



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES**

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

*Tesis de grado previa a la
obtención del título de “Médico
Veterinario Zootecnista”*

**UTILIZACIÓN DE UNA RACIÓN SUPLEMENTARIA A
BASE DE BAGAZO DE CAÑA ENRIQUECIDO EN LA
ALIMENTACIÓN DE VACAS HOLSTEIN EN
PRODUCCIÓN EN LA QUINTA EXPERIMENTAL
“PUNZARA” DE LA UNL**

Autor:

Carlos Alberto Benítez Ruiz

Director:

Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc.

LOJA – ECUADOR

2019

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de investigación titulado, “ **UTILIZACIÓN DE UNA RACIÓN SUPLEMENTARIA A BASE DE BAGAZO DE CAÑA ENRIQUECIDO EN LA ALIMENTACIÓN DE VACAS HOLSTEIN EN PRODUCCIÓN EN LA QUINTA EXPERIMENTAL “PUNZARA” DE LA UNL**”, realizado por el Sr. Egresado **CARLOS ALBERTO BENITEZ RUIZ** previo a la obtención del título de **MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**, ha concluido dentro del cronograma aprobado y autorizado con el trámite de graduación.

Loja, 04 de Abril de 2018



Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc.
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Que luego de haber procedido a la calificación de Tesis escrita del trabajo de investigación titulado “UTILIZACIÓN DE UNA RACIÓN SUPLEMENTARIA A BASE DE BAGAZO DE CAÑA ENRIQUECIDO EN LA ALIMENTACIÓN DE VACAS HOLSTEIN EN PRODUCCIÓN EN LA QUINTA EXPERIMENTAL “PUNZARA” DE LA UNL”, del Sr. Egresado CARLOS ALBERTO BENITEZ RUIZ , y al haber constatado que se ha incluido en el documento las observaciones y sugerencias realizadas por los miembros del tribunal autorizamos continuar con los trámites como requisito previo a la obtención del título de: MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA.

APROBADO

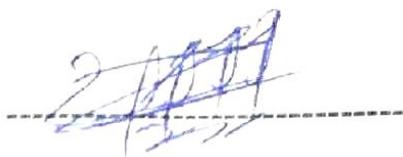
Loja, 23 de Enero de 2018



Dr. Rodrigo Abad Guamán Ph.D.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Dr. Galo Escudero Sánchez Mg. Sc.
VOCAL DEL TRIBUNAL



Dr. Edwin Geovanny Mizhquero Mg. Sc
VOCAL DEL TRIBUNAL

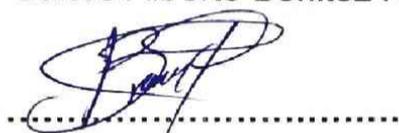
AUTORIA

Yo, Carlos Alberto Benitez Ruiz declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Carlos Alberto Benitez Ruiz

Firma:



Cédula: 1103675243

Fecha: Loja, 23 de Enero de 2019

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo, **CARLOS ALBERTO BENITEZ RUIZ** declaro ser autor de la tesis titulada "UTILIZACIÓN DE UNA RACIÓN SUPLEMENTARIA A BASE DE BAGAZO DE CAÑA ENRIQUECIDO EN LA ALIMENTACIÓN DE VACAS HOLSTEIN EN PRODUCCIÓN EN LA QUINTA EXPERIMENTAL "PUNZARA" DE LA UNL ", como requisito para optar al grado de Médico Veterinario y Zootecnista, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 17 días del mes de Abril de dos mil dieciocho firma el autor.

Firma:



Autor:

Carlos Alberto Ruiz Salinas

Número de cédula:

1103675243

Dirección:

Loja, Avda. Gran Colombia entre Tulcan e Ibarra

Correo electrónico:

negrito_benitez90@hotmail.com

Teléfono: 072721936

Celular: 0991216605

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director de tesis: Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc.

Tribunal de Grado:

Presidente del Tribunal: Dr. Rodrigo Abad Guamán Ph.D

VOCAL: Dr. Galo Escudero Sánchez Mg. Sc.

VOCAL: Dr. Edwin Geovanny Mizhquero Mg. Sc.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mi madre, familia y a la Universidad Nacional de Loja, Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables en especial a la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia en cuyas aulas tuve la oportunidad de formarme y alcanzar mi meta de ser un profesional, a todos los Catedráticos por haber compartidos sus sabios conocimientos y enseñanzas de manera especial a la Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc. Director de mi tesis por su orientación académica y profesional decisivos para culminar la misma.

CARLOS BENÍTEZ

DEDICATORIA

A mi madre Imelda, que gracias a su amor, comprensión, apoyo incondicional, perseverancia y demás cualidades que la hacen una mujer con ejemplo a seguir, he seguido adelante. A mi hermano Jorge, a mi prima Mercedes, a mi novia Monica, que han sido una fuerza para continuar y lograr metas, han estado a mi lado siempre y abuelos que con amor, consejos y sabiduría han sabido guiar el camino en mi vida. A mis profesores y mentores que con sus enseñanzas, amistad, no han desistido en enseñarme, y depositar su confianza en mí, por sus consejos que servirán para mi vida profesionalmente. A mis amigos, quienes han estado a mi lado en la vida estudiantil, los considero mi segunda familia, les agradezco por los momentos buenos y malos que hemos pasado, por su apoyo y comprensión.

Para todos ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

CARLOS BENÍTEZ

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁG.
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iii
AUTORIA	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
INDICE GENERAL	viii
INDICE DE TABLAS	xii
INDICE DE CUADROS	xiii
INDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE FOTOS	xv
TÍTULO.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
SUMMARY	xviii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. DIGESTIÓN Y METABOLISMO DE LOS NUTRIENTES	3
2.1.1. Metabolismo de Proteínas.....	3
2.1.2. Relación entre Proteína y Energía de la Dieta	4
2.1.2. Metabolismo de los Lípidos y Otros Compuestos.....	4
2.2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE VACAS EN PRODUCCIÓN.....	4
2.2.1. Energía.....	6
2.2.2. Proteína.....	6
2.2.3. Lípidos	7

2.2.4.	Minerales	7
2.3.	ALIMENTACIÓN DE VACAS EN PRODUCCIÓN	8
2.3.1.	Forrajes.....	8
2.3.2.	Suplementos Nutricionales para Alimentación de Bovinos.....	8
2.3.3.	Subproductos Agroindustriales de Baja Calidad Nutritiva.....	9
2.3.4.	Residuos de Cosechas	9
2.4.	EL BAGAZO DE CAÑA	9
2.5.	OBTENCIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA.....	10
2.5.1.	Siembra de la Caña de Azúcar	10
2.5.2.	Clima.....	11
2.5.3.	Tipos de Suelo y Terreno	11
2.6.	FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO (FES)	11
2.6.1.	Fermentación Rústica.....	12
2.7.	TRABAJOS RELACIONADOS	13
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1.	MATERIALES	15
3.1.1.	Materiales de Campo.....	15
3.1.2.	Materiales de Oficina	15
3.2.	MÉTODOS	15
3.2.1.	Ubicación	15
3.2.2.	Descripción y Adecuación de Instalaciones.....	16
3.2.4.	Preparación del Bagazo Enriquecido (BCE)	16
3.2.5.	Formulación y elaboración de la ración suplementaria.....	16
3.2.6.	Descripción de los Tratamientos	17
3.2.7.	Diseño Experimental	17
3.2.8.	Conformación de Grupos Experimentales	17
3.2.9.	Variables en Estudio.....	17

3.2.10.	Toma y Registro de Datos	18
3.2.10.1.	Composición química	18
3.2.10.2.	Consumo de alimento	18
3.2.10.3.	Producción de Leche	18
3.2.10.4.	Calidad de la leche	18
3.2.10.5.	Cambio de peso	18
3.2.10.6.	Rentabilidad.....	19
3.3.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	19
3.4.	ANÁLISIS ECONÓMICO	19
4.	RESULTADOS	20
4.1.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS MATERIAS PRIMAS	20
4.2.	INDICADORES PRODUCTIVOS.....	20
4.3.	CALIDAD DE LA LECHE	21
4.3.1.	Características Organolépticas	21
4.3.2.	Composición química	21
4.4.	CAMBIO DE PESO.....	22
4.5.	INDICADORES ECONÓMICOS	23
4.5.1.	Rentabilidad.....	23
4.5.2.	Costos de Producción	23
4.5.2.1.	Alimentación	24
4.5.2.2.	Sanidad	24
4.5.2.3.	Instalaciones.....	24
4.5.2.4.	Mano de obra	24
4.5.3.	Ingresos.....	24
4.5.3.1.	Venta de leche	24
5.	DISCUSIÓN	27
5.1.	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA	27

5.2.	INDICADORES PRODUCTIVOS.....	27
5.3.	CALIDAD DE LA LECHE.....	28
5.4.	CAMBIO DE PESO.....	29
5.5.	INDICADORES ECONÓMICOS.....	29
6.	CONCLUSIONES.....	31
7.	RECOMENDACIONES.....	32
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	33
9.	ANEXOS.....	375
9.1.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS RESULTADOS.....	375
9.2.	FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE CAMPO.....	431

INDICE DE TABLAS

TABLA	PÁG.
Tabla 1. Requerimientos nutricionales y condición corporal (CC) sugerida de vaca lecheras, según producción, período de lactancia y preñez.....	5
Tabla 2. Composición química del bagazo.....	10
Tabla 3. Composición de la ración suplementaria.....	16

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁG.
Cuadro 1. Composición química de las raciones experimentales en base a materia seca (%).	20
Cuadro 2. Producción de leche en vacas Holstein en pastoreo con una ración suplementaria (l/vaca/día).....	20
Cuadro 3. Calidad de la leche en vacas Holstein en pastoreo con una ración suplementaria en base a bagazo enriquecido (%).	21
Cuadro 4. Cambio de peso de vacas Holstein en pastoreo con una ración suplementaria en base a bagazo enriquecido (kg).	22
Cuadro 5. Ingresos por concepto de venta de la producción láctea.	25
Cuadro 6. Costos, ingresos y rentabilidad de los cuatro grupos experimentales (%). ..	25

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁG.
Figura 1. Producción de leche en vacas Holstein en pastoreo con dos raciones suplementarias (l/vaca/día).....	21
Figura 2. Calidad de leche en vacas Holstein en pastoreo con una ración suplementaria.....	22
Figura 3. Cambio de peso en vacas Holstein en pastoreo con una ración suplementaria a base de Bagazo de Caña Enriquecido.....	23
Figura 4. Rentabilidad en vacas Holstein en producción con una ración experimental a base de Bagazo de Caña (%)......	26

ÍNDICE DE FOTOS

FOTO	PÁG.
Foto 1. Picado del bagazo de caña para proceso de fermentación.....	43
Foto 2. Proceso de fermentación en estado sólido del bagazo de caña.....	43
Foto 3. Elaboración de la ración suplementaria.....	43
Foto 4. Periodo de adaptación de los animales.....	44
Foto 5. Registro producción de leche.....	44
Foto 6. Suministro de la ración y suplementaria.....	44
Foto 7. Registro de peso de los animales.....	45
Foto 8. Análisis bromatológico de la ración suplementaria.....	45
Foto 9. Análisis químico de la leche.....	45

**UTILIZACIÓN DE UNA RACIÓN SUPLEMENTARIA A BASE DE
BAGAZO DE CAÑA ENRIQUECIDO EN LA ALIMENTACIÓN DE
VACAS HOLSTEIN EN PRODUCCIÓN EN LA QUINTA
EXPERIMENTAL “PUNZARA” DE LA UNL**

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ejecutó con el propósito de evaluar los indicadores productivos y económicos en vacas holstein mestizas, mantenidas en pastoreo, con una ración suplementaria a base de bagazo de caña enriquecido. El ensayo tuvo una duración de 30 días y se utilizaron 12 vacas holstein mestizas en producción, de diferentes edades, pesos y niveles de producción. Cada animal constituyó una unidad experimental, en el cual se evaluaron dos tratamientos de la siguiente manera; Tratamiento uno: Consistió en un grupo de 6 vacas en producción que fueron alimentadas únicamente en pastoreo y sirvieron como grupo testigo. Tratamiento dos: Consistió en un grupo de 6 vacas en producción que fueron mantenidas en pastoreo más el suministro de 2 kg de la ración suplementaria a base de bagazo de caña enriquecido. Se estudiaron las siguientes variables: análisis bromatológico del bagazo enriquecido y ración experimental consumo de alimento, producción de leche, calidad de leche, cambio de peso y rentabilidad. Se realizó el análisis de varianza mediante el diseño de comparación de medias con datos pareados y la prueba de significancia se aplicó la Prueba de Duncan. Los resultados demuestran que el enriquecimiento proteico del bagazo de caña pasa a ser de 1,18%, a 11,64%; la producción de leche en promedio en las vacas sin suplementación es de 9,4 litros y las vacas con suplementación es de 9,1 litros, el consumo de alimento en las vacas sin suplementación es de 16,5 kg MS/animal/día y las vacas con suplementación es de 15,5 MS/animal/día.

Palabras claves: Bagazo de caña, ración suplementaria, análisis de varianza, producción de leche.

ABSTRACT

This research work was carried out with the purpose of evaluating the productive and economic indicators in crossbred Holstein cows, maintained in grazing, with a supplementary ration based on enriched sugarcane bagasse. The trial lasted 30 days and 12 crossbred Holstein cows were used in production, of different ages, weights and production levels. Each animal constituted an experimental unit, in which two treatments were evaluated in the following way; Treatment one: It consisted of a group of 6 cows in production that were fed only in pasture and served as a control group. It consisted of a group of 6 cows in production that were fed only on grazing and served as a control group. Treatment two: Consisted of a group of 6 cows in production that were kept in pasture plus the supply of 2 kg of supplementary ration based on enriched sugarcane bagasse. The following variables were studied: bromatological analysis of the enriched bagasse and experimental ration of feed consumption, milk production, milk quality, weight change and profitability. The analysis of variance was carried out by means of the design of comparison of means with paired data and the Duncan Test was applied as the test of significance. The results show that the protein enrichment of sugarcane bagasse goes from 1.18% to 11.64%; the average milk production in cows without supplementation is 9.4 liters and cows with supplementation is 9.1 liters, feed consumption in cows without supplementation is 16.5 kg MS/animal/day and cows with supplementation is 15.5 MS/animal/day.

Key words: Sugarcane bagasse, supplementary ration, analysis of variance, milk production.

1. INTRODUCCIÓN

La alimentación es uno de los factores más importantes en todo sistema de producción pecuario, ya que puede representar hasta el 70% de los costos totales de producción. Actualmente, gracias a la aplicación de biotecnologías reproductivas se ha logrado un impresionante desarrollo en la calidad genética del ganado lechero, lo que ha obligado a mejorar las condiciones de nutrición y alimentación; sin embargo, el alto precio de los insumos eleva los costos de producción y disminuye los márgenes de rentabilidad (Almeyda, 2013).

El pasto es el alimento más barato para el ganado, pero generalmente no cubre los requerimientos energéticos y proteicos; además, durante la época seca que dura de seis a siete meses, los bovinos se alimentan con recursos forrajeros de bajo valor nutritivo, como consecuencia existe bajo consumo de materia seca y una deficiente producción; lo que condiciona el comportamiento productivo de la ganadería bovina y no permite mantener una producción estable de leche y carne durante todo el año; siendo necesario la aplicación de estrategias alimenticias mediante el uso de subproductos y residuos agrícolas de fácil adquisición y bajo costo como el bagazo de caña.

El bagazo está integrado por fibras largas y cortas. A éstas últimas se las conoce como bagacillo, y suele haber entre un 7 al 10% del bagazo integral. Es conveniente que las dietas no tengan más del 20 al 30% de bagazo, constituyendo como fuente de fibra. El tratamiento del Bagazo con soda cáustica (5-6 % de hidróxido de sodio) eleva la digestibilidad “in situ” al 55%. Esto es debido al proceso de deslignificación y aumento de los azúcares solubles (Fernández, 2008).

Existen muchos procedimientos de carácter físico, químico y microbiológico que pueden ayudar a mejorar el valor nutritivo de los residuos agrícolas fibrosos, dentro de los microbiológicos está la fermentación en estado sólido (FES) que es un complejo proceso de transformaciones microbiológicas sobre materiales sólidos, donde el contenido de líquido en el sistema está al nivel correspondiente de la actividad del agua, para asegurar el crecimiento y el metabolismo de los microorganismos así como la formación de productos deseables, pero sin exceder la capacidad máxima de retención de agua de la sustancia sólida (Ajila et al., 2012).

La fermentación del bagazo con urea, jugo de caña, suero de leche y sales minerales puede constituir una buena alternativa para la suplementación de vacas en producción ya que mejora el valor nutritivo incrementando los niveles de proteína cruda y digestibilidad; con lo cual se puede disponer de un alimento de bajo costo para ser utilizado en épocas de escasez de pasto.

Con estos antecedentes los objetivos del presente trabajo fueron:

- Determinar la composición química del bagazo de caña fresco, enriquecido y de una ración suplementaria elaborada con éste residuo.
- Evaluar el efecto de una ración suplementaria elaborada a base de bagazo de caña enriquecido en la alimentación de vacas en producción.
- Realizar el análisis económico del uso de raciones suplementarias a base de bagazo de caña en la alimentación de bovinos de leche.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. DIGESTIÓN Y METABOLISMO DE LOS NUTRIENTES

Los rumiantes se caracterizan por su capacidad para alimentarse de pasto o forraje. Esta característica se basa en la posibilidad de poder degradar los hidratos de carbono estructurales del forraje, como celulosa, hemicelulosa y pectina, muy poco digestibles para las especies de estómago simple o no-rumiantes. Basada en esta diferencia fundamental, la fisiología digestiva del rumiante adquiere características particulares (Relling & Mattioli, 2006).

La degradación del alimento se realiza mayoritariamente por digestión fermentativa y no por acción de enzimas digestivas, y los procesos fermentativos los realizan diferentes tipos de microorganismos a los que el rumiante aloja en sus divertículos estomacales (DE). Por esta razón tenemos que tener presente que al alimentar a los rumiantes primero estamos alimentando a los microorganismos ruminales, y que para su buen desarrollo tiene que haber un medio ruminal favorable para ello. De esta forma hay una simbiosis entre las bacterias y el animal (Gutiérrez, 2015).

Esta digestión fermentativa, si bien favorece al rumiante al permitirle degradar hidratos de carbono estructurales, también afecta la digestión de todos los demás componentes de la dieta, expuestos a los mismos procesos fermentativos, sin que esto represente siempre una ventaja desde el punto de vista del mejor aprovechamiento del alimento (Relling & Mattioli, 2006).

2.1.1. Metabolismo de Proteínas

A nivel intestinal la degradación de las proteínas es similar en rumiantes y en no rumiantes. Las proteínas y los péptidos son degradados hasta oligopéptidos por la acción de las enzimas proteolíticas pancreáticas (tripsina, quimotripsina y carboxipeptidasa), luego los oligopéptidos son degradados por las oligopeptidasas de la membrana apical de los enterocitos liberando aminoácidos di y tripéptidos que finalmente son absorbidos. Sin embargo, a diferencia de los no rumiantes, la proteína que llega al intestino del rumiante es diferente de la ingerida con la dieta, debido a que los microorganismos ruminales degradan más de la mitad las proteínas consumidas. Lo hacen mediante proteasas de membrana que desdoblan las proteínas en péptidos y algunos aminoácidos libres, los que son absorbidos por el microorganismo (Relling & Mattioli, 2002).

2.1.2. Relación entre Proteína y Energía de la Dieta

La relación nutritiva óptima varía en función de la edad y la actividad del animal (producción de leche, lactancia, gestación, engorde, etc.) y puede ser peligroso variarla bruscamente, sobre todo en el momento del destete (INATEC, 2016).

2.1.3. Metabolismo de los Lípidos y Otros Compuestos

El metabolismo se lleva a cabo en un 90% en el rumen, produciendo ácidos grasos volátiles como acético, propiónico y butírico. El 10% restante se metaboliza en el intestino delgado por acción directa de la lipasa y bilis (INATEC, 2016).

2.2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE VACAS EN PRODUCCIÓN

En las últimas décadas, los avances en selección genética han permitido aumentar la producción de leche en las vacas lecheras, a costa de un descenso de la fertilidad y la longevidad.

Además de causar una predisposición a padecer episodios de balance energético negativo (BEN) durante y poco después del periodo de transición. Un BEN pronunciado causa numerosos trastornos metabólicos, como la cetosis o la esteatosis hepática (hígado graso), pero también está asociado a una inmunodepresión y al aumento del riesgo de sufrir otras enfermedades metabólicas e infecciones, así como mal desarrollo del ovocito y poca expresión de celos (Taweel, 2016).

Tabla 1. Requerimientos nutricionales y condición corporal (CC) sugerida de vaca lecheras, según producción, período de lactancia y preñez.

Ítem Producción Cond. Corporal	Producción de leche			Inicio de lactancia 3,0	Período seco (45 días) 3,5	Período Pre-Parto (15 días) 3,5
	Bajo	20-30	30-40			
	20	3,5	3,5			
PC % 1	15	16	17	19	12	15
PND, %	37	39	40	45	30	40
EM, Mcal/kg	2,50	2,70	2,80	2,80	2,20	2,50
Enl, Mcal/kg	1,52	1,62	1,72	1,67	1,25	1,47
Fibra Cruda, %	20	17	15	17	25	27
FDA, %	21	21	19	21	27	27
FDN, %	28	28	25	28	35	45
Calcio, %	0,51	0,58	0,64	0,77	0,39	0,39
Fosforo, %	0,33	0,37	0,41	0,48	0,24	0,24
Potasio, %	0,9	0,9	1	1	0,65	0,60
Magnesio, %	0,2	0,2	0,25	0,25	0,2	0,16
Azufre, %	0,2	0,2	0,2	0,2	0,16	0,16
Sodio, %	0,18	0,18	0,18	0,18	0,10	0,10
Cloro, %	0,25	0,25	0,25	0,25	0,20	0,20
Manganeso, ppm	40	40	40	40	40	40
Cobre, ppm	10	10	10	10	10	10
Zinc, ppm	40	40	40	40	40	40
Hierro, ppm	50	50	50	50	50	50
Selenio, ppm	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Cobalto, ppm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Yodo, ppm	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Vitamina A, UI/kg	3200	3200	3200	4000	4000	4000
Vitamina D, UI/kg	1000	1000	1000	1000	1000	1200
Vitamina E, UI/kg	15	15	15	15	15	15

PC Proteína Cruda – PND Proteína No Degradable – EM Energía Metabolizable- Enl Energía neta leche – FDA Fibra Detergente Acida – FDN Fibra Detergente Neutra.

Fuente: NCR 2002 Extracto de Stehr y Col, 2004.

Inducir a que la vaca coma grandes cantidades de alimentos, es la clave para obtener una producción de leche eficiente y productiva, evitando un posible BEN. Para ello debe hacer una buena selección de los ingredientes, para asegurar una ingestión máxima.

Todos los nutrientes que la vaca requiere para la producción de leche (excepto el agua), se encuentran en la materia seca de los alimentos (Wheeler, 2006).

2.2.1. Energía

La energía la proporcionan los carbohidratos, proteínas y grasas; no es un nutriente tangible que pueda aislarse en el laboratorio, más bien es un concepto que, en términos de nutrición animal, significa “calor”, y se lo mide en Megacalorías (Mcal), (Bovina, 2009). Los cálculos de las necesidades de energía en el vacuno lechero se realizan en unidades de energía neta de lactancia (UNL) y comprenden las necesidades de mantenimiento, gestación y producción (Pendini, 2009).

En el ganado lechero, las necesidades energéticas se calculan en forma factorial considerando mantenimiento, gestación, crecimiento y producción. En las necesidades de mantenimiento se incluye un margen de seguridad del 10% para cubrir los gastos energéticos resultantes de la actividad física de los animales de acuerdo al sistema de manejo. Las necesidades de producción deben considerar la composición química de la leche, sobre todo en relación al contenido graso. En las vacas al principio de lactación, la ingestión de energía es frecuentemente insuficiente para cubrir las necesidades de producción, resultando en un balance energético negativo. La pérdida de peso al inicio de la lactación es inevitable y en animales de alta producción, probablemente necesaria para optimizar la producción (Pendini, 2009).

2.2.2. Proteína

Calsamiglia (2009), señala que las necesidades proteicas se calculan de forma factorial, considerando mantenimiento, crecimiento, gestación y lactancia se determinan en gramos proteína metabolizable (PM). En el rumiante el aporte de PM tiene dos orígenes: la proteína microbiana sintetizada en el rumen y la proteína de origen alimentario. La síntesis de proteína microbiana depende de la disponibilidad de energía fermentable y proteína disponible en el rumen y de la eficiencia de síntesis de proteína microbiana.

Las recomendaciones de proteína cruda en las raciones de vacas lecheras varían entre 12 % para una vaca seca hasta 18 % para una vaca en la primera parte de lactancia. Si la dieta de vacas que producen 20 a 25 Kg de leche contiene 16 % de proteína cruda, la mayoría de los forrajes y concentrados cubren estas necesidades. Sin embargo, si la producción de leche aumenta, la proteína bacteriana en el rumen puede resultar insuficiente y fuentes de proteína resistentes a degradación ruminal pueden ser necesarias para proveer la cantidad requerida de aminoácidos.

2.2.3. Lípidos

Las grasas tienen como objetivo aumentar la concentración energética de la ración; sin embargo, su utilización presenta los siguientes inconvenientes:

- Afectan la digestibilidad de la fibra. Estos efectos son mayores en los insaturados y sus efectos pueden limitarse si forman parte de semillas enteras y/o están protegidos de la acción ruminal (grasas inertes).
- Reducen la grasa de la leche. Dicho efecto parece estar mediado por la formación de intermediarios de la biohidrogenación anómala que se produce en condiciones de acidosis ruminal. Estos efectos son mayores en presencia de ácidos grasos insaturados (aceites de lino, soja, girasol) pueden prevenirse cuando se utilizan semillas enteras o se reduce el riesgo de acidosis ruminal. Los niveles de estas grasas deben limitarse a 150 - 250 g/d, particularmente en condiciones de riesgo de acidosis ruminal.
- Limita la ingestión de MS, este efecto es particularmente evidente cuando los niveles de grasa de la ración superan el 5,25 %, en el periodo postparto (se produce una regulación metabólica de la ingestión de energía) y con el uso de algunas grasas. El NRC, 2001 (nacional research council) recomienda no exceder del 6 % de grasa total de MS de la ración durante el postparto (5-7 semanas), y del 7 % durante el último tercio de la lactación, con un máximo del 3 - 4 % de grasa añadida. Durante el secado, el contenido máximo de grasa en la ración no debería superar el 4 %.
- La suplementación excesiva de grasa (independientemente del tipo) en la ración del vacuno resulta en una reducción de 0,1 a 0,3 unidades de porcentaje la proteína en leche.

2.2.4. Minerales

Las necesidades de minerales se determinan de forma factorial, y se expresan en unidades de mineral absorbible. Los requerimientos pueden variar ligeramente en función del nivel de producción y la disponibilidad en los alimentos utilizados; sin embargo, alguno de los minerales es necesario hacer consideraciones específicas. Durante el postparto se movilizan entre 800 y 1300 g de calcio óseo que deben reponerse durante las últimas 20-30 semanas de gestación.

Esta reposición de calcio requiere el aporte adicional de unos 8 g/d de calcio, que deben incorporarse al cálculo de las necesidades. Cuando se cumplen las recomendaciones de calcio y fósforo, la relación Ca:P de la ración es poco importante, siendo el rango de 1:1 a 1:8 (Calsamiglia, 2009).

2.3. ALIMENTACIÓN DE VACAS EN PRODUCCIÓN

2.3.1. Forrajes

En general, los forrajes son las partes vegetativas de las plantas gramíneas o leguminosas que contienen una alta proporción de fibra (más de 30% de fibra neutro detergente). Pueden ser pastoreados directamente, o cosechados para servir fresco y preservados como ensilaje o heno. Según la etapa de lactancia, pueden contribuir desde casi 100% (en vacas no-lactantes) a no menos de 30% (en vacas en la primera parte de lactancia) de la materia seca en la ración (FAO, 1995).

Las características generales de forrajes son las siguientes:

- Volumen: Limita el cuanto puede comer la vaca. La ingestión de energía y la producción de leche pueden ser limitadas si hay demasiado forraje en la ración. Aunque estimulan la rumia y mantienen la salud de la vaca.
- Alta Fibra y Baja Energía: Forrajes pueden contener de 30 hasta 90% de fibra (fibra neutra detergente).
- Contenido de proteína es variable: Según la madurez, las leguminosas pueden tener 15 a 23% de proteína cruda, gramíneas contienen 8 a 18% proteína cruda (según el nivel de fertilización con nitrógeno) y los residuos de cosechas pueden tener solo 3 a 4% de proteína cruda (paja).

2.3.2. Suplementos Nutricionales para Alimentación de Bovinos

El objetivo de suministrar concentrados en la dieta de los animales es proveer una fuente de energía o de proteína adicional para completar sus requerimientos. Estos concentrados pueden ser altos o bajos en proteína.

Los granos de cereales contienen menos del 12 % proteína cruda, pero las harinas de semillas oleaginosas (soya, algodón, maní) pueden contener hasta 50 % de proteína cruda. Los concentrados tienen alta palatabilidad y son comidos rápidamente (Cordova, 2014).

2.3.3. Subproductos Agroindustriales de Baja Calidad Nutritiva

Los subproductos son las partes de las plantas que se quedan luego de haber procesado parte de ellos, tales como; cascara de café, de cítricos, de tipo legumbre como el maní entre otros (Amaral, 2015).

Algunas características generales de la mayoría de los subproductos son los siguientes:

- Son un alimento barato y voluminoso.
- Son alto en fibra indigestible debido a su contenido alto de lignina.
- Bajo contenido de proteína cruda.
- Tratamientos químicos pueden mejorar su valor nutritivo.
- Requieren suplementación adecuada especialmente con proteína y minerales.

2.3.4. Residuos de Cosechas

Alimentos disponibles en el medio y suplementos: Los residuos son las partes de las plantas que se quedan en el campo después de cosechar el cultivo principal (por ejemplo, paja de cereales, bagazo de caña de azúcar, etc.). Los residuos pueden ser pastoreados, procesados como un alimento seco, o convertidos en ensilaje y poseen las siguientes características:

- Alimento barato y voluminoso.
- Alto contenido de fibra indigerible debido a su gran contenido de lignina.
- Tratamientos químicos pueden mejorar su valor nutritivo.
- Bajo contenido de proteína cruda.
- Requieren suplementación adecuada de proteína y minerales.
- Requieren estar picados cuando son cosechados o antes de ser usados para la alimentación (Kapitulnik, 2018).

2.4. EL BAGAZO DE CAÑA

El bagazo de caña de azúcar presenta un alto contenido de polímeros de carbohidratos (alrededor de 70%), bajo contenido de cenizas (entre 1- 5%) y bajo contenido de extractos solubles (entre 4-10% de acuerdo con las condiciones de cultivo) que podrían interferir en el pre tratamiento y favorecer la generación de subproductos tóxicos (Benjamin et al., 2013; Canilha et al., 2012).

También es destacable que el bagazo de caña de azúcar post procesamiento presenta un tamaño de partícula bastante menor que aquél encontrado para otros residuos lignocelulósicos, disminuyendo así costes relacionados a procesos de reducción de tamaño de partículas Driemeier et al., (2011).

Tabla 2. Composición química del bagazo

Nutrientes	Porcentaje de la MS Rangos medios¹⁻² (%)
Materia seca	50.0-53.0
Proteína cruda	2.0-2.3
Digestibilidad in vitro de la MS	44-48.2
Fibra cruda	43.5-53.7
FDN	79.4
FDA	48.8
Cenizas	2.5-3.5
Celulosa	65.6
Hemicelulosa	17.5
Lignina	17

Fuente: Martin, 2004 y Monroy et al. 1980

2.5. OBTENCIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), es una de las plantas que mejor aprovecha la luz solar para producir biomasa, soporta sequía y exceso de lluvia, se produce desde 0 hasta 1.500 msnm, es bastante rústica pero responde bien a las buenas prácticas de cultivo.

Produce un alto tonelaje de forraje 100 t y más por hectárea. Aporta altos valores energéticos, “el forraje más cercano en contenido de energía, es el silo de maíz, que jamás puede alcanzar los valores de la caña en términos de “Energía Metabólica” dicha energía proviene de su alto contenido de azúcares totales (Vasallo 2007).

2.5.1. Siembra de la Caña de Azúcar

La siembra debe considerar los siguientes aspectos: ubicación de los esquejes a la profundidad correcta, correcta densidad, apropiado traslape entre esquejes y tapado apropiado. La siembra se realiza de forma manual, predominantemente. En este sistema se busca ubicar de 15 a 20 yemas viables por metro lineal, lo que proveerá una densidad de tallos entre 12 y 17 por metro lineal. Las distancias de distribución de un paquete de 30 esquejes, debe estar entre los 6 y 9 metros (estaquillado). Distancias menores impactarán directamente en los costos de esta labor (CENGICANA, 2017).

2.5.2. Clima

Esta especie es típica de los climas tropicales y puede producirse hasta los 35 grados latitud norte y sur, se desempeña mejor en altitudes que van desde 0 a 1,000 metros sobre el nivel del mar, aunque los rendimientos obtenibles hasta 1500 metros son económicamente aceptables. Se desempeña bien con una temperatura media de 24 0 C, además de una precipitación anual de 1500 mm bien distribuidos durante su ciclo de crecimiento. Cuando las temperaturas de la noche y del día son uniformes, la caña no cesa de crecer y en sus tejidos siempre habrá un alto porcentaje de azúcares reductores. Las variaciones de temperatura superiores a 8 0 C son muy importantes en la fase de maduración, porque ayudan a formar y a retener la sacarosa. A mayor radiación solar, habrá mayor actividad fotosintética y mayor translocación de los carbohidratos de las hojas al tallo, produciendo tonelajes más altos de azúcar en la fábrica (Díaz, 2002).

2.5.3. Tipos de Suelo y Terreno

Este cultivo se desempeña bien en suelos sueltos, profundos y fértiles. Si se cuenta con riego podremos lograr mejores rendimientos que en suelos sin regar. Puede producirse también en suelos marginales como los arenosos y suelos arcillosos con un buen drenaje. No se recomienda para suelos franco-limosos y limosos. Se adapta bien a los suelos con pH que va desde 4 a 8.3 (Chaves, 2002).

2.6. FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO (FES)

La FES es un complejo proceso de transformaciones microbiológicas sobre materiales sólidos, donde el contenido de líquido en el sistema está al nivel correspondiente de la actividad del agua, para asegurar el crecimiento y el metabolismo de los microorganismos así como la formación de productos deseables, pero sin exceder la capacidad máxima de retención de agua de la sustancia sólida. (Harts y col., 1992 y Durand y col., 1993)

En la práctica, el crecimiento de los microorganismos ocurre sobre o dentro del sólido muy cerca de la ausencia de agua libre. El agua presente se encuentra en una forma compleja dentro de la matriz sólida o como una fina capa que puede estar absorbida dentro de las partículas de la superficie o con uniones menos fuertes en la región capilar del sólido (Raimbault, 1998).

Sin embargo, el límite de humedad en el cual la FES se puede llevar a cabo está en función del tipo de sustrato, el microorganismo empleado y el objetivo del proceso productivo en cuestión.

2.6.1. Fermentación Rústica

Es un proceso de fermentación aeróbica que se fundamenta en la asimilación de la materia orgánica por parte de microorganismos en presencia de oxígeno y nutrientes; se produce en fases secuenciales, desde las primeras descomposiciones microbianas de la materia orgánica hasta la estabilización del producto con la producción de H₂O y CO₂.

La fermentación rústica es una variante productiva para pequeñas comunidades, que permite autoabastecerse de alimento sin hacer grandes inversiones, las que sí se requieren en las fermentaciones que se llevan a cabo en biorreactores. Este tipo de alimento no tiene un alto valor agregado, por tanto los procesos de obtención no pueden ser complejos en equipamiento ni en procedimientos, es por ello que son una buena alternativa para productos con un bajo costo de producción. A pesar de estas posibilidades, en las fermentaciones rústicas no se logran controlar fácilmente ninguno de los parámetros que rigen el proceso. Esto trae consigo que se produzcan elevados gradientes de temperaturas, así como otras afectaciones que perjudican el adecuado desarrollo de la fermentación.

En este proceso, se propicia el desarrollo de la microflora epifita presente en el bagazo de caña, mediante la adición de una fuente de nitrógeno no proteico como la urea, una fuente de carbohidratos de fácil fermentación y sales minerales; generalmente se realiza en una superficie de cemento donde se seca el bagazo, mediante la ejecución de las siguientes actividades:

- Se pesa el bagazo de caña de acuerdo a la cantidad que se desee preparar; y, a la caída del sol se esparce en una capa de 10 cm aproximadamente.
- Se mezcla las sales y la urea en las proporciones establecidas de acuerdo a la cantidad a preparar y se distribuye sobre el material de manera uniforme.
- Con una bomba de fumigación, se aplica la fuente de carbohidratos de fácil fermentación (Melaza, miel, guarapo, suero de leche, etc.).
- Se mezcla todo el material y se lo deja en reposo por 12 a 14 horas, (toda la noche).

- Se voltea cada dos horas por un lapso de 48 a 72 horas hasta su lograr el secado total.
- Se empaqueta en sacos de yute y se almacena en un lugar seco, quedando listo para su uso como suplemento alimenticio ya entero o molido.

2.7. TRABAJOS RELACIONADOS

Torres-Salado et al. (2006), realizan una investigación en el consumo y producción de leche de vacas de doble propósito, suplementadas con Saccharina elaborada con caña de azúcar quemada, elaborada a partir de tallos de caña de azúcar quemados (TQ) y no quemados (TNQ), más concentrado proteico (CP). Las vacas pastorearon en Estrella Africana. Posteriormente, según los distintos tratamientos (T), se les suministró el forraje complementario de forma individual. T1 (CI) = pastoreo (P) + caña integral fresca, con 1.5 % de urea + 2 kg en base fresca de concentrado comercial (CC); T2 (SATCC) = P + Saccharina tradicional (SAT), mezclada con 20 % del CC + 1 kg de CC; T3 (SATQ) = P + Saccharina elaborada con tallos quemados, inoculados con 15 % de SAT + 2 kg de CC; T4 (SAT) = P + SAT + 2 kg de CC. El estudio se realizó según diseño completamente al azar y se utilizó la producción de leche inicial como covariable. Las vacas suplementadas con CI y SATQ tuvieron mayor consumo ($P < 0.05$) que las suplementadas con SATR (5.24 y 4.52 vs 2.93 kg de MS vaca-1d-1). Sin embargo, el CT (17.59, 14.94, 16.84 y 17.16 kg de MS vaca-1d-1), al igual que la PLR (8.47, 8.17, 7.72, y 8.04 kg vaca-1d-1), no presentaron diferencias entre sí. La caña de azúcar quemada puede utilizarse como sustrato para elaborar Saccharina para el consumo de vacas de doble propósito.

Las ganaderías doble propósito tropicales producen carne y leche basados en sistemas de pastoreo. La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es ampliamente utilizada en la alimentación bovina derivada del consorcio entre agricultura y pecuaria; a su vez, contiene un exceso de carbohidratos solubles y carece de proteínas y minerales. La saccharina es un alimento alternativo que se obtiene por fermentación de los tallos de caña de azúcar enriquecidos con urea y sales minerales. El objetivo fue comparar indicadores productivos y metabólicos de novillas doble propósito suplementadas con saccharina o concentrado comercial. Para ello, se seleccionaron 12 novillas mestizas (Holstein, Brahmán y Airshire) de un rebaño experimental de la Universidad Cooperativa de Colombia, Los Santos, Colombia, con peso vivo (PV) inicial de 223 ± 50 Kg y condición corporal (CC) de 3,25 (1-5).

La dieta base fue pastoreo de pasto estrella (*Cynodon sp*) y pasto de corte picado (*Pennisetum purpureum*). El estudio se realizó con 12 unidades experimentales y tres tratamientos: Grupo control no suplementado (GC) y dos grupos suplementados con concentrado comercial (CO) o sacharina (SA). Los datos se analizaron por un modelo lineal general de AOC/AOCV considerando como factores el efecto del tratamiento y sus interacciones con el día de muestreo y período experimental. Las diferencias se contrastaron por la prueba de Tukey y se consideró $P \leq 0,05$. Se utilizó el programa estadístico SPSS. Los resultados obtenidos a nivel productivo y metabólico de la saccharina fueron similares a los de la suplementación con concentrado convencional demostrando que este alimento puede ser una fuente alternativa de bajo costo para el uso en la alimentación de bovinos en el trópico colombiano (Triana y Mogollón, 2014).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Materiales de Campo

- 12 vacas en producción
- Potreros
- Establo
- Bagazo de caña
- Jugo de caña
- Suero de leche
- Urea
- Sales minerales
- Maíz molido
- Harina de soya
- Picadora de pastos
- Registros
- Overol
- Botas

3.1.2. Materiales de Oficina

- Computadora
- Libreta de campo
- Calculadora
- Esfero

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Ubicación

La presente investigación se realizó en el sector sur occidente de la ciudad de Loja, barrio Punzará, en la Quinta Experimental “Punzará” de la Universidad Nacional de Loja, con una formación ecológica bosque seco Montano bajo (bs - MB), con una altitud de 2160 m.s.n.m, posee una temperatura anual de 16,2 °C, con una precipitación de 750 mm/año y una humedad relativa del 75 % (INAMHI, 2014).

3.2.2. Descripción y Adecuación de Instalaciones

El ensayo se desarrolló en un establo debidamente equipado y adecuado con: bebedero central, comederos en forma de canoa, picadora de pastos, área de ensilajes, sala de ordeño mecanizada, mangas y corral de espera, potreros y pastos de corte.

3.2.3. Descripción e Identificación de las Unidades Experimentales

Se utilizaron 12 vacas Holstein mestizas en producción, de diferentes edades, pesos y niveles de producción. Cada animal tenía su respectivo arete de identificación y constituyó una unidad experimental. Con peso, edad y días de lactancia de 532 ± 57 kg, 4 ± 2 años y 126 ± 26 d, respectivamente.

3.2.4. Preparación del Bagazo Enriquecido (BCE)

Para la preparación del 100 kg de bagazo enriquecido se realizó lo siguiente:

Se recolecto 88kg de bagazo recién procesado para ser picado en fragmentos de 2 a 4 cm, luego se extendió en una superficie de cemento formando una capa uniforme de 10 cm de espesor, con la ayuda de una bomba de fumigación se adiciono una solución nutritiva (5 l de jugo de caña, 5 l de suero de leche; 1,5 kg de urea y 0,5 kg se sales minerales), se mezcló y homogenizo, se dejó en reposo toda la noche, al día siguiente volteo cada dos horas hasta su completo secado, finalmente se recogió y guardo en sacos.

3.2.5. Formulación y elaboración de la ración suplementaria

Mediante el método del tanteo se formuló la ración experimental con el 15 % de proteína. En función de las formulas se procedió a pesar y mesclar los ingredientes. La ración quedo formulada de la siguiente manera:

Tabla 3. Composición de la ración suplementaria

Insumos	Cantidad (kg)
Bagazo de caña Enriquecido	50,0
Maíz molido	25,0
Harina de soya	19,5
Melaza	5,0
Sales minerales	0,5
TOTAL	100,0

3.2.6. Descripción de los Tratamientos

Se evaluaron dos tratamientos de la siguiente manera:

Tratamiento uno: Consistió en un grupo de 6 vacas en producción que fueron alimentadas únicamente en pastoreo y sirvieron como testigo.

Tratamiento dos: Consistió en un grupo de 6 vacas en producción que fueron mantenidas en pastoreo más el suministro de 2 kg de la ración suplementaria a base de bagazo de caña enriquecido, durante 30 días.

3.2.7. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño experimental comparación de medias con datos pareados con dos tratamientos y 6 repeticiones, con el siguiente modelo matemático:

$$X_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

μ = Media general

τ_i = Efecto proveniente de los tratamientos

β_j = Efecto proveniente de los bloques

ϵ_{ij} = Error experimental

3.2.8. Conformación de Grupos Experimentales

Se conformaron dos grupos experimentales de 6 animales cada uno, para lo cual primeramente se formaron pares con animales lo más homogéneo posible en cuanto a edad, peso y nivel de producción, luego se sorteó de cada par al grupo correspondiente y finalmente se asignará mediante sorteo los tratamientos.

3.2.9. Variables en Estudio

- Composición química del bagazo enriquecido y ración experimental
- Consumo de alimento
- Producción de leche
- Calidad de la leche

- Cambio de peso
- Rentabilidad

3.2.10. Toma y Registro de Datos

3.2.10.1. Composición química

Mediante análisis bromatológico se determinó la composición química del pasto de pradera y del bagazo enriquecido, considerando los siguientes componentes: materia seca, proteína, fibra, ceniza.

3.2.10.2. Consumo de alimento

Se procedió a pesar y registrar la cantidad de alimento suministrada diariamente, el consumo se determinó por diferencia entre el alimento suministrado y el sobrante o desperdiciado.

$$C.A = AS - AR$$

3.2.10.3. Producción de Leche

Se realizó el registro diario de la producción individual de las unidades experimentales, en el tratamiento, una vez transcurrido el periodo de adaptación de 10 días.

3.2.10.4. Calidad de la leche

Mediante observación directa se valoró las características organolépticas de la leche; mientras que con la ayuda de un Lactoscan, se realizó el análisis químico para determinar el contenido de grasa, proteína y lactosa. Estas mediciones se efectuaron al inicio y finalización del periodo de evaluación.

3.2.10.5. Cambio de peso

Se tomó y registró el peso al inicio del ensayo y luego al final del mismo con los animales en ayunas, para lo cual se utilizó la báscula; para el cálculo del incremento de peso se utilizó la siguiente fórmula:

$$\Delta P = PF - PI$$

3.2.10.6. Rentabilidad

Se realizó una relación entre los ingresos y los costos de producción generados en el proyecto, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$R = \frac{IN}{CT} * 100$$

3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó el análisis de varianza de cada una de las variables en estudio, con la ayuda del programa INFOSAT.

3.4. ANÁLISIS ECONÓMICO

Se realizó en base al cálculo de rentabilidad, relacionando los costos e ingresos generados en el proyecto; para los costos se consideró los siguientes rubros: alimentación, sanidad, mano de obra, instalaciones, etc. y para los ingresos la venta de la leche.

4. RESULTADOS

4.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS MATERIAS PRIMAS

La composición química de las materias primas utilizadas en la elaboración de la ración se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Composición química de las raciones experimentales en base a materia seca (%).

Muestra	Materia seca	Cenizas	Proteína Cruda	Fibra Cruda
Bagazo de caña	45,17	1,86	1,18	45,61
Bagazo de caña enriquecido	88,52	4,00	10,91	46,68
Ración experimental	89,17	3,45	11,64	46,11

Fuente: Laboratorio de Bromatología AARNR – UNL (2017).

Elaboración: El autor.

La composición bromatológica de la ración experimentales presentó variaciones en el contenido de materia seca que van del 45,17% en la ración uno al 89,17% en la ración final; el contenido de proteína cruda estuvo por el orden del 1,18% en la del bagazo sin tratamiento, observando una mejoría en la ración final alcanzando 11,64%.

4.2. INDICADORES PRODUCTIVOS

Se registró la producción de leche de cada unidad experimental durante los 30 días del periodo experimental, luego se promedió para obtener la producción diaria por animal; los resultados se resumen el cuadro 2 y figura 1.

Cuadro 2. Producción de leche en vacas Holstein en pastoreo con una ración suplementaria (l/vaca/día).

Indicadores	Tratamientos		EE	Probab.
	T ₁ (con sup.)	T ₁ (sin sup.)		
Producción de leche (inicio)	9,0	9,0	0,41	0,9999
Duración del ensayo (días)	30	30	-	-
Producción de leche (final)	9,1	9,4	0,79	0,8308
Consumo de alimento (kg/d)	15,5	16,5	0,57	0,2846

Fuente: Investigación de campo, Abril - Julio del 2017

Elaboración: El autor.

No se presentó diferencia estadística ($p < 0,05$) en la producción de leche entre los dos grupos experimentales.

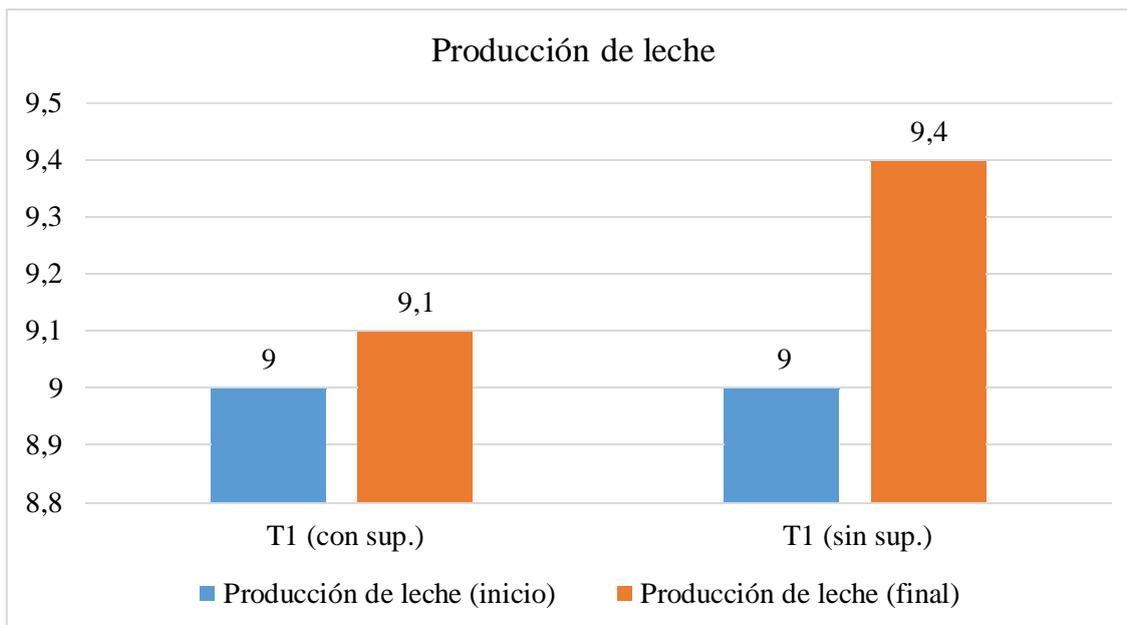


Figura 1. Producción de leche en vacas Holstein en pastoreo con dos raciones suplementarias (1/vaca/día).

4.3. CALIDAD DE LA LECHE

4.3.1. Características Organolépticas

Se analizaron las características organolépticas de la leche como color, olor y sabor; las mismas que no se vieron afectados por el suministro de la ración experimental.

4.3.2. Composición química

El contenido de grasa, proteína y lactosa no se vio afectado por el suministro de la ración experimental. Los resultados se detallan en el cuadro 3 y figura 2.

Cuadro 3. Calidad de la leche en vacas Holstein en pastoreo con una ración suplementaria en base a bagazo enriquecido (%).

Indicadores	Tratamientos		EE	Probab.
	T ₁ (con sup.)	T ₁ (sin sup.)		
Contenido de grasa (inicio)	4,43	4,03	0,35	0,4611
Contenido de grasa (final)	3,77	3,58	0,12	0,3451
Contenido de proteína (inicio)	3,50	3,25	0,15	0,2794
Contenido de proteína (final)	3,65	3,45	0,13	0,3360
Contenido de lactosa (inicio)	4,31	4,21	0,04	0,1133
Contenido de lactosa (final)	4,32	4,30	0,07	0,8845

Fuente: Investigación de campo, Abril - Julio del 2017

Elaboración: El autor.

El contenido de grasa no son significativamente diferentes ($p>0,05$) logrando un 3,58%, en el grupo testigo; mientras en que el tratamiento que contenían Bagazo de caña enriquecido se apreció un 3,77%; en cuanto a la proteína no se detectó diferencia estadística ($p>0,05$) sin embargo, el grupo testigo presentó un menor contenido con el 3,45 %; mientras que el tratamiento alcanzó 3,65 %. Con lo correspondiente a la lactosa no se detectaron diferencias significativas ($p>0,05$); dando como resultados en el grupo testigo de 4,30%; y con el tratamiento alcanzo 4,32%.

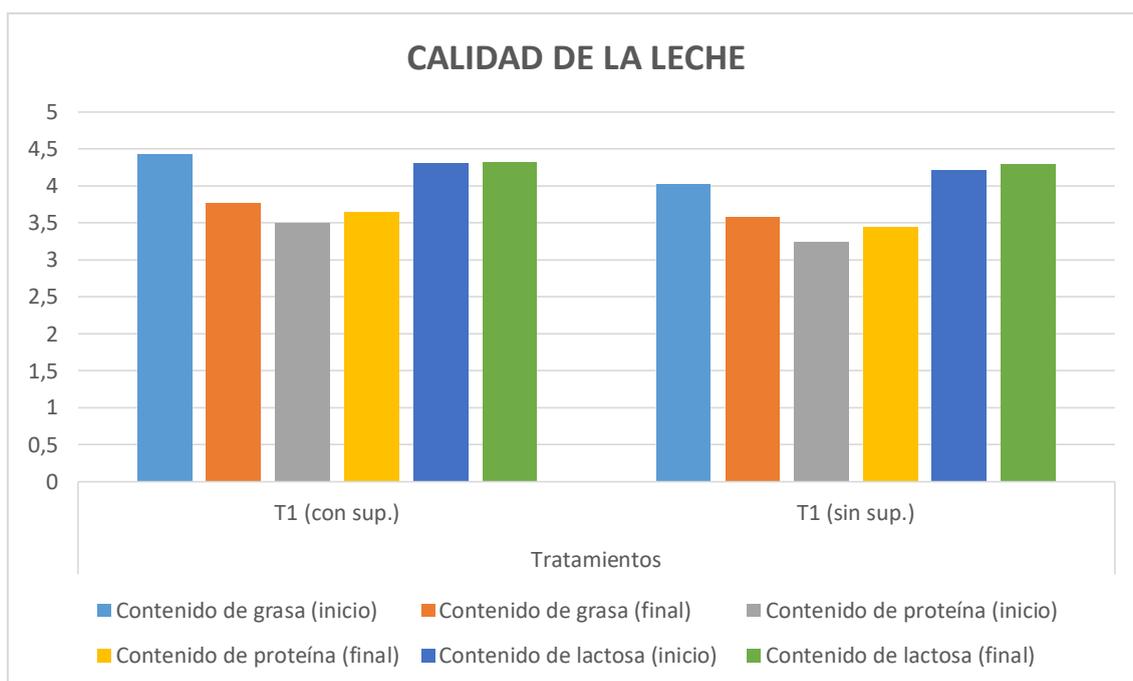


Figura 2. Calidad de leche en vacas Holstein en pastoreo con una ración suplementaria.

4.4. CAMBIO DE PESO

Cuadro 4. Cambio de peso de vacas Holstein en pastoreo con una ración suplementaria en base a bagazo enriquecido (kg).

Indicadores	Tratamientos		EE	Probab.
	T ₁ (con sup.)	T ₁ (sin sup.)		
Peso inicial (kg)	516,8	548,7	18,9	0,2866
Peso final (kg)	524,8	556,2	18,7	0,2886
Incremento total de peso (kg)	8,0	7,5	0,24	0,2031
Ganancia media diaria (g)	267	250	8,01	0,2010

Fuente: Investigación de campo, Abril - Julio del 2017

Elaboración: El autor.

No se detectó diferencia estadística ($p>0,05$) en el cambio de peso de las vacas que se les suministro la ración experimental; sin embargo los animales que recibieron la suplementación con la ración experimental evidenciaron un incremento de peso mayor a 8,0 kg; mientras que a los animales sin suplementación tuvieron un incremento de 7,5kg.

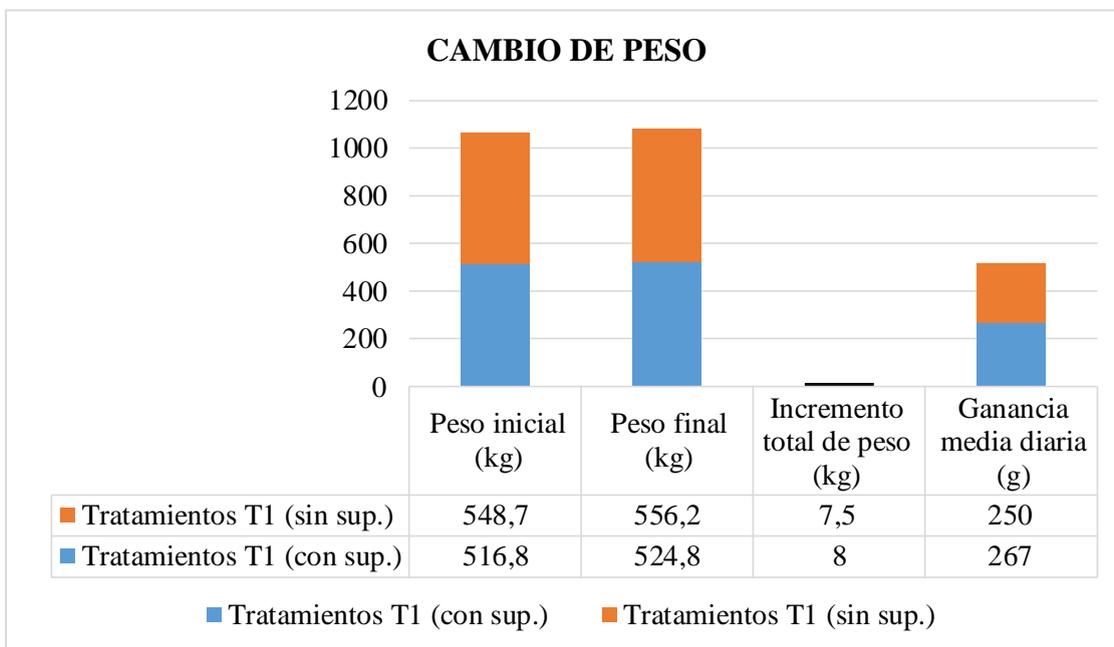


Figura 3. Cambio de peso en vacas Holstein en pastoreo con una ración suplementaria a base de Bagazo de Caña Enriquecido.

4.5. INDICADORES ECONÓMICOS

4.5.1. Rentabilidad

Se determinó la rentabilidad, relacionando los costos de producción y los ingresos generados, en cada uno de etapas de elaboración de la ración y grupos experimentales.

Para los costos se consideró: la alimentación, mano de obra y sanidad; mientras que los ingresos se estimaron en base al precio de venta de la leche y la producción diaria obtenida en los treinta días de registro de datos.

4.5.2. Costos de Producción

En los costos de producción se consideró los siguientes rubros: alimentación, sanidad y mano de obra.

4.5.2.1. Alimentación

a. Ración experimental.- Se estimó considerando el precio del kilogramo de la ración que fue de \$ 0,33, que multiplicado por la cantidad de alimento consumido durante el experimento (60 kg), generó un costo de \$ 19,80 en promedio por animal.

b. Forraje.- Se consideró el valor de arrendamiento de los potreros a razón de \$ 600 por los 30 días que duró el experimento, que dividido para las 12 vacas y resultó un costo de \$ 50.

4.5.2.2. Sanidad

Se realizó la desparasitación y vitaminización de los animales, para lo cual se utilizaron los siguientes productos: Ivermectina 1%, Amitraz 20,8%, Vitaminas AD3E, jeringas, agujas; lo que generó un costo total de \$ 50,0 que dividido para 12 animales resulta un valor de \$ 4,16 por individuo.

4.5.2.3. Instalaciones

Se consideró un valor de \$ 36 para adecuación del área para el procesamiento del bagazo de caña, utilización de la picadora de pasto y mantenimiento de la ordeñadora mecánica, que dividido para 12 generó un costo de \$ 3.

4.5.2.4. Mano de obra

Se consideró que para las labores de: preparación y suministro de las raciones experimentales, manejo de los animales, ordeño, muestreo y análisis de la leche; se requirió dos horas diaria de trabajo. El costo de un jornal es de \$ 16 dólares, es decir \$ 2,0 la hora, por tres horas días que utilizaron para realizar el trabajo, multiplicado por 30 días de toma de datos por tratamiento generó un valor total de \$180,0 que dividido para los 12 animales resultó costo de \$ 15,00 por animal.

4.5.3. Ingresos

4.5.3.1. Venta de leche

El precio de venta de la leche fresca se estimó en \$ 0,35 el litro (de acuerdo al valor establecido y vigente para el año 2016 según el MAGAP). A continuación detallamos los ingresos generados por cada tratamiento, por concepto de la venta de la leche.

Cuadro 5. Ingresos por concepto de venta de la producción láctea.

Tratamientos	Producción de leche (l/día)	Por 30 días de tratamiento (ltr)	Precio/litro (\$)	Total (\$)
T ₁ (con sup.)	9,1	273	0,35	95,55
T ₁ (sin sup.)	9,4	282	0,35	98,70

Fuente: Investigación de campo, Abril - Julio del 2017

Elaboración: El autor.

Una vez obtenidas las estimaciones de sanidad, instalaciones, mano de obra y cálculo de los costos en la alimentación, se procede a realizar la suma de todos estos rubros para el tratamiento, luego le restamos los costos productivos a los valores obtenidos en los ingresos, generando de esta manera el ingreso neto, a este valor lo dividimos para el costo total por tratamiento y lo multiplicamos por cien (100), obteniendo finalmente la rentabilidad porcentual para cada tratamiento experimentado. Los resultados se detallan en el cuadro 6 y figura 4.

Cuadro 6. Costos, ingresos y rentabilidad de los cuatro grupos experimentales (%).

RUBROS	TRATAMIENTOS	
	T₁ (con sup.)	T₁ (sin sup.)
A. COSTOS	USD	USD
Ración	19,8	-
Forraje	50	50
Sanidad	4,16	4,16
Instalaciones	3	3
Mano de Obra	15	15
Costo total	91,96	72,16
B. INGRESOS		
Ingreso total	95,55	98,7
Ingreso neto	3,59	26,54
RENTABILIDAD%	3,90%	36,78%

Fuente: Investigación de campo, Abril - Julio del 2017

Elaboración: El autor.

El tratamiento sin suplementación alcanzó una rentabilidad con \$36,78; lo que significa, que por cada \$100 de inversión se gana \$36,78; mientras que el tratamiento con suplementación generó una rentabilidad del 3,90%.

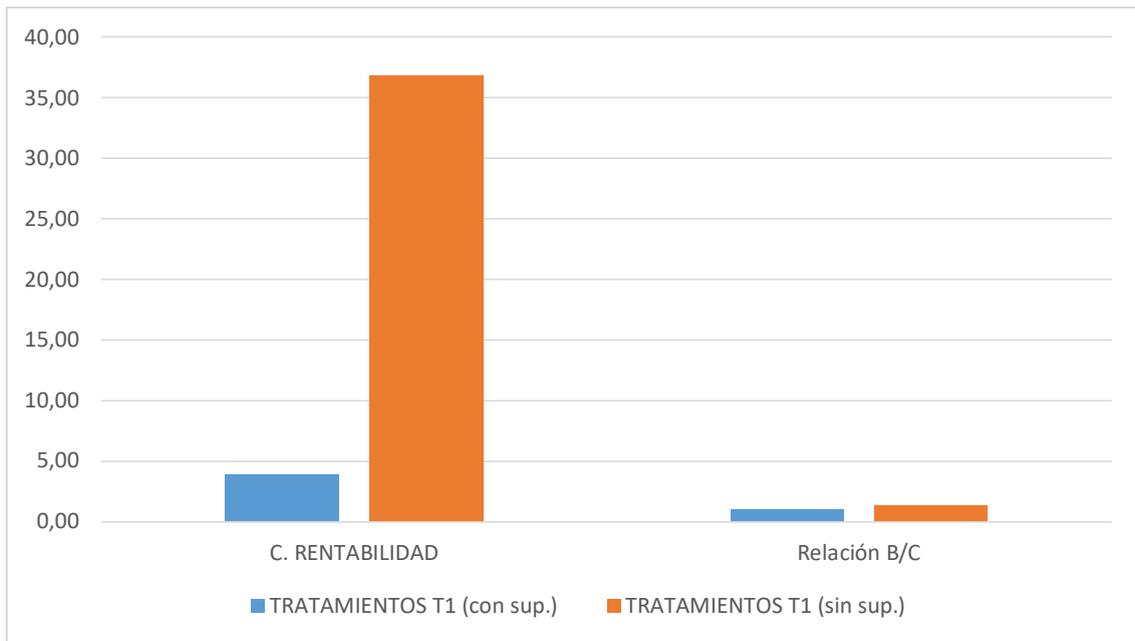


Figura 4. Rentabilidad en vacas Holstein en producción con una ración experimental a base de Bagazo de Caña (%).

5. DISCUSIÓN

5.1. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA

La ración suplementaria elaborada con Bagazo de Caña, presentaron ligeras variaciones en el contenido de materia seca, con un valor medio de 74,28; el contenido de proteína varió de 1,18 a 11,64%; mientras que fibra cruda osciló entre 45,61 y 46,11%. Estos resultados son inferiores a los reportados por Arias et al, (2011) reporto valores de proteína cruda de 4,76 % en el bagazo normal en vacas de doble propósito y con un contenido de fibra cruda de 63%.

Ortiz (2002), menciona que el valor nutritivo de la caña representa el 85% de materia seca, con una digestibilidad de un 27.5%, rangos desde 2.7% hasta 3.5% en lo que tiene que ver a la proteína cruda, y se puede alcanzar niveles de energía metabolizable desde 3.8 MJ / kg hasta 8.3 MJ / kg.

5.2. INDICADORES PRODUCTIVOS

El suministro de la ración suplementaria elaborada con bagazo de caña, no generó una buena respuesta en el consumo de alimento ($P \leq 0,05$) y en la producción de leche; tenemos que la ración con suplementación registró una producción de 9,1 l/vaca/día y sin suplementación registros 9,4 l/vaca/día, sin ningún incremento. Por otro lado, resultados superiores fueron registrados por Lascano A. et al, (2017), quien trabajo en la respuesta productiva de vacas lecheras neozelandesas sometidas a pastoreo rotacional en el trópico alto del norte de Ecuador, afirma que esto pudo deberse a más consumo de pastos por las vacas en pastoreo, que tienen registros de producciones lácteas acordes a su potencial por el alto aprovechamiento de la calidad de los pastos y el forraje de maíz, su arcada dentaria mayor, con mejores condiciones para la cosecha de hierba y que pueden, en forma estable, superar los 10 kg de leche/vaca/día, con mínima suplementación.

Estos resultados demuestran que vacas de elevada producción que pastorean praderas de mediana calidad y alta disponibilidad requieren ser suplementadas para lograr alto consumo de materia seca y altas producciones de leche manteniendo buena salud y reproducción.

5.3. CALIDAD DE LA LECHE

Las características organolépticas de la leche: color, olor y sabor no se vieron afectadas por la inclusión de bagazo de caña. Resultados similares fueron comunicados por Corea et al. (2012), al utilizar un suplemento a base de maíz, torta de soya y semilla de algodón. De igual manera Torres et al., (2007) no encontraron diferencias en la calidad nutricional de la leche al evaluar una variación en la elaboración de Saccharina utilizando tallos quemados de caña.

Álvarez et al (2006), tampoco reportaron cambios en la composición de la leche en vacas Holstein con las que se evaluaron cuatro ofertas forrajeras (17.4, 26.1, 34.8 y 40.0 kg de MS/vaca/d equivalentes a 3.21, 4.82, 6.43 y 7.39 kg MS/100 kg PV, respectivamente) no obstante que se observaron cambios en el consumo de materia seca del forraje y en la producción de leche.

El contenido de grasa no mostró diferencia estadística ($p < 0,05$) con 3,58%, en el grupo testigo; mientras en que el tratamiento que contenían bagazo de caña enriquecido se apreció un 3,77%; en cuanto a la proteína no se detectó diferencia estadística ($p < 0,05$) sin embargo, el grupo testigo presentó un menor contenido con el 3,45 %; mientras que el tratamiento alcanzó 3,65 %. Con lo correspondiente a la lactosa no se detectaron diferencias significativas ($p < 0,05$); dando como resultados en el grupo testigo de 4,30%; y con el tratamiento alcanzo 4,32%.

Torres-Salado et al. (2006), concluye que la caña de azúcar quemada, a pesar de que no mostró diferencias en la producción de leche con respecto a la caña integral fresca con urea y Saccharina tradicional, puede servir como sustrato para la elaboración de Saccharina en la alimentación de vacas de doble propósito, ya que no se altera la composición química de este producto, así como tampoco el consumo total de materia seca.

Los resultados encontrados indican que el suministro de la ración experimental en la dieta de los animales, bajo las condiciones de la investigación, no altera la calidad de la leche, por el contrario, hay una tendencia a mejorar los niveles, aunque sin diferencias estadísticas.

Sin embargo, considerando el uso de períodos cortos en un diseño de cambio pudo afectar los resultados, es importante considerar nuevas investigaciones que ratifiquen estos resultados y profundicen en el uso de bagazo de caña en la alimentación animal.

Uno de los motivos por los cuales estas producciones son menores puede estar asociado a trastornos en la fermentación ruminal y digestión cuando las vacas pastorean una pradera de mediana calidad.

5.4. CAMBIO DE PESO

No se detectó diferencia estadística en el cambio de peso de las vacas que se les suministro; sin embargo los animales que recibieron la suplementación con la ración experimental evidenciaron un incremento de peso mayor a 8,0 kg; mientras que a los animales sin suplementación tuvieron un incremento de 7,5kg.

Según Bargo et al (2002) y Lehmann y Meske (2006) aseguran que en experimentos de corta duración, no es de esperarse cambios significativos en el PV y el grado de condición corporal (GCC) de los animales. Sin embargo, las vacas sometidas a la OF baja perdieron más peso durante el experimento ($p < 0.05$) lo que pudo ser debido al menor CMSf y CMSt al tiempo que mantuvieron la producción de leche en un nivel similar al de las vacas sujetas a la OF alta.

Triana y Mogollón (2014), al realizar su investigación observaron que las novillas presentaron una condición corporal inferior a los otros dos períodos; esto pudo relacionarse con la época de sequía y de la pérdida de nutrientes por parte de las praderas, las cuales, era la dieta base de todos los animales. La condición corporal es una evaluación subjetiva del estado energético de los animales, a través del análisis del acúmulo de tejido adiposo en puntos anatómicos definidos. Por otro lado, la variación de la condición corporal no se vio reflejada en el peso vivo, el cual fue similar entre los períodos.

5.5. INDICADORES ECONÓMICOS

La ración suplementada a base de Bagazo de Caña Enriquecido permitieron obtener niveles de rentabilidad con el 3,90 al grupo de animales que se les suministro la ración experimental; mientras que el grupo testigo presentó ganancias por el orden del 36,78%.

Además, algunos estudios realizados en el trópico sitúan en 200 litros/20-25 vacas, es decir, una producción de 8-10 litros/vaca, para alcanzar una rentabilidad tal que permita la sostenibilidad del sistema (Ponce, 2007).

6. CONCLUSIONES

Del análisis y discusión de los resultados se desprenden las siguientes conclusiones:

- ✓ La ración suplementaria elaborada a base de bagazo de caña enriquecido, presenta un apreciable valor nutritivo con un contenido de materia seca cercano al 89,17%, la proteína cruda que bordea el 11,64%; y la fibra cruda que no supera el 46,11%, convirtiéndola en una buena alternativa para la suplementación de vacas lecheras en pastoreo.
- ✓ Las características organolépticas: color, olor y sabor no se vieron afectadas por el suministro de las raciones suplementarias. Así mismo no se apreció variaciones importantes en el contenido de proteína ni en el de lactosa.
- ✓ De manera general, se concluye que el uso de raciones suplementarias elaboradas con bagazo de caña, constituye una alternativa técnica y viable para la suplementación alimenticia de vacas lecheras cuando no hay disponibilidad de forraje, ya que permite el mantenimiento de los niveles de producción.

7. RECOMENDACIONES

En base a los resultados y conclusiones alcanzadas en el presente trabajo de investigación, se formulan las siguientes recomendaciones:

- ✓ Utilizar raciones suplementarias elaboradas con bagazo de caña, seco y molido en la alimentación de vacas lecheras en pastoreo, en época de sequía para complementar las deficiencias energéticas y proteínicas del pasto lo que permitirá el mantenimiento de la condición corporal y potencial lechero.
- ✓ Desarrollar nuevos trabajos de investigación en el campo de la suplementación alimenticia del ganado bovino de leche en épocas de sequía, con el propósito de generar alternativas económica y ambientalmente viables que contribuyan a mejorar los indicadores productivos y económicos de los sistemas pecuarios de la provincia de Loja.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Ajila C, Brar S, Verma M, Tyagi RD, Godbout S y Valéro J. Bio-processing of agro-byproducts to animal feed, *Crit Rev Biotechnol.* 2012; 32(4):382-400.
- Almeyda Matías José M. (2013). Manual de manejo y de alimentación de vacunos II: Manejo y Alimentación de vacas productoras de leche en sistemas intensivos. UNA La Molina – Perú.
- Arias J., Zavala J., y Corpeño W. (2011). “Alimentación de Vacas Encastadas en Etapa de Producción Láctea, con Bagacillo de Caña de Azúcar (*Saccharum Officinarum*. L) Amonificado en el Municipio de San Ildefonso, San Vicente” (Título de Ingeniero Agrónomo). Universidad de El Salvador. San Vicente.
- Bargo F, Muller L D, Delahoy J E and Cassidy T W 2002 Milk Response to Concentrate Supplementation of High Producing Dairy Cows Grazing at Two Pasture Allowances. *Journal of Dairy Science*, 85: 1777–1792. <http://download.journals.elsevierhealth.com/pdfs/journals/0022-0302/PIIS0022030202742525.pdf>
- Benjamin, Y., Cheng, H., Görgens, J.F., 2013. Evaluation of bagasse from different varieties of sugarcane by dilute acid pretreatment and enzymatic hydrolysis. *Ind. Crops Prod.* 51, 7–18.
- Calsamiglia, S. e. (2009). Necesidades nutricionales para rumiantes de leche. Normas FEDNA. pp. 15 – 30 . En Calsamiglia, Necesidades nutricionales para rumiantes de lech. Necesidades nutricionales para rumiantes de leche. Normas FEDNA. pp. 15 – 30 .
- Canilha, L., Kumar Chandel, A., dos Santos Milessi, T.S., Fernandes Antunes, F.A., da Costa Freitas, W.L., das Graças Almeida Felipe, M., da Silva, S.S., 2012. Bioconversion of sugarcane biomass into ethanol: an overview about composition, 32 pretreatment methods, detoxification of hydrolysates, enzymatic saccharification, and ethanol fermentation. *J. Biomed. Biotechnol.* 15.

- CENGICANA. (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar). 2017. Guía de Buenas Prácticas Agrícolas en Caña de Azúcar. 84p. www.cengicana.org
- Chaves, M. 2002. Nutrición y Fertilización de la Caña de Azúcar en Costa Rica (en línea). Nutrición del cultivo. Consultado 22 sept. 2002. Disponible en <http://www.infoagro.go.cr/tecnologia/cana/NUTRI%20Y%20FERT.html>.
- Cordova. (2014). Utilización de la pulpa de café biofermentada como suplemento alimenticio en el engorde de toretes al pastoreo en el cantón Chaguarpamba provincia de Loja. Tesis. Universidad Nacional de Loja – Ecuador. En Cordova, Utilización de la pulpa de café biofermentada como suplemento alimenticio en el engorde de toretes al pastoreo en el cantón Chaguarpamba provincia de Loja. Tesis. Universidad Nacional de Loja – Ecuador.
- Correa, H., Y. Rodríguez, M. Pabón, y J. Carulla. 2012. Efecto de la oferta de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) sobre la producción, la calidad de la leche y el balance de nitrógeno en vacas Holstein. Liv. Res. Rural Dev. 24(11):204. <http://www.lrrd.org/lrrd24/11/corr24204.htm> (consultado 19 nov. 2016).
- Cowan, R. (2005). Dairy feeding systems based on pasture and forage crop in the tropic and subtropic. Armidale, NSW Workshop, CSIRO, 3-6 pp.
- Díaz, Portocarrero, 2002. Manual de Producción de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.). ZAMORANO CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA. Pag. 6
- Driemeier, C., Oliveira, M.M., Mendes, F.M., Gómez, E.O., 2011. Characterization of sugarcane bagasse powders. Powder Technol. 214, 111–116.
- FAO. 1995. 5). Obtenido de (FAO. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, 1995).: <http://www.fao.org/docrep/010/01010e0a.htm> (FAO. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, 1995).
- Fernández Mayer, A.E. (2008). Caña de Azúcar. EEA INTA Bordenave. Sitio argentino de Producción Animal. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/Cania_azucar/129-cana_azucar.pdf (2008).

- Gutiérrez-Borroto, O. (2015). La fisiología digestiva del rumiante, objeto de investigación en el Instituto de Ciencia Animal durante cincuenta años. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 49, Número 2.
- Holmes, C. W. (2006). Seminario de trabajo sobre el sistema de producción de leche pastoril en Nueva Zelanda. Buenos Aires, Argentina, Noviembre 11-18. Boletín de Industria Animal, 3-5.
- INATEC, 2016. Manual del Protagonista. Unidad I: Generalidades sobre nutrición animal. Instituto Nacional Tecnológico Dirección General de Formación Profesional. Pág.16
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – INAMHI. 2014. Anuario Meteorológico. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
- Kapitulnik, I. (2018). Subproductos de la industria alimenticia para el uso de la alimentación del ganado. Lecheria. Engormix. Obtenido de Lecheria. Engormix: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/subproductos-industria-alimenticia-uso-t41678.htm>
- Lascano A. et al, (2017). Respuesta productiva de vacas lecheras neozelandesas sometidas a pastoreo rotacional en el trópico alto del norte de Ecuador. MASKANA, Producción Animal-2017.
- Lehmann M and Meeske R 2006 Substituting maize grain with barley grain in concentrates fed to Jersey cows grazing kikuyu-ryegrass pasture. South African Journal of Animal Science, 36 (3): 175-180. <http://www.ajol.info/index.php/sajas/article/viewFile/4003/11945>
- Ortiz, M. 2002, Sustitución de balanceado por el bagazo de caña enriquecido en la alimentación de cuyes en crecimiento y engorde. Tesis de Grado, Maestría en Producción Animal. Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH, Riobamba, Ecuador.
- Pendini, C. R. (2009). Alimentación de la Vaca Lechera. Un enfoque sobre la Alimentación de la Vaca Lechera. Facultad de Ciencias Agropecuarias. U.N.C.

- Pérez-Prieto, L. A., Peyraud, J. L., Delagarde, R. (2013). Does pre-grazing herbage mass really affect herbage intake and milk production of strip-grazing dairy cows? *Grass and Forage Science*, 68, 93-109.
- Ponce, P. (2007). Activación del sistema Lactoperoxidasa un nuevo enfoque para la conservación de la leche cruda en el trópico americano. Disertación doctoral no publicada. Centro Nacional de Sanidad Animal (CENSA). La Habana, Cuba.
- Pulido, R. G., Muñoz, R., Jara, C., Balocchi, O. A., Smulders, J. P., Wittwer, F., Orellanad, P., O'Donovane, M. (2010). The effect of pasture allowance and concentrate supplementation type on milk production performance and dry matter intake of autumn-calving dairy cows in early lactation. *Livestock Science*, 132, 119-125.
- Relling, A., & Mattioli, G. (2002). *Fisiología Digestiva y Metabólica de los Rumiantes*. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Plata.
- Relling, A., & Mattioli, G. (2006). *Fisiología Digestiva y Metabólica de los Rumiantes*. La Plata- Argentina: EDULP.
- Torres y Mogollón 2014, Efecto de la Suplementación con Saccharina sobre Indicadores Productivos, Ruminales y Sanguíneos de Bovinos Doble Propósito del Centro de Investigación Agropecuario la Fortuna. Universidad Cooperativa de Colombia Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Bucaramanga
- Torres-Salado et al. (2006). 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, 2007
- Taweel, H. (2016). (2 de febrero de 2016). Obtenido de http://web.altagenetics.com/ecuador/DairyBasics/Details/12328_Estrategias-nutricionales-para-mejorar-la-salud-de-las-vacas.html.
- Wheeler, B. (07 de 08 de 2006). (s.f.). Lecheria. Engormix. Obtenido de Lecheria. Engormix.: Obtenido de Lecheria. Engormix.

9. ANEXOS

9.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS RESULTADOS

Análisis de la varianza del peso, cambio de peso, consumo de alimento, producción y calidad de la leche en vacas Holstein de la Quinta Punzara-UNL, con una ración suplementaria a base de bagazo de caña enriquecido, mediante un diseño experimental comparación de medias con datos pareados con dos tratamientos y 6 repeticiones.

Análisis de la varianza

Producción Inicial

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Prod. Inicial	12	0,91	0,81	11,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	53,00	6	8,83	8,83	0,0151
Trat.	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
Rep.	53,00	5	10,60	10,60	0,0108
Error	5,00	5	1,00		
Total	58,00	11			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 1,0000 gl: 5

<u>Trat.</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
1,00	9,00	6	0,41 A
2,00	9,00	6	0,41 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

Producción Final

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Prod. Final	12	0,71	0,37	20,82

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	45,74	6	7,62	2,06	0,2226
Trat.	0,19	1	0,19	0,05	0,8308
Rep.	45,55	5	9,11	2,46	0,1727
Error	18,51	5	3,70		
Total	64,25	11			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 3,7015 gl: 5

Trat. Medias n E.E.
 2,00 9,37 6 0,79 A
 1,00 9,12 6 0,79 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Consumo MS

Variable N R² R² Aj CV
 Consumo MS 12 0,41 0,00 8,74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	6,65	6	1,11	0,57	0,7453
Trat.	2,80	1	2,80	1,44	0,2846
Rep.	3,85	5	0,77	0,39	0,8350
Error	9,77	5	1,95		
<u>Total</u>	<u>16,42</u>	<u>11</u>			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 1,9533 gl: 5

Trat. Medias n E.E.
 2,00 16,48 6 0,57 A
 1,00 15,52 6 0,57 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Grasa Inicio

Variable N R² R² Aj CV
 Grasa Inicio 12 0,41 0,00 20,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	2,60	6	0,43	0,57	0,7413
Trat.	0,48	1	0,48	0,64	0,4611
Rep.	2,12	5	0,42	0,56	0,7291
Error	3,77	5	0,75		
<u>Total</u>	<u>6,37</u>	<u>11</u>			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,7540 gl: 5

Trat. Medias n E.E.
 1,00 4,43 6 0,35 A
 2,00 4,03 6 0,35 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Grasa Final

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Grasa Final	12	0,79	0,54	8,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	1,74	6	0,29	3,12	0,1162
Trat.	0,10	1	0,10	1,09	0,3451
Rep.	1,64	5	0,33	3,53	0,0964
Error	0,46	5	0,09		
Total	2,20	11			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0928 gl: 5

<u>Trat.</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
1,00	3,77	6	0,12 A
2,00	3,58	6	0,12 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Proteína Inicio

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Prot. Inicio	12	0,70	0,33	10,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	1,47	6	0,24	1,92	0,2463
Trat.	0,19	1	0,19	1,47	0,2794
Rep.	1,28	5	0,26	2,00	0,2319
Error	0,64	5	0,13		
Total	2,10	11			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1275 gl: 5

<u>Trat.</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
1,00	3,50	6	0,15 A
2,00	3,25	6	0,15 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Proteína Final

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Prot. Final	12	0,64	0,21	9,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	0,94	6	0,16	1,48	0,3425
Trat.	0,12	1	0,12	1,13	0,3360
Rep.	0,82	5	0,16	1,55	0,3218
Error	0,53	5	0,11		
Total	1,47	11			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1060 gl: 5

Trat. Medias n E.E.

1,00 3,65 6 0,13 A

2,00 3,45 6 0,13 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Peso inicial

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Peso inicial	12	0,41	0,00	8,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	7416,83	6	1236,14	0,58	0,7386
Trat.	3040,08	1	3040,08	1,42	0,2866
Rep.	4376,75	5	875,35	0,41	0,8253
Error	10689,42	5	2137,88		
Total	18106,25	11			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 2137,8833 gl: 5

Trat. Medias n E.E.

2,00 548,67 6 18,88 A

1,00 516,83 6 18,88 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Peso Final

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Peso Final	12	0,42	0,00	8,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	7470,33	6	1245,06	0,60	0,7278
Trat.	2945,33	1	2945,33	1,41	0,2886
Rep.	4525,00	5	905,00	0,43	0,8103

Error 10452,67 5 2090,53
Total 17923,00 11

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 2090,5333 gl: 5

Trat. Medias n E.E.

2,00 556,17 6 18,67 A

1,00 524,83 6 18,67 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Incremento total de peso

Variable N R² R² Aj CV
ITP 12 0,89 0,76 7,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	14,50	6	2,42	6,90	0,0256
Trat.	0,75	1	0,75	2,14	0,2031
Rep.	13,75	5	2,75	7,86	0,0205
Error	1,75	5	0,35		
<u>Total</u>	<u>16,25</u>	<u>11</u>			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,3500 gl: 5

Trat. Medias n E.E.

1,00 8,00 6 0,24 A

2,00 7,50 6 0,24 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Cambio de Peso

Variable N R² R² Aj CV
Cam. Peso 12 0,89 0,77 7,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	16156,00	6	2692,67	7,00	0,0248
Trat.	833,33	1	833,33	2,17	0,2010
Rep.	15322,67	5	3064,53	7,97	0,0199
Error	1922,67	5	384,53		
<u>Total</u>	<u>18078,67</u>	<u>11</u>			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 384,5333 gl: 5

Trat. Medias n E.E.

1,00 266,67 6 8,01 A

2,00 250,00 6 8,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Lactosa Inicio

Variable N R² R² Aj CV
Lac. Inicio 12 0,91 0,81 2,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor
Modelo. 0,42 6 0,07 8,58 0,0161
Trat. 0,03 1 0,03 3,68 0,1133
Rep. 0,39 5 0,08 9,56 0,0135
Error 0,04 5 0,01
Total 0,46 11

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0082 gl: 5

Trat. Medias n E.E.

1,00 4,31 6 0,04 A

2,00 4,21 6 0,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Lactosa Final

Variable N R² R² Aj CV
Lac. Final 12 0,37 0,00 3,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor
Modelo. 0,09 6 0,01 0,49 0,7930
Trat. 6,7E-04 1 6,7E-04 0,02 0,8845
Rep. 0,08 5 0,02 0,59 0,7138
Error 0,14 5 0,03
Total 0,23 11

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0289 gl: 5

Trat. Medias n E.E.

1,00 4,32 6 0,07 A

2,00 4,30 6 0,07 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

9.2. FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE CAMPO



Foto 1. Picado del bagazo de caña para proceso de fermentación.



Foto 2. Proceso de fermentación en estado sólido del bagazo de caña.



Foto 3. Elaboración de la ración suplementaria.



Foto 4. Periodo de adaptación de los animales.



Foto 5. Registro producción de leche



Foto 6. Suministro de la ración y suplementaria.



Foto 7. Registro de peso de los animales



Foto 8. Análisis bromatológico de la ración suplementaria.



Foto 9. Análisis químico de la leche.