

**Evaluación de mermas en productos  
terminados para rumiantes y cerdos de la  
planta de alimentos balanceados de  
Zamorano**

**Dariela Karlin Guevara Florentino**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2013

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Evaluación de mermas en productos  
terminados para rumiantes y cerdos de la  
planta de alimentos balanceados de  
Zamorano**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
Al título de Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Dariela Karlin Guevara Florentino**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2013

# **Evaluación de mermas en productos terminados para rumiantes y cerdos de la planta de alimentos balanceados de Zamorano**

Presentado por:

Dariela Karlin Guevara Florentino

Aprobado:

---

Raul Espinal, Ph.D.  
Asesor Principal

---

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

---

Edward Moncada, M.A.E.  
Asesor

---

Raúl Zelaya, Ph.D.  
Decano Académico

## **Evaluación de mermas en productos terminados para rumiantes y cerdos elaborados en la planta de alimentos balanceados de Zamorano.**

**Dariela Karlin Guevara Florentino**

**Resumen.** Para determinar la eficiencia de la producción en las plantas de alimentos balanceados es necesario evaluar y controlar las mermas que ocurren a lo largo del procesamiento. La cuantificación de mermas ayuda a tener un perfil claro en qué etapa del proceso existen deficiencias. Es necesario que dicha cuantificación se haga periódicamente, para realizar cambios en los flujos de proceso y tomar medidas que reduzcan las mermas y mejorar la eficiencia de la operación. El presente estudio se llevó a cabo en la Planta de Alimentos Balanceados de la Escuela Agrícola Panamericana ubicada en el Valle de Yeguaré del departamento de Francisco Morazán, Honduras, con el objetivo de cuantificar las mermas físicas y su impacto monetario de los productos terminados de la planta utilizando una metodología desarrollada en el 2010. Se determinaron mermas por un quintal (45.45 kg) de alimento procesado para los siguientes formulaciones: vaca alta producción 1.50% que equivale a \$0.13/45.45 kg producida, 1.45% en vacas próximas que equivale a \$0.11/45.45 kg producida. En las formulaciones para cerdos se encontró que en la dieta de crecimiento medicado hubo una merma de 1.39% que equivale a \$0.26 /45.45 kg producida, en la dieta de desarrollo medicado se estimó 2.05% que equivale a \$0.31/45.45 kg producida, en dieta de engorde 1.50% que equivale a \$0.19/45.45 kg producida, en gestación 1.80% equivalente a \$0.18/45.45 kg producida y lactancia con 1.95% que equivale a \$0.16/45.45 kg producida. Además, se validó la metodología actualmente usada en la planta para la evaluación de mermas.

**Palabras clave:** Eficiencia de proceso, impacto monetario, pérdidas en procesamiento.

**Abstract:** To estimate the production efficiency of feed plants is necessary to evaluate and control the losses that occur during processing. The quantification of losses helps to have a clear picture in what stage of the process are occurring such deficiencies. It is necessary to conduct this quantification periodically to make changes to process flows and take measures to reduce waste, and improve the efficiency of the operation. The present study was carried out in the Feed Plant of Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano University, located in Francisco Morazán, Honduras, with the objective of quantifying physical losses and monetary impact of specific finished products using a methodology developed in 2010. Losses were estimated per 45.45 kilograms of the following formulations: high production cow experienced 1.50% loss equivalent to \$ 0.13/45.45 kg; heifer 1.45% equivalent to \$0.11/45.45 kg. In the formulations for swine, it was found that growing medicated diet experienced a loss of 1.39% equivalent to \$ 0.26/45.45 kg; for medicated development diet 2.05% equivalent to \$0.31/45.45 kg; in fattening up diet 1.50% equivalent to \$ 0.19/45.45 kg; in gestation 1.80% equal to \$ 0.18/45.45 kg, and lactation 1.95% equivalent to \$ 0.16/45.45 kg produced. In addition, the loss assessment methodology used in the plant was validated.

**Keywords:** Process efficiency, monetary impact, processing losses.

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	ii
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	iii
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2 MATERIALES Y MÉTODO.....</b>	<b>3</b>
<b>3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>4 CONCLUSIONES .....</b>	<b>12</b>
<b>5 RECOMENDACIONES .....</b>	<b>13</b>
<b>6 LITERATURA CITADA.....</b>	<b>14</b>
<b>7 ANEXOS .....</b>	<b>15</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1 Porcentaje y pérdida anual de la merma (\$) por dieta. ....	10
2 Porcentaje de merma de cada etapa de proceso para todas las dietas. ....	11
3 Separación de medias para humedad en maíz. ....	11

Figuras	Página
4 Esquema de la metodología de evaluación de mermas usada en el estudio de cuantificación física y monetaria de las mermas en dietas para rumiantes y cerdos... ..	4

Anexos	Página
5 Anexo 1. Formulación de dietas para rumiantes. ....	15
6 Anexo 2. Formulación de dietas para cerdos.....	15
7 Anexo 3.Formato usado para toma de datos .....	17

## 1. INTRODUCCIÓN

Las mermas pueden ocurrir por diferentes factores, incluyendo errores de pesado, el viento, roedores, aves, pérdidas de humedad, errores en el mezclado, mala calibración de balanzas, transporte, almacenaje tanto de materias primas como de producto terminado y movimientos internos en la planta. Siempre encontramos mermas, pero nuestro objetivo está en poderlas minimizarlas (Schroeder 2013).

Un gran reto para las empresas es estimar las pérdidas invisibles que ocurren en la producción. Los ingredientes secos y de baja densidad tienden a ser más susceptibles a la pérdida causada por el viento (Barmore 2002).

Santamaria (2004) indica que para cuantificar dichas mermas se debe observar todo el proceso de elaboración de alimentos concentrados, este proceso inicia con el ingreso de materias primas hasta la entrega de los productos terminados en las unidades de producción porcina y lechera de Zamorano. La unidad de auditoría interna de Zamorano documentó y estableció en 1994 que las mermas en la Planta de Alimentos Balanceados no deben sobrepasar el 4%.

Asencio (2010), elaboró una metodología para la cuantificación de mermas en la Planta de Alimentos Balanceados. Este estudio se basó en la determinación de las mermas en las diferentes áreas de proceso; concluyéndose que hubo una merma de 2.94 por ciento dentro de la planta con un valor monetario de 19,396.41 dólares en materias primas y 461.59 dólares en pérdidas de producto terminado durante un periodo de tres meses (julio a septiembre del 2010).

Para mejorar la productividad dentro de cualquier empresa de procesamiento se deben de determinar las mermas no solo desde el punto de vista físico, sino monetario para comprobar el buen funcionamiento de la planta y el impacto económico que estas mermas tienen en tales empresas. Es por esto que en este estudio se aplicó un valor monetario a todas aquellas mermas que se presentan en la planta, pero estimando específicamente las dietas de rumiantes: vaca alta producción, vacas próximas; para dietas de cerdo: desarrollo medicado, crecimiento medicado, gestación, engorde y lactancia.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son válidos exclusivamente para la Planta de Alimentos Balanceados de la Escuela Agrícola Panamericana.

El objetivo del estudio fue:

- La evaluación de las mermas físicas y monetarias en los productos terminados para rumiantes y cerdos de la Planta de Alimentos Balanceados de la Escuela Agrícola Panamericana.
- La validación de la metodología elaborada en el estudio del 2010.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización del estudio.** El estudio se llevo a cabo en la Planta de Alimentos Balanceados Zamorano, de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP) Zamorano; ubicada en el Valle de Yeguaré, del departamento de Francisco Morazán, km 30 al sureste de Tegucigalpa, Honduras. La precipitación promedio anual es de 1100 mm, con una temperatura promedio anual de 24°C y a una altura de 800 msnm.

### Materiales y equipo

#### Materiales

- Papel
- Básculas
- Bolsas plásticas
- Hojas de registro
- Palas
- Escobas
- Impresora
- Bolígrafos

#### Equipo

- Balanza analítica
- Horno Fisher Scientific de aire forzado a 105 °C
- Pinzas
- Desecadores con silica gel
- Crisoles Coors de porcelana

**Metodología.** El estudio se realizó basándose en una metodología de evaluación de mermas durante el proceso, desarrollada en el año 2010 (Asencio 2010). Durante la toma de las muestras se obtuvieron datos de una jornada de producción (4 horas) durante treinta días consecutivos en los meses de agosto y septiembre del 2013. Se limpió cada una de las diferentes áreas dentro del proceso para evitar sesgos al momento de cuantificar las mermas. Se desarrollaron formatos en Excel registrando las entradas de producto y las mermas en kilogramos y sus respectivos porcentajes con el fin de llevar un orden en la toma de datos para asignar un valor monetario a dichas mermas. Estos formatos fueron elaborados para cada dieta evaluada y para cada área de proceso. En la figura 1 se esquematiza la metodología de evaluación usada y el detalle de los pasos seguidos para la obtención de los resultados.

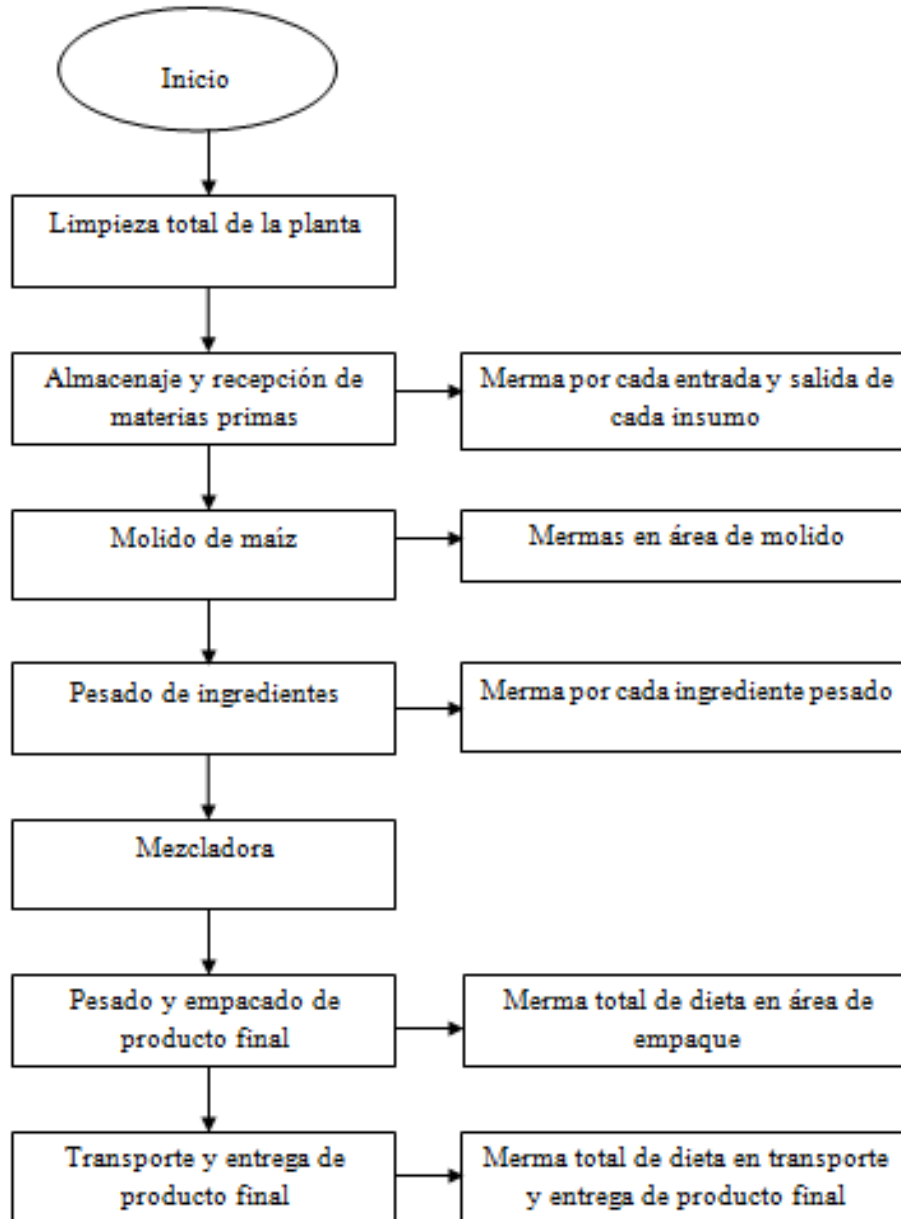


Figura 1. Esquema de la metodología de evaluación de mermas usada en el estudio de cuantificación física y monetaria de las mermas en dietas para rumiantes y cerdos.

**Toma de muestras.** Las muestras se evaluaron tomando en cuenta las áreas de interés establecidas por el estudio realizado en el 2010 (Asencio 2010). Dichas áreas incluyen el almacenaje y recepción de materias primas, molino de maíz, pesado de ingredientes, mezcladora, área de empaque y despacho final. Para el pesado de las materias primas y producto terminado las balanzas y básculas deben ser apropiadas para el pesado y para el

volumen a usar, y estar en constante calibración para minimizar errores de manipulación (FAO, 2010).

Cada área de proceso debe de estar identificada y limpia con el fin de poder determinar si existe el acceso de roedores y otro tipo de plagas a la planta que podrían contaminar el producto y causar derrames (FAO, 2007).

**Almacenamiento y recepción de materias primas.** Al recibir las materias primas por lo general ocurren diferentes tipos de mermas (Stark 2005). Para proceder a tomar los datos en el área de almacenamiento, se aseguró la limpieza antes y después de cada movimiento de alguna materia prima dentro del área. En esta etapa se debe cumplir con el programa de manejo y el control de inventario de primeras entradas y primeras salidas con el fin de reducir mermas por productos vencidos (Reglamento Técnico Centroamericano, 2012). También, debe de ser un área diseñada con suficiente espacio para tener las materias primas en orden, y el área se debe mantener seca y limpia y disponer de un sistema que permita la limpieza y muestreo de los ingredientes (ICA, 1998). Según Heizer y Render (2009) las mermas en el control de inventario no solo suceden por daños sino que también suceden por robos o por una documentación descuidada.

Los movimientos que se hacen de materias primas dentro de la planta dependen de la producción que se tenga programada. Todo el material derramado que se obtenía se pesó y se registró dentro de las hojas de Excel. Para esta área se cuantificaban las mermas de los ingredientes por separado, no encontrándose mezclas entre ellas. La fórmula que se usó para cuantificar la merma fue:

$$\% \text{ de merma en almacenamiento} = (\text{kg de merma} / \text{kg de materia prima ingresada}) \times 100$$

[1]

**Área de molido de granos.** Por lo general, en una planta de procesamiento de alimentos balanceados cuando hay un área de molido de grano se encuentra mermas por pérdida de humedad (Stark 2005). Se hizo una limpieza de la tolva de granos (capacidad de 4545.45 kg) y también en la tolva de recepción de maíz molido (capacidad de 1363.63 kg). Cuando el área estaba limpia se procedió a moler el maíz, pesando en una báscula el total de maíz molido que salía, y se pesó el maíz que se derramó durante el proceso. En esta área se tomaron seis muestras para poder determinar diferencias de humedad, tres muestras para la humedad inicial que correspondía al maíz recién molido y tres para humedad final que se encontraba ya en los sacos de maíz empacado. Las formulas utilizadas para este proceso fueron:

$$\% \text{ de merma en molido} = (\text{kg de merma en molido} / \text{peso total de maíz molido}) \times 100$$

[2]

**Área de pesado de ingredientes.** En esta área se tomó en cuenta la merma desde que la materia prima se mueve dentro del almacenamiento temporal en la planta hacia la báscula hasta que es depositada en la tolva de la mezcladora. Para la cuantificación de mermas se hizo el pesado de cada ingrediente por separado y así mismo se obtenía el peso de las mermas; esto se hizo para poder determinar las mermas por cada ingrediente utilizado en la dieta. La fórmula usada fue:

$\% \text{ merma en } \text{pesado de ingredientes} = (\text{kg de merma por ingrediente} / \text{kg de peso total del ingrediente}) \times 100$  [3]

**Área de mezclado.** Según Asencio (2010), las mermas en el área de mezclado ocurren por los residuos que se quedan adheridos a las aspas de la mezcladora. Estas mermas no son mermas directas, ya que lo que queda dentro de la mezcladora es agregado nuevamente al flujo de proceso. En caso de estar elaborando en la planta diferentes tipos de dieta, estas mezcladoras son limpiadas para que no exista una mezcla entre dietas y todo el material que se recoge es reciclado y puesto nuevamente en las dietas a las que corresponden, por lo tanto el material en esta área no se cuantificó.

**Área de empaque de producto final.** Se limpió el área de empaque y también la tolva que contiene el producto final, y cuando el área estaba limpia se llenó la tolva de producto final, se empacó la dieta requerida y se procedió a tomar el peso de los sacos de producto empacado y la merma derramada en el área. El pesado se hizo por las diferentes dietas elaboradas en la planta para tener datos de merma en el empaque por cada dieta. La fórmula que se utilizó fue:

$\% \text{ merma en empaque} = (\text{kg de merma en empaque} / \text{kg de producto final empacado}) \times 100$  [4]

**Área de despacho de producto final.** Dado que la planta hace entrega del producto final, se pesaron las mermas que se derramaron al subir al camión de transporte, durante su transporte y a la llegada de su destino final. La fórmula que se utilizó fue:

$\% \text{ merma en transporte} = (\text{kg de merma en transporte} / \text{kg de producto final transportado}) \times 100$  [5]

**Análisis monetario.** Una vez cuantificadas las mermas, se les aplicó un valor monetario a cada producto que la planta elabora con el fin de poder determinar el impacto económico de dichas mermas. y tomar medidas tanto correctivas como preventivas al respecto. Para cada dieta se obtuvieron los promedios de merma en porcentaje por cada kg de materia prima que se pesa. El promedio de merma para las etapas de pesado de ingredientes, almacenado y molido, fue multiplicado por el costo de la materia prima usada. Para el área de empaque y transporte una vez obtenidas las mermas, estas se multiplicaron por el costo de la dieta final y se expresaron en base a 45.45 kg de producción.

**Análisis estadístico.** Se usó un Diseño Completamente al Azar evaluando como tratamientos los diferentes productos terminados que se elaboran en la planta (vacas alta producción, vacas próxima, cerdo engorde, cerdo lactancia, cerdo gestación, desarrollo medicado y crecimiento medicado). Se realizó un análisis de varianza y una prueba de separación de medias Duncan. Los datos en porcentaje se transformaron usando arcoseno raíz cuadrada. El análisis de datos se hizo con el programa Statistical Analysis System, SAS® versión 9.1.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Comparación de porcentaje de mermas entre dietas y costos.** Entre las dietas no se obtuvo diferencias estadísticas como lo muestra el cuadro 1, debido a que el modelo usado fue aleatorio, y los ingredientes usados por las dietas en su mayoría (80%) son los mismos. Se obtuvo una merma de 1.50%, para la formulación de vacas de alta producción equivalente a \$0.13/ 45.45 kg de dieta producida. El mayor costo de esta merma se encuentra en la etapa de pesado de molido de maíz (0.98%) equivalente a \$0.046/ 45.45 kg que es una de las dietas que contiene mayor contenido de maíz en harina; seguido por mermas en el área de almacén de 0.28% equivalente a 0.014/ 45.45 kg. La menor merma se da en el área de empaque (0.02%) y en el área de transporte (0.02%). Dado que en estas áreas últimas mencionadas hay una menor manipulación por parte de los estudiantes, también cabe destacar que cuando existe derrame en estas áreas es más fácil poder reprocesarlo ya que el área se mantiene más concentrada y limpia y así poder disminuir las mermas.

La formulación de vacas próximas obtuvo en total 1.45% de merma equivalente a \$0.1162/ 45.45 kg de dieta producida. Al igual que en la dieta de vaca alta producción la mayoría de merma se dio en el molido de maíz (0.99%) representando un \$0.0522/ 45.45 kg producida, le sigue la etapa de almacén con 0.29% equivalente a \$0.0217/45.45 kg producido y después la merma en el área de pesado de ingredientes (0.15%) equivalente a \$0.03/45.45 kg producidos de dieta. La merma menor fue estimada para el área de empaque y transporte obteniéndose en ambas una merma de 0.01%. En el área de pesado de ingredientes a comparación de la dieta vaca alta producción esta disminuye, ya que el ingrediente de maíz y soya disminuyen y por esta razón hay menos manipulación de las materias primas.

Para la dieta de crecimiento medicado para cerdos, el porcentaje de merma que se obtuvo en el transporte (0.05%) fue equivalente a \$0.0086/45.45 kg de la dieta transportada, los costos más representativos ocurrieron en el molido con una merma de 0.99% equivalente a \$0.11/45.45 kg de maíz molido para la dieta producida, seguida por las mermas en el almacén (0.21%). El mayor costo de merma se obtuvo en el pesado de ingredientes (\$0.1168/45.45 kg de dieta producida), debido a que en el pesado se estimaron mermas del ingrediente de vitamina de cerdo con un valor de \$1.87/kg. en dicha área solo se encontraron mermas de harina de maíz, soya y vitamina de cerdo. La merma total de la dieta representó 1.39% equivalente a \$0.26/45.45 producida, con el mayor costo en el área de pesado de ingredientes, debido al derrame de la vitamina.

Al igual que en la dieta de crecimiento, para la dieta de sarrollo medicado la mayoría de la pérdida económica ocurre en el pesado de ingredientes (0.8312% de mermas) equivalente a \$0.15/45.45 kg producida. Sin embargo, en esta dieta no se obtuvo merma en la vitamina de cerdo, pero si en el ingrediente de Biofos con un costo \$7.06 el kg usando 0.19 kg de este ingrediente para kg de dieta producido, aparte se encontraron mermas para harina de soya, carbonato de calcio y maíz. Por esta razón el costo de la merma más alto lo representa el área de pesado ingredientes. Se obtuvo una merma de 0.01% en área de transporte, equivalente a \$0.019 por tonelada métrica producida. Para el área de empackado se obtuvo una merma de 0.03% equivalente a \$0.007/45.45 kg de dieta empackada. La merma total de la dieta muestra un 2.06% equivalente a \$0.31/45.45 kg de dieta producida.

LA dieta destinada a engorde de cerdo detalla un total de 1.50% de mermas equivalente a \$0.1950/45.45 kg de dieta producida para la formulación de engorde para cerdos. El mayor porcentaje de merma ocurrió en el área de molido (0.98%) equivalente a \$0.1339/45.45 kg producida, seguido por la etapa de pesado de ingredientes con 0.23% equivalente a \$0.018/45.45 kg producido. Los porcentajes de merma menores se obtuvieron en el empaque y en el área de transporte, 0.07 y 0.02% respectivamente. Durante el pesado de ingredientes solo ocurrieron mermas de maíz, soya y carbonato de calcio. Estos insumos son de bajo costo por lo cual el valor monetario de la merma en esta área no fue tan alto en comparación con las dietas antes menciona.

La dieta de cerdos gestación muestra un total de mermas de 1.81% equivalente a \$0.18/45.45 kg de dieta producida para la formulación de gestación de cerdos. El mayor porcentaje de merma se obtuvo en el molido con 0.98% equivalente a \$0.11/45.45 kg de dieta, seguido por el pesado de ingredientes (0.48%) en la cual también se encontraron mermas de Biofos (0.3%) pero en mayor cantidad que la dieta de desarrollo medicado (0.02%), pero en los demás ingredientes pesados solo se dieron mermas en carbonato de calcio, maíz y soya es por esto que el costo no es tan significativo ya que el ingrediente derramado con mayor valor es el Biofos, y su merma fue poca. El menor porcentaje de merma se estimó en el área de empaque (0.07%) y transporte (0.02) equivalente a \$0.0172/45.45 kg y \$0.004/45.45 kg respectivamente cifras pequeñas debido a la poca manipulación por los estudiantes con el producto en estas áreas.

Para la dieta de lactancia en cerdos se obtuvo una pérdida total de 1.95% equivalente a \$0.16/45.45 kg de dieta producida. El mayor porcentaje de merma ocurrió en el molido (0.98%) aunque de todas las dietas es la que menos cantidad de maíz usa en su formulación y almacén (0.80%). En esta dieta se presentaron únicamente mermas de semolina de arroz, maíz y harina de soya para el área de pesado de ingredientes, debido a la ausencia de otros ingredientes de mayor valor el costo de la merma es bajo, obteniéndose 0.13% de mermas para dicha área, equivalente a \$0.02/45.45 kg. Las mermas en la etapa de empackado fueron 0.02% equivalente a \$0.005/45.45 kg de dieta empackada. Para el área de transporte se estimó una merma de 0.02% equivalente a \$0.04/45.45 kg de dieta transportada ya que hay menor manipulación de la dieta por parte de estudiantes.

El mayor porcentaje de todas las dieta ocurrió en la dieta de desarrollo medicado en cerdos (2.05%) representando un costo de merma anual de \$657.72. La mayor pérdida monetaria se estimó para la dieta de vaca alta producción con \$1,402.18, este efecto es causado porque es la dieta que más se procesa en la planta (39,636.36 kg/mes); su merma encontrada es de 1.50%, Asencio (2010) reportó una merma de 2.9%. El total de las pérdidas monetarias estimadas en la planta de balanceados fue de \$3,426.19/año.

Cuadro 1. Porcentaje y pérdida anual de la merma (\$) por dieta.

Dieta	(%) Merma±DE*	Producción mensual de dietas (kg)	Costo mensual de merma (\$)	Costo anual de merma (\$)
Vaca alta producción	1.50 ±0.39 <sup>a</sup>	39,636.36	116.84	1,402.18
Vacas próximas	1.45±0.40 <sup>a</sup>	4,772.72	12.2	146.41
Crecimiento medicado	1.39 ±0.40 <sup>a</sup>	7,272.72	41.77	501.31
Desarrollo medicado	2.05 ±0.40 <sup>a</sup>	7,954.54	54.81	657.72
Engorde	1.50 ±0.39 <sup>a</sup>	5,227.27	22.42	269.1
Gestación	1.80 ±0.39 <sup>a</sup>	7,272.72	30.22	362.69
Lactancia	1.95 ±0.46 <sup>a</sup>	2,045.45	7.23	86.78
<b>Totales</b>		<b>74,181.81</b>	<b>285.51</b>	<b>3,426.19</b>
<b>%C.V<sup>†</sup>: 47.40</b>				

<sup>a</sup>Medias seguidas con la misma letra no representan diferencias significativas (P>0.05). %C.V<sup>†</sup>: Coeficiente de variación. \*D.E: Desviación estándar.

En el cuadro 2, se observa las diferencias estadísticas en el porcentaje de merma de cada área de proceso para todas las dietas. El mayor porcentaje de merma se encuentra para el área de molido con 0.98% ya que el ingrediente mayor fue el maíz para todas las dietas, el cual es molido en la planta, mientras que los demás ingredientes son comprados en forma de harinas. La mermas que siguen son las de almacén (0.32%) y pesado de ingredientes (0.27%), las cuales no fueron estadísticamente diferentes entre sí; es importante señalar que estas son las áreas en donde los estudiantes tienen más manipulación de ingredientes. La menor merma se produjo en empaque (0.04%) y en transporte (0.02%), las cuales fueron estadísticamente diferentes al resto.

Para la etapa de recepción y materias primas Santamaria (2004) encontró la mayor merma en maíz con 0.15%, mientras que en la toma de datos del presente estudio presentó una merma de 0.12%. el estudio desarrollado en el balance de masa muestra una mayor en el área de 3% en producto final, sin embargo vemos una reducción de mermas llegando al 0.04%, Santamaria (2004) recomendó en su estudio la calibración de las

balanzas, en la actualidad, estas balanzas se cambiaron por digitales, teniendo mas exactitud y disminuyendo el error de pesado. Para el área de transporte Santamaría (2004) encontró una merma de 0.06%, la cual no es tan diferente comparada a la del presente estudio, dado que en el área de transporte de producto final ha habido poca mejora continua.

Cuadro 2. Porcentaje de merma de cada etapa de proceso para todas las dietas.

Etapa	(%)Merma±DE*
Molido	0.98±0.040 <sup>a</sup>
Almacenamiento y recepción de materias primas	0.32± 0.001 <sup>b</sup>
Pesado de ingredientes	0.27±0.160 <sup>b</sup>
Empaque	0.04±0.020 <sup>c</sup>
Transporte	0.02± 0.010 <sup>c</sup>
%C.V. <sup>¶</sup>	47.40

<sup>abc</sup> Medias seguidas de letra distinta presentan diferencias significativas (P<0.05). %C.V.<sup>¶</sup>: Coeficiente de variación.  
\*D.E: Desviación estándar.

Para poder determinar si existió merma por humedad del maíz durante el molido, se hizo un análisis para evaluar las diferencias de medias entre la humedad inicial y la humedad final. El maíz no absorbió humedad al ser molido como se muestra en el cuadro 3 y por lo tanto no hubo diferencia estadística entre las mediciones iniciales y finales de humedad. Santamaría (2004) en su estudio resaltó que la humedad no afecta significativamente la harina debido a que la rotación de inventario es rápida.

Cuadro 3. Separación de medias para humedad en maíz.

Humedad	Media±D.E*
Humedad inicial	12.00±0.060 <sup>a</sup>
Humedad final	11.40±0.005 <sup>a</sup>
%C.V. <sup>¶</sup>	2.23%

<sup>a</sup>Medias seguidas con la misma letra no representan diferencias significativas (P>0.05). %C.V.<sup>¶</sup>: Coeficiente de variación. \*D.E: Desviación estándar.

## 4. CONCLUSIONES

- La mayor merma en dietas de rumiantes se encontró para la dieta de vaca alta producción; mientras que para la de cerdos fue en desarrollo medicado. Entre todas las dietas evaluadas no se encontraron diferencias estadísticas.
- No se encontraron pérdidas por humedad.
- Ninguna de las mermas evaluadas supera el 4% de mermas establecido como límite por la auditoría interna de la EAP, lo cual indica que la planta está operando por abajo del máximo límite de pérdidas establecido.
- La metodología desarrollada en el 2010 puede ser aplicada para la evaluación de mermas en la Planta de Alimentos balanceados de Zamorano.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Para obtener datos más exactos al cuantificar las mermas por dieta se debe evaluar individualmente cada ingrediente derramado y no calcular las mermas en dicha área como ingredientes totales.
- Implementar una calendarización periódica de toma de datos para monitorear los flujos de mermas a través del año para tener un estimado del impacto de las prácticas de mejora continua.
- Realizar un control de calidad de los sacos usados en la planta, ya que son la mayor causa de derrame por la mala calidad y condiciones de los mismos.
- Tener control sobre la calidad de las tarimas en donde se estiban los sacos ya que es un medio por el cual los sacos se dañan.
- Realizar evaluación de mermas para las dietas destinada a aves.

## 6. LITERATURA CITADA

Asencio Tadeo, L.A. 2010. Desarrollo de una metodología para la cuantificación de mermas en plantas de alimentos balanceados de Zamorano. Tesis Ing. Agroindustrial, Valle de Yeguaré, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 48 p.

Barmore, J.A. 2002 Monitoring and Managing Feeding, Inventory, and Shrink. 6 p.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. 2010. Good Practices for the Feed Industry- *Implementing the Codex Alimentarius Code of Practice on Good Animal Feeding*. FAO Animal Production and Health Manual No.9 Roma.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2007 Quality Assurance in Feed- Producing Plants. 51 p

Heizer, J; Render, B. 2013. Principios de Administración de Operaciones. Trad. Jesús Elmer Murrieta. 7 Ed. Pearson Educación, México. P 489.

ICA (Instituto Colombiano Agropecuario), 1998. Buena Prácticas en la Fabricación de Alimentos para Animales en Colombia. Bogotá, Colombia. 33 p.

Reglamento Técnico Centroamericano. 2012. Productos Utilizados en la Alimentación Animal. Buenas Prácticas de Manufactura. 34 p.

Santamaría, J.A. 2004. Balance de masa para la cuantificación de mermas en la Planta de Concentrados de Zamorano. Tesis Ing. Agroindustrial, Valle de Yeguaré, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 60 p.

Schroeder, J.W. 2013. Dairy Focus: Reduce Feed Bunk Shrink to Improve Profitability and Feed Efficiency. Crawford, E. (ed.).

Stark, C. 2005. Feed Mill Key Performance Indicators. Universidad de Carolina del Norte. Raleigh, Estados Unidos. 4 p.

## 7. ANEXOS

### Anexo 1. Formulación de dietas para rumiantes.

Ingrediente	Vacas alta producción	Vacas próximas
MAIZ	27.5	14
HARINA DE SOYA	26	14
HARINA DE COQUITO	15	26
MELAZA	10	8.5
NUCLEO	1.5	0
LACTOMIL	1	0
BICARBONATO DE SODIO	1	0
SAL COMUN	1	0
NUTROTRANS PROFIL	0	6.9
PECUTRIN	0	0
UREA	0.5	4.6
CARBONATO DE CALCIO	1.5	0
SEMOLINA	15	26
<b>TOTAL LIBRAS</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

### Anexo 2. Formulación de dietas para cerdos.

Ingrediente	Lactancia	Crecimiento	Engorde	Desarrollo	Gestación
MAIZ	25.0773	29.4909	35.9091	34.0818	30.2864
ACEITE CRUDO DE PALMA	1.5909	0.4545	0.0000	0.0000	1.1364
SEMOLINA	4.5455	0.0000	0.0000	0.0000	4.5455
HARINA DE SOYA	10.2727	13.1818	7.0455	9.0000	6.6364
CARBONATO DE CALCIO	0.6364	0.4273	0.4409	0.4545	0.6591
LISINA	0.0136	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MELAZA	2.5000	1.3636	1.3636	1.3636	1.3636
BIOFOS	0.4545	0.1727	0.3318	0.1909	0.4636
SAL	0.2273	0.2273	0.2273	0.2273	0.2273
VITAMINA DE CERDO	0.1364	0.1364	0.1364	0.1364	0.1364
<b>TOTAL kg</b>	<b>45.4545</b>	<b>45.4545</b>	<b>45.4545</b>	<b>45.4545</b>	<b>45.4545</b>

Anexo 3.Formato usado para toma de datos

G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
			Ingrediente	ingreso (kg)	merma (kg)	% de merma	kg de merma/kg pesado de ingrediente	costo del kg de insumo (\$)	costo de merma (\$)/ kg de insumo	kg de insumo usado para 45.45 kg	costo para producir 45.45 kg
			Maiz	22818.18182	28.86	0.126478	0.001264781	0.377	0.000476822	12.5	0.00596028
mermas para dieta vaca alta produccion en área de almacen			soya	22727.2727	3.4091	0.015	0.00015	0.74	0.000111		
			soya	22727.2727	22.0455	0.097	0.000970002	0.74	0.000717801		
			soya	22681.8182	29.7727	0.1313	0.001312624	0.74	0.000971342		
			soya	22727.2727	21.5909	0.095	0.00095	0.74	0.000703		
			Promedio	22715.90908	19.20455	0.084575	0.000845657		0.000625786	11.81	0.007390531
			H. coquito	22727.27	5.454545	0.024	0.00024	0.176	4.224E-05		
			H. coquito	13636.36	2.954545	0.021667	0.000216667	0.176	3.81333E-05		
			H. coquito	22727.27	4.772727	0.021	0.00021	0.176	3.696E-05		
			Promedio	19696.96667	4.393939	0.022222	0.000222222		3.91111E-05	6.81	0.000266347
			Semolina	22727.27	17.5	0.077	0.00077	0.366	0.00028182		
			Semolina	22727.27	10	0.044	0.00044	0.366	0.00016104		
			Semolina	36363.64	19.54545	0.05375	0.0005375	0.366	0.000196725		
			Promedio	27772.72667	15.68181667	0.05825	0.0005825		0.000213195	6.81	0.001451858
			<b>TOTALES</b>								
				costo de merma (\$)	costo de merma para 45.45 kg de dieta producida						
			% de merma	0.291525421	0.001355						