

**Evaluación físico química de alimento
balanceado para ganado lechero utilizando
pulpa cítrica extruida como sustituto parcial
del maíz**

Aníbal Melquisedec Sánchez Serracin

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2013

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA
PORTADILLA

**Evaluación físico química de alimento
balanceado para ganado lechero utilizando
pulpa cítrica extruida como sustituto parcial
del maíz**

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

Presentado por

Aníbal Melquisedec Sánchez Serracin

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2013

Evaluación físico química de alimento balanceado para ganado lechero utilizando pulpa cítrica extruida como sustituto parcial del maíz

Presentado por:

Aníbal Melquisedec Sánchez Serracin

Aprobado:

Edward Moncada, M.A.E.
Asesor principal

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

Raul Espinal, Ph.D.
Asesor

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Evaluación físico química del alimento balanceado para ganado lechero utilizando pulpa cítrica extruida como sustituto parcial del maíz

Aníbal Melquisidec Sánchez Serracin

Resumen. La búsqueda de nuevas materias primas para la sustitución de maíz en la industria de concentrados para animales ha incrementado en los últimos años por la poca disponibilidad y alto precio de las materias típicamente utilizadas. El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la sustitución parcial del maíz por pulpa cítrica en tres niveles (20, 30 y 40%) en el alimento balanceado para ganado lechero elaborado en Zamorano. El alimento se analizó químicamente mediante un análisis proximal y pruebas de actividad de agua (A_w), realizado una vez por semana durante tres semanas, con un diseño de bloques completos al azar (BCA) y una separación de medias mediante la prueba de diferencia mínima significativa (LSD) y con una probabilidad de $P \leq 0.05$. Los parámetros evaluados fueron: proteína, grasa, humedad, cenizas, fibra, carbohidratos digeribles y adicionalmente actividad de agua. Al mismo tiempo se evaluó la palatabilidad de las tres formulaciones, se utilizaron 13 vacas Jersey y 12 vacas Holstein de Zamorano, se realizó un análisis de costos variables de los concentrados. Los resultados obtenidos en este estudio indicaron que los tratamientos de 30 y 40% pulpa cítrica resultaron ser estadísticamente superiores en fibra e inferiores en actividad de agua, el tratamiento con 30% de pulpa cítrica fue diferente a los demás siendo superior en cenizas y el tratamiento con 40% de sustitución resultó ser 0.97 dólares más barato que la formulación con 0% de pulpa tomando en cuenta los costos variables.

Palabras clave: Análisis Proximal de Piensos, Componente nutricional, Coproductos.

Abstract: The search for new raw materials for corn replacement in the animal feeding industry has increased in recent years due to the limited availability and the high price of materials typically used. The objective of this study was to determine the effect of partial replacement of corn by citrus pulp at three levels (20, 30 and 40 %) in the feed balance for dairy cattle at Zamorano. The food was chemically analyzed by proximal analysis and testing of water activity (A_w) once a week for three weeks, with a Randomized complete block design (RCB), and mean separation using the Least Significant Difference (LSD) with a probability of $P \leq 0.05$. The parameters evaluated were: protein, fat, moisture, ash, fiber, digestible carbohydrates and additionally water activity. At the same time the palatability of the three formulations was assessed. 13 Jersey cows and 12 Holstein cows from Zamorano were used in the study. An analysis of variable costs was done to the balanced feeds. Results obtained in this study included 30 and 40 % treatments of citrus pulp showed to be statistically higher in fiber and lower in water activity, the treatment with 30% of citrus pulp was different from the others being higher in ash, and the treatment with 40 % substitution turned out to be \$ 0.97 cheaper than the formulation with 0 % pulp considering only variable costs.

Keywords: Proximal Analysis of Feed, Nutritional component, Byproducts.

CONTENIDO

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

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Análisis proximal de la pulpa cítrica extruida y del maíz.	6
2. Formulación utilizada en Zamorano para la producción de concentrado para ganado lechero y formulaciones con sustitución de maíz por pulpa cítrica. ...	7
3. Contenido de grasa cruda y proteína cruda para las tres formulaciones con sustitución de maíz por pulpa cítrica y la formulación Control.	8
4. Contenido de fibra cruda y actividad de agua para las tres formulaciones con sustitución de maíz por pulpa cítrica y la formulación control.	9
5. Contenido de humedad y cenizas para las tres formulaciones con sustitución de maíz por pulpa cítrica y la formulación control.	10
6. Contenido de carbohidratos digeribles y residuos de alimentación para las tres formulaciones con sustitución de maíz por pulpa cítrica y la formulación control.	11
7. Costos Variables y ahorro de la sustitución de maíz por pulpa cítrica de las cuatro formulaciones para ganado lechero de Zamorano.	12
8.	
Figuras	Página
Flujo de proceso para la manufactura de concentrado para vaca lechera.	3
Anexos	Página
Informe de Resultados de Aflatoxinas.	17

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería de leche intensiva en el trópico, depende en alto grado del suministro de alimentos balanceados (concentrados), los cuales dentro de su fórmula incluyen materias primas importadas para su elaboración, lo que hace a este sistema dependiente, poco sostenible y de alto costo. Por otra parte, el incremento en el uso de alimento balanceado, así como el empleo de otros insumos alimenticios de menor calidad nutricional (subproductos agroindustriales y otros), coinciden con la disminución de la oferta forrajera durante al menos cuatro a seis meses del año (Rojas *et al.* 2001).

Desde hace varias décadas los residuos agroindustriales han sido un foco de atención para varios investigadores a nivel mundial, debido a que parte de sus constituyentes pueden ser materia prima para generar diversos productos de interés, esta situación sigue prevaleciendo en la actualidad y se prevé que continuará en el futuro (Saval 2012).

Cada año en el mundo se producen más de 100 millones de toneladas de cítricos y un aproximado de 26% de esta producción se destina para la elaboración de productos que solo necesitan el jugo de los cítricos. La naranja es el principal fruto procesado seguido por las toronjas, limones y mandarinas. El mercado de los cítricos ha tenido un desarrollo sustancial en la última década, llegando a duplicar su producción (FAO 2012). Las plantas destinadas a la elaboración de estos productos sólo aprovechan la mitad de la materia prima. El resto, corteza, semillas y pulpa, se convierten en residuos (Ison21 2011).

Por esta razón, este sector industrial constituye un gran aporte a los desechos agrícolas en todo el mundo; por la composición de la cascara es necesario someter la misma a un proceso de deshidratación para su posterior uso ya que esta puede fermentarse y ser un medio de contaminación ambiental.

En los últimos años se ha evaluado diferentes dietas mediante la sustitución parcial de maíz por pulpa cítrica en porcentajes bajos y según rendimientos han ido incrementando según las necesidades de los ganaderos y se ha evaluado la inclusión de 15,30 y 45% de la pulpa en alimento balanceado (Rojas *et al.* 2001).

De acuerdo a lo anterior se definieron los siguientes objetivos:

- Determinar el porcentaje óptimo de pulpa cítrica extruida para la producción de concentrado para ganado lechero.
- Evaluar las diferencias en términos de proteína, fibra, humedad, actividad de agua, carbohidratos digeribles y cenizas entre concentrado con adición de pulpa cítrica y la formulación sin adición de pulpa cítrica.
- Establecer los costos variables que tiene la producción de concentrado con la adición de pulpa cítrica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicada a 30 km. al sureste de Tegucigalpa, en el departamento de Francisco Morazán, Honduras, en las siguientes áreas:

- Planta de Concentrados de Zamorano (elaboración de las dietas).
- Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ), (análisis físicos y químicos).
- Empresa Universitaria de ganado lechero (evaluación de la palatabilidad del concentrado).

En el proceso de manufactura del concentrado se pesaron las materias primas convencionales según la formulación para ganado lechero además se reformularon tres nuevas dietas con pulpa cítrica extruida según el flujo de proceso de la figura 1. se utilizo la pulpa cítrica como sustituto parcial de maíz, los porcentajes utilizados para este estudio fueron 20, 30 y 40% del total de maíz para la producción de la nueva formulación.

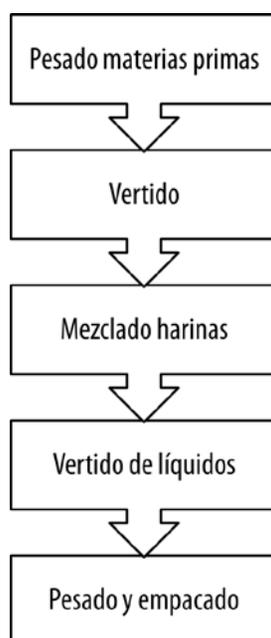


Figura 1. Flujo de proceso para la manufactura de concentrado para vaca lechera.

Fuente: (Kaegi *et al.* 2010).

Materia Prima. La pulpa de cítricos utilizada para la elaboración del concentrado fue donada por la empresa Salvadoreña NEXUS® localizada en San Salvador, El Salvador.

En el laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ). Se redujo el tamaño de la partícula de concentrado en el molino hasta llegar a un rango entre 0.7 y 1.0 milímetros para realizar los análisis de:

Proteína Cruda (AOAC 2001.11). Se pesaron tres gramos de las muestras, se colocaron en papel cera y se introdujeron en los tubos de digestión, se añadieron 2 tabletas Kjeltec en cada tubo, se colocaron los tubos en el digestor, se encendió el digestor y se esperó 60 minutos a que terminara el proceso, se dejaron enfriar los tubos por 20 minutos se sacaron y se colocaron uno por uno en el destilador para recolectar el producto en matraces Erlenmeyer de 300 mL., se programó el destilador con el programa número uno que señala que la muestra sería tratada automáticamente con 80 mL de agua, 50 mL de Hidróxido de Sodio al 40% y 30 mL de Ácido Bórico. Pasados los cuatro minutos se procedió a la titulación con ácido clorhídrico para la posterior toma del consumo del ácido y estimar la cantidad de proteína de la muestra (William *et al.* 2011).

Análisis de Grasa Cruda (AOAC 2003.06). Se agregaron tres gramos de cada una de las muestras a los dedales del equipo Soxtec, se agregaron dos gramos de Celite, se colocó algodón desgrasado en los dedales y se trasladaron hasta el horno de aire forzado de 105 °C por dos horas, se trasladaron las tasas del equipo Soxtec al horno cada una de ellas con cuatro perlas de vidrio durante 30 minutos para quitar posible humedad, se ubicaron las tasas y los dedales en el equipo y se encendió en el programa número dos que cuenta con los siguientes parámetros extracción: etapa uno 40 minutos en destilación, etapa dos: 20 minutos con reflujo de solvente ≥ 5 gotas por segundo.

Luego se retiraron las tasas se colocaron en el horno de aire forzado por 30 minutos para retirar restos de solvente y se procedió al pesado obtener la cantidad de grasa en las muestras (William *et al.* 2011).

Fibra Cruda (AOAC Ba 6a-05). Se pesó un gramo de cada muestra, se colocaron en bolsas de celulosa del equipo ANKOM para introducir las en el equipo, para la digestión de la fibra que consta de 40 minutos de digestión con una solución de ácido sulfúrico, se hizo un enjuague con agua destilada durante cinco minutos por duplicado y luego 40 minutos de digestión con una solución de Hidróxido de Sodio y enjuagado, luego se introdujeron las bolsas en acetona por cinco minutos, se retiraron se esperó 10 minutos para el secado, se colocaron en el horno de aire forzado y posteriormente se pesaron y se llevó a la mufla por dos horas para volver a pesarlas y obtener el contenido estimado de fibra cruda (William *et al.* 2011).

Actividad de Agua (AOAC 978.18). Se realizaron tres lecturas de cada uno de los tratamientos utilizando el equipo Aqualab (Modelo: series 3TE) (William *et al.* 2011).

Humedad (AOAC 952.08). Se colocaron tres gramos de cada uno de las muestras en crisoles previamente pesados y secados, se introdujeron al horno de aire forzado por un

periodo de 24 horas para luego sacar el peso de la humedad por diferencia y después calcular el porcentaje de agua que contenía la muestra (William *et al.* 2011).

Cenizas (AOAC 923.03). Se colocaron tres gramos de cada uno de las muestras en crisoles previamente pesados y secados, se introdujeron a la mufla por un periodo de seis horas para luego sacar el peso de cenizas por diferencia y después calcular el porcentaje de cenizas que contenía la muestra (William *et al.* 2011).

Carbohidratos Digeribles (21CFR101.9²). Los carbohidratos digeribles se calcularon indirectamente solo restando del total de la muestra los demás componentes (cenizas, humedad, grasas, proteína y fibra) (William *et al.* 2011).

Diseño experimental. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con cuatro tratamientos, sin pulpa (testigo), 20%, 30% y 40% de pulpa respectivamente como sustituto parcial de maíz para ganado lechero. Se manufacturaron 136.36 kilogramos de concentrado de cada uno de los cuatro tratamientos evaluados suficientes para obtener 12 unidades experimentales.

Análisis estadísticos. Los resultados obtenidos fueron evaluados con el programa “Statistical Analysis System” (SAS Versión 9.1[®]) se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) utilizando la separación de medias diferencia mínima significativa (LSD) y con una probabilidad ≤ 0.05 .

Análisis de costos Variables. Se realizó un análisis simple de costos variable para evaluar la factibilidad de usar pulpa cítrica extruida en la elaboración de concentrado para ganado lechero.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido químico del coproducto a utilizar en la nueva formulación para ganado lechero, que tiene características peculiares ya que fue extruido por la compañía NEXUS® para la posterior comercialización como pulpa cítrica extruida (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis proximal de la pulpa cítrica extruida y del maíz.

Prueba	Pulpa (%)	Maíz (%)
Humedad	13.63	12.0
Proteína	5.25	8.9
Grasa cruda	1.67	3.5
Fibra cruda	11.20	2.9
Cenizas	5.41	1.5
Carbohidratos digeribles	62.84	71.2

Fuente: NEXUS, 2010, adaptado por el autor.

La humedad de la pulpa fue 1.63% más alta que la humedad del maíz utilizado en las formulaciones de Zamorano, de igual forma la pulpa tuvo porcentajes inferiores en proteína, grasa cruda, y carbohidratos factores que pudieron afectar el contenido de los mismos en las nuevas formulaciones.

Para poder hacerla pulpa cítrica extruida con la materia que no se usa en la elaboración de concentrados cítricos, es necesario someter la pulpa a un proceso de deshidratación. Es frecuente añadir óxido o hidróxido de calcio a fin de modificar el pH y facilitar el proceso. Posteriormente se realiza un prensado para la separación de las melazas que pueden añadirse al producto final. La melaza mejora el proceso de granulación, pero da un aspecto más oscuro al producto. La pulpa prensada se deshidrata a unos 100 °C. El producto resultante es voluminoso (160 - 360 kg/m³), por lo que suele granularse para incrementar su densidad hasta los 600 kg/m³ (FEDNA 2012a).

La composición química varía en función del tipo de agrio procesado (principalmente naranja, pero también limón y pomelo, y a veces uva, en proporciones variables). La presencia de subproducto de uva, lima y limón requiere una mayor adición de hidróxido cálcico para neutralizar el producto, incrementa la proporción de pectinas y reduce la de proteína y la concentración energética. La adición de melazas eleva significativamente el contenido en azúcares. La separación de las semillas reduce los contenidos en extracto etéreo y lignina (FEDNA 2012a).

Desde un punto de vista nutritivo la pulpa cítrica es un ingrediente comparable a la pulpa de remolacha, dada su elevada concentración en carbohidratos, su proporción apreciable de componentes de la pared celular y su bajo grado de lignificación. No obstante, existen algunas diferencias importantes. Así, la pulpa de cítricos contiene menos hemicelulosas (6% vs 20%) y fibra neutro detergente (25% vs 43%), pero más pectinas (25% vs 21%) y azúcares (23% vs 6%) que la pulpa de remolacha. Su contenido en extracto etéreo ligeramente superior. Como consecuencia, su valor energético es 5% más alto en la pulpa cítrica comparado con la pulpa de remolacha (FEDNA 2012a).

La formulación para ganado lechero está constituida mayormente por maíz y soya situación que se quiere cambiar por la gran dependencia que causa el tener que importar la materia prima de países lejanos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Formulación utilizada en Zamorano para la producción de concentrado para ganado lechero y formulaciones con sustitución de maíz por pulpa cítrica.

Materia Prima	Control	Pulpa 20	Pulpa 30	Pulpa 40
	Cantidad en kilogramos			
Maíz	37.50	30.00	26.27	22.50
Harina de Soya	35.45	35.45	35.45	35.45
Semolina Arroz Pura	20.45	20.45	20.45	20.45
Harina de Coquito	20.45	20.45	20.45	20.45
Melaza	13.64	13.64	13.64	13.64
Lactomil (Grasa Sobrepasante)	1.36	1.36	1.36	1.36
Sal Común	1.36	1.36	1.36	1.36
Carbonato de Calcio	2.05	2.05	2.05	2.05
Bicarbonato de Sodio	1.36	1.36	1.36	1.36
Núcleo Lechero Mineral	2.05	2.05	2.05	2.05
Urea	0.68	0.68	0.68	0.68
Pulpa	0.00	7.50	11.27	15.00
TOTAL*	136.36	136.36	136.36	136.36

Fuente: Planta de Concentrados (2013), adaptado por el autor.

La formulación está hecha para la producción de 136.36 kilos de concentrado.

El maíz es el grano de cereal de mayor valor energético, debido a su alto contenido en almidón y grasa y su bajo nivel de fibra; el maíz es deficitario en proteína, que además no está bien equilibrada, especialmente en lisina y triptófano. La fracción nitrogenada del grano tiene una baja proporción de proteínas metabólicas solubles (albúminas y globulinas, 6%) y alta de proteínas de reserva (40% de glutelina y 54% de prolamina zeína). Esta última es muy insoluble y responsable de la relativamente baja degradabilidad de la proteína en rumiantes (45%) (FEDNA 2012b).

El haba de soja es una excelente fuente de energía y proteína, en particular lisina, conteniendo además cantidades importantes de otros nutrientes esenciales, tales como ácido linoleico y colina, cuya disponibilidad es además alta. A menudo, el haba procesada se descascarilla parcialmente para elevar su valor nutritivo en piensos de lechones y pollitos de primera edad. La harina de soja de alta proteína (47-48% PB) se obtiene tras un proceso de extracción de la grasa del haba con disolvente. Las harinas de soja estándar (44% PB) resultan de la inclusión parcial de cascarilla en las harinas de alta proteína (FEDNA 2011).

Al sustituir el maíz en un 40% siendo este el porcentaje más alto de los tratamientos evaluados en el experimento no se observó diferencia en cuanto a grasa y proteína cruda, factor apremiante para la sustitución de maíz por pulpa cítrica considerando que aunque la pulpa cítrica en el análisis proximal presentó valores bajos en ambas características la sustitución no tuvo efecto estadístico en cuanto a la separación de medias (Cuadro 3).

Cuadro 3. Contenido de grasa cruda y proteína cruda para las tres formulaciones con sustitución de maíz por pulpa cítrica y la formulación Control.

Formulación	Grasa (%) Media ± £DE	Proteína (%) Media ± £DE
Control	5.94 ± 0.58	25.94 ± 1.68
Pulpa 20	5.30 ± 0.52	24.62 ± 1.77
Pulpa 30	5.45 ± 0.54	24.99 ± 0.79
Pulpa 40	5.51 ± 0.51	24.84 ± 3.29
αCV (%)	9.98	7.01

No hubo diferencia estadística entre las formulaciones (Pr ≥ 0.05).

αCV coeficiente de variación del experimento (<10%).

£DE=desviación Estándar.

La pulpa de cítricos es deficitaria en proteína, además, su digestibilidad aparente es baja en todas las especies y disminuye más con temperaturas altas de deshidratación. Las proporciones de proteína soluble e insoluble son superiores a las de la pulpa de remolacha (FEDNA 2012).

Las proteínas proveen los aminoácidos requeridos para el mantenimiento de funciones vitales como reproducción, crecimiento y lactancia. Los animales no rumiantes necesitan aminoácidos pre-formados en su dieta, pero los rumiantes pueden utilizar otras fuentes de nitrógeno porque tienen la habilidad especial de sintetizar aminoácidos y de formar proteína desde nitrógeno no proteico (Babcok s.f.)

Por tal razón es de mucha importancia que el contenido proteico no fue diferente y de esa forma se pudo asegurar que en cuanto a funciones vitales el concentrado cumple con los requerimientos mínimos basales del animal. Cabe destacar que puede haber otros compuestos que también pueden tener repercusión en las funciones vitales.

La sustitución de maíz por pulpa cítrica en 30 y 40% tuvo efectos favorables en cuanto a fibra cruda ya que la misma presenta un aumento aspecto muy favorable para el estudio ya

que es de conocimiento que los rumiantes en este caso el ganado lechero puede digerir fibra y ayudar en el proceso de rumia. Por otro lado la actividad de agua se vio claramente afectada por la pulpa cítrica teniendo una reducción y situando las sustituciones de 30 y 40% en los dos lugares más bajos en actividad de agua (Cuadro 4).

Cuadro 4. Contenido de fibra cruda y actividad de agua para las tres formulaciones con sustitución de maíz por pulpa cítrica y la formulación control.

Formulación	Fibra Cruda (%)	Aw
	Media ± £DE	Media ± £DE
Control	7.01 ^b ± 0.46	0.65 ^a ± 0.01
Pulpa 20	6.77 ^b ± 0.57	0.65 ^a ± 0.01
Pulpa 30	7.80 ^a ± 0.74	0.64 ^b ± 0.01
Pulpa 40	7.72 ^a ± 0.63	0.64 ^{ab} ± 0.01
αCV (%)	6.98	1.18

^{ab}: Los valores en columna con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05)

αCV coeficiente de variación del experimento (<10%).

£DE=desviación Estándar.

Muchos autores sostienen sobre el bajo aporte de energía de la fibra de los alimentos balanceados, la fibra se utiliza en la alimentación animal para aumentar el consumo de materia seca. Al analizar los resultados obtenidos para la fibra cruda (FC), se observó diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes tratamientos (P<0.05) el tratamiento con la media más alta fue el tratamiento con 30 y 40% de pulpa cítrica y con 7.80 y 7.72% fibra cruda respectivamente (Pinter 1995).

A diferencia del contenido de humedad, la actividad del agua (Aw) es un indicador mucho más confiable del control de la seguridad y calidad (Guerra 2012). La gran mayoría de los microorganismos requiere unos valores de actividad de agua muy altos para poder crecer. De hecho, los valores mínimos de actividad de agua para diferentes tipos de microorganismos son, a título orientativo, los siguientes: bacterias Aw >0.90, levaduras Aw >0.85, hongos filamentosos Aw >0.80. Como puede verse, los hongos filamentosos son capaces de crecer en sustratos con una actividad de agua mucho menor (mucho más secos) de la que permite el crecimiento de bacterias o de levaduras. Por esta razón se puede producir deterioro de alimentos de baja actividad de agua (por ejemplo, el queso o almíbares) por mohos (hongos filamentosos) y no por bacterias (UPNA s.f.)

Cuando un microorganismo se encuentra en un sustrato con una actividad de agua menor que la que necesita, su crecimiento se detiene. Esta detención del crecimiento no suele llevar asociada la muerte del microorganismo, sino que éste se mantiene en condiciones de resistencia durante un tiempo más o menos largo. En el caso de las esporas, la fase de resistencia puede ser considerada prácticamente ilimitada (Guerra 2012).

Desde el punto de vista de la nutrición de los rumiantes, la fibra puede definirse como el conjunto de componentes de los vegetales que tienen baja digestibilidad y promueven la

rumia y el equilibrio ruminal. La fibra y particularmente los forrajes constituyen el componente fundamental de las raciones en la mayor parte de los sistemas productivos de rumiantes (Hernandez 2010). Factor que favoreció los tratamientos con pulpa cítrica ya que presentaron tener alto contenido de fibra cruda.

La humedad de las tres sustituciones en comparación con la formulación control, sin embargo se en cenizas las formulaciones con 30 y 40% tuvieron efectos directos en el porcentaje de cenizas en los 3 tratamientos siendo los valores más altos los que contenían mayor cantidad de cenizas (Cuadro 5).

Cuadro 5. Contenido de humedad y cenizas para las tres formulaciones con sustitución de maíz por pulpa cítrica y la formulación control.

Formulación	Humedad (%) Media ± £DE	Cenizas (%) Media ± £DE
Control	11.12 ^a ± 0.70	7.74 ^b ± 0.75
Pulpa 20	11.22 ^a ± 0.49	7.97 ^{ab} ± 0.07
Pulpa 30	11.09 ^a ± 0.59	8.45 ^a ± 0.27
Pulpa 40	11.43 ^a ± 1.11	8.22 ^{ab} ± 0.43
αCV (%)	2.72	5.31

^{ab} Los valores en columna con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P≤0.05)

αCV coeficiente de variación del experimento (<10%).

£DE=desviación Estándar.

Un parámetro importante de la calidad del alimento balanceado es el contenido de humedad, lo cual difiere en el consumo de materia seca (MS). La materia seca del alimento balanceado final está definido por el contenido de agua que ésta pueda tener desde las materias primas, un alimento mientras este en un rango de 9-11% humedad los rendimientos por kilogramo de alimento será mucho mayor (Durán *et al.* 2011).

Otro parámetro importante en la calidad del alimento balanceado es el contenido de cenizas, debido a que proporciona los minerales totales necesarios para el funcionamiento y desarrollo del animal. Además, en un alimento balanceado el contenido de minerales totales que pueda estar presente es el aporte de las diferentes materias primas que participan en la formulación de los alimentos balanceados para las vacas lecheras. Los minerales son uno de los elementos que están totalmente ligados con la fortificación de los huesos, la regulación y transporte de los diferentes nutrientes en la sangre (Durán *et al.* 2011).

El contenido en cenizas varía en función de las cantidades de hidróxido cálcico utilizadas para la neutralización del producto. Su proporción de minerales es muy desequilibrada, presentando niveles altos de calcio y bajos de fósforo, sodio, cloro y magnesio. La concentración de hierro es más baja (basado en 100 mg/kg) en la pulpa de originaria de los Estados Unidos de Norteamérica (FEDNA 2012), lo que pudo haber incurrido en una variación no esperada de la cantidad de cenizas, porque el porcentaje de cenizas no siguió un patrón, el cual pudiese haber tenido una relación directamente o inversamente proporcional con el contenido de pulpa cítrica.

Los carbohidratos son básicamente combinaciones de tres elementos (C, H y O) están presentes naturalmente como oligómeros o polímeros las principales fuentes son (caña, granos de cereales, vegetales gramíneas) en la industria de alimentos balanceados nos interesa en forma de almidones (polisacáridos) constituidas principalmente (amilosa 25% y amilopectina 75%) unidas por enlaces glucosídicos á 1-4 y á1-6, respectivamente, que aportan 4kcal/g (Rodríguez 2003). Aspecto importante en el ganado lechero en el trópico ya que cualquier fuente energética que aprovechable es bienvenida por el ganado dada las condiciones climáticas. Se observa la distribución de residuos en la alimentación del ganado lechero dando como resultado que no hubo diferencia significativa entre los cuatro tratamientos. Los cuatro tratamientos suministrados al ganado lechero no tuvieron diferencia alguna estadísticamente, factor importante porque el ganado no mostró rechazo por la nueva formulación siendo un punto a favor de la sustitución parcial. Se observó al suministrar el concentrado que el ganado no dejó residuos de ninguno de los cuatro concentrados (Cuadro 6).

Cuadro 6. Contenido de carbohidratos digeribles y residuos de alimentación para las tres formulaciones con sustitución de maíz por pulpa cítrica y la formulación control.

Formulación	Residuos (%)	CHO'S Digeribles (%)
	Media ± £DE	Media ± £DE
Control	4.46 ± 0.04	42.26 ± 1.24
Pulpa 20	6.09 ± 1.78	44.11 ± 3.71
Pulpa 30	4.59 ± 0.44	42.22 ± 0.75
Pulpa 40	5.18 ± 0.67	42.27 ± 1.54
αCV (%)	19.85	4.87

No hubo diferencia estadística entre las formulaciones (Pr ≥0.05).

αCV coeficiente de variación del experimento para residuos (<20%).

αCV coeficiente de variación del experimento para ELN (<10%).

£DE=desviación Estándar.

CHO'S: Carbohidratos

El ahorro que se obtuvo al realizar las formulaciones con cada uno de los tratamientos. La sustitución parcial de maíz por pulpa cítrica fue una solución factible ya que se pudo observar que se logró un ahorro de casi un dólar por quintal, lo que es significativo en la industria de concentrados porque en esta industria se trabaja más enfocado a la venta por volumen. Se observó que el ahorro mensual que podría tener Zamorano supera los mil dólares mensuales con la adopción del nuevo concentrado con 40% de sustitución de maíz por pulpa cítrica.

La sustitución parcial de maíz por pulpa no devolvió diferencias significativas en características como grasa y proteína, aspectos cruciales a la hora de decidir si realizar los cambios o no (Cuadro 7).

Cuadro 7. Costos Variables y ahorro de la sustitución de maíz por pulpa cítrica de las cuatro formulaciones para ganado lechero de Zamorano.

Formulación	Costo (\$/45 kg.)	Ahorro (\$ /45 kg.)	Costo Mensual (\$)	Ahorro Mensual (\$)
Control	20.98	0.00	21819.2	000.0
Pulpa 20	20.49	0.48	21309.6	499.2
Pulpa 30	20.25	0.73	21060.0	759.2
Pulpa 40	20.01	0.97	20810.4	1008.8

4. CONCLUSIONES

- La formulación con mejores características fue 40% de pulpa porque no tiene diferencias estadísticas en características como proteína ni grasa en comparación con la formulación testigo y características superiores en términos de fibra e inferiores en actividad de agua.
- No hubo diferencias en términos de proteína, grasa, humedad ni palatabilidad. Sin embargo fibra cruda, actividad de agua y ceniza sí se encontraron diferencias.
- Los costos variables al producir alimento balanceado con 40% de sustitución de pulpa cítrica se estimaron en \$ 0.97 lo que representaría un ahorro sustancial en la producción de balanceados

5. RECOMENDACIONES

- Conducir una prueba de rendimiento de leche con el ganado lechero al cual se le esté suministrando las dietas con pulpa cítrica.
- Analizar los costos variables de la importación de pulpa cítrica.
- Analizar la vida de anaquel de las formulaciones.
- Realizar análisis de Energía Metabolizable en el concentrado y Granulometría.

6. LITERATURA CITADA

Bioquímica de los alimentos. Toxinas fúngicas. (en línea). Consultado 2 de octubre de 2013. Disponible en <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/toxico/micotoxinas.html>

Duran, F. y Raoul, J. 2011. Análisis comparativo nutricional y económico de tres alimentos balanceados para vacas lecheras de alta producción. Tesis Ing. Agr., Tegucigalpa, Honduras, Zamorano. 30 p.

Food and Agriculture Organization. (FAO)2012. Frutos Cítricos. FAO. Estados Unidos. 46 p.

Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). Pulpa de cítricos. (en línea). Consultado 2 de octubre de 2013a. Disponible en [http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/pulpa-de c%C3%ADtricos](http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/pulpa-de-c%C3%ADtricos)

Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). Maíz USA. (en línea). Consultado 2 de octubre de 2013b. Disponible en http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/ma%C3%ADz-usa

Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). Haba de soja tostada o tratada en seco. (en línea). Consultado 2 de octubre de 2013. Disponible en <http://www.unavarra.es/genmic/micind-2-7.html>

Guerra, W.F. 2012. Evaluación de las características físico-químicas del concentrado de vaca lechera a base de afrecho de malta de cebada. Tesis Ing. Agr., Tegucigalpa, Honduras, Zamorano. 30 p.

Hernández, S. 2010. Importancia de la fibra en la alimentación de los bovinos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morella, Michoacán, México. 51 p.

Instituto Babcock s.f. para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Haba de soja tostada o tratada en seco. (en línea). Consultado 1 de octubre de 2013. Disponible en <http://babcock.wisc.edu/es/node/121>

Ison21 2011. Bioetanol a través de cítricos. (en línea). Consultado 5 de mayo de 2013. Disponible en <http://www.ison21.es/2011/01/11/citrofuel-bioetanol-a-traves-de-citricos/>

Kaegi, A., Ehrler, J. 2010. Implementación de un sistema de calidad basado en el control estadístico para la dieta vaca producción en la planta de Concentrados de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Administración de Agronegocios, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 61p.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Estados Unidos (FAO) 2012. Frutos Cítricos, Frescos y elaborados. (en línea). Consultado 15 de julio de 2013. Disponible en http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/comm_markets_monitoring/Citrus/Documents/citrus_bulletin_2012.pdf

Pinter, L., 1995. Comparison of normal and opaque-2 meize genotypes used for corn cob mix in pig feeding. *Agron. J.*, 87:547-804.

Rodríguez, F.P., 2003. Bases de la producción animal. Primera edición S/E. Universidad de Sevilla. Sevilla – España. 425- 450p.

Rojas, B., A. Gamboa., L. Villareal., M. Víquez., E. Castro., R. Poore. 2001. La sustitución de maíz por pulpa de cítricos deshidratada sobre la producción y composición láctea de vacas encastadas Holstein en el trópico húmedo de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 25: 45-52.

Saval, S. 2012. Aprovechamiento de residuos agroindustriales: Pasado, presente y futuro. *Revista de la sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería A.C.* 16(2):14-37

Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal (1997, Maracaibo, Venezuela). 1997. Experiencias en la elaboración de ensilaje maíz-soya en dos Sistemas de producción bovina en Venezuela. Ed. C. Tobía., C. Sequera., E. Villalobos., R. Cioffi., O. Escobar. Maracaibo, Venezuela. 10 p.

Universidad pública de Navarra (UPNA). Factores ambientales que afectan al crecimiento: actividad de agua. (en línea). Consultado 2 de octubre de 2013. Disponible en http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/haba-de-soja-tostada-otratada-en-seco-actualizado-nov-2011

William H., George W. 2011. Official methods of analysis of AOAC international. Editorial Gaithersburg. 2590 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Informe de Resultados de Aflatoxinas.

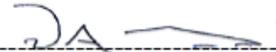
	INFORME DE RESULTADOS No. 1582-13	Código: RT-02 Versión: primera
Edificio Santa Bárbara 3er Piso, 3 Ave 7-8 calle Frente a La Policlínica, Tegucigalpa, Honduras PBX (504) 238-0872, honduras@agrobiotek.com www.agrobiotek.com		Página 1 de 1

TIPO DE MUESTRA	CONCENTRADO DE PULPA TESIS 4to AÑO	CODIGO	AL-1460	CANTIDAD	----
SOLICITANTE	Ing. Gibson Ferrera				
EMPRESA	Escuela Agrícola Panamericana				
DIRECCION	Valle del Yeguaré, Francisco Morazan, Honduras, C.A.				
FECHA DE MUESTREO	Empresa procedente responsable de esta actividad				
RESPONSABLE DEL MUESTREO	Empresa procedente responsable de esta actividad				
FECHA DE INGRESO	14 de Agosto, 2013 10 h 15 min	FECHA DE ANALISIS	17 de Agosto, 2013		
FECHA DE ENTREGA	23 de Agosto, 2013				

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA/ANALISIS REALIZADOS	RESULTADOS	VALORES PERMITIDOS	METODOS DE ANALISIS
Análisis de Aflatoxina	2.18 ppb	< 20 ppb	AOAC RI No. 050901
-----ULTIMA LINEA-----			

Descripción de la Muestra: alimento de apariencia característica.

OBSERVACIONES	ppb: partes por billón ppm: partes por millón. Muestra transportada a temperatura ambiente, en bolsa plástica.
Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a las muestras identificadas en el mismo	



DAVID GARCÍA
TECNICO ANALISTA



AGROBIOTEK
Laboratorios
S. de R. L.



ING. CAROL CRUZ
GESTOR DE CALIDAD