

**Caracterización de las propiedades químicas de
Granos Secos de Destilería con Solubles (Dried
Distillers Grains with Solubles) para ser
utilizados en fórmulas de alimentos balanceados
para ganado lechero en la Escuela Agrícola
Panamericana Zamorano**

Gladys Yaneth Jimenez Tobar

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Noviembre, 2020

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Caracterización de las propiedades químicas de
Granos Secos de Destilería con Solubles (Dried
Distillers Grains with Solubles) para ser
utilizados en fórmulas de alimentos balanceados
para ganado lechero en la Escuela Agrícola
Panamericana Zamorano**

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

Presentado por

Gladys Yaneth Jimenez Tobar

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2020

Caracterización de las propiedades químicas de Granos Secos de Destilería con Solubles (Dried Distillers Grains with Solubles) para ser utilizados en fórmulas de alimentos balanceados para ganado lechero en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano

Gladys Yaneth Jimenez Tobar

Resumen. Los granos secos de destilería con solubles se han posicionado como el coproducto más importante proveniente de la producción de etanol. El experimento se llevó a cabo entre julio y septiembre del año 2020, en el laboratorio de análisis de alimentos de Zamorano. El objetivo fue evaluar la caracterización química de granos secos de destilería con el fin de ser utilizado en alimento balanceado para ganado lechero (alta producción) y determinar una formulación para el mismo. Evaluando porcentajes de fibra y proteína, así como energía (kcal/kg) y la presencia de aflatoxinas y fumonisinas. Se utilizó un lote de DDGS de un posible proveedor hondureño, realizando réplicas de este para cada uno de los análisis; se obtuvo porcentajes de 27% proteína, 6.6% fibra, 3548.28 kcal/kg, 37 ppb de aflatoxinas totales y 13 ppm para fumonisinas totales. Al ser comparados con la harina de maíz, la cual, es la materia prima actual utilizada en la planta de concentrados de Zamorano, se obtuvo diferencias significativas ($P \leq 0.05$), en cuanto a proteína, fibra y aflatoxinas totales. Mientras que en la comparativa de energía (kcal/kg) y fumonisinas totales no se obtuvo diferencias significativas ($P > 0.05$). Económicamente, el uso de granos secos de destilería con solubles (DDGS) presentó un ahorro de USD12,178.27 anual al contrastar la fórmula actual con la recomendada. Se concluye que técnicamente la incorporación de granos secos de destilería con solubles (DDGS) no son viables mientras que económicamente si son convenientes.

Palabras clave: Aflatoxinas, egresos, energía, fibra, fumonisinas, proteína.

Abstract. Dried distillery grains with soluble have been positioned as the most important by-product from ethanol production. The experiment was carried out between July and September 2020 in the Zamorano food analysis laboratory. The objective was to evaluate the chemical characterization of dry distillery grains to be used in balanced feed for dairy cattle (high production) and to determine a formulation for it. Evaluating percentages of fiber and protein, as well as energy (kcal / kg), and the presence of aflatoxins and fumonisins. A batch of DDGS from a possible Honduran supplier was used, making replicates of this for each of the analyzes; percentages of 27% protein, 6.6% fiber, 3548.28 kcal / kg, 37 ppb of total aflatoxins and 13 ppm for total fumonisins were obtained. When compared with corn flour, which is the current raw material used in the Zamorano feed plant, significant differences were obtained ($P \leq 0.05$), in terms of protein, fiber and total aflatoxins. While in the comparison of energy (kcal / kg) and total fumonisins, no significant differences were found ($P > 0.05$). Economically, the use of dry distillery grains with soluble (DDGS) showed a saving of USD12,178.27 per year when comparing the current formula with the recommended one. It is concluded that technically, the incorporation of dry distillery grains with soluble (DDGS) are not viable while economically, they are convenient.

Key words: Aflatoxins, expenses, energy, fiber, fumonisins, protein.

ÍNDICE GENERAL

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Índice General	iii
Índice de Cuadros y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.	
4. CONCLUSIONES	16
5. RECOMENDACIONES	17
6. LITERATURA CITADA	18
7. ANEXOS	20

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Parámetros y cantidades a controlar para la etapa de destilación..... Error! Bookmark not defined.	
2. Parámetros a controlar durante el análisis de fibra mientras esta se encuentra en el equipo de fibra dietaria ANKOM.....	4
3. Valores determinados de proteínas entre las réplicas analizadas para granos secos de destilería de maíz y las muestras de harina de maíz	7
4. Valores obtenidos en los parámetros analizados en réplicas de granos secos de destilería con solubles (DDGS) y muestras harina de maíz para la determinación de fibra cruda.....	8
5. Valores obtenidos para energía bruta a partir de replicas de granos secos de destileria con solubles (DDGS) y muestras harina de maiz.....	9
6. Valores obtenidos acerca de la determinación de aflatoxinas en las réplicas analizadas de granos secos de destilería con solubles (DDGS) y harina de maíz.....	10
7. Valores determinados de fumonisinas de réplicas analizadas para granos secos de destilería de maíz (DDGS).....	10
8. Ingredientes y sus respectivas proporciones utilizadas actualmente en la elaboración de alimento balanceado para ganado lechero en la Planta de concentrados de Zamorano.....	11
9. Ingredientes y sus respectivas proporciones adicionando granos secos de destilería con solubles (DDGS) para alimento balanceado para ganado lechero en la Planta de concentrados de Zamorano.....	11
10. Descripción de costos variables anuales para la producción de alimento balanceado para ganado lechero (alta producción), formulación actual.....	13
11. Descripción de costos variables anuales para la producción de alimento balanceado para ganado lechero (alta producción), formulación adicionando granos secos de destileria con solubles.....	14
Anexos	
	Página
1. Proyección de uso, importaciones y exportaciones DDGS 2019/2020.....	4
2. Caracterización de nutrientes para la formulación recomendada	
3. según la adición de granos secos de destilería con solubles (DDGS).	4
4. Sintaxis SAS 9.4 análisis estadísticos.	5

1. INTRODUCCIÓN

Desde 2005 la producción de etanol aumentó en un 288%, pasando de aproximadamente 4.5 mil millones de galones a más de 17 mil millones en la campaña comercial 2017/18 y ahora representa más del 37 por ciento del uso de maíz en los EUA (Olson y Capehart 2019). Además del impacto significativo del etanol en el uso del maíz en los EUA., la refinación del etanol produce diversos coproductos. Los investigadores del Servicio de Investigación Económica de los Estados Unidos (USDA ERS) analizaron los datos de bioenergía del USDA para comprender el tamaño de estos mercados de coproductos. Los granos de destilería secos con solubles, o DDGS por sus siglas en inglés, fueron el co-producto más importante de la producción de etanol, tanto en tamaño como en valor (USDA 2019). Los granos secos de destilería con solubles (DDGS) son obtenidos a través de la fermentación del maíz que se utiliza para la obtención de alcohol, constituyen un alimento balanceado de gran valor nutritivo (USGC 2007).

En la producción de etanol, el almidón se fermenta para obtener alcohol etílico, pero los componentes restantes del grano (endospermo, germen), conservan mucho del valor nutritivo original del grano, entre lo que se incluye a la energía, proteína y fósforo. Las plantas de molienda seca recuperan y recombinan estos componentes en una gran cantidad de ingredientes para alimentos animales. Los DDGS se obtienen del proceso de producción de etanol, a partir del maíz, mediante el proceso de molienda.

Los DDGS son una forma seca muy popular de estos componentes combinados, que está disponible para los clientes nacionales e internacionales como un ingrediente de alimentos para ganado y aves (USGC 2012). El suministro de DDGS disponibles para la alimentación del ganado ha aumentado con el reciente crecimiento en la producción de etanol en los Estados Unidos a partir de cereales (Mathews 2010). Los DDGS se han convertido en un ingrediente concentrado popular en las dietas de ganado lechero y de carne cuando su precio es competitivo en base a nutrientes en comparación con otros alimentos disponibles (Mathews 2010). El alto contenido de energía, proteína y fósforo de los DDGS hace que sean un sustituto parcial muy atractivo de algunos de los ingredientes tradicionales más caros de energía (maíz), proteína (harina de soya) y fósforo (fosfato mono o dicálcico) que se utilizan en los alimentos para animales (USGC 2010). En Estados Unidos de América, los mayores consumidores de DDGS son los rumiantes (66% el ganado de carne y 14% el ganado lechero), pero las dietas para porcinos aumentan aceleradamente su uso, ya que alcanza el 12% del total de DDGS, mientras que la industria avícola utiliza alrededor del 8% de los DDGS disponibles (FAO 2014).

Se han realizado estudios en condiciones de zona templada, donde incluyen hasta un 20-30% de DDGS en la ración total sin causar ningún efecto negativo en la producción ni en la composición láctea (Kalscheur 2005). Los granos de destilería contienen aproximadamente tres veces más proteína, grasa y fibra que el maíz (Schingoethe 2007). Sin embargo, prácticamente carecen de almidón. La calidad de la proteína en los DDGS de maíz es bastante buena, pero en lo referente a la mayoría de los coproductos del maíz, la lisina es el primer aminoácido limitante (USGC 2010).

La producción de leche puede aumentar cuando se alimenta a las vacas lecheras con raciones que contienen lisina y metionina suplementarias protegidas contra el rumen, o cuando se mezclan los DDGS con otros ingredientes altos en proteína que contienen más lisina (USGC 2010).

Los recientes precios récord altos de los ingredientes para alimentos balanceados en todo el mundo han causado que los nutriólogos o nutricionistas de animales busquen ingredientes alternativos de costo más bajo para así minimizar el costo en la producción de animales para consumo humano (USCG 2007). El alto contenido de energía, proteína y fósforo de los DDGS hace que sean un sustituto parcial muy atractivo de algunos de los ingredientes tradicionales más caros de energía (maíz), proteína (harina de soya) y fósforo (fosfato mono o di-cálcico) que se utilizan en los alimentos para animales (FAO 2014).

Con base en lo anterior, se desarrolló la presente investigación con los siguientes objetivos:

- Caracterizar las propiedades químicas de granos secos de destilería con solubles (DDGS) obtenidos de un proveedor para la planta de alimentos balanceados de Zamorano.
- Determinar una formulación de alimento balanceado para ganado lechero utilizando DDGS.
- Realizar una descripción de costos variables para evaluar el posible ahorro en la formulación de alimento balanceado para ganado lechero adicionando DDGS.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio

La investigación tuvo lugar entre julio y septiembre 2020 en el laboratorio de análisis de alimentos y la planta de concentrados de Zamorano, los cuales forman parte del departamento Agroindustria Alimentaria, en la Escuela Agrícola Panamericana, ubicada en San Antonio de Oriente, Francisco Morazán en Honduras. Se encuentra en una zona con un promedio de altura sobre el nivel del mar de 800 msnm, temperatura anual de 24 °C, y 1100 mm de precipitación.

Proteína Cruda, método AOAC 2001.11

Dicho método se basa en el método Kjeldahl, el cual determina el nitrógeno orgánico (compuesto presente en todas las proteínas) por medio de una digestión con ácido sulfúrico, destilación de amoníaco y titulación con ácido clorhídrico. El porcentaje de nitrógeno encontrado se multiplica por un factor de conversión de nitrógeno a proteína.

Digestión. Se precalentó el digestor hasta 420 °C, posteriormente se pesó la muestra de DDGS (1.000 ± 0.005 g) previamente homogenizada sobre papel parafina bajo en nitrógeno, por duplicado. Se registró el peso de cada muestra. Se envolvió la muestra cuidadosamente y transfirió dentro de un tubo de digestión. A cada tubo se le agregaron dos tabletas catalizadoras (Kjeltabs Cu-3.5, Foss®), para posteriormente añadirle 15 mL de ácido sulfúrico concentrado dentro de la campana de gases y utilizando un dispensador calibrado. Seguido de la colocación de los tubos en la rejilla de tubos digestores, sobre dichos tubos se colocó el exhaustor (abriendo la válvula de agua del exhaustor al máximo). Al pasar 15 minutos, se disminuyó el flujo de agua del exhaustor, y se realizó la digestión de las muestras durante 60 min. Se consideró que las muestras estaban listas cuando se tornaron de color verde. Para finalizar la etapa de digestión, se removieron los tubos del digestor y posicionaron en el soporte para que se enfriaran (colocando papel aluminio para reducir la volatilización de nitrógeno).

Destilación. Se introdujo cada tubo de digestión al destilador con ayuda de las pinzas y se recuperó el amonio en un matraz Erlenmeyer de 300 mL, el cual contenía una solución de ácido bórico (Cuadro 1). Los parámetros utilizados se describen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Parámetros y cantidades para controlar para la etapa de destilación.

Parámetros	Cantidad
Tiempo	4 minutos
Agua desionizada	80 mL
H ₃ BO ₃	30 mL
NaOH al 40%	50 mL

Titulación. Se enrazó la bureta con 50 mL de ácido clorhídrico 0.1 N, (Cuadro 1), luego se introdujo una barra agitadora al matraz Erlenmeyer. Como siguiente paso, se colocó el matraz

Erlenmeyer sobre el agitador magnético y se tituló la muestra hasta su punto final violeta justo antes que se torne rosado, descargando volúmenes pequeños de la solución de ácido. Se registró el volumen utilizado en “mL” de ácido descargado por la bureta.

Fibra método AOAC 962.09

Se dio inicio preparando los reactivos, siendo estos 18.8 g de HSO₄ y NaOH (Cuadro 2). Luego, se realizó el pesado de las muestras de DDGS (1.000 ± 0.005 g) en una balanza analítica para luego ser colocadas en bolsas de algodón y de esta forma se introdujeron en el equipo analizador de fibra cruda ANKOM. Se realizó el primer lavado con HSO₄, calentando y agitando durante 40 minutos, luego se realizaron tres lavados únicamente con agitación utilizando agua desionizada, la cual se encontraba a una temperatura de 100 °C. Cada lavado se realizó durante 5 minutos. Posterior a ello, se vertió el NaOH para agitar y calentar durante 40 minutos más y finalizar con la parte dentro del equipo lavando y agitando en otras tres ocasiones con una duración de cinco minutos cada una, utilizando agua desionizada a 100 °C. Luego el agua desionizada utilizada en el equipo para los lavados finales fue decantada y posteriormente las muestras fueron retiradas para ser sumergidas en C₃H₆O durante un período de tiempo de dos horas. Seguidamente, las muestras fueron colocadas en el horno con el fin de eliminar humedad durante dos horas a una temperatura de 105 °C. Luego de esto, las muestras fueron debidamente pesadas para posteriormente ser colocadas en crisoles e ingresaron a la mufla durante 16 horas a una temperatura de 550 °C. Al ser retiradas de la mufla, las muestras fueron pesadas en la balanza analítica para determinar el porcentaje de cenizas. Al finalizar el análisis se obtuvieron los resultados a partir de la siguiente Ecuación 1.

$$\%FC = F - PB * PCB - C / PM * 100 \quad [1]$$

F=Fibra

PB=Peso de la bolsa

PCB=Promedio de la corrección del blanco

C=Cenizas

PM=Peso de la muestra

Cuadro 2. Parámetros para controlar durante el análisis de fibra cruda mientras esta se encuentra en el equipo ANKOM.

Parámetros	Cantidad
Tiempo	4 minutos
Agua desionizada	80 mL
H ₃ BO ₃	30 mL
NaOH al 40%	50 mL

Energía total, calorimetría parr modelo 1241 EB

Se pesaron las muestras de DDGS (1.000 ± 0.005 g) para ser colocadas en los muestrarios. Se calibró el Calorímetro Adiabático con temperaturas menores a los 19 °C, tanto en la chaqueta del equipo como el agua a utilizar en este. Se cortó 10 cm de alambre y fueron colocados en la estructura de la bomba recreando una forma que tocara la pastilla de 1.000 ± 0.005 g de ácido

benzoico, la cual fue colocada previamente sobre la muestra. Seguidamente se cerró la bomba, sellando las válvulas para introducir 34,473.8 Pa de oxígeno. Posteriormente, la bomba se introdujo en el balde de agua el cual forma parte de la chaqueta del calorímetro, el análisis se realizó durante 10 minutos y se llevó a cabo un recuento de temperaturas minuto a minuto, realizando el mismo procedimiento anteriormente descrito para cada replica realizada.

Aflatoxinas totales, método AOAC 991.31B

El análisis dio inicio con el pesado de las muestras de DDGS (25.000 ± 0.005 g). Posteriormente en un vaso para licuadora se añadieron las muestras de DDGS, NaCl (sal, 5.000 ± 0.005 g) y 125 mL de CH₃OH (Metanol al 70%), dichas muestras fueron licuadas durante 2 minutos para lograr su homogenización. Continuando, se organizó una secuencia de dos filtrados para la muestra homogenizada, utilizando papel filtro estriado VICAM en cada estación de filtrado. Después de filtrar la muestra, se preparó la columna Afla-test de la siguiente manera: se retiró el tapón superior de la columna y con el uso de una cuchilla afilada se realizó un corte diagonal en la parte inferior del tapón con el fin de ser colocado nuevamente en la columna. Se unió la columna nuevamente y se colocó un cilindro de desechos por debajo de esta. Luego de las estaciones de filtrado, se tomaron 15 mL de la muestra y fueron trasladados a la jeringa con la cual se conecta la columna de Afla-test de VICAM. Para continuar, se insertó el acoplamiento del extremo del tubo de aire en el cilindro de la jeringa para iniciar con la precipitación de la muestra hacia la columna. Posterior al paso de la muestra por la columna, se añadieron 10 mL de agua en la jeringa para realizar la remoción de cualquier residuo de muestra. Seguidamente se colocó 1 mL de Metanol grado HPLC (99%) dentro de la jeringa para ser traspasado por la columna y obtener la muestra de toxina. Luego, se colocó 1 mL de desarrollador directamente en la columna. Con una pipeta calibrada, se retiró 1 mL de muestra proveniente de la columna para de esta manera suplir la celda que se colocaría en el lector del Fluorómetro VICAM Serie -4EX. Se realizó la total limpieza de la celda con el uso de toallitas Kim, se colocó en el equipo previamente calibrado y se corrió el análisis durante 60 segundos.

Fumonisinias totales, método AOAC 2001.06

El análisis dio inicio con el pesado de las muestras de DDGS (50.000 ± 0.005 g). Posteriormente en un vaso para licuadora se añadieron las muestras de DDGS, NaCl (sal, 5.000 ± 0.005 g) y 100 mL de CH₃OH (Metanol al 80%), dichas muestras fueron licuadas durante 1 minuto para lograr su homogenización. Continuando se organizó una secuencia de dos filtrados para la muestra homogenizada, utilizando papel filtro estriado VICAM en cada estación de filtrado. En el intervalo de los filtrados, se añadió 40 mL de solución Tween-20/2.5% PEG/PBS. Seguido de los pasos anteriores se preparó la columna Fumonitest de la siguiente manera: se retiró el tapón superior de la columna y con el uso de una cuchilla afilada se realizó un corte diagonal en la parte inferior del tapón con el fin de ser colocado nuevamente en la columna. Se unió la columna nuevamente y se colocó un cilindro de desechos por debajo de esta. Luego de las estaciones de filtrado, se tomaron 15 mL de la muestra y fueron trasladados a la jeringa con la cual se conecta la columna de Fumonitest de VICAM. Para continuar, se insertó el acoplamiento del extremo del tubo de aire en el cilindro de la jeringa para iniciar con la precipitación de la muestra hacia la columna. Posterior al paso de los 5 mL de muestra por la columna, se añadieron 5 mL de solución 1X Tween en la jeringa para realizar la remoción de cualquier residuo de muestra. Seguidamente, se enjuagó la columna con 5 mL de una solución 1X PBS. Posteriormente, se colocó 1 mL de solución 1X PBS

directamente en la columna Fumonitest. Luego con una pipeta calibrada se retiró 1 mL de muestra proveniente de la columna para de esta manera suplir la celda que se colocaría en el lector del Fluorómetro VICAM Serie -4EX. Se verificó la total limpieza de la celda con el uso de toallitas Kim, se colocó en el equipo previamente calibrado y se corrió el análisis durante cuatro minutos.

Humedad

Se realizó de acuerdo con el método oficial AOAC 952.08. Se utilizó un horno de convección con aire forzado Fisher Scientific. Se agregaron $3.0000 \text{ g} \pm 0.0050 \text{ g}$ de muestra a los crisoles de porcelana, luego se metieron los crisoles al horno a $105 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 18 horas. Finalmente, se sacaron los crisoles y se dejaron enfriar en los desecadores por 15 min (AOAC 2005). El análisis se realizó por replica para cada una de las muestras analizadas.

Diseño experimental y análisis estadístico

Las réplicas fueron analizadas con el programa “Statistical Analysis System” (SAS®). Se realizó una Prueba t-estudiante para muestras independientes, los datos fueron obtenidos a partir de un conjunto de réplicas provenientes de una misma unidad experimental con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Proteína cruda

Hubo diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las réplicas de granos secos de destilería del proveedor X y las repeticiones de harina de maíz (Cuadro 3). En la presente investigación se obtuvo como resultado un 27% de proteína cruda al efectuar un promedio de las réplicas analizadas de granos secos de destilería con solubles (DDGS), lo cual concuerda con lo determinado por FEDNA (2014). Los DDGS se han reconocido como un suplemento común en niveles modestos, valioso para el ganado lechero, por la proteína superior al 25%. La referencia al uso de niveles modestos de DDGS en el alimento para ganado lechero se hace debido a que la calidad de la proteína en los DDGS es bastante buena, pero al igual que en la mayoría de los coproductos del maíz, la lisina es el primer aminoácido limitante. La lisina es muy termosensible y puede verse afectada negativamente por el procesamiento y el secado. En algunos estudios se ha reportado que el porcentaje de proteína de la leche disminuye 0.13 unidades porcentuales cuando se incluyeron los granos de destilería a concentraciones mayores a 30% de la dieta (USGC 2007). Actualmente en la Planta de Concentrados de Zamorano se utiliza harina de maíz como parte de la formulación en alimento balanceado (Cuadro 8) para ganado lechero (alta producción), materia prima que cuenta con un 6.30% de proteína cruda por cada 100 g, como lo determinó Castro (2015) que el porcentaje de proteína en el maíz varía entre un 6 y 10%. Al realizarse una comparación entre la harina de maíz y los granos secos de destilería con solubles, se muestra una diferencia de un 20% aproximadamente entre los porcentajes de proteína cruda (Cuadro 9). Esto es atribuido a que la mayor parte de la proteína fácilmente en el maíz se degrada durante el proceso de fermentación, lo que resulta en un nivel proporcionalmente más alto de proteína en DDGS que el que se encuentra en el maíz (USGC 2007).

Cuadro 3. Comparación de contenido de proteína cruda de granos secos de destilería con solubles (DDGS) y harina de maíz a través de una Prueba t para muestras independientes.

Muestra #	P.C. DDGS (%)	P.C. HM (%)
Muestra 1	26.6	6.8
Muestra 2	27.2	6.3
Muestra 3	27.4	
Muestra 4	27.5	
Promedios P.C. *	27.2	6.6
Coefficiente de variación (%)	1.38	6.12

P.C DDGS= Proteína cruda granos secos de destilería con solubles. P.C HM=Proteína cruda harina de maíz. *Diferencias significativas ($P \leq 0.05$). Promedios P.C.= Proteína Cruda.

Fibra cruda

Las diferencias fueron significativas ($P \leq 0.05$), entre las muestras de harina de maíz y granos secos de destilería con solubles del proveedor X (Cuadro 4). El resultante obtenido por medio de los análisis proximales acerca de fibra cruda en cuanto las réplicas de granos secos de destilería con solubles (DDGS) refleja un 6.2% por cada 100 g, porcentaje contrastado con la investigación de B. Jung y A. Batal (2009), en donde encontraron contenidos de fibra cruda en DDGS en un rango de 6.98 y 9.20% y una media de 7.42%. Al realizar una comparación de los resultados de fibra cruda antes mencionados con los obtenidos de la harina de maíz, actual materia prima utilizada en la Planta de Concentrados de Zamorano (Cuadro 8), los cuales reflejan un rango entre 2.42 y 2.74%, se indica que existe un 4.26% como diferencial entre ambas materias primas. Se puede inferir que dicha variación en el contenido de fibra cruda se debe a que casi todo el almidón en el maíz se convierte en etanol durante el proceso de fermentación, lo cual aumenta la concentración de grasa y fibra en los DDGS en un factor de tres (3), en comparación con el maíz entero. Los DDGS contienen altas cantidades de fibra neutro detergente (FND), pero bajas cantidades de lignina. Esto hace que los DDGS sean una fuente de fibra altamente digerible para el ganado y reduce los problemas digestivos, en comparación con el maíz. La fibra altamente digerible en los DDGS también permite servir como un sustituto parcial de los forrajes y concentrados en dietas para ganado lechero y de engorde (USCG 2007). Se define como fibra neutro detergente a componentes de la fibra en las paredes celulares vegetales y de los granos que es indigerible para los animales monogástricos (Morine *et al.* 2014).

Cuadro 4. Comparación de contenido de fibra cruda proveniente de granos secos de destilería con solubles (DDGS) y harina de maíz a través de una Prueba t para muestras independientes.

Muestra #	F.C DDGS (%)	F.C HM (%)
Muestra 1	6.27	2.42
Muestra 2	5.89	2.74
Muestra 3	6.13	
Muestra 4	6.52	
Promedio Fibra Cruda *	6.2	2.5
Coefficiente de Variación (%)	3.15	8.77

F.C DDGS= Fibra cruda granos secos de destilería con solubles. F.C HM=Fibra Cruda Harina de Maíz. * Diferencias significativas ($P \leq 0.05$).

Energía bruta

No hubo diferencias significativas estadísticamente ($P > 0.05$), entre las réplicas analizadas de granos secos de destilería con solubles del proveedor X y la de harina de maíz (Cuadro 5). Se refiere a energía bruta como el calor total de combustión de un alimento o ingrediente para alimentos que se quema en una bomba calorimétrica (USGC 2007). Se obtuvo un promedio en cuanto al contenido kilo calórico de los granos secos de destilería con solubles (DDGS) de 3548.28 kcal/kg. Los DDGS de alta calidad tienen un valor de energía metabolizable y digestible igual o mayor al maíz. Spiels *et al.* (1999) fueron los primeros en informar que la energía digestible (ED) y la energía metabolizable (EM) era similar a los valores de energía del maíz (3.49 Mcal/kg y 3.37 Mcal/kg, respectivamente). Fu *et al.* (2004) informaron que los valores de EM y de energía neta (EN: energía

metabolizable menos el incremento de calor) de los DDGS eran de 3.25 Mcal/kg y 2.61 Mcal/kg, respectivamente, mientras que Hastad et al. (2004) informaron valores mucho más altos de ED, EM y EN (3.87 Mcal/kg, 3.60 Mcal/kg y 2.61 Mcal/kg, respectivamente). Por su parte, FAO (2012) afirma que la concentración energética no es inferior a 3.0 Mcal EM/kg. Se define como energía metabolizable, a la energía bruta menos energía fecal y urinaria de la alimentación de un alimento completo o ingrediente para alimentos. Los datos provenientes de la harina de maíz reflejan un promedio de energía bruta 3,525.20 kcal/kg, resultado que al ser comparado con los DDGS no presenta una diferencia convincente entre sí, esto debido a que los granos de destilería cambian la energía del almidón del maíz por fibra digestible y lípidos (Hippen y García 2011).

La afirmación anterior evidencia que no existiría alteración negativa si se diese un reemplazo parcial de la harina de maíz por DDGS, ya que estos últimos poseen algo más de energía metabólica y son los más recomendables para reemplazar al maíz. Los niveles de reemplazo son similares al gluten feed y con pautas semejantes de uso (USGC 2018).

Son dos espacios antes y después de cuadros y figuras

Cuadro 5. Comparación de contenido de energía bruta entre granos secos de destilería con solubles (DDGS) y harina de maíz a través de una prueba t para muestras independientes.

Muestra #	Energía bruta DDGS (kcal/kg)	Energía bruta Harina de maíz (kcal/kg)
Muestra 1	3535.6	3525.2
Muestra 2	3483.62	3529.8
Muestra 3	3331.58	
Muestra 4	3842.32	
Promedios	3548.28	3527.5
Coefficiente de variación (%)	3.07	0.092

DDGS= Granos secos de destilería con solubles. Valores medios no difieren estadísticamente entre sí.

Aflatoxinas

Se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), entre las réplicas analizadas de granos solubles de destilería con solubles del proveedor X y las repeticiones de harina de maíz (Cuadro 6). Las aflatoxinas se definen como micotoxinas carcinógenas producida por hongos bajo condiciones ambientales específicas en granos en crecimiento y almacenados (USGC 2007). A medida que el almidón del maíz es fermentado a etanol, la concentración del resto de los nutrientes en los granos de destilería se triplica. Los hongos están presentes por lo general en el pericarpio del grano y pueden resultar en concentraciones elevadas de micotoxinas. En consecuencia, a medida que el almidón es fermentado a etanol, las micotoxinas se concentran también tres veces. La cantidad de micotoxinas en los granos de destilería recién procesados está directamente relacionada con su presencia en el grano (Schingoethe *et al.* 2009). Las aflatoxinas son producidas por los hongos *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*. Se obtuvieron datos resultantes de los granos secos de destilería con solubles (DDGS) que ascienden a las 37 partes por billón (ppb) en concentración de aflatoxinas

totales, lo cual se encuentra por encima del máximo permitido que se declara a continuación: el umbral máximo para las aflatoxinas en el Ganado lechero se considera que es de 20 ppb; a concentraciones mayores, la toxina M1 aparecerá en la leche (Schingoethe *et al.* 2009).

Los animales que consumen alimentos contaminados con aflatoxinas muestran un rendimiento deficiente, inmunidad reducida, daño hepático, hemorragia renal e intestinal y tumores hepáticos. Entre las aflatoxinas, B₁ es más prevalente y toxigénica; esta se metaboliza a aflatoxina M₁ en el hígado y se excreta en la leche del ganado lechero y también como residuo en huevos/carne (Gowda 2013).

Las micotoxinas no son destruidas durante la fermentación del almidón para producir etanol o durante el procedimiento de obtención de granos de destilería; por el contrario, ellas triplican su concentración en comparación con el grano original. Condiciones inadecuadas de almacenamiento pueden también aumentar la concentración de micotoxinas (debido a la inoculación por esporas de los hongos presentes en el medio ambiente) (Schingoethe *et al.* 2009). El uso de granos de destilería contaminados con micotoxinas, especialmente aflatoxinas, en las dietas del ganado lechero implican un riesgo para la salud humana, ya que la toxina M1 es un metabolito de la aflatoxina que se transfiere a la leche (Schingoethe *et al.* 2009). Los resultados obtenidos por parte de la harina de maíz utilizada en la Planta de Concentrados de Zamorano, como actual materia prima, fueron de 5 ppb, lo cual al realizar un contraste con las 37 ppb procedentes de los DDGS se encuentran muy por debajo de estos, así como del umbral máximo permitido, según Schingoethe *et al.* (2009).

Cuadro 6. Comparación de aflatoxinas totales de granos secos de destilería con solubles (DDGS) y harina de maíz a través de una prueba t para muestras independientes.

Muestras #	Aflatoxinas DDGS (ppb)	Aflatoxinas HM (ppb)
Muestra 1	36	5.5
Muestra 2	38	5.5
Promedios *	37	5.5
Coefficiente de variación (%)	67.22	0

DDGS=Granos secos de destilería con solubles. HM=Harina de maíz. ppb=Partes por billón. * Existen diferencias significativas estadísticamente ($P \leq 0.05$).

Fumonisin

Las fumonisin son producidas principalmente por *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg y *Fusarium proliferatum* (Matsushima) Nirenberg y son ubicuas en el maíz de EU La exposición alimentaria a las fumonisin tiene como resultado impactos negativos en la salud de los seres humanos y una variedad de especies animales, si las exposiciones exceden los niveles tolerables (Bowers y Munkvold 2014). Las fumonisin son termoestables y no volátiles en condiciones de procesamiento de etanol. Como resultado, la “regla empírica” para estimar el enriquecimiento de fumonisin en DDGS es hasta 3 veces el nivel encontrado en el grano de origen (Bowers y Munkvold 2014). Se produce poca degradación de las fumonisin durante la fermentación, y la mayoría de los estudios muestran que el contenido original de micotoxinas permanece prácticamente intacto en las otras fracciones, incluidas las WDG (Granos de destilería húmedos) y

otras fracciones generalmente combinadas en DDGS u otros coproductos de piensos para ganado (Sosa *et al.* 2012). En los análisis de fumonisinas realizados para los granos secos de destilería con solubles (DDGS) del proveedor X se obtuvo un resultante de 13.3 partes por millón (ppm) de fumonisinas totales (Cuadro 7), lo cual excede los valores máximos permitidos para alimento animal de 5 ppm (Gowda 2013).

Cuadro 7. Valores obtenidos a partir de las réplicas de granos secos de destilería con solubles (DDGS) en relación con fumonisinas totales.

Muestras DDGS	Fumonisinias ppm
Muestra 1	13.8
Muestra 2	12.8
Promedio	13.3

DDGS=Granos secos de destilería con solubles.

Cuadro 8. Ingredientes y sus respectivas proporciones utilizadas actualmente en la elaboración de alimento balanceado para ganado lechero en la Planta de Concentrados de Zamorano. Cantidades reflejadas para 1 quintal de producción equivalente a 100 libras de alimento.

Ingredientes	Cantidad (lb)
Harina de maíz	46
Harina de soya	19.7
Melaza	7
Semolina de arroz	5.5
Harina de coquito	5
Salvado de trigo	8.5
Multiplex oro	1.5
Carbonato de calcio	1.5
Sal común	1.1
Grasa by pass	2
Procreatin plus	0.15
Rumensin 20%	0.016
Bicarbonato de sodio	2
Mejorador de pezuña	0.22
TOTAL	100

Cuadro 9. Ingredientes y sus respectivas proporciones recomendadas para la elaboración de alimento balanceado para ganado lechero (alta producción) con la adición de granos secos de destilería con solubles (DDGS). Cantidades reflejadas para 1 quintal de producción equivalente a 100 libras de alimento.

Ingredientes	Cantidad (lb)
Harina de maíz	42
DDGS	15
Harina de Soya	12
Melaza	7
Semolina de Arroz	5
Harina de Coquito	5
Salvado de Trigo	5
Núcleo Novo Bovigold Crina	2
Bicarbonato de Sodio	2
Grasa Sobre Paso	2
Carbonato de Calcio	1.35
Sal común	1
Úrea	0.50
Procreatin 7	0.15
Totales	100

Cuadro 10. Descripción de costos variables anuales para la producción de alimento balanceado para ganado lechero (alta producción), con la formulación actual.

Variables	Cantidad	Medida	Costo Unitario HNL	Costo Unitario USD	Total USD	Total HNL
Melaza	7	Lb	1.36	0.05	0.36	9.52
Carbonato de calcio	1.5	Lb	1.43	0.06	0.09	2.15
Sal blanca	1.1	Lb	1.65	0.07	0.07	1.82
Multiplex oro	1.5	Lb	28.91	1.16	1.74	43.37
Harina de soya	19.7	Lb	5.31	0.22	4.30	104.61
Maíz molido	46	Lb	0.01	0.00040	0.02	0.46
Harina de coquito	5	Lb	1.89	0.10	0.48	9.45
Semolina de arroz	5.5	Lb	2.50	0.10	0.56	13.75
Salvado de trigo	8.5	Lb	3.30	0.14	1.15	28.05
Grasa by pass	2	Lb	0.36	0.02	0.04	0.72
Procreatin plus	0.15	Lb	116.42	4.71	0.71	17.46
Rumensin 20%	0.016	Lb	28.65	1.16	0.02	0.46
Bicarbonato de sodio	2	Lb	0.13	0.01	0.01	0.26
Mejorador de pezuña	0.22	Lb	47.18	1.91	0.42	10.38
Saco de polipropileno de 100 lbs para concentrados	1	Unidad	7.35	0.30	0.30	7.35
Egreso por cada 100 lbs de producción					10.25	249.79
TOTAL PRODUCCIÓN ANUAL					102,480.62	2,497,930.00

Cambio utilizado HNL=1 equivalente a USD=0.041.

Cuadro 11. Descripción de costos variables anuales para la producción de alimento balanceado para ganado lechero (alta producción), con la formulación recomendada incorporando granos secos de destilería con solubles del proveedor X (DDGS).

Variables	Cantidad	Medida	Costo unitario HNL	Costo unitario USD	Total USD	Total HNL
Granos secos de destilería con solubles (DDGS)	15	Lb	0.00	0.01	0.15	0.06
Melaza	7	Lb	1.36	0.05	0.36	9.52
Carbonato de calcio	1.35	Lb	1.43	0.06	0.08	1.93
Sal blanca	1	Lb	1.65	0.07	0.07	1.65
Harina de soya	12	Lb	5.31	0.22	2.62	63.72
Maíz molido	42	Lb	0.01	0.00040	0.02	0.42
Harina de coquito	5	Lb	1.89	0.10	0.48	9.45
Semolina de arroz	5	Lb	2.50	0.10	0.51	12.50
Salvado de trigo	5	Lb	3.30	0.13	0.65	16.50
Grasa by pass	2	Lb	0.36	0.02	0.03	0.72
Procreatin 7	0.15	Lb	2.32	0.09	0.01	0.35
Bicarbonato de sodio	2	Lb	0.13	0.30	0.60	0.26
Úrea	0.5	Lb	4.69	0.19	0.10	2.35
Núcleo Novo Bovigold Crina	2	Lb	37.83	1.53	3.06	75.66
Saco de polipropileno 100 lbs para concentrados	1	Unidad	7.35	0.31	0.31	7.35
Egreso por cada 100 lbs de alimento balanceado					9.03	202.44
TOTAL ANUAL					90,302.35	2,024,350.00

Cambio utilizado HNL=1 equivalente a USD=0.041.

Descripción de costos variables

Las exportaciones de DDGS provenientes de Estados Unidos han aumentado explosivamente de 5 millones de toneladas en el año 2009 a más de 11 millones de toneladas a más de 97 países en el mundo, en el ciclo 2018/2019 (USGC 2020). Contando con precios de exportación que van desde los USD3.00 TM hasta los USD16.00 TM según el informe de septiembre 2020 de la USGC. En el mercado hondureño se manejan precios promedio por tonelada métrica de USD14.77 para los DDGS hasta septiembre de 2020. En las formulaciones de alimento balanceado utilizadas actualmente para ganado lechero el maíz es una de las materias primas que cuenta con mayor proporción, 46% en el caso de la planta de concentrados de Zamorano. En Honduras el precio promedio del maíz para ser utilizado en la industria ganadera hasta septiembre 2020 es USD278.77 TM. Al realizar una descripción de costos variables a la formulación de alimento balanceado para ganado lechero (alta producción) adicionando granos secos de destilería provenientes del proveedor X (DDGS), en la planta de concentrados de Zamorano se determinó un egreso de USD9.03 por cada 100 lbs (peso promedio de los sacos que se elaboran) de alimento balanceado producido. Mientras que por su parte la descripción de costos variables aplicado a la formulación actual de alimento balanceado para ganado lechero (alta producción) dio como resultado USD10.25 por cada 100 lbs (peso promedio de los sacos que se elaboran) de alimento balanceado que se produce. Al realizar una comparación económica entre los resultados antes mencionados se determinó un ahorro anual de USD12,178.27 si se diese la adición en un 15% a la formulación de granos secos de destilería con solubles (DDGS).

4. CONCLUSIONES

- La caracterización de los DDGS obtenida para este estudio reúne los estándares químicos requeridos para la composición de macronutrientes, sin embargo, no reúne los límites establecidos para las concentraciones de aflatoxinas y fumonisinas.
- Se determinó una fórmula de alimento balanceado para ganado lechero con la adición de granos secos de destilería (DDGS) en un 15% de su formulación.
- Al comparar la formula actual de alimento balanceado para ganado lechero con la formula recomendada adicionando granos secos de destilería con solubles (DDGS), se determinó un ahorro de USD12,178.27 anuales.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones del uso de agentes secuestrantes de toxinas en los productos finales para ganado, con el fin de hacer técnicamente viable la adición de granos secos de destilería con solubles (DDGS) en el alimento balanceado.
- Evaluar diferentes lotes de granos secos de destilería con solubles (DDGS) provenientes de distintos proveedores para determinar la presencia de toxinas.
- Llevar a cabo investigaciones utilizando granos secos de destilería con solubles (DDGS) en la incorporación de dietas balanceadas en otras especies de animales.

6. LITERATURA CITADA

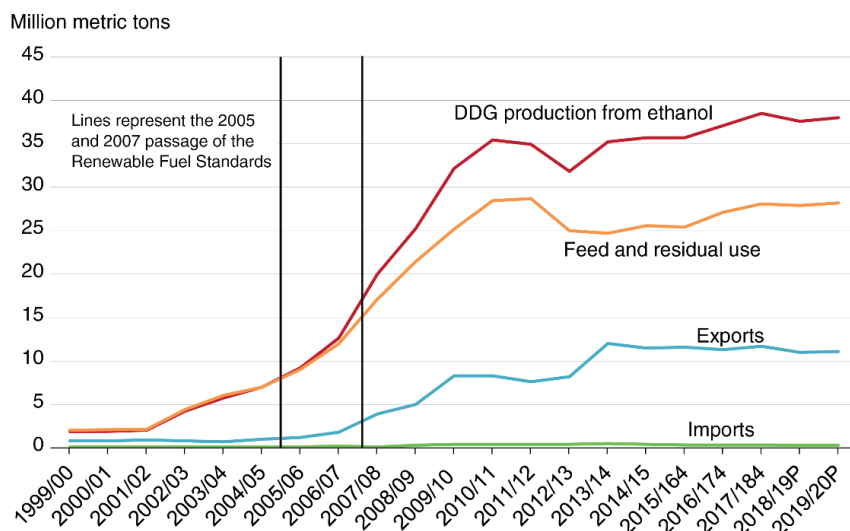
- Bower E, Munkvold G. 2014. Fumonisin in Conventional and Transgenic, Insect-Resistant Maize Intended for Fuel Ethanol Production: Implications for Fermentation Efficiency and DDGS Co-Product Quality. *Toxins*. [Consultado 10 de septiembre de 2020]. <https://www.mdpi.com/2072-6651/6/9/2804/htm>. doi:10.3390/toxins6092804.
- Castro M, Martínez M. 2016. Pig feeding with nontraditional products: fifty years of research at the Instituto de Ciencia Animal. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 49(2). [Consultado 10 de septiembre de 2020] en. <http://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/533>.
- D. Schingoethe. 2007. Strategies, Benefits, and Challenges of Feeding Ethanol Byproducts to Dairy and Beef Cattle. [sin lugar]: [sin editorial] [Consultado 10 de septiembre de 2020]. http://biodieselfeeds.cfans.umn.edu/sites/biodieselfeeds.cfans.umn.edu/files/cfans_asset_413573.pdf
- Kim BG, Petersen GI, Hinson RB, Allee GL, Stein HH. 2009. Amino acid digestibility and energy concentration in a novel source of high-protein distillers dried grains and their effects on growth performance of pigs. *J Anim Sci*. [Consultado 10 de septiembre de 2020]. doi:10.2527/jas.2009-2060.
- Kingsly ARP, Ileleji KE, Clementson CL, Garcia A, Maier DE, Stroschine RL, Radcliff S. 2010. The effect of process variables during drying on the physical and chemical characteristics of corn dried distillers grains with solubles (DDGS) – Plant scale experiments. *Bioresource Technology*. [Consultado 26 de septiembre 2020]. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852409009602>. doi:10.1016/j.biortech.2009.07.070.
- Mathews KH. 2010. Ethanol Co-Product Use in U. S. Cattle Feeding: Lessons Learned and Considerations. [sin lugar]: [sin editorial] [Consultado 30 de septiembre 2020]. https://books.google.hn/books?id=q_1b9pikbKAC
- Morine SJ, Drenowski ME, Hansen SL. 2014. Increasing dietary neutral detergent fiber concentration decreases ruminal hydrogen sulfide concentrations in steers fed high-sulfur diets based on ethanol coproducts. *J Anim Sci*. [Consultado 26 de septiembre 2020]. 92(7):3035–3041. doi:10.2527/jas.2013-7339.
- Pontes VP, Alcalde CR, Pili FMS, Altero JB, Duarte V, Teixeira UHG, Zambom MA, Santos GTd. 2020. Nutritive value of Saanen goat diets with dried distillers grains with solubles as a replacement for soybean meal. *R. Bras. Zootec*. [Consultado 26 de septiembre 2020]. <https://www.rbz.org.br/pt-br/article/nutritive-value-of-saanen-goat-diets-with-dried-distillers-grains-with-solubles-as-a-replacement-for-soybean-meal/>. doi:10.37496/rbz4920190279.
- Olson D, Capehart T. 2019. Los granos de destiladores secos (DDG) han surgido como un coproducto clave de etanol. USDA. Estados Unidos. [Consultado 30 de mayo 2020]. <https://www.ers.usda.gov/amber-waves/2019/october/dried-distillers-grains-ddgs-have-emerged-as-a-key-ethanol-coproduct/>

- Shaver, R, Ehrenfeld, R, Olivares M, Cuellar J, Inostroza F, 2010. Effect of Feeding Distillery Dried Grains to Lactating Cows on Farms in the Southern Dairy Region of Chile. *Chilean journal of agricultural research*. [Consultado 30 de septiembre 2020]. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392010000200018>
- Vázquez Y, Bernal H, Valdiviá M, Gutiérrez E, Mora L, Sánchez E, Hernández C. 2019. Efecto de la inclusión de granos secos de destilería con solubles (DDGS) en la calidad de la canal y de la carne de conejos en crecimiento. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. [Consultado 30 de septiembre 2020]. <https://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v10i3.4356>
- USGC (United States Grains Council) 2012. Manual Granos Secos de Destilería con Solubles (DDGS). Versión en español. [Consultado 10 de septiembre de 2020]. https://grains.org/wp-content/uploads/2018/01/DDGS_Handbook-Spanish2012.pdf

7. ANEXOS

Anexo 1. Proyección de uso, producción, exportaciones e importaciones de granos secos de destilería con solubles para la temporada 2019/2020 desde Estados Unidos.

Dried distillers' grains (DDGs) supply and use has risen in concert with ethanol fuel production



Note: P = projection. 2018/19 and 2019/20 data are projections. DDG = Dried distillers' grains. Source: USDA, Economic Research Service Bioenergy Statistics data.

Fuente: USDA 2019.

Anexo 2. Caracterización de nutrientes para la formulación recomendada según la incorporación de granos secos de destilería con solubles (DDGS).

DM	88.70 %	NPNCPE	11 %CP	Ca	1.31 %DM	Mo	0.0 ppm
Cost DM	0.182 \$/lb	RUP 89	35 %DM	abs Ca	70 %Ca	Mn	71.5 ppm
Test Date	9/9/20	NDICP	2.50 %CP	P	0.74 %DM	abs Mn	1.00 %Mn
NDF	18.1 %DM	ADICP	1.30 %CP	abs P	68 %P	Se	0.85 ppm
efNDF	25.0 %NDF	NFC	52.0 %DM	Mg	0.34 %DM	abs Se	45 %Se
Lignin	2.1 %DM	NFC dig	96.4 %NFC	abs Mg	30 %Mg	Zn	113 ppm
NDFdig	50.9 %NDFn	Starch	33.4 %DM	K	1.17 %DM	abs Zn	15 %Zn
ADF	9.1 %DM	RDStarch	68.5 %Starch	Na	1.13 %DM	Vit A	4 kIU/lb
RDNDF	45.3 %NDF	Sugar	4.8 %DM	Cl	0.79 %DM	Vit D	1 kIU/lb
Disc. Fac.	3.7 %	INFA	0.0 %DM	S	0.31 %DM	Vit E	30 IU/lb
NEL 89	0.84 Mcal/lb	SolFiber	13.7 %DM	DCAD	37.6 meq/100g	Lys	3.90 %dRUP
ME 89	1.40 Mcal/lb	RDSolF	89.9 %SolF	Ash	11.7 %DM	Met	1.76 %dRUP
CP	16.0 %DM	EE	6.8 %DM	Co	0.67 ppm	TEAA	41.1 %dRUP
RUPdig	85 %DM	FA	6.0 %DM	Cu	31.3 ppm	Blank1	0.00 %DM
A prot	34 %CP	SFA	25 %FA	abs Cu	5 %Cu	Blank2	0.00 %DM
B prot	62 %CP	PUFA	44 %FA	Fe	46 ppm	Blank3	0.00 %DM
C prot	4 %CP	BHFA	52 %FA	abs Fe	39 %Fe	Blank4	0.00 %DM
Kd Bprot	7.1 %/hr	FAdig	89 %FA	I	1.79 ppm	Blank5	0.00 %DM
				abs I	90 %I		

Anexo 3. Sintaxis SAS 9.4 análisis estadísticos

GRANOS SECOS DE DESTILERIA PROVEEDOR X			
Variable	Media	Desv. Std	Coefficiente de variación de medias
Proteína	27.1352	0.3732701	1.37559349
Fibra	4.97938	3.1473045	63.2067855
Energía	3450.26	106.01918	3.07278541
Aflatoxinas	26.6667	17.925773	67.2216483

PLANTA DE CONCENTRADOS DE ZAMORANO			
Variable	Media	Desv. Std	Coefficiente de variación de medias
Proteína	6.585	0.4030509	6.12074207
Fibra	2.58	0.2262742	8.77031667
Energía	3527.5	3.2526912	0.09220953
Aflatoxinas	5.5	0	0