

**Evaluación física y económica de las mermas
en la producción de alimentos balanceados de
la empresa Granel S.A. de C.V.**

**Yadira Estefania Alvarado Moncayo
Andrea Raquel Muela Negrete**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Octubre, 2014**

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Evaluación física y económica de las mermas en la producción de alimentos balanceados de la empresa Granel S.A. de C.V

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieras en Agroindustria Alimentaria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Yadira Estefania Alvarado Moncayo
Andrea Raquel Muela Negrete**

Zamorano, Honduras
Octubre, 2014

Evaluación física y económica de las mermas en la producción de alimentos balanceados de la empresa Granel S.A. de C.V

Presentado por:

Yadira Estefania Alvarado Moncayo
Andrea Raquel Muela Negrete

Aprobado:

Raúl Espinal, Ph.D
Asesor Principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Departamento de Ingeniería en
Agroindustria Alimentaria

Edward Moncada, M.A.E.
Asesor

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Evaluación física y económica de las mermas en la producción de alimentos balanceados de la empresa Granel S.A. de C.V.

**Andrea Raquel Muela Negrete
Yadira Estefania Alvarado Moncayo**

Resumen: Las pérdidas que se generan en las plantas de alimentos balanceados afectan grandemente en la economía de éstas. El objetivo de este estudio fue evaluar física y monetariamente las mermas de las cuatro materias primas más importantes de la compañía más grande en su género en Centro América, Granel S.A. de C.V., las cuales representan el 48% de los costos totales de la producción de alimentos balanceados de la empresa. Para tal fin, se desarrolló un diagrama de causas y efectos para determinar los factores causantes de las mermas y un flujo de proceso para identificar las áreas donde se evaluaron las mermas físicas. Las áreas evaluadas fueron recibo, limpieza, almacenamiento de materias primas y molienda. Las materias primas fueron maíz, soya, gluten y grano destilado. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), un análisis de varianza y una separación de medias Duncan para comparar las mermas por materia prima y área. El valor monetario total de las mermas fue de 30,367.24 dólares mensuales. Las principales causas que generaron las mermas fueron la falta de protección en la tolva de recibo, falta de almacenamiento adecuado para cada materia prima debido a sus diferentes condiciones de almacenamiento, y la falta de mejores equipos en el puerto para el transporte de la materia prima del barco hacia camiones que posteriormente son dirigidos a la planta.

Palabras clave: Merma económica, merma física.

Abstract: The losses generated in feed mills affect their economy. The aim of this study was to evaluate monetarily and physical losses of the four most important raw materials of the largest company of its kind in Central America, Granel S.A. de C.V., which represent 48% of total production costs of feed mills. For this purpose, a cause and effect diagram was developed to determine the factors causing losses and a process flow to identify areas where physical losses were evaluated. The areas evaluated were receiving, cleaning, storage and milling of raw materials. The raw materials were corn, soy, gluten and distilled grain. The study used completely randomized design (CRD), an analysis of variance and Duncan mean separation to compare the losses by raw material and area. The total monetary value of the losses was \$ 30,367.24 monthly. The main causes that generated the losses were the lack of protection in the receipt hopper, lack of adequate storage for each raw material due to the different storage conditions, and lack of top machinery in the harbor to transport raw material to ship trucks which are then driven to the plant.

Keywords: Economic loss, physical loss.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4 CONCLUSIONES	13
5 RECOMENDACIONES	14
6 LITERATURA CITADA.....	15
7 ANEXOS	17

INDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Análisis estadístico para analizar diferencias entre cantidad facturada de materia prima con cantidad recibida por la empresa Granel S.A.	7
2. Mermas promedio y desviación estándar (DE) de grano destilado y gluten en el área de recibo.	8
3. Mermas promedio y desviación estándar (DE de las cuatro materias primas en el área de limpieza.	8
4. Mermas promedio y desviación estándar (DE en humedad del maíz durante el almacenamiento).....	9
5. Mermas promedio y desviación estándar (DE en humedad de la soya durante el almacenamiento).....	10
6. Pérdida promedio y desviación estándar (DE de humedad del grano destilado durante el almacenamiento).....	10
7. Pérdidas promedio y desviación estándar (DE de humedad durante la molienda de maíz en grano (malla 5/32).	11
8. Pérdida promedio y desviación estándar (DE de humedad en la harina de soya durante la molienda (malla 1/8).....	11
9. Pérdidas monetarias mensuales en la planta de alimentos balanceados Granel S.A. de C.V.....	12
Figura	Página
1. Diagrama de causa y efecto resultado de entrevistas en la empresa Granel S.A.de C.V.....	3
Anexos	Página
1. Flujo de proceso de la empresa Granel S.A.	17
2. Coeficiente de variación de las materias primas durante el flujo de proceso.....	17
3. Plan de acción para la reducción de mermas elaborado por departamento de Agronegocios.....	19

1. INTRODUCCIÓN

La empresa Granel S.A de C. V. pertenece a la corporación Multi-inversiones División Agroindustrial Pecuaria. Es una empresa dedicada a varias áreas agroindustriales, dentro de las cuales se encuentra la producción de alimentos balanceados. Un alimento balanceado para consumo es la combinación de alimentos naturales como granos, proteínas, vitaminas y minerales que estén en adecuadas proporciones para tener una dieta balanceada según su especie, raza, edad, estado fisiológico, peso, etc. (Brautigan, 1991). Todas las empresas a lo largo del flujo de proceso de producción para obtener un producto terminado sufren mermas de diferente índole. Estas mermas en operaciones eficientes se pueden reducir a niveles muy bajos, pero por la naturaleza de algunas de ellas difícilmente se pueden eliminar por completo.

En la mayoría de casos las mermas en la producción de alimentos balanceados no son observadas visiblemente (mermas invisibles) por los operarios, ya que se presentan como en forma de polvo durante el transporte, pérdidas de peso debido al daño por plagas, pérdida de humedad y residuos de materia prima durante el mezclado, donde queda la materia dentro de los equipos (FAO 1996).

Es sumamente importante determinar las áreas específicas donde ocurren las mermas, para mejorar la eficiencia en la producción y reducir las pérdidas económicas que se producen. Con los resultados obtenidos de este estudio se propuso la implementación de medidas encaminadas a incrementar aún más la eficiencia en la productividad de la empresa.

Resultados de un estudio similar conducido en la Planta de Alimentos Balanceados de Zamorano indicaron que en el 2004 las mermas ocurridas fueron de 1.16% en mezclado, 3.63% en producto final, 0.05% en movimientos internos, 0.064% en transporte externo, 0.15% en bodega y 1.58% en recibo de maíz muy húmedo (mayor a 14%) (Asencio 2010). Una de las recomendaciones derivadas de este estudio fue la calibración continua de equipos usando un medio confiable de verificación. También se concluyó que un mal manejo del pesado puede provocar datos erróneos en cuanto a la cuantificación de mermas en el procesamiento y producción del concentrado. Según este estudio las mermas fueron mayores en el área de producto final y en el recibo de maíz con alta humedad.

El objetivo general del presente proyecto fue cuantificar las mermas físicas (pérdidas de peso) y el respectivo impacto monetario en la operación de alimentos balanceados de la empresa Granel S.A. de C.V. Los objetivos específicos del estudio incluyeron:

- Cuantificación de las mermas desde el puerto de desembarque hasta las áreas donde es manejada la materia prima de manera individual.
- Elaborar recomendaciones a la empresa para reducir las pérdidas.
- Expresar en términos monetarios las pérdidas de peso.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales. La investigación fue realizada en las instalaciones de la empresa Granel S.A de C.V. ubicada en la aldea Río Blanquito, Departamento de Cortés. El análisis de muestras se realizó en el laboratorio de análisis de alimentos de la empresa y se analizaron muestras como referencia en el laboratorio de análisis de alimentos de la Escuela Agrícola Panamericana.

El presente estudio se fundamentó en las mermas de cuatro materias primas: maíz, soya, gluten y grano destilado. Estas materias primas representan el mayor volumen en la producción y el 48% de los costos de producción de alimento balanceado. Se presume que en éstos productos es donde se presenta la mayor cantidad de mermas. El estudio se llevó a cabo durante tres meses.

Métodos. La toma de datos se inició desde el puerto con tres productos, maíz, soya y grano destilado provenientes de tres barcos, Poliese, Ocean Trader y Arietta. Las áreas analizadas para determinar las mermas en su orden fueron: transporte del puerto a la empresa (recepción de la materia prima), recibo, limpieza del grano y las harinas, almacenamiento, molienda y empaçado.

Por ser una de las materias primas más importantes, el gluten es la única materia prima que es importada desde El Salvador y transportada por tierra, pero fue analizada conjuntamente con el resto de las tres materias primas que son transportadas por barco.

Se estableció un flujo de proceso para conocer el funcionamiento de la planta, en base a un prototipo de flujo ya establecido por la empresa. A partir de este flujo se establecieron los puntos críticos donde se producen la mayor cantidad de mermas debido a diferentes factores, las cuales una vez identificadas y computadas se reportaron para tomar medidas encaminadas a reducirlas significativamente.

Para determinar cuáles son las causas que están provocando las mermas se usó la herramienta de Causa-Efecto, para ello se visitó la planta en varias ocasiones durante el periodo que se condujo el estudio. Se entrevistaron las personas que trabajan directamente en estas áreas, las cuales, expresaron sus ideas de las posibles causas que provocan las mermas. Los operarios entrevistados eran de los departamentos de calidad, logística, producción y operaciones.

Los grupos entrevistados jugaron un papel clave en el desarrollo de este proceso así como también coincidieron en la mayoría de causas que ocasionan el problema (figura 1).

Toma de muestra

Comparación de la cantidad facturada por la empresa proveedora con la cantidad recibida por la empresa Granel S.A. de C.V. Se realizó una comparación entre la cantidad de producto facturado (maíz, harina de soya y grano destilado) y se comparó con la cantidad de producto pesado en el puerto de desembarque en la Empresa Nacional Portuaria.

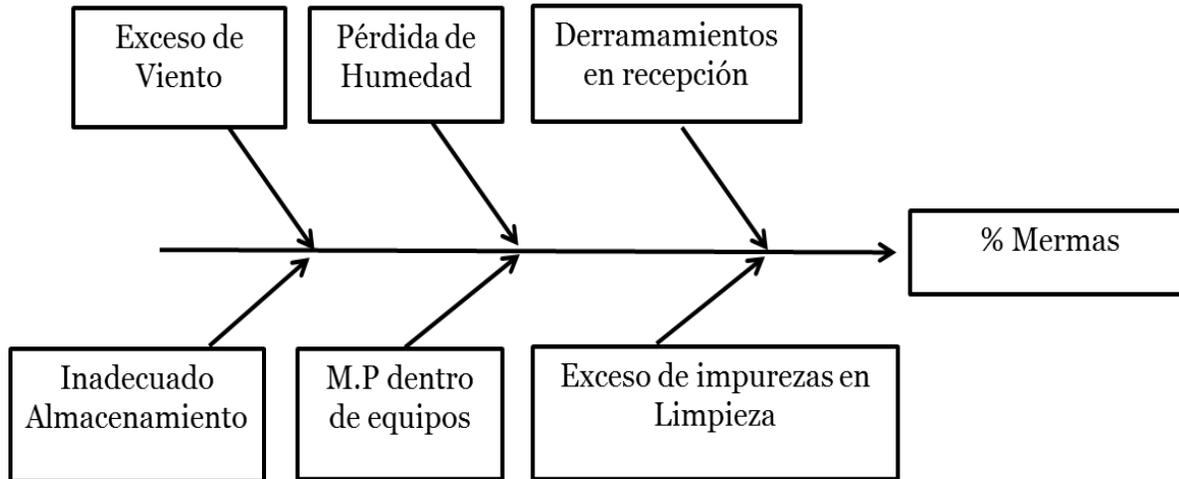


Figura 1. Diagrama de causa y efecto resultado de entrevistas en la empresa Granel S.A.de C.V.

Los datos de las mermas (en TM) fueron obtenidos una vez realizada la limpieza después de cada descarga. Esta cantidad de materia prima obtenida después de la limpieza ya es considerada merma, pues no es considerada apta para ser mezclada con el resto de la materia prima ya que está contaminada con polvo y otros contaminantes del piso.

También se tomó la muestra de humedad en los camiones. Según la FAO (2008) se debería tener por lo menos 11 puntos de muestreo en vehículos de más de 30 toneladas. Pero por limitantes de tiempo solamente se realizaron 5 muestreos.

Para la obtención del porcentaje de mermas en esta etapa del flujo de proceso se realizó la siguiente fórmula:

$$\text{Mermas en recibo (\%)} = \frac{\text{TM de merma}}{\text{TM de materia prima ingresada}} \times 100 \quad [1]$$

Limpieza de Maíz y harinas. En esta parte del proceso, el maíz y las harinas son separados de las impurezas como piedras, restos de mazorca y otros. Se usa ventiladores para separar las impurezas más livianas y zarandas para retirar las más pesadas.

Para poder obtener el porcentaje de mermas por limpieza se realizó la siguiente fórmula:

$$\text{Mermas por limpieza (\%)} = \frac{\text{TM de impurezas}}{\text{TM de materia prima ingresada}} \times 100 \quad [2]$$

Almacenamiento. En el área de almacenamiento es muy importante controlar la temperatura y humedad. Se debe almacenar el grano a una humedad no mayor al 14% y tener una alta rotación de inventario para prevenir mermas por humedad y daños en la materia prima (Bala 1997). Esta es una etapa muy crítica a causa de que la materia prima no se pesa al salir de los silos, por lo tanto es difícil detectar las pérdidas. Estimaciones hechas por expertos indican que en promedio esas pérdidas están en el orden de 6 a 8% de las mermas totales. (Bragachini *et al.* 1992). La empresa contrata el servicio de control de plagas que revisa y monitorea estos silos periódicamente para evitar que ocurra mermas por plagas.

Para medir la pérdida de peso por humedad se realizó la siguiente fórmula (Bragachini *et al.* 1992):

$$\text{Pérdida de peso} = \left(\frac{\text{Hi} - \text{Hf}}{100 - \text{Hf}} \right) \times 100 \quad [3]$$

La humedad inicial se refiere a la humedad de la materia prima al salir del área de limpieza y la humedad final es la humedad que fue tomada al salir de almacenamiento para ser transportado a molido.

El método usado para medir el porcentaje de humedad dentro del laboratorio fue el método con horno de aire forzado a 105°C (Método de AOAC 952.08). Luego de seguir el procedimiento se realizaron los cálculos para conocer el porcentaje de humedad de la muestra mediante la siguiente fórmula:

$$\%H = \frac{(C+MH) - (C+MS)}{(C+MH) - (C)} \times 100 \quad [4]$$

El porcentaje de humedad (H), es equivalente al crisol sumado más la materia humedad esto menos el crisol (C) más la materia seca (MS), el resultado de esto dividido entre la suma de crisol (C) más la materia húmeda (MH), esto menos el crisol (C).

Molido. Para determinar si existieron mermas en el área de molido se tomaron muestras y llevaron posteriormente al laboratorio. El maíz y harina de soya se molieron y fueron tamizados por zarandas en 5/32 y 1/8 respectivamente, luego se pesó la cantidad final. La fórmula que se usó para determinar las mermas después de este flujo de proceso fue (Bragachini *et al.* 1992):

$$\text{Pérdida de peso} = \left(\frac{\text{Hi} - \text{Hf}}{100 - \text{Hf}} \right) \times 100 \quad [5]$$

La humedad inicial es considerada como la humedad en que la materia prima sale de almacenamiento y la humedad final es con la que sale del área de molienda.

Por otro lado la fórmula para determinar el porcentaje de mermas durante la molienda fue (McElhiney 1994):

$$\% \text{ Mermas en molino} = (\text{Mermas en molido (lb)} / \text{peso total de maíz molido}) \times 100 \quad [6]$$

Análisis Estadístico. Se realizó un análisis de varianza y una separación de medias Duncan para definir si hubo diferencias significativas al 5% de probabilidad entre cada una de las áreas evaluadas. El programa usado fue SAS[®] (Statistical Analysis Systems) versión 9.1 en inglés.

Análisis económico. Se calcularon las pérdidas en peso y se expresaron en términos monetarios las cifras de las cuatro materias primas donde existieron mermas. Se calculó el costo de una tonelada métrica de materia prima por la cantidad de pérdida de peso obtenido en toneladas métricas.

El costo dependerá de cada materia prima. Las pérdidas monetarias que resultaron de estas pérdidas físicas de materia prima se estimaron de manera mensual, expresándose las mismas en lempiras y en dólares.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Elaboración del diagrama causa-efecto. Se realizaron entrevistas a los gerentes y operarios de los departamentos de calidad, logística y producción, para conocer las opiniones que tenían sobre los causantes de la producción de mermas.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Ilustración de los factores externos que influyeron en las mermas de producción, las cuales fueron la humedad y el viento.
- Reconocimiento de problemas de derramamiento a lo largo del flujo de proceso. El de mayor importancia ocurre durante la recepción de las materias primas en la Empresa Nacional Portuaria. Al pasar las harinas y el maíz por medio de una ostra (aparato de descarga y que funciona mecánicamente) del barco a los camiones que van a dirigirse a la planta se producen derramamientos por viento. Además, la maquinaria por no ser hermética permite el derramamiento y consecuentemente parte del producto cae al mar y otra parte en tierra.
- Se detectó que no hay una calibración continua de las básculas tanto en la empresa como en el puerto marítimo.
- Existencia de mermas por limpieza de las materias primas y periodo de tiempo que pasan durante el almacenamiento.

Recepción de materias primas y almacenamiento. Al analizar la cantidad facturada por la empresa proveedora con la cantidad de producto recibido en planta se obtuvo que estadísticamente no hubo diferencias significativas entre ellas (Cuadro 1). Se puede concluir que estadísticamente son iguales y es importante mencionar que la cantidad del producto que se transporta en cada barco no lleva un peso controlado por medio de un sistema de medición (básculas o balanzas), por el contrario, el peso es obtenido a través de prorrato¹. Es decir, una repartición proporcional a lo que cabe de carga en cada barco. El producto comprado no se pesa sino que se asume que la capacidad del espacio en almacenamiento de las materias primas dentro del barco es la misma que la cantidad de pedido por parte de la empresa Granel S.A. Sin embargo, la empresa proveedora

¹ Prorrato: El volumen del producto cargado en cada bodega es calculado en base a las mediciones del diseño de cada bodega.

proporciona un seguro que devuelve el 50% de carga faltante en caso de registrarse esta merma.

Al realizar la separación de medias se encontró que en promedio la harina de soya es únicamente la materia prima que registra una cantidad de recibo menor a la facturada. Sin embargo, en el grano destilado y maíz la empresa Granel recibe una mayor cantidad de materia prima en comparación a la facturada.

Como resultado del promedio del porcentaje de merma de las tres materias primas se obtuvo -1.64TM, esto indica que la empresa Granel está recibiendo 1.64 TM más con respecto a la cantidad de materia prima que se canceló a la empresa proveedora. Se concluye que no se obtuvieron mermas en este punto.

Cabe recalcar que el gluten no fue analizado en este caso ya que es importado por tierra desde El Salvador.

Cuadro 1. Análisis estadístico para analizar diferencias entre cantidad facturada de materia prima con cantidad recibida por la empresa Granel S.A.

Producto	Cantidad facturada (TM)	Cantidad Recibida (TM)	Diferencia (TM)	% Promedio \pm D.E
Harina de soya	4838.96	4,843.52	-4.56	
Harina de soya	2,148.30	2,146.91	1.39	3.29 ^a \pm 8.96
Harina de soya	5,500.00	5,486.95	13.05	
Grano destilado	2,200.00	2,205.04	-5.04	
Grano destilado	2,397.73	2400.18	-2.45	-3.74 ^b \pm 1.83
Maíz	13,988.81	14000.78	-11.97	
Maíz	13,300.00	13,308.10	-8.10	-4.47 ^b \pm 9.83
Maíz	5,979.62	5,972.97	6.65	
Merma Promedio %				-1.64

1. Todos los signos negativos indican que son ingresos de materia prima a favor de la empresa Granel S.A.

2. Promedios seguidos de diferentes letras minúsculas en cada fila son estadísticamente diferentes ($Pr \leq 0.05$).

Pérdida durante el recibo de materias primas. En el proceso de recibo de materias primas existen pérdidas que se producen por efecto del viento, especialmente en gluten y grano destilado que por su densidad son afectados por las corrientes de aire que existen durante la descarga de la materia prima ya que ésta se encuentra en forma de harina. La descarga se produce en una tolva subterránea que no posee protección alguna.

Los datos de las mermas en toneladas métricas fueron obtenidos del proceso de limpieza después de cada descarga. Esta cantidad de materia prima obtenida después de la limpieza ya es considerada merma, pues no está apta para ser devuelta con el resto de la materia prima por estar contaminada con polvo y otros contaminantes del piso.

Como se observa en el cuadro 2 el promedio de mermas de grano destilado en ésta área es de 0.046%, siendo estadísticamente igual que 0.045% de mermas que se obtuvo de gluten. Por lo tanto en esta área se pierde igual cantidad de gluten que de grano destilado.

Cuadro 2. Mermas promedio y desviación estándar (DE) de grano destilado y gluten en el área de recibo.

Producto	% Merma Acumulada	±D.E
Grano destilado	0.047	±0.01211 ^a
Gluten	0.045	±0.00548 ^a
Mermas Promedio	0.046	

1. Promedios seguidos de la misma letra en cada fila son estadísticamente iguales ($Pr \geq 0.05$).

Pérdida durante la limpieza de materias primas. En el área de limpieza se le extrae al grano las impurezas por medio de cribas y ventiladores. Al finalizar este proceso ocurren mermas en el peso total de la materia prima; éstas mermas no pueden exceder del 3% (Lizarago; Torres 1972).

El promedio de mermas en el área de limpieza fue de 0.03% en maíz, 0.05% en harina de soya, 0.19% en grano destilado y 0.13% en gluten. El grano destilado o DDG'S experimentó el mayor porcentaje de mermas y el maíz fue la materia prima que presentó el menor porcentaje de mermas.

Cuadro 3. Mermas promedio y desviación estándar (DE) de las cuatro materias primas en el área de limpieza.

Producto	Peso ingreso (TM)	Merma (TM)	% Merma ±D.E
Grano destilado	372.95	0.7	0.19 ^a ± 0.0105
Gluten	102.93	0.12	0.13 ^b ± 0.0417
Harina de soya	1126.40	0.61	0.05 ^c ± 0.0141
Maíz	11098.95	2.69	0.03 ^c ± 0.006
Mermas Promedio			0.1

1. Promedios seguidos de diferentes letras minúsculas en cada fila son estadísticamente diferentes $Pr (\leq 0.05)$.

Pérdidas de humedad durante el almacenamiento de las materias primas. La pérdida de humedad del producto se debe a que el grano es higroscópico y gana o pierde humedad dependiendo de la humedad relativa del ambiente y el periodo de almacenamiento.

En el almacenamiento de las materias primas se tomó en consideración los siguientes productos, el maíz, harina de soya, y grano destilado. En este punto no se consideró el gluten ya que la rotación de inventario de esta materia prima es cada semana

El maíz es almacenado en grano, en el Cuadro 4 se puede observar que tanto el barco Poliese como Arietta poseen estadísticamente igual cantidad de mermas, las cuales son mayores que las del barco Ocean Trader. El barco Poliese tuvo un periodo de almacenamiento de 38 días, por otro lado el barco Arietta tuvo tan solo 14 días de almacenamiento, pero al final se registró la misma cantidad de mermas en el producto proveniente de ambos barcos.

Cuadro 4. Mermas promedio y desviación estándar (DE en humedad del maíz durante el almacenamiento.

Barco	Humedad inicial (%)	Humedad Final (%)	% Merma ±D.E
Polesie (38)	14.41	14.05	0.403 ^a ± 0.457
Arietta (28)	14.41	14.24	0.246 ^a ± 0.484
Ocean Trader (38)	13.85	14.30	-0.517 ^b ± 0.754
Merma Promedio			0.044

Promedios seguidos de diferentes letras minúsculas en cada fila son estadísticamente diferentes (Pr≤0.05).

En el Cuadro 5 las pérdidas en humedad estadísticamente fueron iguales para el barco Poliese con 0.37% y Ocean Trader con 0.23%. Por otro lado las mermas del producto proveniente de ambos barcos fueron estadísticamente diferentes al barco Arietta que presentó un incremento del 0.311% en el porcentaje de humedad.

Cuadro 5. Mermas promedio y desviación estándar (DE en humedad de la soya durante el almacenamiento).

Barco	Humedad inicial (%)	Humedad Final (%)	% Merma \pm D.E
Polesie	10.77	10.49	0.366 ^a \pm 0.528
Ocean Trader	12.45	12.25	0.232 ^a \pm 0.298
Arietta	11.44	11.65	-0.311 ^b \pm 0.359
Merma Promedio			0.096

1. Promedios seguidos de diferentes letras minúsculas en cada fila son estadísticamente diferentes ($Pr \leq 0.05$).

En el Cuadro 6 el grano destilado fue el que presentó la mayor pérdida en humedad con un en promedio de 0.835%. Este producto provenía de los barcos Ocean Trader y Polesie. Esta materia prima tiene una menor rotación de inventario por lo tanto permanece almacenado más tiempo que las demás materias primas.

Cuadro 6. Pérdida promedio y desviación estándar (DE de humedad del grano destilado durante el almacenamiento)

Barco	Humedad inicial (%)	Humedad final (%)	% Merma \pm D.E
Ocean Trader	12.18	11.8	0.156 ^a \pm 0.142
Polesie	12.21	12.20	0.011 ^a \pm 0.026
Merma promedio %			0.84

1. Promedios seguidos de la misma letra en cada fila son estadísticamente iguales ($Pr \geq 0.05$).

Pérdida por humedad durante la molienda. Entre las cuatro materias primas que se realizaron los análisis de mermas por humedad no se incluyeron el grano destilado ni el gluten durante la molienda, ya que estos productos son recibidos como harina para ser incluidos directamente en el proceso de fabricación de pienso.

Según los datos obtenidos en el cuadro 7 la mayor merma de humedad durante la molienda del maíz se presentó en el producto proveniente del barco Poliese con 0.943% y en el proveniente del Ocean Trader con 0.625%. El menor porcentaje de merma fue el del producto proveniente del Arietta con 0.215%.

Cuadro 7. Pérdidas promedio y desviación estándar (DE de humedad durante la molienda de maíz en grano (malla 5/32).

Barco	Maíz entero	Maíz molido	% Merma ±D.E
Polesie	14.12	13.13	0.943 ^a ±0.497
Ocean Trader	14.35	13.83	0.625 ^a ± 0.665
Arietta	14.26	14.16	0.215 ^b ± 0.583
Merma promedio %			0.6

1. Promedios seguidos de diferentes letras minúsculas en cada fila son estadísticamente diferentes (Pr≤0.05).

En el cuadro 8 se observa que estadísticamente en la harina de soya no se encontraron diferencias significativas del porcentaje de mermas entre el producto proveniente de cada barco. El porcentaje de merma promedio en la molienda de soya fue de 0.295%.

La pérdida del porcentaje de humedad durante la molienda depende de varios factores como el porcentaje de humedad con el que ingresa el grano a molienda, la temperatura de salida de la cámara del molino (≥ 5 °C), el estado en que se encuentren los martillos y tamices ya que al desgastarse producen rozamientos que aumentan el nivel de temperatura. Por cada 10 °C de aumento en la temperatura se pierde un 1% de humedad (Lanbam 1995).

Cuadro 8. Pérdida promedio y desviación estándar (DE de humedad en la harina de soya durante la molienda (malla 1/8)

Barco	Soya entera	Soya Molida	% Merma ±D.E
Polesie	12.95	12.60	0.402 ^a ± 0.082
Arietta	13.20	12.98	0.251 ^a ± 0.179
Ocean Trader	12.72	12.52	0.232 ^a ± 0.249
Merma Promedio %			0.29

1. Promedios seguidos de la misma letra en cada fila son estadísticamente iguales (Pr≥0.05)

Análisis económico El porcentaje de mermas totales aceptado por la empresa es de 1%, se puede observar que las tres materia primas maíz, soya, gluten se encuentran dentro de ese punto más no el grano destilado que posee un 1.07% de mermas.

Según estudios realizados en la Universidad de Kansas lo máximo admisible en mermas de producción en una empresa de balanceados es un 0.74% de mermas totales (McElhiney 1994). Si se tomase en cuenta este parámetro, el maíz y el grano destilado poseen un exceso de mermas que se debe reducir para mejor la productividad de la empresa

En el cuadro 9 se observa que el total de las mermas físicas es de 137.64 toneladas métricas, las cuales expresadas en términos monetarios alcanzan un total de 46,275.46 dólares mensuales. Esto quiere decir que anualmente las pérdidas potenciales de la empresa pueden alcanzar 555305.5 dólares.

Se observa que el grano destilado seguido del maíz, son las materias primas que figuran con el mayor porcentaje de perdidas monetarias. El grano destilado es la única materia prima que excede el 1% de mermas establecido como límite superior de la empresa.

Se observa que el grano destilado seguido del maíz, son las materias primas que figuran con el mayor porcentaje de perdidas monetarias. El grano destilado es la única materia prima que excede el 1% de mermas establecido como límite superior de la empresa.

Cuadro 9. Pérdidas monetarias mensuales en la planta de alimentos balanceados Granel S.A. de C.V.

Producto	Cantidad TM	% de Mermas	Mermas TM	Precio U. L	Precio U. \$	Valor monetario L.	Valor monetario \$.
Maíz	9572.69	0.67	63.95	5,129.37	242.64	328,000	15515.75
Harina de soya	4892.16	0.44	21.57	12126.85	573.64	261,630	112375.95
Grano destilado	1589.61	0.33	5.20	7633.554	361.1	39,679	1877.00
Gluten	356.35	0.18	0.64	19726.24	933.12	12,653	598.53
Total	16,410.81		22.84			978,261.18	30,367.24

4. CONCLUSIONES

- Las mermas físicas evaluadas en las diferentes materias primas tuvieron un rango entre 1.07 a 0.67 evidenciando el buen manejo de la empresa en esta actividad.
- La materia prima que obtuvo mayor porcentaje de mermas fue el grano destilado con 1.07 % superando el porcentaje de mermas aceptado por la empresa Granel S.A. de C.V. En el maíz la merma fue 0.92%, en la harina de soya 0.64% y en el gluten solamente 0.18%.
- Las pérdidas monetarias en un periodo de tres meses fueron de 30,367.24 dólares.

5. RECOMENDACIONES

- En el área de recibo se debería implementar cortinas en la fosa de descarga, especialmente si se trata de harinas para evitar la volatilización de las materias primas así evitando o reduciendo las el porcentaje de mermas.
- Capacitar mejor a los operarios en realizar un trabajo más eficiente, teniendo en cuenta que cada puesto de trabajo es de suma importancia para el control de las mermas.
- Establecer registros diarios de la humedad relativa durante el almacenamiento.
- No acumular el subproducto de harinas para que no sea un foco de infestación de plagas
- Conducir un estudio aplicando a las recomendaciones para evaluar el impacto en las mermas medidas en el presente estudio.
- Realizar isotermas de adsorción para cada materia prima para establecer las condiciones óptimas de almacenamiento relacionadas con la humedad del grano y la humedad relativa del ambiente.
- Implementar una mejora en el sistema de aireación que ayude a mantener la humedad relativa del ambiente en el área del almacenamiento.
- Realizar un estudio posterior a la implementación de las medidas propuestas para evaluar la eficacia de las mismas.

6. LITERATURA CITADA

Asencio, L. 2010. Desarrollo de una metodología para la cuantificación de mermas en plantas de alimentos balanceados de Zamorano (en línea). Consultado el 22 de mayo del 2014. Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/229#sthash.g2mb3012.dpuf>.

Bala B.K. 1997. Drying and Storage of cereal grains. Science Publishers, INC. Enfield (NH) USA 200 p.

Brautigan, I. M. (1991). *Nutrición animal .1era edición*. Editorial Universidad estatal a distancia . Impreso en Costa Rica. Pg 16.

Bragachini, M. A., L.A. Bonetto., R. Bongiovanni. y C. Casini. 1992. MAIZ Cosecha, Secado y Almacenamiento. Cuaderno de actualización técnica N° 10. INTA, Estación experimental agropecuaria. Manfredi, Córdoba, Argentina. 27 p.

Corporación Multiinversiones. Industria Pecuaria. Alimentos Balanceados. (en línea). Consultado el 22 de mayo del 2014. Disponible en: <http://www.corporacionmultiinversiones.com/industrial-pecuaria>.

Escobar, J. 2004. Balance de Masa para la Cuantificación de Mermas en la Planta de Concentrados de Zamorano. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria. Zamorano, Honduras 60p. (en línea). Consultado el 22 de mayo del 2014. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11036/1912>.

Don Agro. 2013. Humedímetros para Granos. (En línea). Consultado el 19 de junio del 2013. Disponible en: <http://www.donagro.com.ar/humedimetros-para-granos-67/humedimetro-wile-55-334.html>.

FAO 1993. Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural. (En línea) Consultado el 10 de julio del 2013. Disponible en <http://www.fao.org/documents/es/detail/18714>

FAO 1996. Secado de Granos y Secadoras. Departamento de Agricultura división AGS. (En línea) Consultado el 10 de junio del 2013. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/x5028s/x5028s02.htm>.

FAO 2008. Preservación de calidad de granos. (En línea) Consultado el 20 de julio del 2013. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/x5027s/x5027S02.htm>

Lanbam, J. 1995. Mundo Ganadero, Molienda en fábrica de piensos. (en línea). Consultado el 24 de junio del 2014 .Disponible en <http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf MG/MG 1995 11 95 63 70.pdf>

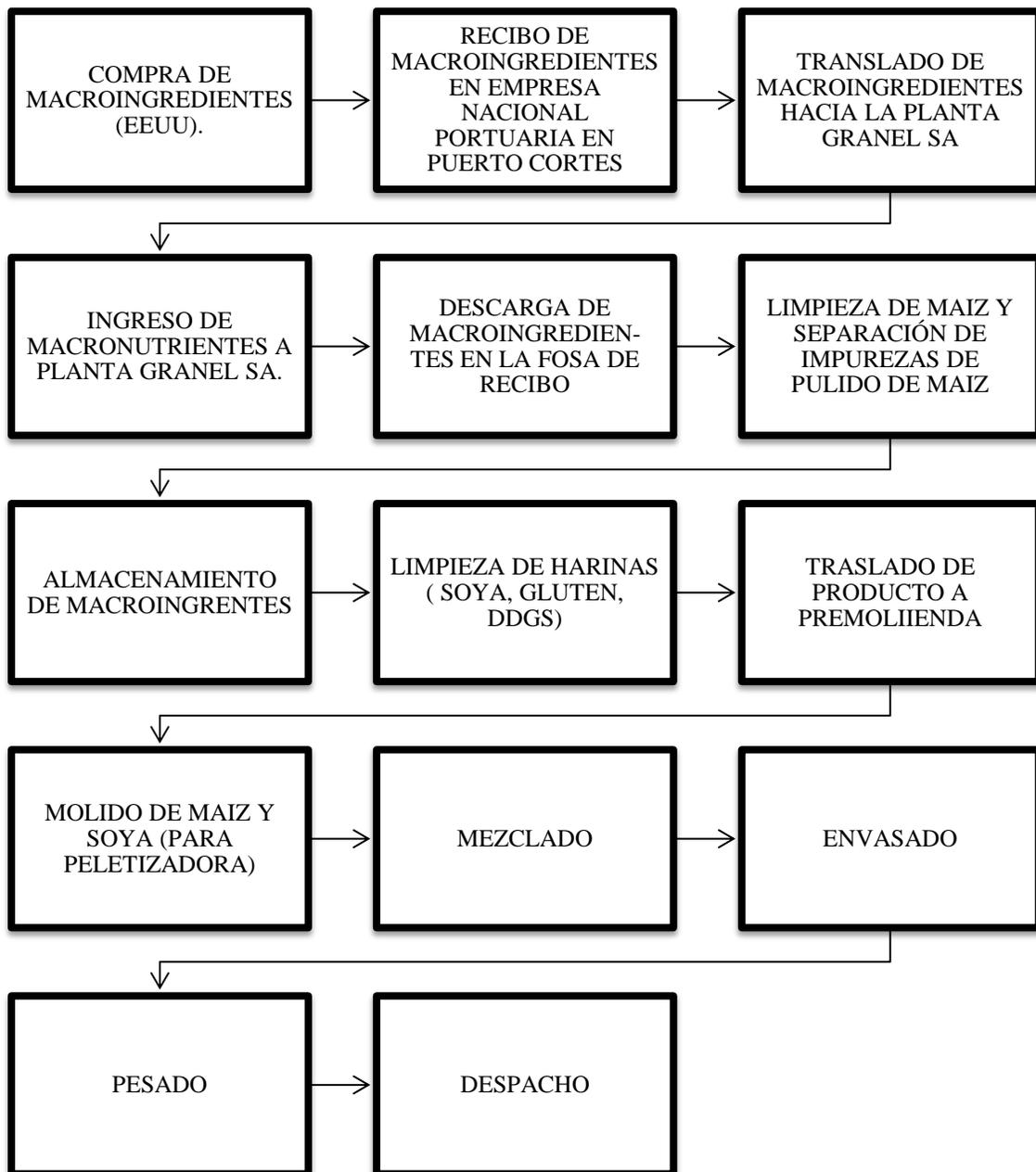
McElhiney, R. 1994. Tecnología para la fabricación de alimentos balanceados, Kansas State University.p 238-252

Ravenet, J. 1992. Silos. Barcelona, España, IMGESA. 265 p.

Torres, H. 1972. Comercialización y crédito. Curso de comercialización y manejo de granos para técnicos del ministerio de la producción del Ecuador. Edit. IICA, CIRA. Quito. 25p.

7. ANEXOS

Anexos 1. Flujo de proceso de la empresa Granel S.A.



Anexos 2. Coeficiente de variación de las materias primas durante el flujo de proceso.

Coeficiente de Variación	
Producto	%CV
Harina de soya (P)3	2.72
Harina de soya (OT)	
Harina de soya (A)	
Grano destilado (P)	-0.49
Grano destilado (OT)	
Maíz (P)	-2.20
Maíz (OT)	
Maíz (A)	
Grano destilado	25.53
Gluten	11.1
Grano destilado	5.79
Gluten	32.31
Grits de soya	28
Maíz	20
Merms en maíz	
Polesie (38)	1.13
Arietta (28)	2.0
Ocean Trader (38)	-1.46
Merms en soya	
Polesie (38)	1.4
Ocean Trader (14)	1.28
Arietta (7)	-1.15
Perdida de Humedad del grano destilado	
Ocean Trader (38)	0.91
Polesie (38)	2.36
Perdidas de Humedad molienda grano de maíz	
Polesie	0.53
Ocean Trader	1.064
Arietta	2.71

Anexos 3. Plan de acción para la reducción de mermas elaborado por departamento de Agronegocios.

Actividades	Recursos requeridos	Responsable	Fechas	
			Inicio	Fin
Instalar cortinas o aspiradores de polvo.	Diseñar el proyecto, calcular los costos incurridos en la compra de los materiales.	Director de la empresa	Enero	Diciembre
Descargar el producto por la mañana, para evitar el oleaje del viento.	1 empleado. Calendario de consumo de producto.	Encargado del área de recibo.	Enero	Diciembre
Capacitar al personal sobre cómo realizar la descarga del producto.	1 empleado. Operarios. Área de recibo	Encargado del área de recibo.	Enero	Febrero
Mantener el área limpia.	Escobas, recogedores.	Encargado del área de recibo.	Enero	Diciembre
Cumplir con los parámetros de aceptación del % de impurezas establecidos por el departamento de calidad.	Análisis de % de impurezas. Hoja de verificación.	Supervisor de calidad	Enero	Diciembre
Mantener en óptimas condiciones el equipo de transporte.	Diseño de check list del equipo de transporte.	Supervisor de logística.	Febrero	
Revisar las fosas de recibo y transportadores.	1 empleado. Hoja de verificación.	Encargado del área de recibo.	Enero	Diciembre
Mantener los transportadores, conexiones y silos de almacenamiento libre de fugas.	1 empleado. Check list.	Supervisor de mantenimiento.	Enero	Diciembre
Elaborar programas de capacitación, sobre procesos de aireación y acondicionamiento de granos almacenados.	Expositores. Material didáctico. Prácticas de campo.	Supervisor de granos y RRHH	Abril	Mayo
Cumplir con los parámetros de aceptación del % de contenido de humedad establecidos por el departamento de calidad.	Análisis de % de humedad. Hoja de verificación	Supervisor de calidad	Enero	Diciembre
Mejorar los programas de aireación de los granos almacenados.	Medidor de temperatura y humedad. Hoja de verificación.	Supervisor de granos.	Marzo	Abril

Mantener limpio los alrededores de los sistemas de almacenamiento.	Rastrillos, palas y machetes.	Supervisor de granos.	Enero	Diciembre
Establecer hojas de verificación de humedad y temperatura en los silos y la bodega.	Registro de hojas de verificación.	Supervisor de calidad	Enero	Febrero
Elaborar el reporte de ingreso a los sistemas de almacenamiento de productos a granel.	Hoja de control de ingreso.	Supervisor de logística.	Marzo	Abril
Revisar los tamices o mayas usadas durante la molienda.	Chek list de mantenimiento de equipos.	Supervisores de mantenimiento y producción	Enero	Diciembre
Ajustar la velocidad del molino de acuerdo al producto que se esté moliendo.	Operador de mantenimiento. Herramientas.	Supervisores de mantenimiento y producción	Marzo	Abril
Instalar sensores de temperatura en la cámara de molienda y tolva de descarga.	Sensores. Herramientas de mantenimiento.	Supervisor de mantenimiento.	Mayo	Junio
Revisar los martillos y tamices para evitar el desgaste y que este provoque un aumento en la temperatura.	Hoja de verificación.	Supervisor de mantenimiento.	Enero	Diciembre