentamiento dentro de los silos.

14. El contenido de impurezas y granos quebrados que se incrementó en las partidas de grano recibidas a mediados del año, son resultado del manejo de un grano más seco, que al contener menor cantidad de agua se vuelve más susceptible a fracturación por efecto de fuerzas mecánicas que ocurren durante su manipulación.

Para prevenir problemas derivados del mayor contenido de impurezas y granos quebrados los responsables del área de conservación de Hidrogenadora

Yucateca extreman labores de conservación como son el desalajo de partidas y el razado del granel, para permitir una mejor aireación del grano.

Ambas prácticas son eficaces para lograr una adecuada conservación del grano de soya.

15. El manejo de soya dentro de la planta de Hidrogenadora Yucateca, se basa en dos aspectos básicos, el contenido de humedad y la calidad del grano. Para el caso de la humedad se planean y aplican medidas de conservación enfocadas a su control y a la prevención de procesos de respiración excesiva. En cuanto a la calidad se previene el incremento del contenido de impurezas y de granos quebrados evitando así la presencia de focos de calentamiento que disminuyen la calidad del producto que ingresa a proceso.

16. La programación de los embarques que realiza Hidrogenadora Yucateca, con respecto al consumo de granos por la planta de proceso, facilita el almacenamiento y cuidado del grano, ya que estos no permanecerán por mucho tiempo, lo cual permite reducir en gran medida riesgos innecesarios a la calidad de la materia prima.

## ANEXOS

**TABLA : promedio por trimestre del contenido de humedad de los embarques recibidos el año 2005.**

Trimestre del año	Humedad promedio Origen	Humedad promedio Destino
1 trimestre	12.15 %	12.63 %
2 trimestre	11.4 %	11.92 %
3 trimestre	11.5 %	12.08 %
4 trimestre	12.52 %	12.98 %

**TABLA : Promedio en el contenido de proteínas del grano recibido durante el año 2005.**

Trimestre del año	Proteína promedio Origen	Proteína promedio Destino
1 trimestre	35.56 %	35.54 %
2 trimestre	36.17 %	36.14 %
3 trimestre	36.12 %	35.86 %
4 trimestre	35.16 %	35.06 %

**TABLA : tiempo promedio de almacenamiento por trimestre del grano de soya**

Trimestre del año	Tiempo en almacén
1 trimestre	59 días
2 trimestre	93 días
3 trimestre	64 días
4 trimestre	57 días

**TABLA Porcentaje de impurezas y granos quebrados en los embarques recibidos durante el año 2005**

Trimestre del año	Granos quebrados	Impurezas promedio
1 trimestre	12.6 %	1.96 %
2 trimestre	13.9 %	2.0 %
3 trimestre	9.1 %	1.94 %
4 trimestre	5.1 %	1.54 %

**TABLA : compra y consumo de grano de soya en el año 2005.**

Trimestre del año	Compra de grano en miles de toneladas	Consumo de grano en miles de toneladas
1 trimestre	124.399	105.313
2 trimestre	84.896	89.004
3 trimestre	97.010	106.938
4 trimestre	94.836	102.357

## BIBLIOGRAFÍA

1. Anónimo. 1987. Manual de procedimientos de muestreo y análisis de granos. Gerencia de Conservación de Mercancías, Almacenes Nacionales de Depósito(ANDSA).México DF.
2. Christensen,C.M.1976. Contaminación por hongos en granos almacenados. Edit Pax-México. México DF.
3. Cubero, J. I. y Moreno, M.T. 1984. Las leguminosas de grano. Leguminosa de grano, una visión de conjunto. Edit. Mundi-Prensa. Madrid, España.
4. Gavaldon,E.1987.Simposium sobre almacenamiento de productos agropecuarios en México. Edit. Colegio de Michoacán .Andsa.México DF.
5. Hall. D. W. 1971.Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y sub.-tropicales. cuaderno de fomento agropecuario N. 90 FAO.Roma Italia.
6. Hamilton, P. B. 1982.Folleto informativo sobre efectos de micotoxinas en animales. México. Folleto de divulgación Industrias Kemin. México DF.
7. Holman, L. E. y Snitzler, J. R. 1986.Almacenamiento y conservación de granos. Anuario de agricultura sobre semillas. Edit. Continental. México DF.
8. Jamieson, M. F. 1974.Volumen El clima en relación con el almacenamiento de alimentos. Manejo de los alimentos, ecología del almacenamiento Edit. Pax-México. México DF.
9. Jiménez, A. S. 1982.Evaluación de resistencia a insecticidas (Malathión) en insectos de almacén. Tesis Licenciatura FES- Iztacala UNAM. México DF.

10. Juárez, O. R.1993.Descriptiva de una unidad de silos verticales para el almacenamiento de granos. Tesis Licenciatura-FES-Cuautitlan UNAM: México DF.
11. Lindblad, C. y Druben, L..1986.Almacenamiento del grano manejo, secado, silos, control de insectos y roedores. Edit. Conceptos. México DF.
12. Metcalf, C. L. y Flint, W. P. 1965.Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control. Traducción. de la 4.ed. en inglés por Alonso Blackallor Valdés.16 a ed. USA. CECOSA.
13. ASA México, 2005. Asociación Americana de soya.(ASA). Conferencia de la soya en México. (Folleto técnico S/n).México.
14. Moreno, M.E.1984.Los problemas de la conservación de granos y semillas en México. Edit. Mundi-Prensa México. CONACYT.
15. Moreno, M.E.1983. Memorias del Coloquio Internacional sobre Conservación de Semillas y Granos Almacenados. El clima en relación con el almacenamiento de alimentos México. UNAM. Instituto de Biología.
16. Ortiz, C.A.1986.La evaluación de la calidad física de los granos. Folleto de divulgación S/n Almacenes Nacionales de Deposito ANDSA. México DF.
17. Ortiz. C.A. 1992. Manual de procedimientos para el muestreo de granos. folleto de divulgación S/n Almacenes nacionales de Deposito. ANDSA México DF.
18. Ortiz, C.A. 2002. Manual de procedimiento para el análisis de la soya. Curso de capacitación, Grupo ORION México. DF.
19. Ramírez. G.M.1984.Almacenamiento y Conservación de granos y semillas.5- Edit. Continental CECOSA. México.

20. Rivera, F.J.1995.Diconsa y su participación en la distribución de granos. CONASUPO. México DF.
21. Rojas, S.R. 1980.Guía para realizar investigaciones sociales 5a-ed. UNAM. México DF.
22. Sainz I.F.1974.El cultivo de la Soya en México. Ed. Gaceta Agrícola. México, DF.
23. Salazar, T. J.1968.Almacenamiento y conservación de productos agrícolas. Reunión Nacional de Ciencias y tecnología. CONACYT. México ,DF.
24. Saumell. H. 1995.La Soja, Folleto técnico ;Información técnica .Edit. Continental Buenos Aires, Argentina.
25. ASA ,México.2005 Tópicos sobre el procesamiento de la soya. Asociación Americana de Soya(ASA). Fascículos 1,2,3,4. México .
26. Wilmont, B .2004. Composición del frijol soya. México .Folleto técnico S/n ASA. México