

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



Efecto de silaje de maíz (*Zea mays L.*) y de sorgo (*Sorghum spp.*) con y sin grano molido de soya (*Glycine max (L.) Merr.*) sobre la producción láctea de vacas doble propósito en El Socorro, Guárico

Br. Juan Miguel Risso
Tutor: Prof. Daniel Vargas

Maracay, Mayo de 2016

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



Efecto de silaje de maíz (*Zea mays L.*) y de sorgo (*Sorghum spp.*) con y sin grano molido de soya (*Glycine max (L.) Merr.*) sobre la producción láctea de vacas doble propósito en El Socorro, Guárico

Br. Juan Risso
Tutor: Prof. Daniel Vargas

Trabajo presentado como parte de los requisitos para optar por el título de Ingeniero Agrónomo Mención Zootecnia que otorga la Universidad Central de Venezuela

Maracay, Mayo de 2016

VEREDICTO

Nosotros los abajo firmantes, miembros del jurado examinador del trabajo de grado titulado **Efecto de silaje de maíz (*Zea mays L.*) y de sorgo (*Sorghum spp.*) con y sin grano molido de soya (*Glycine max (L.) Merr.*) sobre la producción láctea de vacas doble propósito en El Socorro, Guárico**, cuyo autor es el Técnico Medio en Producción Animal **Juan Miguel Risso Rondón**, titular de la Cedula de Identidad N° 18.316.886, certificamos que lo hemos leído y que en nuestra opinión reúne las condiciones necesarias de adecuada presentación y es enteramente satisfactorio en alcance calidad como Trabajo de Grado para optar al Título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, Mención Zootecnia.

Profa. Selina Camacaro
C.I. 5.461.078
Jurado Principal

Profa. Eva Romero
C.I. 6.940.862
Jurado Principal

Prof. Daniel Vargas
C.I. 14.191.335
Tutor- Coordinador del jurado

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios por permitirme vivir en este mundo para actuar según sus enseñanzas.

Al Espíritu Santo por cuidar siempre mis pasos en todos los caminos que he recorrido.

A mis Padres por darme la vida, enseñarme la importancia del trabajo duro y honesto y por la gran paciencia que me han tenido en el transcurso de mi vida.

A mi Abuelo Fermín por todos los momentos que compartimos mientras Dios te permitió estar en este mundo. Me enseñaste el valor de la honestidad y la perseverancia.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios principalmente ya que gracias a su voluntad puedo estar hoy aquí cumpliendo una más de mis metas, Gracias Señor.

A mis padres Juan Vicente y Zuleima porque gracias a los sacrificios que han hecho a lo largo de toda la vida es que puedo estar aquí cumpliendo con esta tarea que me fue dada. Gracias por tenerme paciencia y no perder la fe en mí. Este logro es también de ustedes por ayudarme en todas las cosas que estaban a su alcance y por estar siempre conmigo apoyándome. Los amo.

A mi hermana María Verónica porque a pesar de las peleas que algunas veces tuvimos has sido una buena hermana y por darme el regalo más grande que me pudiste dar, mi sobrino, mi Compay Miguel Vicente, un regalo que nos cayó del cielo a todos. Quiero verte convertido en una gran persona compay.

A todos los miembros de mi familia, abuelos, tíos, primos gracias por estar siempre pendientes de mí y apoyarme incondicionalmente, disculpen por no nombrarlos porque Dios me regaló una familia gigante, de igual forma ustedes saben que los quiero a todos.

A los amigos que hice en el transcurso de esta carrera, algunos se fueron y otros se quedaron. A los que se fueron les doy las gracias porque de las malas experiencias se aprenden muchas cosas que te ayudan en la vida y a los que se quedaron también les doy las gracias porque se convirtieron en la familia que tuve la oportunidad de escoger.

A mi compadre Ricardo Jaen por todo el apoyo y amistad brindados desde hace años, hermano lo logré, gracias por todo y a mi Cuñada Nathaly no crea que la olvidé, muchas gracias por su amistad, ya es parte de mi familia también.

A mi amigo Barlin Olivares por su infinita ayuda al momento de plasmar en papel este trabajo y por sus diseños en la presentación, no tengo como agradecer todo eso. Gracias amigo.

Al señor Orlando Olivares y la señora Angélica Campos por ser mi segunda familia, muchas gracias por la ayuda que me prestaron a lo largo de estos años, buenas personas como ustedes no se encuentran en cualquier parte.

A los profesores de la UCV que me enseñaron muchas de las cosas que hay que saber sobre la Agronomía y la Producción Animal, algunos más estrictos que otros pero siempre dispuestos a enseñar.

A los profesores Luis Depablos y Daniel Vargas, por ser buenos enseñantes y por ser mis tutores en esta tesis. Al profe Daniel le vuelvo a dar las gracias por aceptar ser mi tutor cuando el profe Luis de tuvo que ir del país, es usted una gran persona.

Y por último pero no menos importante a mi magnífica casa de estudios, La Universidad Central de Venezuela, me abriste las puertas hacia el mundo, gracias mi quería UCV, las experiencias vividas en ti y por ti nunca se me van a olvidar.

TABLA DE CONTENIDO

Portada	i
Título	ii
Veredicto	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Tabla de contenido	vi
Índice de figuras	vii
Índice de cuadros	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
Introducción	1-2
Materiales y métodos	2
Manejo y alimentación de los animales	3-4
Variables estudiadas	4-6
Análisis estadístico	6-7
Resultados y discusión	7-15
Análisis económico	15-18
Conclusiones	18
Referencias bibliográficas	19-23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Gráfico de eriodos de crecimiento promedio (1969-1990) para Valle de la Pascua, estado Guárico.....	3

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Inventario de las especies forrajeras presentes en el potrero.....	7
2	Inventario de las especies de plantas no comestibles en el potrero...	8
3	Consumo requerido (CR) y promedio individual de los tratamientos evaluados.....	9
4	Composición química de los silajes, grano de soya y forrajes presentes en el potrero usados en el ensayo.....	9
5	Efecto del tipo de silaje y adición de soya sobre la producción de la leche su composición y condición corporal de las vacas.	11
6	Leche vendible, leche consumida por el becerro y leche total ajustados por los factores tipo de silaje y adición de soya.	12
7	Porcentaje de grasa y leche total corregida por grasa ajustados por los factores tipo de silaje y adición de soya.	14
8	Condición corporal ajustados por los factores tipo de silaje y adición de soya.	15
9	Relación costo beneficio de la variable leche vendible.....	16
10	Relación costo beneficio de la variable leche total.....	17
11	Relación costo beneficio de la variable leche total corregida por grasa al 4%.	18

Efecto de silaje de maíz (*Zea mays L.*) y de sorgo (*Sorghum spp.*) con y sin grano molido de soya (*Glycine max (L.) Merr.*) sobre la producción láctea de vacas doble propósito en El Socorro, Guárico

Juan Miguel Riso Rondón

Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Animal. Apdo. Postal 4579, Maracay, Venezuela.

RESUMEN

Para evaluar el efecto de silajes de maíz (*Zea mays L.*) y sorgo (*Sorghum spp.*) con y sin grano molido de soya (*Glycine max (L.) Merr.*) sobre la producción láctea de vacas doble propósito; se utilizaron 52 vacas mestizas: Carora, Pardo Suizo, Brahman, Nelore y Holstein, divididas en cuatro grupos de 13 animales cada uno. Se formularon cuatro tratamientos (T1) silaje de maíz, (T2) silaje de maíz con soya molida, (T3) silaje de sorgo y (T4) silaje de sorgo con soya molida, el silaje fue suministrado *ad libitum* y el grano molido de soya a razón de 1,5 kg/animal. La alimentación se combinó con pastoreo continuo durante todo el ensayo. Se realizó muestreo del potrero con el método *Point quadrat* al inicio del ensayo (abril), a los 30 días (mayo) y al final (junio) para conocer la composición de la oferta alimenticia del mismo. Se determinó el consumo individual aparente del silaje (CIS), la leche vendible (LV), la leche consumida por el becerro (LCB), leche total (LT), el porcentaje de grasa (%G) y la leche total corregida por grasa al 4% (LTCG). No se encontró un efecto del tipo de silaje sobre la LV ($P>0,05$). Se incrementó la LCB ($P>0,05$) de las vacas que consumieron los tratamientos que contenían soya molida T2 y T4 con promedio de $1,96\pm 0,08$ kg leche/animal/día. La LT (LV+LCB) se incrementó ($P<0,01$) por efecto de la adición de soya (1,1 kg LT; 16,6%). Al ser la LT una variable compuesta, contiene el efecto encontrado sobre la LCB debido a la adición de soya. El %G no fue afectado por el tipo de silaje o inclusión de soya, presentando un media general de $4,38\pm 0,17\%$. Los resultados obtenidos para LTCG demuestran un incremento ($P<0,01$) en los animales que consumieron los tratamientos T2 y T4 los cuales se elevaron de 6,56 kg leche/vaca/día para los animales que consumieron T1 hasta 9,07 kg leche/vaca/día para los que consumieron T2, y de modo similar las vacas que consumían T3 reportaron valores que van desde 7,16 kg leche/vaca/día hasta 7,95 kg leche/vaca/día para las que consumieron T4. El análisis económico reveló tasas de retorno sobre los costos (TRSC) negativa en LV para T2 (-61,74%) y T3 (-31,75%). En cambio para la LT se obtuvo una TRSC positiva para T2 (54,20 %), producto del aumento en LCB. De igual forma en la LTCG la TRSC es positiva para T2 (191,01%), al contrario de T3 que presenta valores negativos (-8,41%).

Palabras clave: vacunos, suplementación, alimentación, presupuesto parcial.

Effect of silage of corn (*Zea mays L.*) and of sorghum (*Sorghum spp.*) with and without ground soybeans (*Glycine max (L.) Merr.*) on the milk production of double purpose cows in El Socorro, Guárico

Juan Miguel Risso Rondón

Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Animal. Postal mail 4579, Maracay, Venezuela.

ABSTRACT

To evaluate the effect of silage corn (*Zea mays L.*) and sorghum (*Sorghum spp.*) With and without ground soybean (*Glycine max (L.) Merr.*) on milk production of cows double purpose; Carora, Pardo Suizo, Brahman, Nelore and Holstein, divided into four groups of 13 animals each: 52 crossbred cows were used. Food combined with continuous grazing throughout the test. pasture sampling was performed with the Point quadrat method at baseline (April), at 30 days (May) and end (June) to know the composition of the food supply thereof. Individual apparent consumption of silage (CIS) was determined, salable milk (LV), milk consumed by the calf (LCB), whole milk (LT), fat percentage (% G) and total fat corrected milk 4% (LTCG). four treatments (T1) corn silage (T2) corn silage with ground soybean (T3) sorghum silage and (T4) sorghum silage with ground soybeans were made, the silage was provided ad libitum and ground soybeans at a rate of 1.5kg / animal. Not an effect of the silage on the LV ($P > 0.05$) was found. LCB ($P > 0.05$) for cows fed ground treatments containing soy T2 and T4 with average 1.96 ± 0.08 kilos of milk / animal / day increased. The LT (LV + LCB) increased ($P < 0.01$) due to the addition of soy (1.1 kg LT; 16.6%). Being a composite LT variable contains the effect on the LCB found due to the addition of soy. The % G was not affected by the type of silage or inclusion of soy, presenting an overall mean of $4.38 \pm 0.17\%$. The results obtained for LTCG show an increase ($P < 0.01$) in animals that consumed the treatments T2 and T4 which rose from 6.56 kg milk / cow / day for animals that consumed T1 to 9.07 kg milk / cow / day for those who consumed T2, and similarly cows consumed T3 reported values ranging from 7.16 kg milk / cow / day to 7.95 kg milk / cow / day for those who consumed T4. The economic analysis revealed rates of return on the negative (TRSC) costs for T2 LV (-61.74%) and T3 (-31.75%). LT instead for a positive TRSC for T2 (54.20%), reflecting the increase in LCB was obtained. Similarly in the TRSC LTCG it is positive for T2 (191.01%), contrary to T3 having negative values (-8.41%).

Keywords : cattle, supplementation, diet, partial budget.

INTRODUCCIÓN

La población humana ha mantenido un crecimiento exponencial sostenido, lo que obliga a los productores de alimentos a aumentar la producción para satisfacer la demanda, tal es el caso de la leche, alimento de primera necesidad en la alimentación humana por la calidad nutricional de la proteína de origen animal que contiene.

En Venezuela la producción de leche y carne, como en toda la franja tropical, se sustenta mayoritariamente en fincas con bovinos de doble propósito (Camargo *et al.* 1998). Sin embargo, una característica generalizada de estos sistemas es la baja productividad, la cual se asocia a la ubicación de los mismos en suelos pobres, a la influencia de condiciones ambientales adversas como la sequía prolongada, que se traducen en baja calidad y cantidad de forraje, aunado a su deficiente manejo y a índices reproductivos poco satisfactorios relacionados con lo ya mencionado y con la reducida calidad genética del ganado (Argel, 2006).

A lo largo de los años han surgido métodos para subsanar el problema del bajo valor nutritivo de los forrajes tropicales y su disponibilidad en la época de sequía, uno de ellos es el ensilaje principalmente de maíz (*Zea mays L.*) o de sorgo (*Sorghum spp.*). Garcés *et al.*, (2001) definen el proceso de ensilaje como la fermentación anaerobia de carbohidratos solubles presentes en forrajes para producir ácido láctico, permitiendo la conservación del material desde una época de producción hacia una de deficiencia; esa estrategia resulta apropiada para la ganadería de la región de los Llanos de El Socorro, estado Guárico, debido a que presenta una condición de sabanas con estacionalidad de lluvias muy marcada. En este sentido, los estudios realizados por Ramia (1967), Comerma y Paredes (1978), Herrera-Angulo *et al.* (2007), Guzmán y Fonseca (2013) establecen que los sistemas de alimentación de rumiantes en los trópicos se basan en la utilización de pastos, los cuales por fluctuaciones en la cantidad y calidad, ocasionan períodos de estrés nutricional, mortalidad y por ende reducción de la productividad. Estas fluctuaciones son originadas por períodos de sequía y otros de abundantes lluvias, que provocan la suplencia irregular de forraje representando el ensilaje una de las vías más económicas para garantizar la alimentación de los animales durante todo el año.

En el caso particular de El Socorro, zona que presenta un clima de Bosque Seco Tropical (Ewell *et al.*, 1976), con régimen de precipitación estacional y que representa

una de las zonas más importantes para la producción agrícola en Venezuela, en particular por el cultivo de cereales tales como maíz y sorgo principalmente.

De lo antes expuesto se desprende la importancia que representa el ensilaje como alternativa de conservación de forrajes, debido a que las condiciones tropicales del sitio propician el desarrollo o establecimiento de esta técnica (Tobía *et al.*, 2007), la cual es adoptada por diversas unidades de producción animal en el estado Guárico.

Tomando en cuenta que el uso de maíz para alimentación animal compite con la alimentación humana, el sorgo surge como una alternativa ya que este rubro es principalmente destinado para alimentación animal, siendo a su vez un cultivo más rústico, resistente a plagas, enfermedades y a difíciles condiciones climáticas (Ortiz, 2010).

Por otro lado, para optimizar el aprovechamiento y la respuesta animal de los silajes de maíz o sorgo, estos deben ser complementados con fuentes proteicas como es el caso de la soya, las cuales elevan el valor nutritivo de los mismos (Tobía *et al.* 2007).

En base a lo expuesto el objetivo de este trabajo es evaluar la utilización de silaje de maíz y de sorgo con y sin inclusión de grano molido de soya sobre la producción láctea de vacas doble propósito.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en la Agropecuaria Juan Hilario, ubicada en el municipio autónomo El Socorro, parroquia El Socorro, estado Guárico, Venezuela; con coordenadas de latitud 8° 59' 37" norte y longitud 65° 44' 33" oeste. Esta zona posee un clima de Bosque seco tropical según la clasificación de *Holdridge* (Ewell *et al.* 1976), con promedio de precipitación de 1000-1100 mm anuales. A demás de un período seco de 6 meses que se acentúa entre noviembre y abril y el periodo lluvioso que va desde mayo a octubre (Figura 1), con una humedad relativa entre 65 y 82% y temperaturas medias anuales superiores a 26°C (Arias y Riviera, 1978).

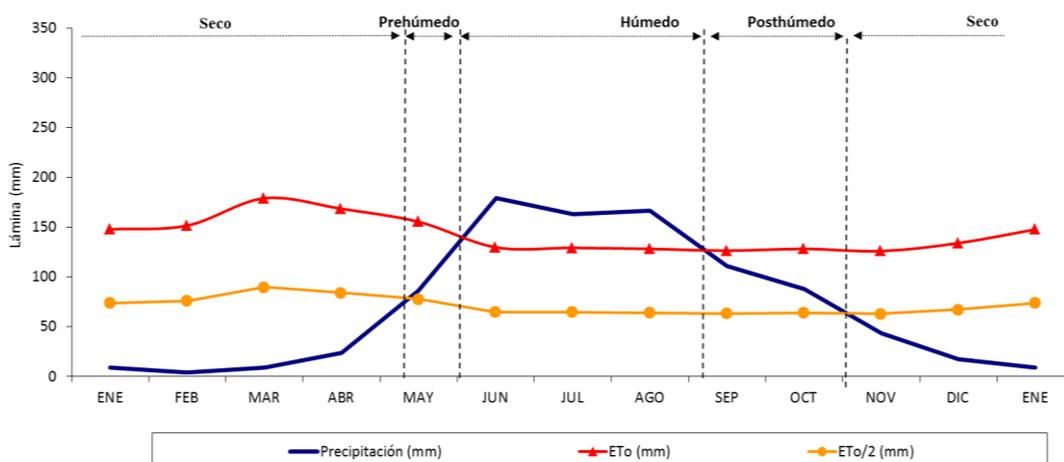


Figura 1. Periodos de crecimiento promedio (1969-1990) para Valle de la Pascua, estado Guárico (Fuente: USICLIMA, 2015).

Manejo y alimentación de los animales

Se utilizaron 52 vacas mestizas: Carora, Pardo Suizo, Brahman, Nelore y Holstein, divididas en cuatro grupos de 13 animales cada uno. Para la formación de grupos homogéneos se tomó en cuenta la fecha de parto, la producción de leche al inicio del ensayo y el número de partos de cada animal, cuyo rango fue de uno a siete partos por vaca.

La evaluación tuvo una duración de 60 días durante la transición de la época seca a lluviosa. Las vacas fueron ordeñadas (los cuatro cuartos completos) una vez al día con apoyo del becerro, seguido de 30 min de amamantamiento restringido, el ordeño comenzaba a las 4 am y finalizaba a las 7 am.

Las vacas fueron alimentadas con silaje de maíz y de sorgo durante 120 minutos aproximadamente luego de terminado el amamantamiento. Los silajes utilizados fueron fabricados a finales de agosto del año anterior, los cultivos tenían 85 días al momento de ser cortados, el maíz presentaba línea media de leche en el grano y para el caso del sorgo, presentaba un grano en estado pastoso. La altura de corte fue a 15 cm del suelo, el tamaño del corte fue de 5 mm aproximadamente para ambos cultivos. No se utilizaron inóculos de lactobacilos en el proceso de fabricación, la fermentación fue de modo natural.

Para la alimentación se dispuso de comederos colectivos tipo canoa de 1,20 m de longitud cada uno. Se incluyó el grano de soya molido tratado con calor en el momento de ofrecer el silaje, a razón de 1,5 kg/animal, quedando de esta forma: (T1) silaje de maíz, (T2) silaje de maíz con soya molida, (T3) silaje de sorgo y (T4) silaje de sorgo con soya molida.

Hay que tener en cuenta que se realizó un periodo de acostumbramiento de 7 días, previo a la recolección de los datos, en el cual cada grupo de animales consumió el tratamiento al que fue asignado tal cual como se describe anteriormente.

Al finalizar la alimentación con silaje, los animales pastorearon un solo potrero cuyo tamaño fue de 250 ha.

Variables estudiadas

La composición de la oferta forrajera dentro del potrero fue evaluada por el método *Point quadrat* (Sutherland, 2006; Gómez, 2008). Para ello, se trazaron cuatro transectas de 600 m cada una, en direcciones aleatorias y se recolectó información sobre el tipo de vegetación cada 10 metros hasta cubrir un 5% de la superficie de estudio. Este muestreo se realizó al inicio (abril), a 30 días (mayo) y al final (junio) del periodo de ensayo.

El consumo individual aparente del silaje (CIS) fue determinado cada 15 días como un cociente entre el consumo grupal (diferencia de peso entre lo ofrecido y lo rechazado por todo el lote) y el número de animales de cada lote.

Se realizaron análisis bromatológicos a la dieta ofrecida (silaje, así como también a la oferta forrajera encontrada en el potrero) en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-Ceniap Maracay) utilizando el método de Weende (A.O.A.C, 1980). También se determinó Nitrógeno mediante el Método de Kjeldahl (A.O.A.C, 2005), fibra insoluble en detergente neutro (FDN) y Fibra detergente ácido (FDA) con el método de Van Soest (1991), calcio mediante el método Fick *et al.*, (1979), fósforo mediante el método de Harris y Popat, (1954) y la solubilidad de la proteína en KOH, sólo para el grano de soya por el método de Dale (1989).

La producción láctea fue estudiada por las variables leche vendible, consumida por el becerro y total. Respecto a la leche vendible (LV), se realizaron mediciones cada

15 días tomando toda la leche ordeñada y pesando en una balanza marca CAZ[®] con una apreciación de 20 g (Medina, 2009). La leche consumida por el becerro (LCB) o leche residual se calculó quincenalmente como la diferencia de peso del becerro antes y después del amamantamiento (Medina, 2009). Asimismo, la leche total (LT) se obtuvo a través de la sumatoria de LV más LCB.

En relación al porcentaje de grasa (% grasa) se tomaron muestras de leche de 5 animales por cada grupo de manera aleatoria a inicio, mediados y finales de la experiencia; para la determinación de grasa por el método *Babcock* recomendada por COVENIN 0503 (1982) para leche fluida. Este análisis fue realizado en el Laboratorio de la Planta de Lácteos de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela. Todos los datos recabados fueron registrados en planillas diseñadas para tal fin.

Posteriormente, para la determinación de la leche total corregida por grasa se utilizó la ecuación (1).

$$\text{Leche corregida por grasa} = \left(\frac{\%grasa}{4} \times KgLV \right) \quad (1)$$

La lecha corregida por grasa se hizo con la finalidad de estandarizar las producciones de leche (Hess *et al.* 1999). En este sentido, la cantidad de nutrientes que requiere el animal para producir leche al 4% de grasa debe ser superior si se compara con un animal que produce menos cantidad de grasa en la leche.

Para la medición de la condición corporal se utilizó la metodología de NIRD propuesta por Fattet y Jaurena (1988), que consiste en una evaluación visual de los animales, detallando la zona lumbo-sacra, base de la cola y tuberosidad isquiática. Esta metodología considera 5 categorías posibles para asignar de acuerdo a la condición del individuo.

Para la evaluación económica se utilizó la relación costo beneficio, la cual se determinó mediante el modelo de presupuesto parcial. El mismo está formado por tres secciones: a) Beneficios, que incluye los efectos económicos positivos, tanto ingresos adicionales como costos reducidos; b) Perjuicios, que incluye los efectos económicos negativos, tanto los costos adicionales como los ingresos reducidos; y c) Análisis, conformado por el cambio neto en el ingreso, la tasa de retomo sobre costos y el análisis

de punto de equilibrio mediante el cual, conocido el precio del producto, se calcula la cantidad requerida para cancelar los costos adicionales (Ordoñez, 2000). Para esta evaluación se analizó la inclusión de la soya sobre la producción láctea de este rebaño de vacas doble propósito, fundamentada en el alto nivel de proteínas y grasa que la soya posee, obteniéndose una mejora en el valor nutritivo del silaje ofertado.

Análisis estadístico

El ensayo se manejó bajo un diseño completamente aleatorizado, con un arreglo factorial de dos factores a dos niveles (2x2) lo cual generó un total de 4 tratamientos. El factor (A) estuvo representado por el silaje (maíz o sorgo), mientras que el factor (B) lo constituyó la presencia o ausencia de soya. Adicionalmente fueron considerados el factor número de partos de la vaca y la covariable días de lactancia.

Debido a que se realizaron mediciones sucesivas en la misma unidad experimental, para todas las variables se consideró las medidas repetidas, bajo el procedimiento ProcMixed de SAS, mientras que la variable condición corporal se analizó a través del procedimiento GenMod de SAS por no tener una distribución normal (Littell *et al.*, 2002). Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey. En todos los análisis se empleó el programa estadístico SAS 9.0®.

Para las variables relacionadas con la producción de leche vendible (LV), Leche consumida por el becerro (LCb) y Leche Total (LT), leche corregida por grasa y condición corporal, se usó el modelo lineal aditivo que se describe a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + NP_k + AB_{ij} + B_1DL_{ijkl} + C_{ijkl}$$

Dónde:

Y_{ijkl} = l-ésima observación en el i-ésimo nivel del factor A y j-ésimo nivel del factor B, es decir, la ij-ésima observación en el i-ésimo nivel del factor tipo de silo y j-ésimo nivel del factor suministro de soya, con el k-ésimo parto de la vaca ajustado por la regresión lineal del número de días de lactancias de la vaca.

μ = media general

A_i = i-ésimo nivel del factor silo (de maíz o silo de sorgo)

B_j = j-ésimo nivel del factor soya (inclusión o no en la dieta)

NP_k = k-esimo parto de la vaca
 AB_{ij} = Efecto de la interacción de primer orden del i-ésimo nivel del factor A y j-ésimo nivel del factor B

B_1DL_{ijkl} = Regresión lineal del número de días de lactancia sobre la variable en estudio.

ϵ_{ijkl} = Efecto del error experimental normal e independientemente distribuido con media cero y varianza σ^2

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El muestreo del potrero permitió conocer la oferta forrajera y malezas predominantes a lo largo del ensayo y están representadas en los Cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. Inventario de las especies forrajeras presentes en el potrero.

Especie	Muestreo N° 1	Muestreo N° 2	Muestreo N° 3
	26-Abr	26-May %	25-Jun
<i>Brachiaria dictyoneura</i> (Pasto llanero)	10	12,3	13,6
<i>Echinochloa polystachya</i> (Pasto alemán)	9	11,3	13,3
<i>Brachiaria humidicola</i> (Pasto humidicola)	3,6	13,3	13,3
<i>Stylosanthes capitata</i> (Estilosantes)	12,3	13	15,6
<i>Cenchrus ciliaris</i> (Pasto buffel)	10,3	11,3	15,3
<i>Shorgum halepense</i> (Pasto jhonson)	2,3	1,3	0,6
<i>Samanea saman</i> (Samán)	1,3	2,3	0,6
<i>Ischaemum rugosum</i> (Paja rolito)	1,6	1,3	0,3
<i>Panicum máximum</i> (Pasto Guinea Mombasa)	2,3	2	1,6
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Caro caro)	1,3	0,3	1,3
% Total	54	68,4	75,5

La oferta de forraje en el potrero se incrementó a medida que avanzó el ensayo, esto coincide con el aumento de las lluvias ya que el muestreo se realizó desde el periodo pre-húmedo hasta el húmedo, al haber mayor humedad en el suelo hay mayor crecimiento de las plantas.

Del mismo modo se presentan las especies consideradas malezas o no comestibles por los animales.

Cuadro 2. Inventario de las especies de plantas no comestibles en el potrero.

Especie	Muestreo N° 1	Muestreo N° 2	Muestreo N° 3
	26-Abr	26-May	25-Jun
	%		
<i>Mimosa púdica</i> (Dormidera)	7	3,3	2,3
<i>Cyperus rotundus</i> (Corocillo)	10	6,6	8,3
<i>Calotropis procera</i> (Algodón de España)	10	6,6	7
<i>Ruellia tuberosa</i> (Yuquilla)	3,6	3,3	0,3
<i>Eleusine indica</i> (Pata de gallina)	3	2,3	0
<i>Sida rhombifolia</i> (Escoba)	2,6	2	0
<i>Prosopis juliflora</i> (Cuji)	3,6	3,3	3
<i>Platymiscium diadelphum</i> (Roble)	5,6	3,6	3
% Total	45,4	31	23,9

De modo contrario a las especies forrajeras, las malezas experimentaron un descenso en su población a medida que avanzó el ensayo, esto está asociado a que en la unidad de producción se realiza control de malezas en los potreros y al hecho de que las especies forrajeras van ocupando más espacio a medida que van creciendo lo que limita el crecimiento de las malezas.

El Cuadro 3 sintetiza el consumo promedio individual (kg) de los tratamientos evaluados en el ensayo, que al compararlos con los requerimientos se observa que dicho consumo cubre más de la mitad de la cantidad de alimento que teóricamente necesitaría el animal. Es conveniente citar que los animales complementaron el resto de la dieta mediante el pastoreo durante el ensayo.

Cuadro 3. Consumo requerido (CR) y promedio individual de los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Consumo promedio individual (kg)	Consumo MS (kg)	Consumo Requerido (CR) (kg)	% del CR cubierto por tratamiento
Silaje de Maíz	19,38	5,80	11	52,70
Silaje de Maíz con soya molida	20,22	6,06	11	55,09
Silaje de Sorgo	18,82	5,64	11	51,27
Silaje de Sorgo con soya molida	19,65	5,86	11	53,27

Peso vivo promedio (PV): 400 Kg. Consumo Requerido (CR): 2,75% del peso vivo (NRC, 1998)

Los resultados de la composición química de la dieta ofrecida se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Composición química de los silajes, grano de soya y forrajes presentes en el potrero usados en el ensayo.

Alimento	Ca	P	PC	N	FDN	FDA	EE	ELN	Solubilidad en KOH
%									
Silaje de maíz	0,41	0,26	7,67	1,23	57,38	44,57	2,19	59,99	--
Silaje de sorgo	0,46	0,21	8,59	1,37	70,33	43,54	2,09	64,44	--
Grano de Soya	0,23	0,13	51,91	8,30	12,65	11,05	18,07	34,67	55,83
Dieta forrajera en potrero	0,59	0,21	8,20	1,32	67,08	40,62	2,26	44,90	--

Ca: Calcio, P: Fosforo, PC: Proteína Cruda, N: Nitrógeno, FDN: Fibra Detergente Neutra, FDA: Fibra Detergente Ácido, EE: Extracto Etéreo, ELN: Extracto Libre de Nitrógeno. Pasto: material vegetal ofertado por el potrero.

Los valores de proteína cruda (PC) determinados en los componentes fibrosos ofrecidos: silaje de maíz, silaje de sorgo y pasto de los potreros se encuentran dentro del rango considerado no limitante en la producción con vacunos, ya que contenido de proteína cruda de la dieta superior a 7% no afecta la digestibilidad o el consumo (Minson, 1981).

El porcentaje de PC del grano de soya fue de 51,91%, este valor es superior a lo que reporta el estudio desarrollado por Gallardo (2003), el cual establece que el porcentaje de PC para semilla entera está alrededor de 32,5%, valor promedio representativo y similar a lo reportado por Newman *et al.* (2007).

Por otra parte la solubilidad de la proteína en KOH para el grano de soya alcanzó un valor de 55,83%, el cual se encuentra por debajo del rango ideal 70-85% reportado por (Dudley, 2003). Este valor pudo estar asociado a que el grano de soya permaneció más tiempo del requerido en el proceso de cocción según lo reporta este autor.

Los excesos de calor también pueden dañar la calidad de la semilla entera, principalmente sus proteínas. Sí la temperatura es excesivamente alta y aplicada por tiempo muy prolongado las proteínas cambian su configuración, disminuyendo significativamente la digestibilidad (reacción de Mayllard). Pero sí el calor y el tiempo de cocción se controlan adecuadamente, los efectos pueden ser positivos al disminuir la degradabilidad ruminal de las proteínas e incrementar la fracción de proteína no-degradable o “pasante”. Con una cocción equilibrada también puede mejorar la digestibilidad de los demás componentes de la semilla entera como carbohidratos y aceites (Gallardo, 2010).

Sin embargo, para efectos de este ensayo, el alto contenido de PC de la soya utilizada compensó su menor solubilidad, permitiendo una adecuada disponibilidad de proteína en la dieta.

La relación calcio y fosforo en los silajes, grano de soya y pasto usados en el ensayo se mantuvo dentro del rango 2:1 recomendado (Minson, 1990).

La fibra detergente ácido (FDA), está estrechamente relacionada con la fracción no digestible del forraje, es decir cuanto mayor es el contenido en FDA menor es la digestibilidad del alimento. Asimismo, el valor de fibra detergente neutro (FDN), está relacionado con el consumo de alimento. Al aumentar esta fracción, el consumo total de alimento disminuye. Los valores obtenidos para FDA y FDN (44,57 y 57,38%, respectivamente) en el silaje de maíz, son similares a los encontrados en el estudio de Tobía *et al.*, (2007) los cuales fueron (45,2 y 58,2%) respectivamente.

Paralelamente, los valores de FDN y FDA obtenidos para el silaje de sorgo (70,33 y 43,54% respectivamente), son similares a los obtenidos (72,25 y 41,95%) por Ocanto *et al.* (2013).

En general, la dieta muestra una calidad moderada en función del alto contenido de FDN y relativo bajo contenido proteico de la dieta base forrajera de los potreros y el silaje. Debido a que los análisis de la vegetación de los potreros fueron combinados en

muestras conjuntas de los tres meses de evaluación no es posible establecer los cambios en la calidad de la pastura en el tiempo, lo cual podría estar subestimando la calidad de la oferta consumida por los animales. Asimismo, la adición de grano de soya ofrece niveles de proteína y grasa que pueden contribuir a compensar la dieta base a base de silaje y pasturas.

Al observar los resultados del análisis estadístico del Cuadro 5 se tiene que el factor tipo de silaje no tuvo efecto significativo ($P>0,05$) sobre ninguna de las variables estudiadas, por lo tanto es posible utilizar uno u otro en la alimentación, recomendando el sorgo preferiblemente, debido a que se le puede aprovechar varios cortes, dependiendo del periodo de siembra, en comparación con el maíz el cual puede resultar más laborioso y costoso con relación al modo de producción. Por su parte, la adición de soya tuvo efecto ($P<0,01$) sobre la leche consumida por el becerro (LCB), reflejándose en la leche total (LT), ($P<0,01$) y la leche total corregida por grasa (LTCG), ($P<0,01$). Adicionalmente, si se encontró efecto ($P<0,01$) en la interacción tipo de silaje por adición de soya para LCB y LTCG. Las variables de ajuste número de partos (NP) y días de lactancia (DL) afectaron ($P<0,01$) a la leche vendible (LV), la LT y LTCG. La condición corporal (CC) solo fue afectada por DL. El porcentaje de grasa (%G) no fue afectado por ninguno de los efectos estudiados.

Cuadro 5. Efecto del tipo de silaje y adición de soya sobre la producción de la leche su composición y condición corporal de las vacas.

	Tipo de silaje	Adición de soya	Tipo de silaje por adición de soya	Número de partos	Días de lactancia
	Valor de probabilidad				
LV	0,3601	0,0700	0,6100	<0,0001	<0,0001
LCB	0,1701	<0,0001	<0,0010	0,2600	0,7301
LT	0,1702	<0,0001	0,4000	<0,0001	<0,0001
% G	0,4802	0,8500	0,2601	0,5600	0,1202
LTCG	0,4003	<0,0001	<0,0010	<0,0001	<0,0001
CC	0,3601	0,7200	0,7003	0,4400	<0,0001

LV: leche vendible; LCB: leche consumida por el becerro; LT: leche total; % G: porcentaje de grasa; LTCG: leche total corregida por grasa; CC: condición corporal.

Vacas mestizas de primer parto tuvieron menores producciones de leche vendible y consumida por el becerro respecto a las vacas multíparas, debido a que las vacas más jóvenes no han completado su crecimiento, ni desarrollado por completo su ubre, aspecto que ha sido observado en otras evaluaciones (Acosta *et al.*, 1998). Sin

embargo, no se encontró un efecto significativo para la interacción parto por tratamiento en los parámetros productivos evaluados.

Asimismo las diferencias observadas por el ajuste a los días de lactancia reflejan los cambios en la producción de leche y la CC de los animales por efecto del avance de la lactancia, del cambio de la época, y la calidad de la dieta.

En el Cuadro 6 se muestran los promedios de leche vendible, consumida por el becerro y total de acuerdo al tipo de silaje y adición de soya. La ausencia de significancia del tipo de silaje sobre la leche vendible podría estar relacionada con el manejo del ordeño, que en este caso es realizado en forma manual, y como lo indica Herrera (2003), el ordeñador conoce el nivel de producción de cada vaca y un leve aumento en la producción no es percibido por este. Sin embargo, aunque no significativo, se aprecia una tendencia ($P=0,07$) al incremento de 8,7% en la producción de leche vendible por la adición de soya (Cuadro 5), lo cual concuerda con Socha (1991), quien concluye que las vacas alimentadas con soya tostada (algunas no tratadas de manera óptima al calor) producen más leche y leche corregida por grasa (LCG) que las vacas alimentadas con soya cruda.

Cuadro 6. Leche vendible, leche consumida por el becerro y leche total ajustados por los factores tipo de silaje y adición de soya.

	Adición de soya	Tipo de silaje		Promedio
		silaje de Maíz	silaje de Sorgo	
LV (kg/día)	Sin soya	5,46±0,24	5,12±0,29	5,29±0,20 ^a
	Con soya	5,79±0,22	5,70±0,24	5,75±0,16 ^a
	Promedio	5,63±0,16	5,41±0,19	
LCB (kg/día)	Sin soya	1,22±0,13	1,40±0,15	1,31±0,10 ^b
	Con soya	2,23±0,11	1,69±0,12	1,96±0,08 ^a
	Promedio	1,72±0,08	1,55±0,10	
LT (kg/día)	Sin soya	6,69±0,28	6,52±0,33	6,60±0,23 ^b
	Con soya	8,02±0,26	7,39±0,28	7,70±0,19 ^a
	Promedio	7,35±0,19	6,96±0,23	

Medias y error estándar, Leche vendible (LV), leche consumida por el becerro (LCB), leche total (LT).

Asimismo, existe un aumento significativo ($P<0,0001$) en la LCB de las vacas que consumieron los tratamientos que contenían el grano de soya molido alcanzando una diferencia de 0,65 kg/d con respecto al consumo de silaje sin soya. Adicionalmente, el efecto de la interacción tipo de silo por adición de soya sobre la LCB, indica que,

independientemente de la adición de grano de soya, las vacas que consumieron silaje de maíz produjeron mas LCB que aquellas que consumieron silaje de sorgo.

Pinto *et al.* (2014) señalan unos valores de LCB de vacas mestizas con dietas de silajes de maíz ($1,5\pm 1,0$ kg leche/animal/día) y sorgo ($1,4\pm 0,9$ kg leche/animal/día), siendo estos valores inferiores al compararlos con los obtenidos en este trabajo para silajes de maíz ($2,23\pm 0,11$ kg leche/animal/día) y silajes de sorgo ($1,69\pm 0,12$ kg leche/animal/día), acotando que la principal diferencia entre ambos estudios es la ausencia de soya en los tratamientos aplicados por estos investigadores.

La leche total (LV + LCB) tuvo un aumento significativo ($P < 0,0001$), (Cuadro 5) por efecto de la adición de soya (1,1 kg LT; 16,6%). Al ser la LT una variable compuesta, contiene el efecto encontrado sobre la LCB debido a la adición de soya.

De acuerdo a varias investigaciones, el incremento en los rendimientos de producción de leche y grasa se debe a un mayor consumo de nutrimentos, especialmente de energía y proteína (Larson y Shultz, 1980; Van Kick *et al.*, 1983; Campabadal y Sánchez, 1986) Resultados similares en mejoras de la producción de leche y grasa han sido informados por Sharma *et al.* (1980) y Anderson *et al.* (1982), ambos utilizando vacas de raza Holstein suplementadas con semillas de algodón y girasol, las cuales son fuentes de energía y proteína.

En este estudio el porcentaje de grasa no fue afectado por el tipo de silaje o inclusión de soya con valor medio general de $4,38\pm 0,17\%$ (Cuadro 7). Valores de grasa en vacas europeas de alta producción alimentadas con silajes de maíz o de sorgo alcanzaron valores de 3,4% (Almeyda *et al.*, 2013) y 3,64% (Valvasori *et al.*, 1998), respectivamente.

Los resultados obtenidos son superiores al valor reportado por los autores mencionados, debido a que las vacas europeas tienden a tener valores menores de grasa en leche respecto a vacas mestizas con cebú. Sin embargo, en estas investigaciones reportadas, los animales eran especializados con alto nivel de producción (raza Holstein pura) de 45 kg leche/vaca/día, estabulados en su totalidad, los cuales no eran suplementados con grano de soya (rico en aceite) sino con harina de soya (con extracción de aceite por solvente).

Cuadro 7. Porcentaje de grasa y leche total corregida por grasa ajustados por los factores tipo de silaje y adición de soya.

	Adición de soya	Tipo de silaje		Promedio
		silaje de Maíz	silaje de Sorgo	
Grasa (%)	Sin soya	4,09±0,17	4,76±0,5	4,42±0,27 ^a
	Con soya	4,43±0,24	4,28±0,32	4,36±0,20 ^a
	Promedio	4,26±0,15	4,52±0,3	
LTCG (kg/día)	Sin soya	6,56±0,31	7,16±0,36	6,86±0,25 ^b
	Con soya	9,07±0,28	7,95±0,30	8,51±0,21 ^a
	Promedio	7,81±0,21	7,55±0,25	

Medias y error estándar, Leche total corregida por grasa (LTCG)

La leche total corregida por grasa (LTCG) muestra un incremento significativo ($P < 0,0010$, Cuadro 5) en los animales que consumieron los silajes con grano de soya, los cuales se elevaron de 6,56 kg leche/vaca/día para los animales que consumieron el silaje de maíz sin soya hasta 9,07 kg leche/vaca/día para los que consumieron silaje de maíz con soya (Cuadro 7) y de modo similar las vacas que consumían silaje de sorgo sin soya reportaron valores que van desde 7,16 kg leche/vaca/día hasta 7,95 kg leche/vaca/día para las que consumieron silaje de sorgo con soya.

Campabadal y Sánchez (1986) al evaluar la suplementación de soya integral (0, 1 y 2 kg soya/vaca/día) con pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en vacas lecheras, no obtuvieron diferencias estadísticas para la producción total de leche corregida al 4 % de grasa, porcentaje de grasa en la leche y producción total de grasa, sin embargo, los grupos suplementados mostraron rendimientos productivos superiores al grupo testigo. El tratamiento de 1 kg de soya fue el más eficiente biológica y económicamente.

Un aumento en la cantidad leche corregida por grasa al 4% en animales alimentados con silajes, está asociado a que el rumen posee un mayor volumen de almidones y nutrientes que pueden cambiar la flora bacteriana. Sin embargo, la aplicación de este tipo de correcciones es más común en animales de alta producción como la raza Holstein donde la diferencia entre la leche corregida por grasa y la leche sin corregir es más notable.

La CC no se vió afectada por ninguno de los tratamientos. Las vacas mantuvieron su condición corporal durante todo el ensayo (Cuadro 8). Esto pudo deberse a que el tiempo de evaluación no fue suficiente para detectar cambios en esta

variable, también se puede asociar a que los animales al poseer bajo nivel de producción su gasto energético es inferior en comparación con animales de alta producción. Es por ello que la alimentación suministrada en los tratamientos permitió que los animales mantuvieran su condición corporal. Esto ha sido descrito por Cronjé *et al.* (2000) y Pinto-Santini (2012) en vacas mestizas (*Bos taurus* x *Bos indicus*), donde el mecanismo de partición de los nutrientes disponibles durante la lactancia posiblemente difiere al de las vacas lecheras especializadas de razas puras, sobre todo, cuando el consumo o calidad de la dieta es limitado.

Cuadro 8. Condición corporal ajustada por los factores tipo de silaje y adición de soya.

	Adición de soya	Tipo de silaje		Promedio
		silaje de Maíz	silaje de Sorgo	
CC	Sin soya	3,91±0,09	3,79±0,11	3,85±0,08 ^a
	Con soya	3,95±0,09	3,91±0,09	3,93±0,06 ^a
	Promedio	3,95±0,06	3,85±0,08	

Medias y error estándar, Condición corporal (CC)

También es de suponer que sí la condición corporal no presentó ninguna variación, y se observó un efecto positivo en el incremento de la producción de leche, esto puede asociarse a que la dieta (incluyendo lo pastado) cumple los requerimientos nutricionales de los animales evaluados.

Análisis económico.

El Cuadro 9 establece la relación costo beneficio para la variable leche vendible, en el cual se presentan valores negativos en la tasa de retorno sobre los costos, indicando pérdidas monetarias asociadas al elevado precio del grano de soya, las cuales son más pronunciadas cuando se emplea el silaje de maíz (-61,74%) que con silaje de Sorgo (-31,75%). Es de notar que el aumento que se obtuvo en la producción de leche vendible no es suficiente para cubrir los costos, aunado a lo difícil de obtener este material en el mercado. En función al análisis económico realizado no sería viable desde el punto de vista económico, incluir el grano soya en la dieta de los animales. Partiendo de lo anterior se podrían usar otras fuentes de proteína como Morera (*Morus alba*), Leucaena (*Leucaena leucocephala*) e incluso afrecho de trigo, siendo estas más económicas y fáciles de adquirir en la zona.

Por otra parte, la relación costo beneficio para la leche total se muestra en el Cuadro 10, el cual evidencia el beneficio en el tratamiento de silaje de maíz con el grano de soya, tal y como lo indica la tasa de retorno sobre los costos (54,20%). Es por ello que se podría suplementar con grano de soya a animales que consuman silaje de maíz, considerando que el incremento en la cantidad de la leche total esta dado mayormente por la leche consumida por el becerro; el beneficio económico se reflejaría

Cuadro 9. Relación costo beneficio de la variable leche vendible.

		Media general		Silaje de Maiz		Silaje de Sorgo	
		Sin soya	Con soya	Sin soya	Con soya	Sin soya	Con soya
<u>Ingresos adicionales</u>							
LV	PFA	5,29	5,75	5,46	5,79	5,12	5,70
	Bs/l	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
	Bs sobre control (sin soya)	0,00	18,40	0,00	13,20	0,00	23,20
	Total I.A.	0,00	18,40	0,00	13,20	0,00	23,20
<u>Costos adicionales</u>							
Consumo	kg suplemento/animal/día	0,0	1,5	0,0	1,5	0,0	1,5
Precio soya (kg)	Bs/kg	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
Costo soya/día/vaca	Bs/cab.	0	35	0	35	0	35
	Total egresos	-	34,50	-	34,50	-	34,50
<u>Análisis</u>							
CNI	Bs/animal	0,00	-16,10	0,00	-21,30	0,00	-11,30
TRSC	%	0,00	-46,67	0,00	-61,74	0,00	-32,75
PEL	l leche adicional/animal/día	0,00	0,86	0,00	0,86	0,00	0,86
DROC	l leche adicional/animal/día		0,460		0,500		0,410

LV: leche vendible, PFA: producción final ajustada, CNI: cambio neto en el ingreso, TRSC: tasa de retorno sobre los costos, PEL: punto de equilibrio por leche, DROC: diferencias reales obtenidas contra control. I.A.: ingresos adicionales.

posiblemente al momento de destetar al becerro, principalmente por lo obtención animales de mayor peso, debido al hecho de que estarían consumiendo más cantidad de leche, siendo este aspecto un objetivo importante en las fincas de doble propósito.

Por el contrario el análisis económico del tratamiento de silaje de sorgo con el grano de soya refleja la baja tasa de retorno sobre los costos (0,87%), por lo tanto no sería conveniente desde el punto de vista económico suplementar con grano de soya en dietas de silaje de sorgo, según lo que refleja este trabajo.

Cuadro 10. Relación costo beneficio de la variable leche total.

		Media general		Silaje de Maiz		Silaje de Sorgo	
		Sin soya	Con soya	Sin soya	Con soya	Sin soya	Con soya
<u>Ingresos adicionales</u>							
LT	PFA	6,60	7,70	6,69	8,02	6,52	7,39
	Bs/lt	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
	Bs sobre control (sin soya)	0,00	44,00	0,00	53,20	0,00	34,80
	Total I.A.	0,00	44,00	0,00	53,20	0,00	34,80
<u>Costos adicionales</u>							
Consumo	kg suplemento/animal/día	0,0	1,5	0,0	1,5	0,0	1,5
Precio de la soya (kg)	Bs/Kg	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
Costo soya/día/vaca	Bs/cab.	0	35	0	35	0	35
	Total egresos	-	34,50	-	34,50	-	34,50
<u>Análisis</u>							
CNI	Bs/animal	0,00	9,50	0,00	18,70	0,00	0,30
TRSC	%	0,00	27,54	0,00	54,20	0,00	0,87
PEL	1 leche adicional/animal/día	0,00	0,86	0,00	0,86	0,00	0,86
DROC	1 leche adicional/animal/día		1,100		1,420		0,790

LT: leche total, PFA: producción final ajustada, CNI: cambio neto en el ingreso, TRSC: tasa de retorno sobre los costos, PEL: punto de equilibrio por leche, DROC: diferencias reales obtenidas contra control. I.A.: ingresos adicionales.

Por último, en el Cuadro 11 se presenta la relación costo beneficio de la variable leche corregida por grasa al 4%, al igual que el análisis de la variable anterior, se puede apreciar un beneficio económico en la leche de animales que consumían silaje de maíz con grano de soya (191,01%). De forma contraria al observar valores negativos en la tasa de retorno en el tratamiento de silaje de sorgo con grano de soya (-8,41%), se evidencian pérdidas monetarias, por lo que no es recomendable desde el punto de vista económico, emplear el grano de soya como suplemento proteico en dietas con este tipo de silajes.

Cuadro 11. Relación costo beneficio de la variable leche total corregida por grasa al 4%.

		Media general		Silaje de Maíz		Silaje de Sorgo	
		Sin soya	Con soya	Sin soya	Con soya	Sin soya	Con soya
<u>Ingresos adicionales</u>							
LTCG 4%	PFA	6,86	8,51	6,56	9,07	7,16	7,95
	Bs/lt	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
	Bs sobre control (sin soya)	0,00	66,00	0,00	100,40	0,00	31,60
	Total I.A.	0,00	66,00	0,00	100,40	0,00	31,60
<u>Costos adicionales</u>							
Consumo	kg sup./animal/día	0,0	1,5	0,0	1,5	0,0	1,5
Precio de la soya (kg)	Bs/Kg	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
Costo soya/día/vaca	Bs/cab.	0	35	0	35	0	35
	Total egresos	-	34,50	-	34,50	-	34,50
<u>Análisis</u>							
CNI	Bs/animal	0,00	31,50	0,00	65,90	0,00	-2,90
TRSC	%	0,00	91,30	0,00	191,01	0,00	-8,41
PEL	l leche adicional/animal/día	0,00	0,86	0,00	0,86	0,00	0,86
DROC	l leche adicional/animal/día		1,650		2,210		1,090

LTCG: leche total corregida por grasa al 4%, PFA: producción final ajustada, CNI: cambio neto en el ingreso, TRSC: tasa de retorno sobre los costos, PEL: punto de equilibrio por leche, DROC: diferencias reales obtenidas contra control. I.A.: ingresos adicionales.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente trabajo, no se encontraron diferencias entre el uso de silaje de sorgo o maíz, en términos de mejoramiento de la respuesta productiva en vacunos de doble propósito. Sin embargo, el costo monetario tiene implicaciones que le dan ventaja al empleo de sorgo como silaje.

La adición de grano de soya sólo proporcionó mejora en el nivel de producción de leche consumida por el becerro, leche total y leche total corregida por nivel de grasa, con una mejor respuesta al combinarse con silaje de maíz.

Desde el punto de vista económico, sólo la combinación de silaje de maíz con grano de soya logró duplicar la cantidad de leche corregida por grasa y leche total, aunque a un costo mayor, dado el precio de la soya.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, I.; J. Riviera. 1978. Caracterización agroclimática de la región oriental del Guárico. Diagnóstico regional. Boletín N° 2. FONAIAP, Est. Exp. Nororiente Guárico, 200 pp.
- A.O.A.C. 1980. Official Methods of Analysis. Association Of Analytical Chemists. Washington D.C. 13th edition. pp 384.
- A.O.A.C. 2005. Official Methods of Analysis. Maryland, EE.UU. 18th edition. pp 421.
- Anderson, M.J.; R. Obadiah; L. Bomán y J.R. Walters. 1982. Whole cotton seed, extruded soybean and whole sunflower seed rations for lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 65 (1): 130-135.
- Acosta, J., S. Padron., N. Pereira., E. Rincon., Z. Chirinos., R. Villalobos., D. Marin. 1998. Producción de leche de ganado mestizo en una zona de bosque seco tropical. Venezuela. Revista Científica, FVC-LUZ. Vol. VIII. N° 2, 99-104. Universidad del Zulia.
- Argel, P. 2006. Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 14(2):65-72.
- Almeyda, J., G. Pando y J. Martínez. 2013. Producción de leche con el uso de ensilaje de chala chocleada en vacas Holstein. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). Provincia de Huaral- Perú. 6 pp.
- Comerma, J.A. y R. Paredes. 1978. Principales Limitaciones y Potencial de las Tierras en Venezuela. Agronomía Tropical. 28(2):71-85.
- COVENIN. 1982. Norma venezolana 503-82. Leche fluida. Determinación de grasa. Método de Babcock (1^{era} revisión). Comisión Venezolana de Normas Industriales, Ministerio de Fomento. Fondonorma. pp11.
- Campabadal, C y J. Sánchez. 1986. Utilización de la soya integral en la alimentación de vacas en pastoreo. Agronomía Costarricense 10 (1): 147-152.
- Camargo, M., M. Capriles. y O. Verde. 1998. Evaluación tecnológica de sistemas de producción con bovinos doble propósitos en Táchira, Venezuela. Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología. 16(1): 49-63.

- Cronjé, P. B; M. Jager y E. Vlok. 2000. Nutrient partitioning and response to insulin challenge at different planes of nutrition during lactation in goats of high vs. low milk production potential. *South African Journal of Animal Science* 30(3): 178-185.
- Dale, N. 1989. Solubilidad de la proteína: indicador del procesado de la harina de soya. *Asociación Americana de Soya*. Guadalajara, México. pp 11.
- Dudley, W.A. 2003. Quality soybean meal. *American Soybean Association*. pp 14.
- Ewell, J., A. Madriz, J. Tosi. 1976. Zonas de vida de Venezuela. *Memorias explicativas sobre un mapa ecológico*. 2da Edición. Caracas, Venezuela. pp. 265
- Fattet, I. y M. Jaurena. 1988. El Estado Corporal de las Vacas Lecheras. *Hemisferio Sur*. Buenos Aires, Argentina. pp 5.
- Garcés, A., L. Barrios, S. Ruiz, J. Serna. y A. Builes. 2001. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Corporación Universitaria Lasallista*. pp 7.
- Gallardo, M. 2003. Cómo utilizar la soja y sus subproductos en la alimentación del ganado. Artículo Divulgativo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. pp6. Disponible en: http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_en_general/27-como_utilizar_soja_y_subproductos.pdf(Consulta: 21 Mayo, 2015).
- Gómez, D. 2008. Métodos para el estudio de los pastos, su caracterización ecológica y valoración. Disponible en: http://jolube.files.wordpress.com/2008/06/gomez_2008_metodos_pastos.pdf(Consulta: 21 Julio, 2014).
- Gallardo, M. 2010. Soja: harinas de extracción para la alimentación del ganado. Artículo Divulgativo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Argentina. pp4. Disponible: http://rafaela.inta.gov.ar/info/documentos/art_divulgacion/ad_0015.htm (Consulta: 21 Mayo, 2015).
- Guzmán, G. Y.; Y. Fonseca J. 2013. Ensilaje para la alimentación de bovinos en Venezuela. *Rev. Prod. Anim.*, 25 (1): 1:5.
- Harris, W., P. Popat. 1954. Determination of the phosphorus content of lipids. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 31th edition. pp 124.

- Hess, H.D, H. Flórez, C.E. Lascano; L.A. Baquero; A. Becerra y J. Ramos. 1999. Fuentes de variación en la composición de leche y niveles de urea en sangre y leche de vacas en sistemas de doble propósito en el trópico bajo de Colombia. *Pasturas Tropicales* 21 (1): 34-42.
- Herrera, A.M. 2003. Respuestas productivas y reproductivas en vacas doble propósito sometidas a suplementación estratégica. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. pp 112.
- Herrera, A., L. De Pablos, L. Maduro, M. Benezra, A. Ríos. 2007. Degradabilidad y digestibilidad de la materia seca del forraje hidropónico de maíz (*zea mays*). Respuesta animal en términos de consumo y ganancia de peso. *Revista científica, FCV-LUZ / vol. xvii, n° 4, 372 – 379.*
- Larson, A y T.H. Shultz. 1980. Effect of soybeans compared to soybean oil and meal in the ration of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, (53):1233-1238.
- Littell, R.; Milliken, G.; Stroup, W. y Freud, R. 2002. *SAS FOR LINEAR MODELS*. 4 ed. SAS Institute Inc. 633 p.
- Medina, E. 2009. Efecto de la calidad de la dieta en la producción de leche en vacas de doble propósito en el trópico. Trabajo de grado. Ingeniería Agronómica. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. pp 8.
- Minson, D. 1981. *Engrazing animals*, Ed. FHW Morley. Elsevier, Amsterdam. pp 143-157.
- Minson, D. 1990. *Forage in ruminant nutrition*. Academic license. Press, San Diego. California. pp 483.
- Newman, A., A. Silva, J. Vásquez, D. Molina, M.F. Dos Santos, I. Herrera, M. Calderón y Y. Toro. 2007. *La Soya*. Comisión permanente de investigación (CPI), Instituto Nacional de Nutrición , Caracas, pp 10.
- Ocanto, G., I. Acevedo y O. García. 2013. Evaluación de las características fisicoquímicas y funcionales del ensilaje de maíz (*Zea mays*) y ensilaje de sorgo (*Sorghum vulgare*). Municipio Urdaneta del Estado Lara. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Venezuela. pp. 129.
- Ordoñez, J., 2000. Evaluación económica de la utilización de caña de azúcar en sistemas de doble propósito. En: Chacón, E. y Baldizán, A., eds. *Memorias del I Simposium sobre Recursos y Tecnologías Alimentarias para la Producción Bovina a Pastoreo en Condiciones Tropicales*. PASTCA, FONLECHE, FCV/UCV, San Cristóbal. Venezuela. pp. 199-202.

- Ortiz, D. 2010. Bases ecofisiológicas para la producción de sorgo granífero. En: Resumen de Conferencias del IX Congreso Nacional de Maíz- Simposio Nacional de sorgo. 17 al 19 de octubre de 2010. Rosario, Argentina, pp. 390-391.
- Pinto-Santini, L. 2012. Balance energético en la reproducción de las vacas. Efecto de la condición corporal y el nivel de alimentación sobre el reinicio de la actividad reproductiva postparto. Editorial Académica Española. Saarbrücken, Alemania 127p.
- Pinto, L., N. Martínez, D. Perozo, K. Drescher, M. Rossini, A. Ruiz y C. Domínguez. 2014. Uso de ensilaje de grano húmedo y/o alimento concentrado en la suplementación de vacas mestizas en los Llanos Centrales Venezolanos. *Livestock Reserch for Development* 26 (12): 1-15.
- Ramia, M. 1967. Tipos de sabanas en los Llanos de Venezuela. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*, (112):264-288.
- Socha, M. 1991. Effect of heat-processed whole soybeans on milk production, milk composition, and milk fatty acid profile. M.S. Thesis, Univ. of Wisconsin, Madison.
- Sharma, H.R.; J.R. Ingals y S.A. MacKirdy.1980. Replacing barley with protected tallow in rations of lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 63 (1): 140-141.
- Sutherland, W.J. (2006). *Ecological census techniques*. New York: Cambridge University Press.307 p.
- Tobía, C., C. Sequera, E. Villalobos, R. Cioffi y O. Escobar. 2007. Experiencia en la elaboración de silaje Maíz- Soya en dos sistemas de producción bovina en Venezuela. XI seminario Manejo y Utilización de Pasto y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. Barquisimeto, Venezuela. 78- 87 p.
- Unidad de Servicios Integrados Climatológicos para la Investigación en Agricultura y Ambiente (USICLIMA). 2015. Periodo de crecimiento promedio para Valle de la Pascua, estado Guárico. Cátedra de Climatología Agrícola, Facultad de Agronomía, UCV.
- Van Soest, P., J. Robertson., B. Lewis. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal Dairy Sci.* 74th edition. pp 3597.

- Valvasori, E., S. Lucci, y L. Pires. 1998. Silagem de cana de açúcar sem substituição a silagem de sorgo granífero para vacas leiteiras. *Braz. J. Vet. Res. Animal Sci.*, 35 (3): 139- 142.
- Van Kick, G.D; G.D. O'dell; P.R. Perry y L.W. Grimes. 1983. Extruded versus raw ground soybean for dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, (66): 21-25.