

**EVALUACIÓN PRODUCTIVA Y COMPOSICIONAL DE LA LECHE EN VACAS DOBLE
PROPÓSITO DE LA ZONA DEL VALLE DE RISARALDA, VITERBO, ALIMENTADAS CON DOS
SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS A BASE DE CAÑA DE AZÚCAR (SACCHARUM
OFFICINARUM) PROCESADA**

OCTAVIO JARAMILLO

Presentado Como Requisito Parcial
Para Optar al Grado de
Especialista en Nutrición Animal Sostenible

Director
WILMER ALFONSO CUERVO VIVAS
Zootecnista. ESp., MSc.
Líder Especialización Nutrición Animal Sostenible

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE**

Noviembre de 2017

**EVALUACIÓN PRODUCTIVA Y COMPOSICIONAL DE LA LECHE EN VACAS DOBLE
PROPÓSITO DE LA ZONA DEL VALLE DE RISARALDA, VITERBO, ALIMENTADAS CON DOS
SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS A BASE DE CAÑA DE AZÚCAR (SACCHARUM
OFFICINARUM) PROCESADA**

OCTAVIO JARAMILLO

TRABAJO DE GRADO

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
ESPECIALIZACIÓN EN NUTRICIÓN ANIMAL SOSTENIBLE
VITERBO - RISARALDA, noviembre de 2017**

TABLA DE ACEPTACIÓN

FIRMA DE JURADOS

RISARALDA

Noviembre de 2017

DEDICATORIA

A mi hija Mariana por su colaboración y apoyo en
esta investigación.

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Wilmer Alfonso Cuervo Vivas por su apoyo, colaboración
y guía para lograr el éxito de esta investigación.

RESUMEN

La ganadería representa uno de los principales renglones de la producción en Colombia, donde 8 de cada 10 ganaderos son pequeños productores que cuentan con ganado mestizo de doble propósito en zonas de trópico bajo y climas cálidos que producen menos de 7 Lt de leche al día (FEDEGAN 2012). Esto se debe en gran parte al bajo nivel de proteína y alto de fibra en los forrajes de estas zonas y con la falta de suplementación estratégica, lo cual se asocia con su alto costo (especialmente de alimento concentrado comercial). Por ello el presente estudio buscó evaluar el efecto de la inclusión de dos suplementos basados en caña (Sacharina y Solicana) sobre la cantidad y calidad de leche producida por vacas mestizas alojadas en la zona del Valle de Risaralda en el municipio de Viterbo.

Para ello se seleccionaron 12 vacas mestizas (2° y 3° tercio de lactancia), de 340 Kg +/- 25 Kg de peso corporal, en pastoreo de estrella (*Cynodon nlemfuensis*) asignadas de manera aleatoria a 1 de 3 grupos de 4 animales cada uno. Se ofrecieron 2Kg/d de cada suplemento evaluado; concentrado tradicional (control -TC), Sacharina tradicional (TSac) y Solicana (TSol). Todas las dietas fueron diseñadas para ser isoprotéicas e isocalóricas. Con un periodo de adaptación de 2 semanas y experimental de 8 semanas se evaluó el volumen (**V**), proteína (**P**) y grasa (**G**), Sólidos totales (**ST**), Sólidos no grasos (**SNG**), Lactosa (**Lac**), Nitrógeno ureico en leche (**MUN**), Recuento de células somáticas (**RCS**) Unidades formadoras de colonia (**UFC**) en leche, así como condición corporal (**CC**), peso vivo (**PV**) y Ganancia diaria de peso (**GDP**).

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo de medidas repetidas en el tiempo y para determinar diferencias significativas entre medias se utilizó una prueba de Tukey utilizando el software estadístico SAS (2002). Únicamente se registró efecto significativo ($P < 0,0001$) de las dietas evaluadas sobre **SNG** (8,66 TC Vs 8,45 TSol y 8,52 TSac). Las vacas que consumieron Solicaña disminuyeron **Lac** (4,95 TC Vs 4,81 TSol) y aumentaron **MUN** (12,61 TC Vs 14,62 TSol). El periodo de medición afectó significativamente ($P < 0,001$) a **V** (de 10,6 en el primer mes a 8,6 al final del experimento), **Lac** (4,97% semana 1 a 4,81% en semana 9), **MUN** (13,2mg/dL semana 1 a 15,8mg/dL semana 9) y **UFC** (de 17,22 UFC semana 1 a 50 UFC). Se registró efecto de la interacción para **PV**, **CC**, **P** y **SNG** ($P < 0,001$). El **V** mostró una tendencia estadísticamente significativa ($P < 0,001$) a reducir a lo largo del experimento para TC (-218 mL/d en promedio) y TSAC (-201 mL/d en promedio) aunque las vacas del TSol apenas redujeron en promedio 28mL/d. Esta tendencia fue inversa para la **GDP** (0,001) ya que las vacas de TSac (347 g/d) y TSol (428 g/d) presentaron una gran diferencia con respecto a las del TC (-53 g/d). El contenido de **UFC**, **ST**, **P** y el **PV** no fueron afectados directamente por ninguno de los tratamientos experimentales. No obstante, el **PV** en Tsol fue en promedio superior (426 Kg) a TSach (411Kg) y TC (413 Kg). Aunque **P**, **G** y **ST** en promedio fueron superiores en TC, ninguna de estas variables fue afectada estadísticamente por los tratamientos experimentales ni por el tiempo de medición sobre la leche. El Consumo de forraje en materia seca (**CMS**) registrado para los animales experimentales fue de 2,27% del **PV** en **MS**. Aunque sin ser estadísticamente significativo, al suplementar Solicaña y Sacharina la calidad bacteriológica de la leche incrementó. Se evidenció que el momento de muestreo afectó significativamente la

composición de leche, relacionado en parte con los días en lactancia de los animales experimentales.

Es posible asociar el procesamiento de la Solicana y especialmente de la sacharina con una reducción en el nivel global de fibra de la caña, dada la observada reducción en el contenido de **P, G, Lac, SNG, ST** en leche, e incluso dicha reducción sumada al aumento en el nivel de urea en la dieta puede asociarse de manera positiva con el aumento promedio en la producción de leche en vacas suplementadas. A nivel práctico es viable utilizar Solicana y especialmente sacharina como sustituto parcial del alimento concentrado de vacas mestizas en trópico medio – bajo.

Palabras claves: *Urea - Melaza, Fibra, Carbohidratos no estructurales, Derivados de caña, Vacas mestizas*

ABSTRACT

In the present paper is showed an evaluation that was made of the use of rustic sacharina and solicaña as products obtained from the processing of sugarcane (*Saccharum officinarum*), by chopping and aerobic fermentation for 24 hours, adding urea, ammonium sulfate, mineralized salt; then was dehydrated in the sun for the case of the sacharina and chopped and dehydraed in the sun for the solicaña.

Twelve cows will be selected between the first and second third of lactation of a total of 38, with an average weight of $340\text{Kg} \pm 25\text{Kg}$, they were divided into 3 groups of 4 animals each one, with a control group (TC) receiving the conventional diet of the farm and the other two groups that, in addition to receiving conventional food, received 2 kg of rustic sacharina (TSA) and the other group 2 kg of solicaña per day (TSO). The food was given distributed in two portions at the time of milking . The diets of each group (TC, TSA, TSO) were designed to be isoprotein and isocaloric with the addition of cane molasses and commercial urea.

A two-week adaptation period and a 3-week experimental period, with 3 repetitions and 4 animals per group. Ther was a week interval where the animals did not receive saccharin or solicaña, during the periods of experimentation they were evaluated as response variables; The milk volume (V), the composition as a percentage of protein (P) and fat (G), and also the body condition (CC) and differential weight (DP). Milk measurements were performed every 4 days and body condition and weight at the beginning of the experiment and at the end of each period.

The experimental design was a Latin square of 3x3x4, that is to say that the design had three time periods, three treatments and four repetitions, where they were interpreted by means of an analysis of variance effects as; The effect of the period of time, the effect of the animal (in each repetition) and the effect of the treatment, as well as their interactions.

Key words: Rustic Saccharina, Solicaña, sugar cane, fermentation, sun dehidratyon

TABLA DE CONTENIDO

1. MARCO TEÓRICO	14
2. MATERIALES Y MÉTODOS	16
2.1. Localización	16
2.2. Animales experimentales	16
2.3. Alimentación y tratamientos experimentales	16
2.4. Preparación de los subproductos	17
2.5. Determinación del consumo de forrajes	18
2.6. Periodo de adaptación	18
2.7. Determinación de variables	18
3. RESULTADOS	21
4. DISCUSIÓN	28
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
6. BIBLIOGRAFÍA CITADA	35

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Contenido químico tratamientos experimentales	20
Tabla 2 Composición Materias primas de los suplementos	20
Tabla 3 Costos Solicana	27
Tabla 4 Costos Saccharina	27

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Contenido de Sólidos No grasos (%).....	21
Gráfica 2 Contenido de Lactosa (%)	22
Gráfica 3 Contenido de Nitrógeno Ureico en Leche (mg/lit).....	22
Gráfica 4 Producción de leche (Lt/d).....	23
Gráfica 5 Ganancia diaria de peso (g/d).....	24
Gráfica 6 Producción de leche (—) y GDP (- - -)	24
Gráfica 7 Pesos Vivo por Tratamiento (Kg).....	25
Gráfica 8 Condición corporal por tratamiento.....	25
Gráfica 9 Relación entre producción y sólidos en leche	26

1. MARCO TEÓRICO

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es una de las plantas más eficientes para el uso de la energía solar y transformación en biomasa (Torres M., 2006), en su madurez la mitad de su biomasa (45 ton de masa seca (MS) al año) está en forma de fibra y azúcares, produciendo hasta 22 ton azúcar año/ha (Moore y Maretzki 1996, De Sousa V, 1993) tomado de (Aguilar R., SF). Juarez (2009) plantea la posibilidad de la utilización de la caña de azúcar en sustitución del maíz como una estrategia para la reducción de costos de producción sin desfavorecer los requerimientos nutricionales de los bovinos. La caña contiene 89% de materia seca (MS) 1,2% de proteína cruda y 1,45 Mcal/Kg MS de energía neta de lactancia (ENL), alto contenido de azúcares combinada con fibra altamente lignificada, que origina una baja digestibilidad (20%) de la fibra en el bovino; además, un bajo contenido de proteína (<1%) y minerales y una ausencia casi total de grasas y almidones (Viniestra, 2001; Urdaneta, 2005) tomado de Juarez (2009). Los suplementos de caña resultan de procesamiento del forraje o la caña propiamente dicha, Martín (2004) describe el proceso para la elaboración de sacharina (Sac) como una fermentación en estado sólido de tallos de caña troceados finamente, adición de urea con macro y micro elementos, buscando aumento de contenido de proteína total. La Solicana (Sol) o harina de caña, utiliza la parte baja de la caña sin cortar el cogollo para secarla al sol (24 horas) y molerla.

Actualmente, en los departamentos del Eje Cafetero se presenta un déficit de la oferta nutricional (forraje de bajo valor nutritivo, escasa disponibilidad de suplementos, alto costo de alimento balanceado comercial (ABC) en la ganadería basada en el

pastoreo y en consecuencia una disminución de la productividad (baja producción y composición de leche, condición corporal). En estas mismas zonas, se cuenta con cultivos como la caña de azúcar que genera excedentes importantes que en su mayoría son sub utilizados o incluso desperdiciados, desconociendo sencillas técnicas de procesamiento para su aprovechamiento en la alimentación de rumiantes. Por ello, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de dos subproductos de la caña (Sol y Sac) como sustitutos del ABC en vacas lecheras mestizas sobre su desempeño productivo y composición de leche en la zona del Valle del Risaralda del municipio de Viterbo – Caldas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización

La investigación se llevó a cabo en la finca El Samán ubicada en la vereda de Valle del Risaralda del municipio de Viterbo (950msnm - 27°C), departamento de Caldas (5°03'38"N 75°52'24"O). Se contaba en el predio con 23,8 Hectáreas totales y 6,57 Has. dedicadas a las vacas en lactancia con una topografía aproximadamente 25% Plana y 75% ondulada con pendientes no mayores a 40% aptas para ganado de leche.

2.2. Animales experimentales

El hato en ordeño se encuentra constituido principalmente por animales F1 (mitad sangre Bos Taurus y mitad sangre Bos Indicus) y algunos 0,75% Holstein y otros 0,75% Gyr. Con un peso vivo promedio de 450 Kg. De donde se eligieron 12 vacas que se encontraban preferiblemente entre el primer y segundo tercio de lactancia

2.3. Alimentación y tratamientos experimentales

Las 6,57 Has. dedicadas a las vacas en lactancia se encontraban cultivadas en pasto Estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) con un sistema de rotación intensiva en franjas donde se abre pasto a los animales dos veces al día, después de cada ordeño; con tiempo de rotación de 27 a 29 días y una fertilización de 111 Kg/Ha/pastoreo con 57% Nitro-xtend +S, 29% DAP y 14% KCl.

En las temporadas de escasez de forrajes, generalmente debidas a factores climáticos, se ha complementado la alimentación con caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) según la necesidad y la disponibilidad de la caña. Los animales eran

normalmente suplementados con una mezcla de Maíz molido (76%), ABC (19%) y sal mineral Itacol ® al 8% (5%), en relación de 1 kg de la mezcla por cada 4 Lt de leche. Los animales experimentales se dividieron en tres grupos de 4 animales cada uno al azar, siendo el grupo control (TC) sin suplemento de caña, TSac, en el que se le suministró 2 Kg de saccharina rústica deshidratada por día dividida en 2 raciones a cada vaca en el momento de los ordeños y finalmente TSol en el que se le suministró 2 Kg de solicaña a cada vaca de la misma forma que al T-Sac. Las dietas fueron formuladas para ser isoprotéicas e isocalóricas de acuerdo con análisis bromatológicos de las materias primas, realizados en el laboratorio de nutrición de la Universidad de Santa Rosa de Cabal Risaralda.

2.4. Preparación de los subproductos

Sacharina:

Se cortó la caña y se deshojó para dejarla amontonada a la sombra (48 horas) generando una fermentación para que aumenten y proliferen los microorganismos benéficos que actúen sobre carbohidratos. Posteriormente el material fue picado (0,5 - 1 cm) y se mezcló vigorosamente con urea, sulfato de amonio y sal mineralizada (sal del 8% Itacol ®) extendiendo la mezcla y dejando reposar a la sombra por 24 h para un segundo volteo y finalmente se procedió a un secado al sol (hasta alcanzar 13- 15%). Se utilizó caña, urea, sulfato, sal mineral y melaza en las proporciones indicadas en la tabla 2.

Solicaña:

Se procedió a picar la caña (0,5 - 1 cm) e inmediatamente se extendió al sol hasta que alcanzó la humedad del 13- 15%. Pasado este proceso se empacó en costales

limpios de nailon para suministrarla directamente al ganado. Para efecto de corregir el contenido de proteína y energía se adicionó urea y melaza en los dos suplementos a evaluar.

2.5. Determinación del consumo de forrajes

Para establecer el consumo de forraje diario se utilizó la metodología la de la diferencia agronómica. (Iturbide, 1980). Dado que se contaba con un área de 6,54 Has con un total de 38 animales y un tiempo de rotación de 27,5 días. En cuatro muestreos se obtuvo un promedio de 0,8 Kg/m², asumiendo una pérdida de 20% de desperdicio, de acuerdo a lo indicado por (Rua, 2010) y determinando una humedad del forraje de 20% se determinó que el consumo diario de materia seca fue de 10,06 Kg MS/Animal/d, lo que correspondió a 2,23% del PV en MS/d.

2.6. Periodo de adaptación

Se manejó un período de adaptación a las dietas de 2 semanas, suministrando inicialmente la dieta experimental correspondiente a cada animal durante la primera semana, a razón de 0.5 Kg por ordeño mezclado con el concentrado regular hasta lograr el consumo y la segunda semana se suministró la ración de 1,0 Kg a cada una durante los ordeños.

2.7. Determinación de variables

Producción de leche

Durante los dos ordeños, se registró la producción de leche (Lt/d/animal) y se promediaron los valores cada cuatro días durante 9 semanas, para un total de 18

registros en el experimento. Los datos fueron incluidos en la base de datos para su posterior análisis.

Peso y condición corporal

Utilizando una báscula electrónica Ganajaz ® para pesaje de ganado, se registró mensualmente el peso de manera individual en los animales en ayunas, y se estimó la condición corporal en escala de 1,0 a 5,0, donde 1,0 representó una vaca muy delgada y 5,0 una vaca obesa, evaluando el acumulo de tejido adiposo en las regiones torácica y vertebral, las costillas, las apófisis espinosas, el sacro, la tuberosidad isquiática y las vértebras coccígeas anteriores, basado en la observación visual y palpación de áreas específicas (Amaya, CA; González, JF. 2013).

Calidad composicional de la leche

Cada 5 días se tomaron submuestras de leche de 200 ml. (animal/ordeño/tratamiento) se homogenizaron y por cada tratamiento se envió una muestra, de tal manera que por muestreo se enviaron 3 muestras para determinar el contenido de proteína (P), grasa (G), sólidos totales (ST), sólidos no grasos (SNG), lactosa (LAC), nitrógeno uréico en leche (MUN), unidades formadoras de colonias (UFC) y recuento de células somáticas (RCS) enviando de inmediato las muestras de leche refrigeradas en una cava al laboratorio de calidad de leche de la planta de COLANTA ® en San Pedro de los Milagros (Antioquia).

Tabla 1 Contenido químico tratamientos experimentales

Nutriente	Unidad	Tratamiento		
		Control ***	Sacharina ***	Sollicaña ***
Materia Seca	%	88,776	87.71	89.92
Proteína Cruda	%	18,02	17.82	1.22*
Cenizas	%	2,976	8.92	2.7
Materia Organica	%	97,024	91.08	97.8
Fibra Detergente Acido	%	12,16	37.41	22.04
Fibra Detergente Neutro	%	20,384	55.39	37.0
Energía Neta de Lactancia	Mcal/ Kg de MS	2,094	1,28**	1.45**

* Se corrigió por medio de la adición de Urea (que normalmente no hace parte de la formulación normal del suplemento)

** Se corrigió por medio de la adición de Melaza (que normalmente no hace parte de la formulación normal del suplemento)

***Según análisis bromatológicos elaborados en UNISARC Laboratorio de Nutrición Animal: (Muestras 12-026/ 11-175/ 12-028)

Alimento balanceado comercial (Fertileche Selección Estrella) según etiqueta para el lote 263610093801. Calculado según NRC 2001.

Tabla 2 Composición Materias primas de los suplementos

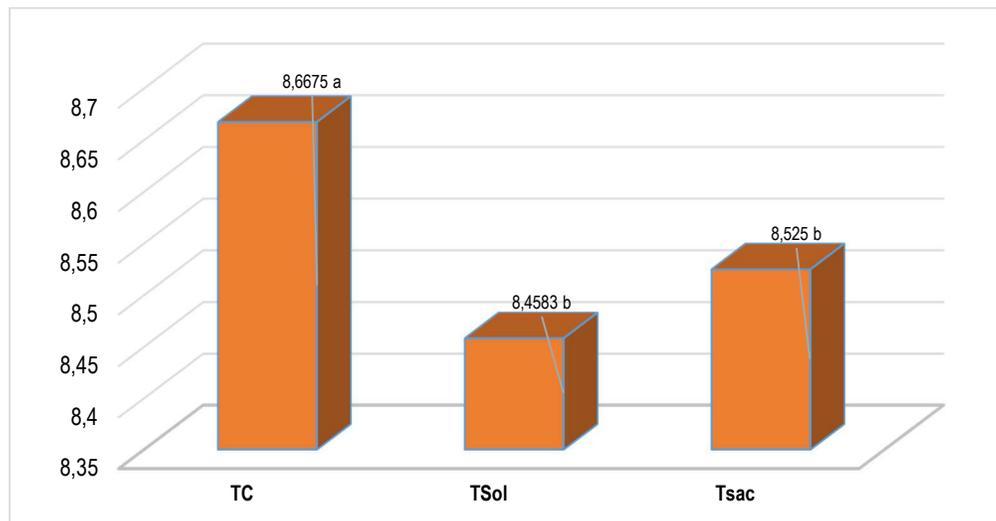
Materia Prima	Unidad	Tratamiento		
		Control	Sacharina	Sollicaña
Maíz Molido	%	76	-	-
Alimento balanceado comercial (ABC)	%	19	-	-
Sal mineral al 8%	%	5	0.5	-
Caña Picada	%	-	90,9	94,5
Urea	%	-	1,3	5,5
Melaza	%	-	7,3	-
Sulfato de amonio	%	-	0,1	-

3. RESULTADOS

Al analizar los datos obtenidos del trabajo de campo se observó que se registró diferencia estadísticamente significativa ($P < 0,0001$) de las dietas evaluadas sobre SNG, donde las vacas alimentadas con el suplemento tradicional obtuvieron un mayor contenido (8,66%) que los tratamientos experimentales (8,45% TSol y 8,52% TSac).

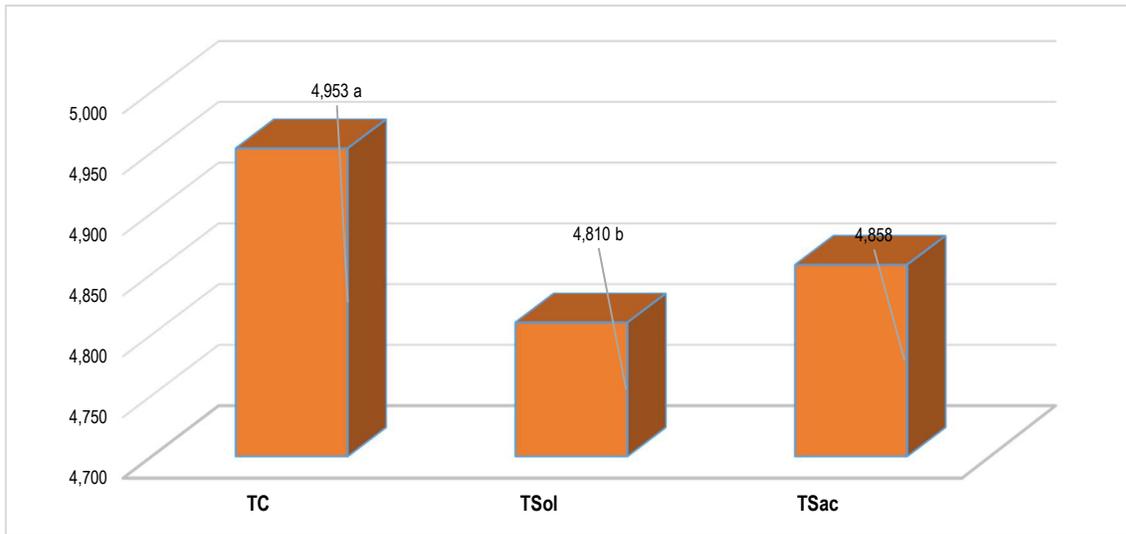
Sin embargo, las vacas que consumieron Solicaña disminuyeron significativamente el contenido de lactosa (4,81%) con respecto a TC (4,95%) y al tiempo aumentaron su nivel de nitrógeno en leche o MUN en aproximadamente 14% con respecto al tratamiento control (12,61 TC Vs 14,62 TSol).

Gráfica 1 Contenido de Sólidos No grasos (%)



* Promedios con letras diferentes presentaron diferencias significativas según Tukey ($p < 0,001$)

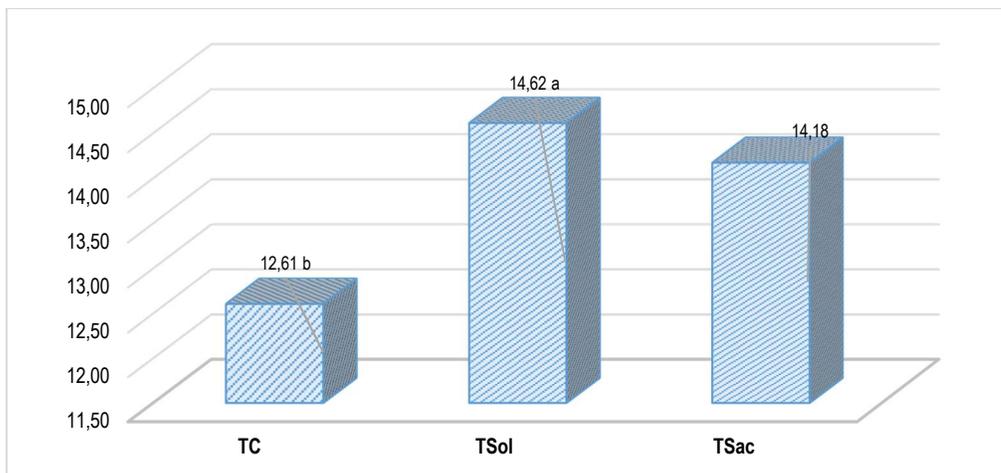
Gráfica 2 Contenido de Lactosa (%)



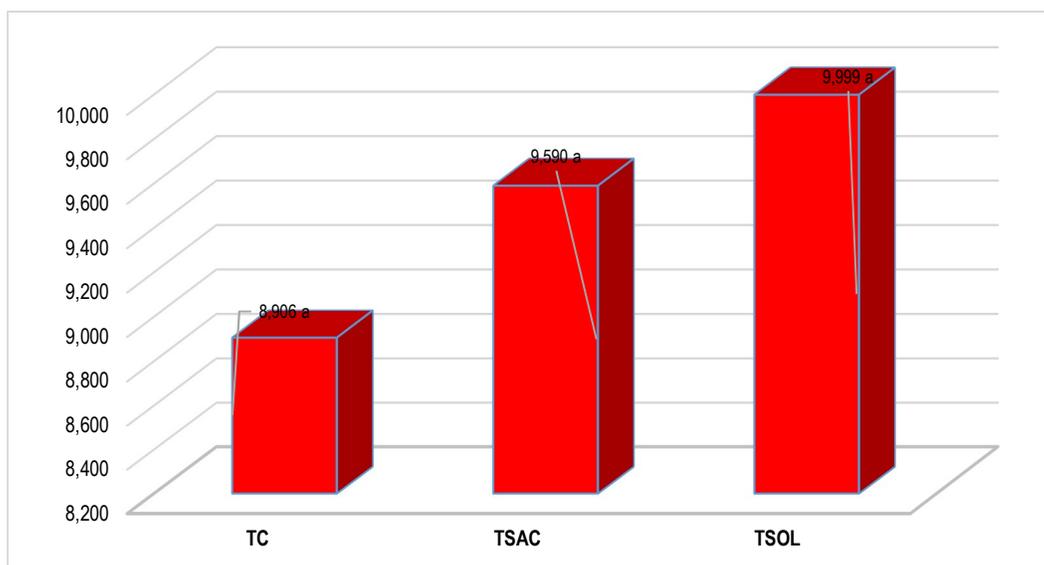
* Promedios con letras diferentes presentaron diferencias significativas según Tukey ($p < 0,001$)

El día en el que fue medido el volumen de leche afectó significativamente ($P < 0,001$) los registros obtenidos de tal manera que se obtuvo un promedio de 10,6 L en el primer mes a 8,6L al final del experimento en la semana 18. El Volumen de leche promedio mostró una tendencia a reducir ($P < 0,001$) a lo largo del experimento para TC (-218 mL/d en promedio) y TSAC (-201 mL/d en promedio) aunque las vacas que fueron alimentadas con solicaña apenas redujeron en promedio 28mL/d.

Gráfica 3 Contenido de Nitrógeno Ureico en Leche (mg/l)



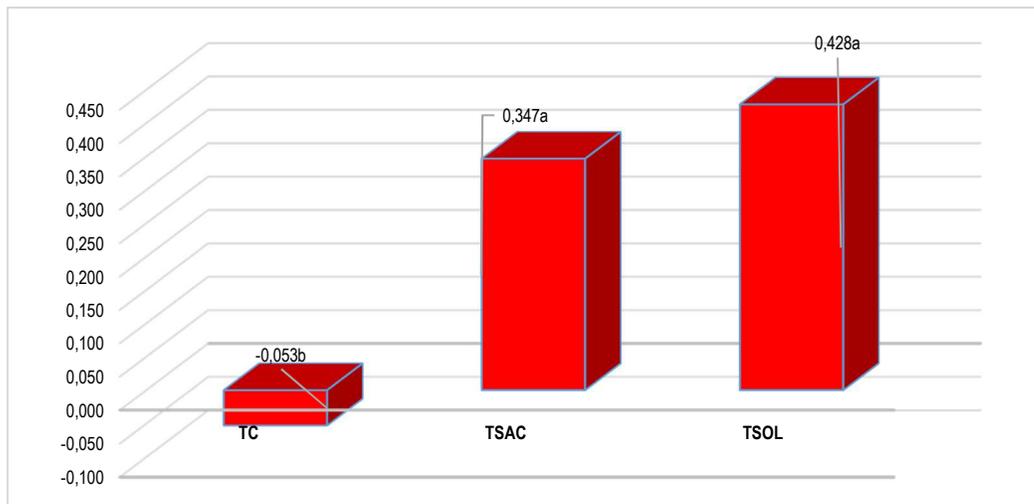
Gráfica 4 Producción de leche (Lt/d)



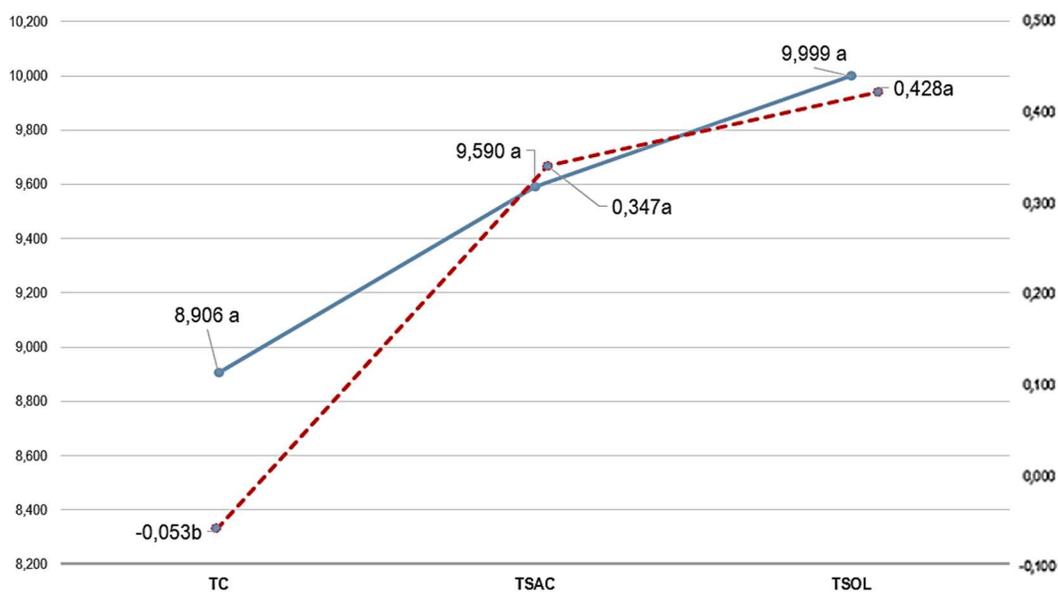
En el caso de la lactosa, también se registró efecto del tiempo, observándose una reducción generalizada en el contenido de este azúcar en leche desde 4,97% en la semana 1 hasta 4,81% en semana 9. Este comportamiento fue inverso al observado para el MUN a lo largo del experimento que pasó de 13,2mg/dL en la primera semana a 15,8mg/dL en la semana 18. Aunque no se presentó efecto altamente significativo de la dieta o el momento del muestreo sobre el contenido de microorganismos potencialmente patógenos en la leche, el comportamiento promedio de las unidades formadoras de colonia, aumentó drásticamente entre el inicio (17,22 UFC) y el final del experimento (50 UFC).

La tendencia de la producción de leche coincidió con una mayor ganancia diaria de peso observada para el tratamiento de Solicana ya que las vacas de TSac (347 g/d) y TSol (428 g/d) presentaron una gran diferencia con respecto a las del TC (-53 g/d).

Gráfica 5 Ganancia diaria de peso (g/d)



Gráfica 6 Producción de leche (—) y GDP (- - -)

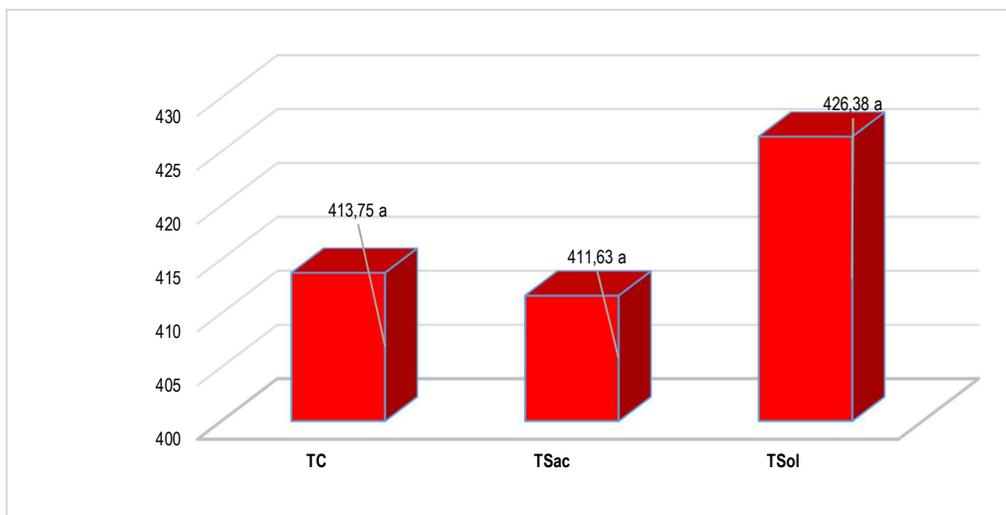


Promedios con letras diferentes presentaron diferencias significativas según Tukey ($p < 0,001$)

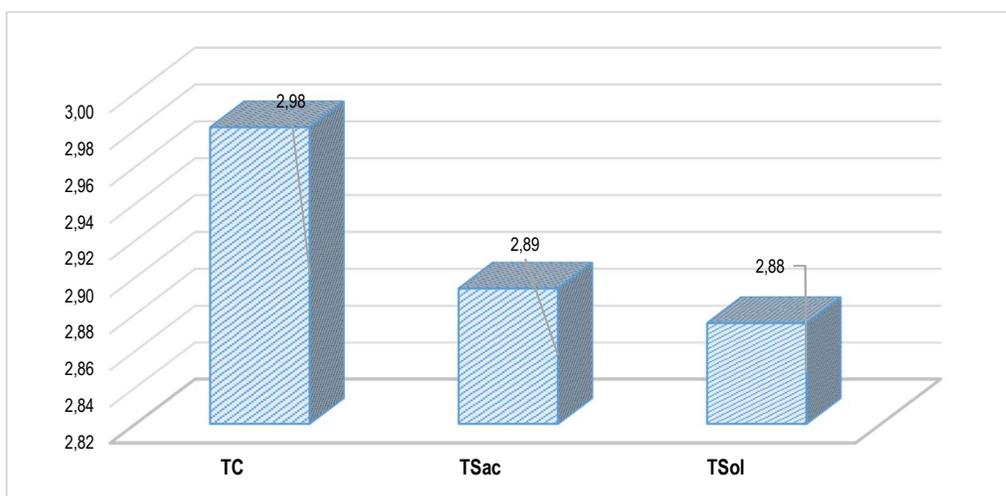
Se registró efecto de la interacción ($< 0,001$) para el peso vivo de los animales, la condición corporal y el contenido de proteína en leche. El contenido de unidades formadoras de colonia, sólidos totales, proteína en leche y peso vivo, no fueron afectados directamente por ninguno de los tratamientos experimentales. No obstante,

el peso vivo en TSol fue en promedio superior (426 Kg) a TSach (411Kg) y TC (413 Kg). Aunque la proteína grasa y sólidos totales en leche en promedio fueron superiores en el tratamiento control, ninguna de estas variables fue afectada estadísticamente por los tratamientos experimentales ni por el tiempo de medición sobre la leche.

Gráfica 7 Pesos Vivo por Tratamiento (Kg)



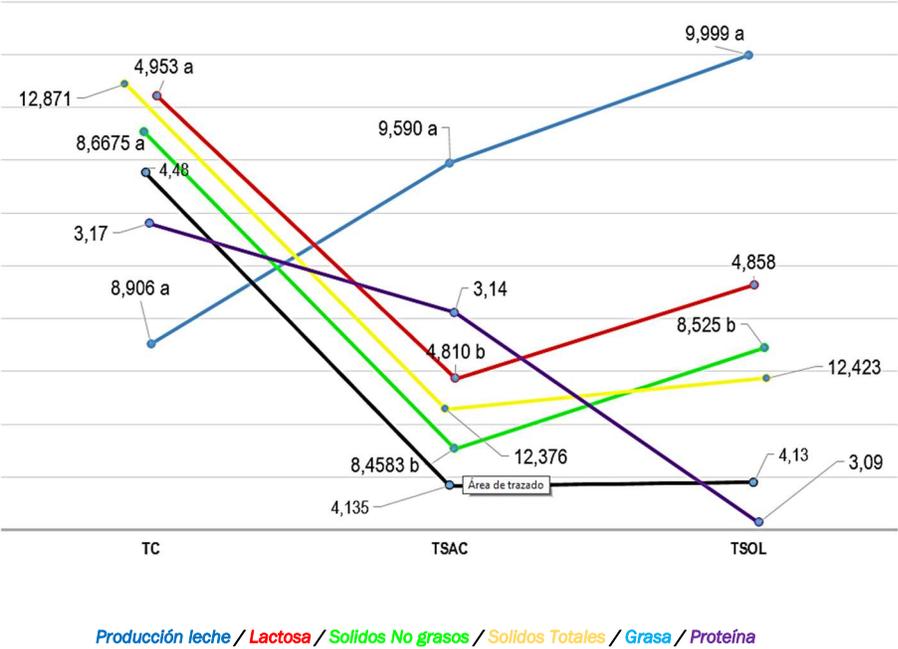
Gráfica 8 Condición corporal por tratamiento



Promedios con letras diferentes presentaron diferencias significativas según Tukey ($p < 0,001$)

A modo general se observó una tendencia en las vacas que recibieron como suplemento la solिकाña y la Sacharina, y fue de producir una mayor cantidad de leche en promedio, pero con unos menores contenidos de sólidos totales, grasa, proteína y lactosa, pudiendo indicar un posible proceso de dilución de los contenidos de la leche. Así mismo se registró la tendencia contraria entre peso corporal, GDP y CC, dado que a pesar que los animales que recibieron los suplementos experimentales presentaron un mayor peso y mayor ganancia diaria de peso, presentaron una menor condición corporal, es decir de manera indirecta mostraron menor contenido de reservas grasas.

Gráfica 9 Relación entre producción y sólidos en leche



Con respecto al análisis económico de la inclusión de los tratamientos dentro de la matriz de suplementos de las vacas evaluadas, se determinó que el costo de producción de los suplementos en forma artesanal en la finca El Samán fue de \$415,21 cada Kilogramo de Sacharina y de \$259.29 cada Kilogramo de Solिकाña. Los precios ponderados de venta del litro de leche según su composición (y según la bonificación

por sólidos y calidad higiénica de Colanta ® en la zona) fue de \$1178,58 para la leche del tratamiento control, \$1144,58 para el tratamiento de Sacharina y \$1133,11 para tratamiento de Solicaña. De tal manera que, con los aumentos de producción observados en el estudio, se encontró que hubo un mayor ingreso por vaca al día en el grupo de animales suplementado con Sacharina (\$1156,14) que el percibido en el grupo de suplementación con solicaña (\$209,85).

El costeo para cada uno de los suplementos fue:

- Costo de la Solicaña/Kg

Tabla 3 Costos Solicaña

Item	Unidad	Cantidad	Costo
Cantidad total caña picada para solicaña	kg	733.00	\$ 31,900.16
Costo mano de obra total labores de solicaña	\$	N.A.	\$ 18,145.83
Pérdidas por Evaporación	%	74%	N.A.
Solicaña obtenida	kg	193	\$ 50,045.99
costo solicaña obtenida (\$/kg)	\$/Kg		259.31

- Costo de la Sacharina/Kg

Tabla 4 Costos Saccharina

Item	Unidad	Cantidad	Costo
Cantidad total caña picada para saccharina	kg	504	\$ 21,931.78
Cantidad de mezcla enriquecedora	kg	10.08	\$ 11,669.62
Costo total mano de obra en labores de saccharina	\$	N.A.	\$ 24,527.34
Perdidas por evaporación	%	72%	N.A.
Cantidad de saccharina obtenida deshidratada (11 bu)	kg	140,00	\$ 58,128.74
Costo kg saccharina obtenida (\$/kg)	\$/Kg		415,21

4. DISCUSIÓN

El efecto de los tratamientos experimentales sobre el contenido de sólido no grasos (8,66 TC Vs 8,45 TSol y 8,52 TSac) es contrario a lo reportado por Cordova *et al* (2010) quienes observaron aumentos en SNG en vacas suplementadas con sacharina con respecto a aquellas que recibieron caña fresca. Esto se puede deber a que, en el presente trabajo, los animales del tratamiento control recibieron forraje y suplemento tradicional (maíz con alimento concentrado y sal mineral) en lugar de caña fresca que presentaría menor contenido de azúcares solubles.

Las vacas que consumieron Solicana disminuyeron su contenido de lactosa (4,95 TC Vs 4,81 TSol) y aumentaron el de MUN (12,61 TC Vs 14,62 TSol), fenómenos que pueden asociarse a una mayor producción de leche, lo cual coincide con lo reportado por Zamora y Solano (1993) en que vacas mestizas suplementadas con sacharina aumentaron significativamente su producción de leche (8 Lt/d Vs 10,2 Lt/d). El volumen promedio producido por las vacas experimentales del presente estudio (10,6 L/d), coincidió con el estudio de Zamora y Solano (10,2 L) (1993). La reducción paulatina y significativa en el promedio de producción de leche para las vacas que recibieron las dietas experimentales se relacionó con los días en leche en los que se encontraban las vacas de estos grupos, dado que estaban saliendo del segundo tercio (todas tenían más de 210 DEL) de lactancia en curva descendente de producción.

En la presente investigación, las dietas experimentales no afectaron significativamente sobre el peso vivo, condición corporal y proteína en leche, al igual que lo encontrado por Rodríguez *et al* (2013) que no registraron diferencias en peso vivo, ni ganancia diaria de peso entre el suministro de forraje de caña fresca, alimento

concentrado y caña enriquecida con urea y melaza y forraje a toros lecheros y Córdoba-Izquierdo et al (2010) quienes tampoco encontraron registro sobre efecto de la adición de sacharina una o cuatro veces al día sobre el peso vivo.

En este sentido Martin (2004) indicó que como consecuencia de la preparación de la Sacharina, es común que el contenido de proteína total y natural aumentaría, se produciría también aumento de la FDA, FDN, la lignina, la celulosa y la hemicelulosa, dado que se fermentan los azúcares y el contenido celular, esto puede explicar la baja en la producción de leche de las vacas suplementados con Sacharina en la presente investigación. Sin embargo, teniendo en cuenta que el promedio general de producción de leche para TSol y TSac fue 1 y 2 litros al día superior al del TC, es más posible asociarlo con el descenso natural de la curva de lactancia en la que se encontraban las vacas.

Torres et al (2007) al comparar un concentrado proteico (16,38% PC) con sacharina (16,5%) no observaron diferencias en producción de leche durante 12 semanas en vacas doble propósito, indicando que para este modelo animal es posible utilizar fuentes de nitrógeno no proteico (NNP) en lugar de proteína verdadera para mantener niveles de producción de leche similares, o incluso superiores como se observó en la presente investigación. Martin (2005) coincide con observaciones de Ruiz (1979) donde a mayor inclusión de urea en la suplementación se aumentaba de manera casi lineal el volumen de leche.

El promedio general para la producción de leche por tratamiento, presentó un comportamiento similar al de la GDP (TSac 347 g/d, TSol 428 g/d y TC -53 g/d) indicando que a modo general las vacas con dietas experimentales mantuvieron o

incluso ganaron peso, con respecto a las del TC que recibieron un suplemento con mayor contenido de carbohidratos solubles y proteína verdadera. Aunque el efecto no fue estadísticamente significativo, lo observado en la presente investigación es contrario a lo encontrado por Rodríguez et al. (2013) que no encontraron diferencias para el peso inicial y final de los animales, ni para la ganancia media diaria alcanzada durante el experimento con frecuencia de consumo (una o dos veces al día) al suministrar forraje de caña de azúcar, mezclado con melaza urea al 2 %.

La GDP observada en el presente estudio fue similar al reportado por Córdova et al (2010) con diferencias entre tratamientos de 0,47 Kg/d (dieta control) Vs 0,54 Kg/d (suplemento experimental). Estos autores reportan diferencias significativas entre suministrar sacharina una o cuatro veces al día. En el presente estudio se suministró dos veces al día lo cual puede relacionarse con la diferencia en los reportes de GDP de la presente investigación (-0,05 Kg/d Vs 0,42 Kg/d). En este sentido, Collaguazo (2009) tomado de Paulino (2013) investigando en toretes Holstein, comparó la adición de caña, melaza y urea a una dieta basada en concentrado de tres tipos (basado en maíz, trigo y DDGS) y en cualquiera de los tres concentrados se observó una ganancia diaria superior (1,14 - 0,95 y 0,86 Kg/d respectivamente) a la observada en el presente estudio (0,34 y 0,47 Kg/d).

Los contenidos de UFC, ST, P y el PV no fueron afectados directamente por ninguno de los tratamientos experimentales. No obstante, el PV en Tsol fue en promedio superior (426 Kg) a TSach (411Kg) y TC (413 Kg). Contrario a lo hallado por Rodríguez et al. (2013) al suministrar forraje de caña fresca (enriquecida con urea y melaza) en un mayor número de raciones se genera un mayor peso corporal e incluso la ganancia diaria de

peso y por Martin (2004) que al sustituir los cereales por sacharina y solicaña en una formulación de concentrados para terneros de razas lechera en levante, se comprueba que la mayor productividad (GDP y PV) se da con cereales y no con sustitución por sacharina. Es posible que la mayor adición de urea y melaza para balancear las dietas experimentales para ser isoprotéicas e isocalóricas, haya generado una mayor disponibilidad de azúcares rápidamente fermentables y NNP, lo que pudo potenciar la síntesis de bacterias en rumen y con ello la disponibilidad de aminoácidos a nivel intestinal para el animal.

Aunque P, G y ST en promedio fueron superiores en el tratamiento control, ninguna de estas variables fue afectada estadísticamente por los tratamientos experimentales ni por el tiempo de medición sobre la leche. Córdova et al (2010) igualmente reportan aumento en calidad de leche (grasa, proteína, sólidos totales, no grasos, y lactosa) para animales consumiendo sacharina con respecto a los que consumieron caña fresca. Tal y como describe Luis (2013) los cambios en producción de leche y su composición puede estar relacionado con factores como el nivel de proteína, carbohidratos solubles y la dieta basal o el suplemento comparado. En este sentido la investigación utilizó como base de alimentación el forraje estrella con mayor contenido de proteína (11% Vs 2,55%) y de pared celular (81% Vs 48%) que el forraje de caña, utilizado regularmente en estudios previos, lo cual puede estar relacionado con los cambios observados en la presente investigación donde los animales recibiendo sacharina y solicaña, presentaron mayor producción promedio de leche pero menos contenido promedio de sólidos totales, grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos (ver grafica 9).

El consumo de forraje registrado para los animales experimentales fue de 2,27% del PV en MS, similar al reportado por Luis (2013) Ferreriro y Preston (1976) tomado de Paulino (2013) quienes al utilizar caña (forraje) enriquecido con melaza y urea (10%) aumentaron el consumo de materia seca hasta el 2,6% así como Martin (2004) y Teixeira et al (2001) tomado de Martin (2005) quienes utilizando sacharina con melaza y varios niveles de forraje mejoraron el consumo en novillos de carne hasta un nivel similar al observado en el presente estudio (2,21 % de PV de MS).

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El procesamiento de la caña para obtener Solicaña y especialmente Sacharina genera un cambio en la disponibilidad de azúcares solubles y nitrógeno lo cual altera la síntesis de lactosa (probablemente por cambio en patrón de síntesis de glucosa) y sólidos no grasos.

Al suplementar Solicaña y Sacharina se observó un aumento en la producción de leche en 1 y 2 L/d respectivamente (sin ser estadísticamente significativo) demostrando que puede reemplazar la utilización de alimento balanceado comercial (ABC) en la alimentación de ganado lechero mestizo de trópico bajo en la zona de Viterbo.

Al utilizar melaza (en sacharina y solicaña) y urea (en solicaña) como elementos para balancear las dietas generaron como resultado vacas con mayor peso corporal, que ganaron mayor cantidad de peso, produciendo mayor cantidad de leche, pero con menor contenido de sólidos como grasa, proteína, sólidos totales, sólidos no grasos y lactosa.

Cuando se suplementan vacas lecheras mestizas en trópico bajo que consuman forraje fibroso (estrella) la suplementación con elementos como urea y melaza como elementos de sustitución de ABC demostró generar el mismo o superior nivel de producción de leche, pero una menor calidad de leche. Este fenómeno está posiblemente asociado a que (como se reporta en estudios previos) al fermentar la caña para obtener Sacharina, una cantidad importante de carbohidratos estructurales (celulosa y Hemicelulosa) pueden ser degradados, existiendo una menor disponibilidad de este tipo de carbohidratos para sintetizar precursores de grasa láctea en rumen (acetato y butirato).

Es viable reemplazar la utilización de ABC con Solicana, pero especialmente con Sacharina, dado el aumento observado en la producción de leche, sin embargo, no es una estrategia recomendable, bajo las condiciones experimentales del presente estudio, si se busca mejorar contenidos de grasa, proteína y otros sólidos en leche.

Se recomienda que para futuros experimentos relacionados con el uso de Solicana y de Sacharina, se establezcan específicamente variables como el contenido de FDN, FDA de cada suplemento, así como el nivel de producción de proteína bacteriana a nivel ruminal, flujo de aminoácidos hacia el abomaso e incluso la actividad de enzimas hepáticas responsables de síntesis de glucosa que puedan controlar la síntesis de leche en ubre.

6. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Aguilar R., N. (SF). FICHA TÉCNICA DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR. Veracruz México: Universidad Veracruzana Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.
Recuperado de:
http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/File/CA%C3%91A_DE_AZ%C3%9ACAR,_FICHA_T%C3%89CNICA.pdf
- Amaya CA., Gonzalez JF. (2013). PROYECTO PILOTO- EVALUACIÓN DEL TOTUMO (Crecentia kujete) Y UN BANCO DE PROTEINAS SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE VACAS MESTIZAS EN EL TRÓPICO BAJO COLOMBIANO. Bucaramanga.: Universidad Cooperativa de Colombia Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Córdova, et al. (2010). COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE VACAS HOLSTEIN SUPLEMENTADAS. Rev. vet. 21: 1, 66–68 Recuperado de:
<http://revistas.unne.edu.ar/index.php/vet/article/viewFile/1872/1622>.
- Cuervo Vivas, W. Gutierrez E. (2017). EVALUACIÓN ECONÓMICA Y PRODUCTIVA DE PROCESOS TECNOLÓGICOS SOBRE MAÍZ FRESCO Y ENSILADO COMO SUPLEMENTO PARA BOVINOS EN LA VEREDA LA HORMIGA DE TAMA ARAUCA.. Tesis de Especialización Nutrición Animal Sostenible. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Iturbide, C. (1980). APUNTES SOBRE PASTURAS TROPICALES. Convenio IICA- SEA-FEDA. Recuperado de
https://books.google.com.co/books?id=rdoqAAAAYAAJ&pg=PA46&lpg=PA46&dq=diferencia+agron%C3%B3mica+estimacion+consumo&source=bl&ots=tP5zIC20M&sig=57ie-zxLbl-axLq_UZrb05Ea9ql&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiWiNiG9snRAhVC5yYKHbuYAg8Q6AEIGDAA#v=onepage&q=diferencia%20agron%C3%B3mica%20estimacion%20consumo&f=false
- Juarez F., Vilaboa A., Diaz P. (2009). LA CAÑA DE AZÚCAR (SACCHARUM OFFICINARUM): UNA ALTERNATIVA PARA LA SUSTITUCIÓN DE MAÍZ (ZEA MAYS) EN LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS DE ENGORDA . Sitio argentino de producción

animal. Recuperado de: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/cana-azucar-saccharum-officinarum-t27953.htm>

Martín, P. C. (2004). LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO CON CAÑA DE AZÚCAR Y SUS SUBPRODUCTOS. Revista Cubana de Ciencia Agrícola.

Martín, P. C. (2005). USO DE LA CAÑA DE AZÚCAR PARA LA PRODUCCIÓN DE CARNE Y LECHE. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 39, Número Especial, 427-437. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/1930/193017842005.pdf>

Paulino, J. (2013). ALTERNATIVAS DE ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES EN EL TRÓPICO HÚMEDO. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA Recuperado de: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/7574>

Rodríguez et al. (2013). FRECUENCIA DEL SUMINISTRO DE CONCENTRADO COMO SUPLEMENTO EN DIETAS. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 47, Número 2, recuperado de: <http://www.redalyc.org/html/1930/193028751007/>

Rúa Franco, M. (2010). ¿CÓMO AFORAR UN POTRERO PARA PASTOREAR CORRECTAMENTE? . Sitio Argentino de Producción Animal. Recuperado de: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/139-AFORAR_POTRERO.pdf

SAS, I. (202). SAS OnlineDoc.Version 9. Cary (North Carolina).

Torres M., J. A. (2006). USO DE CAÑA DE AZÚCAR COMO PARTE DE LA RACIÓN PARA ENGORDE DE GANADO BOVINO, ESTABULADO Y SEMIESTABULADO. XVI Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centro América (ATACA). Heredia, Costa Rica

Torres, et al.(2007).CONSUMO Y PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACAS DE DOBLE PROPÓSITO, SUPLEMENTADAS CON SACCHARINA ELABORADA CON CAÑA DE AZÚCAR QUEMADA. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 41, Número 3. México. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017693003>

Zamora R., Solano R. (1994). EVALUACIÓN DE LA SACHARINA SECA (CAÑA ENRIQUECIDA) COMO SUPLEMENTO EN LA ALIMENTAIÓN DE VACAS LECHERAS EN LA ÉPOCA SECA. AGRONOMÍAMESOAMERICANA5: 50-58, 50-58.