



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO NIVELES DE
INCLUSIÓN DE PALMISTE EN RACIONES PARA VACAS EN
PRODUCCIÓN, EN LA FINCA PUNZARA DE LA UNL”

TESIS DE GRADO PREVIA A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICA
VETERINARIA ZOOTECNISTA.

AUTORA:

Mirían Vanessa Criollo Jiménez

DIRECTOR:

Dr. Luis Aguirre Mendoza, Mg. Sc.

Loja - Ecuador
2017

1859

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Loja, 19 de enero del 2017.

Dr. Luis Aguirre Mendoza. Mg. Sc.

CERTIFICA:

Que el trabajo de investigación titulado "EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO NIVELES DE INCLUSIÓN DE PALMISTE EN RACIONES PARA VACAS EN PRODUCCIÓN, EN LA FINCA PUNZARA DE LA UNL", realizado por la egresada Mirian Vanessa Criollo Jiménez, previo a la obtención del título de **MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**, ha sido minuciosamente revisado, por lo tanto, se autoriza su presentación para los trámites correspondientes.

Atentamente:



Dr. Luis Aguirre Mendoza, Mg. Sc.

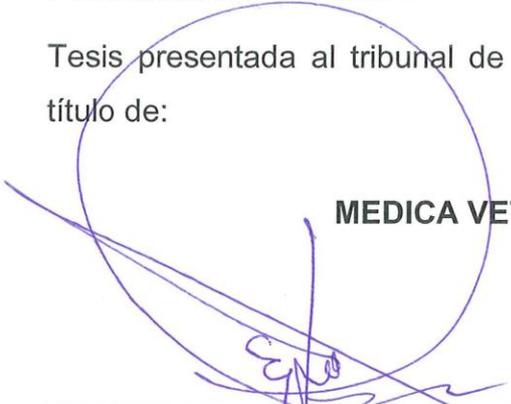
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO NIVELES DE INCLUSIÓN DE PALMISTE EN RACIONES PARA VACAS EN PRODUCCIÓN, EN LA FINCA PUNZARA DE LA UNL”.

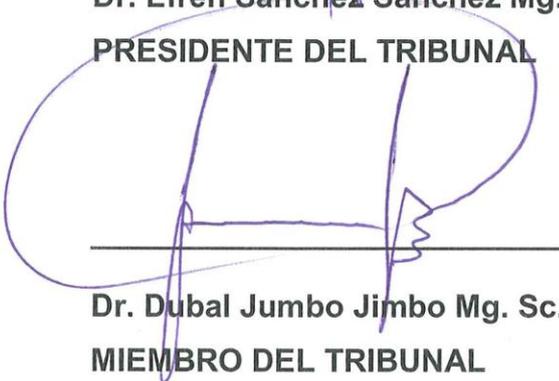
Tesis presentada al tribunal de grado como requisito previo a la obtención del título de:

MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA



Dr. Efrén Sánchez Sánchez Mg. Sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Dr. Dubal Jumbo Jimbo Mg. Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Dr. Jorky Armijos Tituana Mg. Sc.

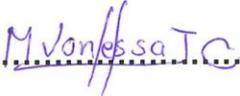
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AUTORÍA

Yo, **Mirian Vanessa Criollo Jiménez**, declaro ser la autora 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 del mismo.

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

Autora: Mirian Vanessa Criollo Jiménez

Firma: 

Cédula: 1105078362

Fecha: Loja, 23 de enero de 2017

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mis sentimientos de gratitud a la Universidad Nacional de Loja, por haber aceptado que sea parte de ella y haber abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, así como también a los docentes que forman parte de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, quienes brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Agradezco a mis padres Nelson Criollo y María Jiménez, por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida, sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir; a mis hermanos que de alguna manera han intervenido en esta etapa de mi vida.

Mirian Vanessa

DEDICATORIA

La vida se encuentra atestada de retos, y uno de ellos es la Universidad; tras verme dentro de ella, me he dado cuenta que más allá de ser un reto, es una base no solo para mi entendimiento del campo en el que me he visto inmersa, sino también para mi vida y futuro.

La presente tesis se la dedico a mis padres, a mis hermanos: Martha, Tania y Fabián, porque ellos han dado razón a mi vida, con sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, lo que me ha impulsado para cumplir mis objetivos tanto en lo profesional, como personal.

Mirian Vanessa

ÍNDICE GENERAL

<u>CONTENIDO</u>	<u>PÁG.</u>
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	ii
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iii
AUTORÍA	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE CUADROS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE FOTOS	xiv
RESUMEN	xvi
SUMMARY	xvii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE LA VACA LECHERA	2
2.1.1. Fisiología del Rumen	2
2.1.2. Regulación de pH Ruminal	4
2.1.2.1. Saliva	4
2.1.2.2. Producción de Ácidos Grasos Volátiles	5
2.1.2.3. Absorción de AGV	5
2.2. DIGESTIÓN Y METABOLISMO DE LOS NUTRIENTES	6
2.2.1. Digestión y Metabolismo de los Carbohidratos	6
2.2.2. Digestión y Metabolismo de las Proteínas	8

2.3.	REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL GANADO LECHERO	8
2.3.1.	Energía	8
2.3.2.	Proteína	9
2.3.3.	Lípidos	10
2.3.4.	Carbohidratos	11
2.3.5.	Vitaminas	11
2.3.6.	Minerales	12
2.4.	SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA	14
2.4.1.	Suplementación Proteínica	14
2.4.2.	Suplementación Energética	16
2.5.	PALMISTE (<i>Elaeis guineensis</i>)	18
2.5.1.	Palma Africana	18
2.5.2.	Obtención de la Torta de Palmiste	19
2.5.3.	Valor Nutritivo de la Torta de Palmiste	20
2.5.4.	Utilización de la Torta de Palmiste en la Alimentación Animal	21
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1.	MATERIALES	26
3.1.1.	Materiales de Campo	26
3.1.2.	Materiales de Laboratorio	26
3.1.3.	Materiales de Oficina	26
3.2.	MÉTODOS	26
3.2.1.	Ubicación	26
3.2.2.	Descripción y Adecuación de las Instalaciones	27
3.2.3.	Descripción e Identificación de las Unidades Experimentales	27
3.2.4.	Formulación y Elaboración de las Raciones Experimentales	27
3.2.5.	Descripción de los Tratamientos	28
3.2.5.1.	Tratamiento uno	28
3.2.5.2.	Tratamiento dos	28
3.2.5.3.	Tratamiento tres	28
3.2.5.4.	Tratamiento cuatro	28
3.2.6.	Diseño Experimental	28
3.2.7.	VARIABLES EN ESTUDIO	29
3.2.8.	Toma y Registro de Datos	29
3.2.8.1.	Composición química	29
3.2.8.2.	Consumo de alimento	30
3.2.8.3.	Producción de leche	30
3.2.8.4.	Calidad de la leche	30
3.2.8.5.	Cambio de peso	30
3.2.8.6.	Rentabilidad	30
3.2.8.7.	Análisis Estadístico	31
4.	RESULTADOS	32

4.1.	COMPOSICIÓN QUÍMICA	32
4.2.	CONSUMO DE ALIMENTO	33
4.3.	PRODUCCIÓN DE LECHE	34
4.4.	CALIDAD DE LA LECHE	35
4.4.1.	Características Organolépticas	35
4.4.2.	Composición Química	35
4.4.2.1.	Contenido de grasa	35
4.4.2.2.	Contenido de proteína	36
4.4.2.3.	Contenido de sólidos totales	37
4.5.	CAMBIO DE PESO	38
4.6.	ANÁLISIS ECONÓMICO	39
4.6.1.	Costos de Producción	39
4.6.1.1.	Alimentación	39
4.6.1.2.	Sanidad	40
4.6.1.3.	Mano de obra	40
4.6.2.	Ingresos	40
4.6.2.1.	Venta de leche	40
5.	DISCUSIÓN	43
5.1.	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA	43
5.2.	CONSUMO DE ALIMENTO	43
5.3.	PRODUCCION DE LECHE	44
5.4.	CALIDAD DE LA LECHE	44
5.5.	CAMBIO DE PESO	45
6.	CONCLUSIONES	46
7.	RECOMENDACIONES	48
8.	BIBLIOGRAFÍA	49
9.	ANEXOS	53
9.1.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS RESULTADOS	53
9.2.	FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE CAMPO	59

ÍNDICE DE CUADROS

<u>CONTENIDO</u>	<u>PÁGS.</u>
Cuadro 1. Clasificación funcional de las bacterias ruminales.....	3
Cuadro 2. Superficie de palma africana en el ecuador. (2005).....	19
Cuadro 3. Composición bromatológica del palmiste.(%).....	20
Cuadro 4. Composición mineral de la torta de palmiste.....	20
Cuadro 5. Contenido energético de la torta de palmiste.....	21
Cuadro 6. Características de la torta de palmiste.....	21
Cuadro 7. Raciones suplementarias con diferentes niveles de inclusión de palmiste.....	27
Cuadro 8. Esquema del experimento.....	29
Cuadro 9. Composición química de las raciones experimentales en base a materia seca (%)......	32
Cuadro 10. Consumo de alimento en base a materia seca en vacas holstein mestizas en pastoreo con cuatro raciones suplementarias a base de palmiste.....	33
Cuadro 11. Producción de leche en vacas mestizas holstein en pastoreo, con raciones suplementarias a base de palmiste (l/vaca/día).....	34
Cuadro 12. Contenido de grasa de la leche en vacas mestizas holstein en pastoreo, con cuatro raciones suplementarias a base de palmiste.....	35
Cuadro 13. Contenido de proteína de la leche en vacas mestizas holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias a base de palmiste.....	36

Cuadro 14.	Contenido de sólidos totales de la leche en vacas holsteinmestizas en pastoreo con cuatro raciones suplementarias a base de palmiste.....	37
Cuadro 15.	Cambio de peso de las vacas mestizas holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias a base de palmiste.....	38
Cuadro 16.	Costo de las raciones experimentales.....	40
Cuadro 17.	Ingresos por venta de la leche.....	41
Cuadro 18.	Costos, ingresos y rentabilidad en los cuatro grupos experimentales (\$).....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

<u>CONTENIDO</u>	<u>PÁGS.</u>
Figura 1. Consumo de alimento en base a materia seca en vacas mestizas holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias.....	33
figura 2. Producción de leche en vacas holstein mestizas con cuatro raciones suplementarias a base de palmiste.....	34
figura 3. Contenido de grasa de la leche en vacas holstein mestizas con cuatro raciones suplementarias a base de palmiste.....	36
figura 4. Contenido de proteína de la leche en vacas mestizas holstein en pastoreo, con cuatro raciones suplementarias a base de palmiste.....	37
figura 5. Contenido de sólidos totales de la leche en vacas mestizas holstein en pastoreo, con cuatro raciones suplementarias a base de palmiste.....	38
figura 6. Cambio de peso en vacas mestizas holstein en pastoreo, con cuatro raciones a base de paalmiste.....	39
figura 7. Rentabilidad obtenida con la utilización de diferentes niveles de inclusión de pcb en raciones suplementarias para vacas mestizas en pastoreo (%).....	42

ÍNDICE DE FOTOS

<u>CONTENIDO</u>	<u>PÁGS.</u>
Foto 1. Insumos para la elaboración de las raciones experimentales.....	59
Foto 2. Elaboración de la ración experimental.....	59
Foto 3. Ración experimental para ser suministrada a los animales.....	60
Foto 4. Suministro de la ración.....	60
Foto 5. Consumo de la ración experimental.....	61

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO NIVELES DE INCLUSIÓN DE
PALMISTE EN RACIONES PARA VACAS EN PRODUCCIÓN, EN LA FINCA
PUNZARA DE LA UNL”**

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ejecutó en la Quinta Experimental “Punzara” de la Universidad Nacional de Loja, con el propósito de evaluar el uso de raciones suplementarias con diferentes niveles de inclusión de palmiste en vacas Holstein mestizas mantenidas en pastoreo. Se evaluaron cuatro tratamientos de la siguiente manera: T₁: ración sin palmiste, (testigo); T₂: ración con el 10% de palmiste; T₃: ración con el 20% de palmiste y T₄: ración con el 30% de palmiste. Se utilizaron cuatro vacas Holstein mestizas, de diferentes edades, con un peso promedio de 505,5 kg y una producción media diaria de 9,7 litros; las cuales fueron distribuidas según diseño cuadrado latino 4x4, con cuatro tratamientos y cuatro periodos experimentales. Las variables estudiadas fueron: composición bromatológica del palmiste y raciones experimentales, consumo de alimento, producción de leche, calidad de la leche, cambio de peso y rentabilidad. Los resultados demostraron que el palmiste presenta un apreciable valor nutritivo con el 12,31% de proteína y 10,2% de grasa; mientras que las raciones experimentales presentaron pequeñas variaciones de acuerdo a los niveles de inclusión de palmiste, así la ración uno (sin palmiste) presentó mayor contenido de proteína con el 22,86% y menor contenido de fibra con 9,66%; en tanto que la ración cuatro (30% de palmiste) registró valores de 16,65% y 18,48% para proteína y fibra respectivamente. El uso de raciones suplementarias con diferentes niveles de inclusión de palmiste generó incremento de la producción de leche en 0,8l/vaca/día; sin embargo, el contenido de sólidos totales y grasa disminuyeron ligeramente. Se concluye que el uso de palmiste en raciones suplementarias para vacas en producción permite incrementar la producción de leche, aunque su calidad disminuye ligeramente.

SUMMARY

The present research work was carried out in the Experimental Farm "Punzara" of the Universidad Nacional de Loja, it was aimed to evaluate the use of supplementary rations with different inclusion levels of palm kernel in crossbred Holstein cows kept on grazing. Four treatments were evaluated as follows: T1: ration without palm kernel, (control); T2: ration with 10% of palm kernel; T3: ration with 20% of palm kernel and T4: ration with 30% of palm kernel. Four crossbred Holstein cows of different ages were used, with a naver age weight of 505.5 kg and a naver age daily production of 9.7 liters; which were distributed, according to 4x4 Latin square design, with four treatments and four experimental periods. The variables studied were: bromatological composition of the palm kernel and experimental rations, consumption of food, milk production, milk quality, weight change and profitability. The results showed that the palm kernel presents a significant nutritional value with 12.31% of protein and 10.2% of fat; mean while the experimental rations presented small variations according to the levels of inclusion of palm kernel, thus the ration one (without palm kernel) presented a higher protein content with 22.86% and a lower fiber content with 9.66%; while ration four (30% of palm kernel) presented values of 16.65% and 18.48% for protein and fiber respectively. The use of supplementary rations with different levels of inclusion of palm kernel produced an increase in milk production at 0.8l/cow/day; however, the total solids and fat content decreased slightly. It is concluded that the use of palm kernel in supplementary rations in production allows to increase milk production although its quality decreases slightly.

1. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador y particularmente en la provincia de Loja, la ganadería bovina constituye la principal actividad agropecuaria (INEC, 2002); sin embargo, los niveles de producción y productividad son bajos debido principalmente a las deficientes condiciones de alimentación, que no satisfacen los requerimientos nutricionales especialmente en lo relacionado con la energía y proteína.

Los bovinos son animales forrajeros por naturaleza, es decir, que las pasturas y forrajes son la base de la alimentación; sin embargo, las condiciones agroecológicas no permite disponer de suficiente cantidad y calidad de recursos forrajeros, lo que limita de manera significativa la producción de leche y carne; siendo necesario buscar alternativas orientadas a mejorar el régimen alimenticio, mediante el uso de raciones suplementarias de bajo costo (Martínez y Aguirre 2015)

El palmiste es un subproducto de la industria aceitera que se obtiene por el prensado mecánico de la almendra de palma africana, por su alto contenido de energía y proteína constituye una buena alternativa para la suplementación alimenticia del ganado bovino. La harina de palmiste es un ingrediente adecuado para dietas de rumiantes lecheros, pudiendo utilizarse hasta niveles del 10%, sin ningún inconveniente (Díaz, 2007).

Las deficiencias nutricionales, constituyen un factor limitante para la intensificación de la producción de leche, por lo que la suplementación se convierte en una alternativa. En el Ecuador, existe buena disponibilidad de este subproducto por lo que puede ser incorporado como ingrediente energético en las raciones para producción de leche. El presente trabajo se realizó en la Quinta Experimental “Punzara” y se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar la respuesta del suministro de cuatro raciones experimentales a base de palmiste en la producción y calidad de la leche.
- Conocer la composición química de las raciones experimentales.
- Realizar el análisis económico: rentabilidad, relación costo/beneficio del uso de raciones suplementarias a base de palmiste en vacas en producción.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE LA VACA LECHERA

Los bovinos son animales forrajeros por naturaleza, es decir, que las pasturas y forrajes son la base de su alimentación. Los avances tecnológicos en materia de nutrición han generado nuevas formas de alimentación de los bovinos, con el fin de satisfacer la creciente demanda de carne y leche.

Las nuevas formas de alimentación se basan en el uso de alimentos concentrados que se integran a las dietas en las diferentes etapas del ciclo productivo y con diferentes propósitos. Con la inclusión de concentrados en la dieta bovina se ha logrado alcanzar altos niveles de eficiencia productiva, siendo particularmente notable el impacto en el ganado lechero.

Es indispensable considerar que para obtener el máximo rendimiento de un alimento, se debe asegurar el estado óptimo del rumen: el buen funcionamiento de su flora bacteriana y ajustar la relación energía-proteína para optimizar la absorción de nutrientes (Gasque, 2008).

2.1.1. Fisiología del Rumen

Los microorganismos responsables de la digestión fermentativa incluyen bacterias, protozoos y hongos. Las bacterias representan la fracción de la población ruminal imprescindibles para la vida del rumiante. Si bien existe una amplia variedad de bacterias y alternativas para clasificarlas, resulta útil agruparlas en base a los sustratos que emplean y a los productos finales de su fermentación (Relling y Mattioli, 2003)

Cuadro 1. Clasificación funcional de las bacterias ruminales

Grupo de Bacterias	Característica Funcional	Productos Finales
Celulolíticas	Fermentan hidratos de carbono estructurales de la pared celular (celulosa, hemicelulosa y pectinas)	AGV (especialmente acetato)
Amilolíticas	Fermentan hidratos de carbono de reserva de granos (almidón)	AGV (especialmente propionato)
Sacarolíticas	Fermentan hidratos de carbono simples (azúcares vegetales)	AGV (especialmente butirato)
Lactolíticas	Metabolizan el lactato	AGV(especialmente propionato)
Lipolíticas	Metabolizan las grasas	Ácidos grasos libres y AGV (especialmente propionato)
Proteolíticas	Degradan las proteínas	AGV y amoníaco (NH ₃)
Metanógenas	Producen metano	Metano (CH ₄).
Ureolíticas	Hidrolizan la urea	CO ₂ y NH ₃ .

Fuente: (Relling A;, 2003)

El número de bacterias varía entre 10^{10} y 10^{11} por gramo de líquido ruminal, lo cual representa entre 3 y 8 kilos de bacterias en el rumen de un bovino adulto. Esta concentración varía en relación directa con el contenido energético de la dieta. Otro factor que afecta el desarrollo bacteriano es el pH ruminal. Dentro del rango fisiológico, por ejemplo, la flora celulolítica desarrolla mejor en el extremo menos ácido (6,0 a 6,9) mientras que a la flora amilolítica, le es favorable el extremo más ácido (5,5 a 6,0). La importancia nutricional de las bacterias radica en que son responsables de la mayor parte de la actividad celulolítica del rumen, y por otro lado son capaces de sintetizar sus proteínas a partir de compuestos nitrogenados no proteicos (NNP), especialmente amoníaco (NH₃) (Relling y Mattioli, 2003)

Los protozoos representan la micro-fauna ruminal, se desarrollan preferentemente

a pH superior a 6 y a pesar de estar normalmente presentes no son imprescindibles para la función ruminal ni para la supervivencia del animal. Normalmente son adquiridos por el ternero por contacto directo con otros rumiantes.

Desde el punto de vista metabólico los protozoarios se diferencian de las bacterias por poseer una menor capacidad celulolítica (5 al 20 % del total) y además son incapaces de sintetizar proteínas a partir de NNP.

Con respecto al metabolismo proteico favorecen al rumiante aumentando el valor biológico de la proteína, pero se cree que es a un elevado costo energético por la recirculación de nitrógeno. Esto es que utilizan para formar proteínas con las proteínas sintetizadas por las bacterias.

Los hongos representan alrededor del 8 % de la biomasa ruminal. Poseen una importante actividad celulolítica, en especial cuando el rumiante consume forrajes demasiado maduros o encañados. Los hongos no predominan en el rumen debido a su baja tasa de multiplicación en comparación con las bacterias, algunas de las cuales a su vez reprimen su crecimiento, como el *Ruminococcus Spp.*

2.1.2. Regulación de pH Ruminal

Los hidratos de carbono, representan el componente más abundante en la dieta de los rumiantes. El tipo de carbohidrato predominante en la dieta condiciona el desarrollo del tipo de flora adecuada para su fermentación y el ajuste del pH a su rango ideal. Así, una ración rica en almidón es fermentada por una flora amilolítica que desarrolla mejor a un pH de 5,5 a 6,0 mientras que una ración compuesta por forraje con alto contenido de carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa y pectinas) será fermentada por una flora celulolítica que desarrolla mejor a pH de 6 a 6,9. Para poder adecuar el pH del rumen a la dieta, el rumiante pone en juego tres factores que modifican el pH ruminal. Estos factores son:

2.1.2.1. Saliva

Un bovino adulto produce por día entre 100 y 180 litros de saliva. Esta posee un pH de 8,1 a 8, por lo cual tiende a elevar el pH ruminal. Su influencia como factor alcalinizante depende de su producción, la cual a su vez depende

fundamentalmente de las horas de rumia, período en el cual la secreción se duplica. El período de rumia varía de 0 a 10 horas por día, dependiendo en relación directa de la cantidad de forraje grosero en la dieta. Cuando mayor es la cantidad de carbohidratos estructurales mayor es el tiempo de rumia, pero esa fibra tiene que tener un tamaño adecuado para estimular la rumiación. Una práctica común en dietas de alto contenido de concentrado es el agregado de paja de trigo u otro componente rico en carbohidratos estructurales, de forma tal de aumentar el tiempo que el animal está rumiando, y de esa forma aumentar la cantidad de saliva.

2.1.2.2. Producción de Ácidos Grasos Volátiles

Por su carácter ácido cuanto mayor es la producción de ácidos grasos volátiles (AGV) más bajo es el pH ruminal resultante. La producción de AGV es especialmente alta con dietas ricas en concentrados energéticos, como los granos, y menor en aquellas ricas en forrajes maduros.

2.1.2.3. Absorción de AGV

La velocidad de absorción de AGV tiene relación directa con su producción y relación inversa con el pH, evitando su acumulación en el rumen. La absorción ruminal de AGV por vía para celular es insignificante, y depende de la vía transcelular, ingresando a la célula por dos mecanismos diferentes. Uno de ellos es la difusión simple, mecanismo electroneutro y que no utiliza transportador, pero requiere que los AGV se encuentren en su forma no disociada y por lo tanto liposoluble. En su forma disociada el AGV posee carga eléctrica negativa, esto produce la atracción del extremo positivo de las moléculas de agua, que se comportan como un bipolo, creándose una capa de hidratación alrededor del AGV que le quita liposolubilidad y aumenta su diámetro, impidiendo así que pueda atravesar la membrana celular (Relling y Mattioli, 2003).

2.2. DIGESTIÓN Y METABOLISMO DE LOS NUTRIENTES

2.2.1. Digestión y Metabolismo de los Carbohidratos

De acuerdo a su estructura y función los carbohidratos pueden clasificarse en polisacáridos de reserva, como el almidón; polisacáridos estructurales como la celulosa, hemicelulosa y pectina; y, carbohidratos simples o azúcares, entre los cuales encontramos mono y disacáridos.

El almidón es un polímero de moléculas de D-glucosa ordenadas como una cadena lineal con enlaces glucosídicos alfa 1-4 en la amilosa, o con ramificaciones que se inician en uniones glucosídicas alfa 1-6 en la amilopectina; los enlaces tipo alfa, son desdoblados tanto por los microorganismos amilolíticos del rumen como por la amilasa pancreática del animal.

Al ingresar con la dieta, el almidón es atacado principalmente por las bacterias amilolíticas que lo desdoblan para consumir glucosa y producir AGV, especialmente propionato. La digestibilidad del almidón en el rumen es elevada y la fracción que logra pasar al intestino puede ser degradado por la amilasa pancreática y así absorberse como glucosa. Esta última alternativa favorece al rumiante al aportarle una fuente directa de glucosa, que de otro modo debería sintetizar por gluconeogénesis hepática empleando el propionato absorbido en el rumen.

Las uniones glucosídicas de tipo beta no son atacadas por enzimas digestivas, sólo pueden ser degradadas por las enzimas microbianas liberadas por la flora ruminal, lo cual representa la base de la simbiosis bacteria-rumiante en los procesos digestivos fermentativos. La degradación de los carbohidratos estructurales sigue los siguientes pasos:

- Los microorganismos celulolíticos se adhieren a la superficie de los trozos de fibra vegetal, cortada por efecto de la masticación, mezclado y rumia con el fin de exponer la pared celular. Si bien el ataque bacteriano puede realizarse sobre la superficie de la hoja, esta, está recubierta por ceras que perjudican la adhesión celular y en este caso las bacterias inician su acción sobre los estomas foliares libres de ceras, de cualquier modo la degradación sería muy lenta si no mediase la ruptura del forraje.
- Los microorganismos liberan en el medio ruminal celulasas que realizan la digestión extracelular de la celulosa produciendo residuos pequeños,

especialmente celobiosa (disacárido). El efecto de las celulasas sobre la superficie de la fibra vegetal se observa como canales, visibles al microscopio, denominados “figuras de corrosión”.

- La celobiosa es incorporada a la bacteria y atacada por la celobiasa, que la desdoblará en dos glucosas.
- La glucosa es utilizada por el microorganismo para obtener energía vía glucolítica y producir AGV como producto final, principalmente acetato, que es eliminado del soma bacteriano.

La celulosa representa del 10 al 30% de la materia seca del forraje y su digestibilidad varía entre el 50 y el 75%. La hemicelulosa se encuentra en una concentración algo menor (10-25% de la materia seca) y su digestibilidad varía entre el 35 y el 80 %. Las variaciones en la digestibilidad de ambas están provocadas fundamentalmente por la concentración de lignina en el forraje.

Estructuralmente la lignina no es un carbohidrato, sino un polímero de unidades fenil propano de estructura muy compleja y de elevado peso molecular. Representa menos del 3 % de la materia seca en forrajes tiernos y aumenta con el ciclo vegetativo hasta concentraciones superiores al 15 %. Como no es digestible ni por las enzimas digestivas del animal ni por las microbianas del rumen, carece de valor nutricional y además bloquea el acceso de los microorganismos a los carbohidratos de la pared.

La digestión ruminal de las pectinas es muy diferente de los otros carbohidratos estructurales. Si bien forman parte de la pared celular son cuantitativamente importantes en los forrajes tiernos, en los cuales la pared celular poco desarrollada facilita su disponibilidad a nivel ruminal. Además, las pectinas son ricas en ácido galacturónico, que al poseer carga les otorgan una solubilidad que las hace casi completamente digestibles. Por esta razón las pruebas más comunes de valoración de los alimentos incluyen las pectinas en el mismo grupo que los azúcares, como carbohidratos solubles.

Los carbohidratos simples o azúcares se encuentran generalmente en

concentraciones menores al 10 %, salvo en los pastos tiernos de primavera, durante el rebrote del forraje, cuando alcanzan hasta el 20 % de la materia seca. Se encuentran dentro de las células vegetales y se solubilizan rápidamente en el líquido ruminal, por lo cual su degradación en el rumen es completa y tan rápida que cuesta encontrarlos.

La intensidad con que los carbohidratos se digieren en el rumen depende fundamentalmente de la facilidad con que los microorganismos puedan tomar contacto y captarlo, por lo cual depende especialmente de su solubilidad en el líquido ruminal

2.2.2. Digestión y Metabolismo de las Proteínas

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.

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. (Ramírez, 2012)

2.3. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL GANADO LECHERO

2.3.1. Energía

La energía es proporcionada por los carbohidratos, proteínas y grasas de la dieta; es un concepto que, en términos de nutrición animal, significa “calor”, la unidad de medida es la caloría (cal).

La energía total de un alimento se denomina energía bruta (EB); de esta no toda se encuentra disponible para los animales, ya que una parte se pierde en las heces

mientras que la restante que queda en el tracto digestivo es la energía digestible (ED). Durante el proceso digestivo se pierde energía, ya que una fracción de ésta, se utiliza para generar productos de desecho, como: gas metano, orina y calor, quedando la fracción metabolizable de la energía (EM), por lo tanto, la energía que se conserva disponible para el animal después de las pérdidas es la denominada energía neta (EN), la cual se utilizará para el mantenimiento corporal (incremento calórico) producción de leche, aumento de peso y preñez principalmente. (Gasque, 2008).

Los requerimientos de energía, varían en función de algunos factores como: peso vivo, estado fisiológico, nivel de producción, etc. Por ejemplo una becerro lechera en desarrollo demanda 5 Mcal de energía metabolizable por cada 100 Kg de peso vivo; mientras que una vaca adulta requiere 2.5 Mcal por 100 kg de peso vivo, para mantenimiento corporal, más 1.12 Mcal adicionales por cada kilo de leche producido.

2.3.2. Proteína

Las proteínas son muy importantes en la nutrición del rumiante, las utilizan las partes del cuerpo (sangre, músculos, etc.), sistemas enzimáticos, sistemas de producción de proteína bacteriana; están compuestas por cadenas nitrogenadas de aminoácidos, la proteína dietaria es degradada en el rumen a amoníaco y compuestos carbonados, el amoníaco es usado por las bacterias para sintetizar sus propias proteínas. (Mues, 2005)

Son imprescindibles especialmente para animales que se encuentran en crecimiento y producción, las necesidades de proteína para los bovinos se expresan en proteína digestible (PD). Las vacas lecheras necesitan aproximadamente 70 a 100 gramos de proteínas digestibles por cada kilogramo de materia seca que consumen.

Las proteínas se componen de una o más cadenas de aminoácidos pues existen 20 aminoácidos y el código genético del animal determina la secuencia de aminoácidos de cada proteína, esta secuencia a su vez determina una función

específica en el organismo.

En general las proteínas contienen aproximadamente 16% de nitrógeno dentro de su fórmula, algunos alimentos pueden contener nitrógeno no proteico en cantidades menores. La naturaleza de la proteína y su tránsito por el rumen puede afectarlo siguiente:

- La cantidad de proteína digerida y absorbida en el rumen.
- La cantidad de proteína que pasa a través del rumen para digestión y absorción en el intestino delgado.

Las necesidades de proteína de los animales se expresan en unidades de proteína metabolizable (PM), esta se define como la proteína verdadera que es digerida post-ruminalmente y el componente de aminoácidos absorbidos (AA) por el intestino. Realmente los AA son los nutrientes requeridos, estos son usados para la síntesis de proteína y son vitales para los procesos productivos. (Gasque, 2008)

2.3.3. Lípidos

Los lípidos son parte importante de la ración de una vaca lechera porque contribuyen directamente a casi el 50% de la grasa en la leche y son la fuente más concentrada de energía en los alimentos.

Solo pequeñas cantidades de lípidos se encuentran en forrajes y semillas, sin embargo, algunas plantas (algodón, soya) tienen semillas llamadas "oleaginosas" que acumulan más de 20% de lípidos. Típicamente los lípidos son extraídos de las semillas oleaginosas pero pueden ser incorporadas en forma entera en las dietas de las vacas lecheras.

Los lípidos rinden 2.23 veces más energía que los carbohidratos, sin embargo, la mayor parte de energía en forrajes y muchos concentrados vienen principalmente de los carbohidratos; los alimentos para las vacas tienen menos de 5% de lípidos pero 50-80% de carbohidratos.

Los lípidos que llegan al intestino delgado en los rumiantes difieren de los no-rumiantes, siendo los primeros ácidos grasos libres que provienen del proceso de

fermentación y bio hidrogenación ruminal. (Oseguera, 2001)

2.3.4. Carbohidratos

Los carbohidratos contenidos en el alimento tales como, almidones, azúcares y pectinas son los mayores proveedores de energía, seguidos de la hemicelulosa y la celulosa digestible; forman el 75% de la materia seca de los forrajes esto incluye a los carbohidratos solubles y los carbohidratos de la fibra.

Son la fuente más importante de energía y de los principales precursores de grasa y azúcar (lactosa) en la leche de la vaca. Los microorganismos en el rumen permiten a la vaca obtener energía de los carbohidratos fibrosos (celulosa y hemicelulosa) que son ligados a la lignina en las paredes de las células de plantas; el equilibrio entre carbohidratos fibrosos y no-fibrosos es importante en la alimentación de las vacas lecheras para la producción eficiente de leche. (Gasque, 2008)

2.3.5. Vitaminas

El contenido de vitaminas en un alimento no se determina con regularidad pero las vitaminas son esenciales en pequeñas cantidades para mantener la salud. Las vitaminas se clasifican como solubles en agua o hidrosolubles (9 vitaminas del complejo B y vitamina C) y solubles en grasa o liposolubles (β -caroteno, o provitamina A, vitaminas D3, E y K).

En las vacas las vitaminas del complejo B no son esenciales porque las bacterias del rumen las pueden sintetizar.

Las vitaminas son sustancias orgánicas imprescindibles para la evolución normal de los procesos vitales en el organismo animal, son necesarias para mantener la salud y la capacidad de rendimiento. Por regla general, el organismo animal no puede sintetizar por sí mismo las vitaminas se hace una distinción entre vitaminas liposolubles e hidrosolubles.

La carencia total o parcial de una o más vitaminas ocasiona múltiples trastornos metabólicos, que se reflejan en disminución del rendimiento de todo tipo: retraso en el crecimiento, trastornos en la reproducción y diversas enfermedades.

Las vitaminas utilizadas como suplemento se fabrican sin excepción industrialmente por procesos químicos y microbiológicos, estas vitaminas industriales tienen la misma composición que las vitaminas naturales y su efecto es equivalente a estas o incluso superior. (Wattiaux, 2000).

Las vitaminas A, D y E son las más importantes para los bovinos. Las vitaminas del grupo B y la vitamina K son sintetizadas por las bacterias del rumen, las deficiencias de vitamina A disminuyen el apetito, se presenta pérdida de peso, diarrea, ceguera y crías débiles.

Las vacas en los últimos días de gestación necesitan una buena provisión de vitamina A para que den crías sanas; una deficiencia de vitamina D causa raquitismo en animales en crecimiento, en animales después del parto la deficiencia de esta vitamina puede provocar la fiebre de leche.

Los animales que son expuestos a la luz solar o los que consumen forrajes curados al sol no necesitan vitamina D suplementaria.

Las necesidades de vitaminas liposolubles en vacas lecheras son: Vitamina A, 110 UI/día por kg de peso vivo; vitamina D, 30 UI/día por kg de peso vivo y vitamina E, 0.8 ui/día por kg de peso vivo. (Ortiz, Garcia y Morales, 2005)

2.3.6. Minerales

Los macro-minerales son aquellos que se requieren en mayor cantidad, entre ellos están el calcio, fósforo, sodio, potasio, cloro, magnesio y azufre.

La deficiencia de magnesio se llama hipomagnesemia o tetania de los pastos, se presenta especialmente en vacas de alta producción, las vacas afectadas están inquietas, tienen estremecimientos musculares y bajan su producción, en casos graves, caen con sus patas rígidas y pueden morir rápidamente.

Los síntomas de deficiencia de sodio son la falta de apetito con la consecuente pérdida de peso por deshidratación y baja producción. Las vacas lecheras necesitan 30 gramos de sal común por día o se pone un bloque de sal, para que consuman a voluntad.

Los micro-minerales, son imprescindibles para el organismo, ya que constituyen parte integrante de ciertas sustancias orgánicas importantes (hormonas, enzimas y otras proteínas activas), por lo tanto, pertenecen al grupo de factores indispensables de la alimentación.

La insuficiencia de oligoelementos se refleja en síntomas característicos de carencia, como la anemia por falta de hierro. (Wattiaux, 2000.)

Se ha demostrado claramente que el hierro, cobre, cobalto, manganeso, zinc, yodo, molibdeno y selenio son oligoelementos indispensables, es decir, esenciales para la vida.

Los minerales más importantes para los bovinos son el calcio, fósforo, magnesio, sodio, cobre, cobalto, yodo y selenio. El calcio y el fósforo actúan junto con la vitamina D en la formación de los huesos.

El cobre actúa en varios procesos metabólicos, los animales presentan pelo áspero, mala condición y presencia de diarrea, para corregir deficiencias se dan 500 mg de sulfato de cobre por día a animales de más de un año y hasta 250 mg a los becerros.

El cobalto es parte esencial de la vitamina B12, en caso de deficiencia los animales están en malas condiciones y el crecimiento y producción disminuyen, para corregir deficiencias se dan 50 mg de sulfato de cobalto por día a los becerros y 100 mg a animales adultos.

El yodo interviene en el crecimiento ya que forma parte de la hormona tiroidea, tiene influencia sobre la producción de leche, la deficiencia de yodo causa bocio, abortos o dan crías débiles, los animales jóvenes necesitan hasta 2 mg de yodo por día, las vacas necesitan 2mg por día durante la gestación y hasta 3 mg por cada 10 kg de leche producida.

El selenio participa en los procesos de reproducción y junto con la vitamina E evitan la formación de músculo blanco. Su deficiencia se ve reflejada en animales con baja tasa de fertilidad principalmente.

Los bovinos también necesitan otros minerales de no menos importancia, pero que no se conoce mucho sobre sus requerimientos y las deficiencias que causan.

Es conocida la interacción existente entre los distintos minerales, la importancia de los mismos en la acción enzimática es muy grande por lo que la carencia o el exceso de uno de ellos pueden provocar un desequilibrio en la asimilación de otros minerales y así sucesivamente hasta llegar a afectar la salud general de la cría. (Gasque, 2008)

2.4. SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA

La suplementación permite corregir dietas desbalanceadas y aumentar la eficiencia de conversión de las pasturas, es una herramienta para aumentar la capacidad de carga de los sistemas productivos incrementando la eficiencia de utilización de las pasturas en sus picos de producción y aumentando el nivel de producción por unidad de superficie (kg/ha/año). (Leng, 1983).

Las vacas lecheras de alto potencial para producción láctea también tienen altos requerimientos para energía y proteína, considerando que las vacas pueden comer solo cierta cantidad cada día, los forrajes solos no pueden suministrar la cantidad requerida de energía y proteína. El propósito de agregar concentrados a la ración de la vaca lechera es de proveer una fuente de energía y proteína para suplementar los forrajes y cumplir con los requisitos del animal. Así, los concentrados son alimentos importantes que permiten formular dietas que maximizan la producción lechera. Generalmente, la máxima cantidad de concentrados que una vaca puede recibir cada día no debe sobre pasar 12 a 14 kilogramos.

2.4.1. Suplementación Proteínica

Las praderas de alta calidad son ricas en proteína degradable en el rumen (PDR) por lo que existirían beneficios al suplementar con proteína no degradable a nivel ruminal. Suministrar 250 a 450 g/vaca/día de PNDR es probablemente benéfico cuando las vacas están produciendo más de 35 kg de leche diarios. (Muller, 2003). Así mismo, para asegurar una buena producción láctea se recomienda concentrados que contengan PNDR para complementar dietas basadas en praderas, lo que podría disminuir sustancialmente las pérdidas de nitrógeno. (Razz, 2006), resumieron ocho estudios realizados en vacas a inicios de lactancia (<75 días) a pastoreo suplementadas con concentrados isonitrogenados de 14 a 24% de

PB donde fuentes de proteína degradable en el rumen fueron reemplazadas por fuentes de PNDR, observando que el consumo de MS de la pradera no se afectó en cinco de los ensayos analizados. Además, se obtuvo un incremento en la producción de leche de entre 6 a 18% en dos de los ocho ensayos y en siete experiencias no se afectaron ni las producciones de grasa ni de proteína láctea.

Estos mismos autores señalan que en animales mantenidos bajo condiciones de pastoreo, la cantidad de PNDR que escapa del rumen es función del consumo de MS de pradera, del consumo de MS de suplemento y de sus respectivos contenidos de PNDR. Por otra parte, las especies constituyentes de la pradera tienen una gran influencia en la cantidad de PNDR que escapa del rumen debido a que la EM es el primer nutriente limitante para la producción de leche de vacas de alto mérito genético a pastoreo, la suplementación podría ser necesaria para corregir la deficiencia en energía más que la de aminoácidos.

Esto podría explicar la baja respuesta productiva en animales que consumen praderas de alta calidad las que son suplementadas con PNDR. (Sairanen, 2005), indican que en vacas a pastoreo la producción de leche puede verse limitada por el consumo de EM o de algún aminoácido. Además, puntualiza que la influencia de estos dos factores es imposible de distinguir sin una medición directa del flujo de aminoácidos hacia el intestino.

Más específicamente (Kolver, 2003), señala que como resultado de una eficiente síntesis de proteína microbiana, acompañada de un alto contenido proteico (> 22%) presente en raciones de vacas a pastoreo suplementadas con concentrados, la cantidad y perfil de aminoácidos disponibles para la absorción no parecen ser la primera limitante para la producción de leche, a pesar de la alta degradabilidad ruminal de la proteína de las praderas. La producción puede estar limitada en algunos casos por algún aminoácido en particular, principalmente metionina y lisina cuando se suplementa en base a granos, incluso cumpliéndose los niveles de PC y FDN recomendadas por el NRC. Al alimentar con grandes cantidades de ensilaje de maíz (>30% de la dieta), se recomienda la suplementación con proteína. (Macdonald, 1999), investigó la habilidad de urea, afrecho de soya, (nitrógeno altamente degradable en el rumen) y la harina de pescado (PNDR), para suplir las

deficiencias de proteínas generadas por las altas inclusiones en la dieta de este ensilaje.

La harina de pescado y el afrecho de soya incrementaron los sólidos lácteos en verano y otoño. Se sugiere que la incorporación de estas fuentes proteicas, pudo aumentar la digestibilidad total de la dieta o proveer más proteína metabolizable para la síntesis de leche. Concluyendo finalmente, que cuando el ensilaje de maíz es el principal suplemento ofrecido, corregir las deficiencias de proteína puede aumentar la producción de sólidos lácteo.

Para suplementar praderas en la etapa de crecimiento activo, los concentrados que se usan más frecuentemente están constituidos por mezclas de granos de diferente velocidad de degradación teniendo además un bajo contenido proteico (Manterola, 2004). Cabe mencionar que las fuentes de PNDR son más onerosas, por lo tanto, su utilización estará determinada por sus precios respecto al retorno económico que tenga el productor por su producción.

2.4.2. Suplementación Energética

La forma más común de suministrar un suplemento es a través del aporte de un concentrado en base a granos otorgado en parcialidades durante las ordeñas. Con esta estrategia se permite que animales capaces de alcanzar altas producciones lácteas puedan expresar su potencial genético para consumo y producción, toda vez que la pradera como único alimento no es capaz de satisfacer sus requerimientos. Esto se debe a que el consumo de MS y Energía Neta de lactancia (ENL) de ésta es significativamente más bajo.

En la mayoría de las praderas en la época de primavera los carbohidratos no fibrosos (CNF) alcanzan entre un 15 a 22% de la MS. Además, las vacas mantenidas bajo pastoreo requieren más energía para mantención que aquellas en estabulación debido a los menores niveles de actividad que éstas últimas presentan, dado este hecho, las vacas en pastoreo pueden requerir de 1 a 2 kg/día de concentrado como un “costo fijo” por actividad sin un retorno concreto en producción de leche. La cantidad de CNF y de concentrado necesarios para incrementar el consumo total de energía en sistemas basados en pradera, pueden

tener un efecto en el largo plazo en el balance energético, producción de leche, peso vivo, cambios en la condición corporal y comportamiento reproductivo del animal (Muller, 1999)

La respuesta a la suplementación con energía puede estar influenciada por los tipos de carbohidratos y granos suministrados. El maíz es uno de los suplementos más comúnmente utilizados para la alimentación de vacas a pastoreo, provee de energía extra e incrementa el consumo total de materia seca (MS) comparado con sistemas basados sólo en praderas.

Se reporta que en estudios en los cuales se utilizaron vacas de altas producciones en sistemas a pastoreo la suplementación energética con 8 a 9 kg/día de concentrados basados en grano de maíz, resulta en un consumo de MS total de 22 kg/día y una producción de leche de 30 kg/día. Estas producciones son bajas si se comparan con las alcanzadas por animales estabulados que reciben ración mezcal total (TMR). Uno de los motivos por los cuales estas producciones son menores está asociado a trastornos en la fermentación ruminal y digestión cuando las vacas pastorean una pradera de alta calidad (< 50% fibra digestible neta). En praderas de éste tipo suplementadas de concentrados de alto nivel energético reducen el pH del rumen (<6,0), disminuye la relación acetato/propionato, aumenta la concentración de nitrógeno amoniacal y aumenta la tasa de pesaje. Además, la suplementación energética reduce el porcentaje de grasa láctea, lo cual está asociado con el mayor consumo de almidón y la baja fibra efectiva de la pradera. Como se describe con posterioridad estos efectos son menos marcados cuando se suplementa con concentrados ricos en fibra digestible (Manterola, 2004)

2.5. PALMISTE (*Elaeis guineensis*)

2.5.1. Palma Africana

La palma africana o palma aceitera es una planta tropical que crece en suelos por debajo de los 500 msnm, es originaria del golfo de Guinea, de ahí su nombre científico *Elaeis guineensis*, crece alrededor del mundo en zonas de latitud 15° al norte y sur de la línea ecuatorial.

Para el cultivo se utilizan palmas de vivero de 12 meses de edad que tardan entre

2 y 3 años para empezar a producir frutos. Se trata de un cultivo perenne que puede llegar a los 100 años de vida, pero en condiciones de explotación solo se le permite llegar hasta los 25 años, que es cuando alcanza los 12 m de altura, dificultando en adelante las labores manuales de cosecha.

El Ecuador presenta condiciones climatológicas favorables para el cultivo de la palma africana, desde el año 1953 se inicia con pequeñas extensiones en los cantones de Santo Domingo de los Colorados de la provincia de Pichincha y Quinindé provincia de Esmeraldas. En la actualidad el cultivo se ha expandido a otras provincias del litoral ecuatoriano conforme se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Superficie de palma africana en el Ecuador. (2005)

Provincias	Superficie (ha)	Superficie %	Número de Predios	Número de Palmicultores
Esmeraldas	79.719	38	2.317	1.996
Pichincha	34.201	16	1.022	943
Los ríos	31.977	15	694	594
La Concordia *	28.476	14	873	743
Sucumbíos	10.119	5	242	233
Manga del Cura *	6.920	3	473	443
Orellana	5.069	2	108	101
Las Golondrinas *	4.070	2	111	105
Guayas	3.410	2	46	38
Manabí	1.608	1	51	50
Cotopaxi	1.525	1	29	28
Bolívar	191	0,1	5	4
Total	207.285	100 %	5.971	5.278
* Zonas no delimitadas en la fecha del censo				

Fuente: Indupalma (2005)

2.5.2. Obtención de la Torta de Palmiste

La torta de palmiste se puede extraer mediante dos métodos: por spellers, con la cual se tiene un alto contenido de grasa (12 %) y por solventes, con bajo contenido de grasa (2 %).

El procesamiento industrial del fruto de la palma aceitera permite obtener tres productos comerciales: el aceite crudo de palma (proveniente del mesocarpio del fruto), el aceite de palmiste (que se obtiene de la almendra del fruto) y la torta de palmiste. De este procesamiento también se generan cuatro subproductos:

vástago, cáscara, torta de almendra y fibra del mesocarpio. (Díaz, 2007).

2.5.3. Valor Nutritivo de la Torta de Palmiste

La torta de palmiste es un subproducto que queda después de la extracción del aceite de palma ya sea en forma mecánica o con solventes. La torta producida por extracción con solventes tiene un contenido de aceite más bajo; es muy valiosa por cuanto aporta proteínas y energía, utilizándose para la alimentación de ganado lechero. Es un suplemento alimenticio que por sus características nutricionales puede ser utilizado solo o mezclado con otras materias primas. Tiene una textura gruesa y un contenido de grasa y humedad que permiten un fácil manejo durante el almacenamiento y una buena aceptación por parte de los animales. (Díaz, 2007).

Cuadro 3. Composición bromatológica del palmiste. (%)

Nutrientes	Contenido
Humedad	12
Proteína	14
Fibra	20 a 30
Grasa	12
Carbohidratos	47 ± 2
Ceniza	4
Calcio	0,24

Fuente: Indupalma (2005)

Cuadro 4. Composición mineral de la torta de palmiste.

Minerales	Cantidad
Calcio (%)	1,73
Fosforo (%)	0,21
Magnesio (%)	0,23
Potasio (%)	1,27
Sodio (%)	0,05
Cobre (ppm)	33
Hierro (ppm)	658
Zinc (ppm)	22

Fuente: Indupalma (2005)

Cuadro 5. Contenido energético de la torta de palmiste.

Nutrientes	Contenido
Nutrientes digestibles totales (%)	65,4
Energía digestible (Mcal/kg)	3,23
Energía metabolizante (Mcal/kg)	2,26
Energía neta para ganancia de peso(Mcal/kg)	1,42
Energía neta para lactancia(Mcal/kg)	1,37

Fuente: Indupalma (2005)

El procesamiento de almendra de palmiste era anteriormente desarrollado fuera de las plantaciones en plantas establecidas en centros urbanos.

Durante los últimos años, muchos palmicultores han ido realizando los montajes necesarios para este proceso en sus plantas de beneficio, con lo cual se presenta oferta de este producto en todas las zonas palmeras del país.

Cuadro6. Características de la torta de palmiste.

Variable	Características
Color	Blanco grisáceo, el picoteado negro se debe a las finas partículas de semilla.
Olor	Agradable con olor a coco.
Densidad	0,5979 g/V
Hongos	10,5 % máximo.
Infestación	Libre de mohos y de ácaros.

Fuente: Indupalma (2005)

2.5.4. Utilización de la Torta de Palmiste en la Alimentación Animal

La torta de palmiste tipo expeller es un producto granular fino, obtenido de la extracción física del aceite de palmiste resultado de las almendras del fruto de palma de aceite. La ventaja principal del tamaño de partícula de la torta permite optimizar su utilización en alimentos para animales, en especial para el ganado, facilitando su mezcla y haciéndola más digerible.

La torta de palmiste es una muy buena opción alimenticia por ser una valiosa fuente

de energía, fibra y proteína que aporta en gran medida al balance nutricional de la alimentación animal.

La torta de palmiste tipo chocolatina es un subproducto que se obtiene como resultado de la etapa de filtrado del proceso de extracción del aceite de palmiste, se caracteriza por su alto contenido de aceite, se utiliza como base para alimento concentrado para animales.

TRABAJOS RELACIONADOS

- **Augusto Rojas, Geovani Palavicini, Jorge Manuel Sánchez. (2010). Costa Rica. Efecto de la utilización de palmiste integral sobre parámetros productivos en vacas tipo doble propósito.** Se estudió el efecto de la suplementación con 0,250 y 0,330 kg de palmiste integral sobre los rendimientos productivos de vacas doble propósito en la zona de San Isidro de la Fortuna, San Carlos. Se utilizaron un total de 24 animales agrupados por número de parto, estado de lactancia y producción de leche, en tres tratamientos: control, (solo concentrado), mezcla 3:1 (0,75 kg de concentrado: 0,25 kg de palmiste) y mezcla 2:1 (0,66 kg concentrado: 0,33 kg de palmiste). El consumo de todas las dietas fue de 1 kg/animal/día. Los animales pastorearon en potreros con mezclas de gramíneas teniendo disponibilidad de agua a voluntad. Los animales se ordeñaron una vez al día en forma mecánica posteriormente al estímulo del ternero.

El periodo experimental fue de 7 semanas, considerando un periodo pre experimental de adaptación a la mezcla de dos semanas. La producción de leche se pesó individualmente cada semana y se muestreó para análisis de contenido de grasa láctea. Las vacas y sus crías fueron pesadas al inicio y final del experimento.

Se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos para las variables producción de leche, producción de leche corregida y producción de grasa, no así para el contenido de grasa láctea. Los mayores rendimientos se obtuvieron con el nivel de 0,250 kg de palmiste/animal/día. La interacción tratamiento por número de parto fue significativa, cuantificándose las mayores producciones en animales de segundo parto. El peso vivo de las vacas y sus

crías no fue afectado por los tratamientos ($P>0,05$) utilizados, sin embargo se observó una mayor pérdida de peso en las vacas no suplementadas.

Se obtuvieron beneficios económicos en los animales suplementados y fue el nivel de 0,250 kg de palmiste el que presentó los mayores ingresos diarios.

- **Luis Maita. (2014). Colombia. Ceba de ganado con torta de palmiste.** La raza sobre la cual se desarrolla este programa es la Cebú de tipo comercial, algunos pocos animales tienen una chispa de cruce con otras razas como la Pardo Suizo y la Simmental.

El peso de los animales que se han integrado al programa es de unos 150 kilos, con edades que oscilan entre los 8 y los 12 meses y permanecen en el programa de ceba con torta de palmiste por unos 12 meses más.

Los resultados obtenidos hasta el momento, los podemos catalogar de excelentes de acuerdo al siguiente análisis:

Los incrementos diarios y la ganancia de pesos logrados por los animales en este rústico programa de ceba si los comparamos con el rendimiento conseguido el programa de ceba tradicional (pastoreo) sin suplementación de ninguna clase en la gran mayoría de los casos son superiores.

Según los expertos luego del sacrificio de los animales la calidad de la carne producida presenta agradables características de sabor, color rojo cereza, textura blanda y además por su bajo contenido en grasa se puede catalogar como carne dietética; así mismo, el rendimiento en canal obtenido es de un 60%, un 10% más de lo conseguido en reses manejadas en la ceba tradicional, estos factores hacen que el valor conseguido por la venta de los animales cebados a base de torta de palmiste sean más altos, mejorando sustancialmente el negocio de ceba para el ganadero.

Para corroborar la anterior afirmación, en la Agroindustrial y Ganadera de Catama realizada en el mes de enero de 1999 en la ciudad de Villavicencio, el Frigorífico de Oriente S.A llevó a cabo por primera vez un interesante concurso de ganado gordo en el cual participaron ganaderos de la región que se dedican al negocio de la ceba de ganado y que utilizan distintos sistemas de ceba tales como: El de ceba tradicional en pastoreo, la ceba tradicional en pastoreo más

suplementación y la ceba con base en alimentación con torta de palmiste producida por Oleaginosas del Ocoa S.A.

El Dr. Angel Javier Galvis que se dedica a cebar reses con el programa de torta de Palmiste producida por Oleaginosas del Ocoa S.A tiene el más alto rendimiento en canal, sino también porque la carne producida en éste sistema de ceba según los expertos se clasificó como un producto de la más alta calidad y que difícilmente se había podido observar en otros concursos de éste estilo. La ceba tradicional nos dio como resultado un margen de rentabilidad del 11% que significa que por cada peso invertido se obtendrá una ganancia de 11 centavos, mientras que en la ceba con torta de Palmiste da un 48% de rentabilidad lo que representa una utilidad de 48 centavos por cada peso invertido.

El programa de ceba intensiva con torta de palmiste facilitará al ganadero la posibilidad de cebar como mínimo unas 100 reses por hectárea con muy bajo costo en la adecuación de unas rústicas y económicas instalaciones.

- **Fernanda Mendoza y Luis Miguel Quintero. (2008). Colombia. Palmiste en la nutrición animal.** La torta de palmiste es considerada como una fuente proteica de regular calidad, que utilizada adecuadamente ofrece la posibilidad de lograr buenos resultados. Se utiliza para dietas de bovinos, equinos y porcinos, en niveles ajustados a las características y condiciones propias de cada especie. Ocampo (1994).

El perfil de la proteína en aminoácidos esenciales es mediocre, presentando una concentración alta en metionina (1,8% sobre PB) pero baja en lisina (3,2%) y treonina (3,0%). El contenido en calcio y fósforo de la torta de palmiste es similar al de otras tortas de oleaginosas. La digestibilidad del fósforo, en cambio, es baja. El contenido en hierro es alto, y es especialmente destacable su alto contenido en manganeso (200 mg/kg).

En Colombia, los subproductos de la palma de aceite se utilizan solo parcialmente. Tanto el aceite de palma como sus subproductos pueden ser usados para producir alimentos concentrados para animales; el uso de la torta de palmiste como base de alimento para animales es ampliamente conocido. Del Hierro (1993).

Sin embargo a nivel regional se han realizado trabajos principalmente en animales rumiantes utilizando la torta de palmiste en programas de suplementación con resultados aceptables (Hernández et al 2003, La Torre et al 1999).

La harina de palmiste en cuanto a su valor energético en rumiantes, extraída por presión es bastante elevada. Su alto contenido en fibra (55-65% FND y 6-9% LAD) se compensa con un apreciable contenido en grasa (7-10%). El aceite de palmiste es muy digestible en animales jóvenes, utilizándose en la fabricación de leches artificiales. En rumiantes adultos se considera una grasa bastante inerte para los microorganismos, pero con una utilización digestiva algo inferior a la de la grasa animal o a la del aceite de palma. La concentración en minerales de la harina de palmiste es similar a la de otros turtós, excepto para el potasio que es inferior.

El contenido en proteína bruta es alrededor del 15%. La digestibilidad de la proteína en rumiantes es aceptable (75%). La degradabilidad en el rumen es relativamente baja (34%) en la harina obtenida por presión y algo superior en la extraída con solventes (40%).

La harina de palmiste es un ingrediente adecuado para dietas de rumiantes lecheros, donde puede utilizarse sin problemas a niveles de hasta un 10%. En ganado porcino su utilización se ve restringida por su baja palatabilidad, alto contenido en fibra y bajo valor proteico, aunque a veces se emplea a niveles moderados en la etapa final de cebo (donde daría una grasa consistente y blanca) y también en cerdas gestantes.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Materiales de Campo

- 4 vacas en producción
- Palmiste
- Soya
- Caña
- Maíz
- Sales minerales
- Picadora
- Balanza y báscula
- Utensilios de ordeño
- Saquillos
- Palas
- Cámara fotográfica
- Libreta y lápiz de campo

3.1.2. Materiales de Laboratorio

- Lactoscan SC
- Estufa
- Molino
- Dispositivo Soxhlet

3.1.3. Materiales de Oficina

- Computadora
- Impresora
- Papel

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Ubicación

La presente investigación se ejecutó en la Quinta Experimental “Punzara” de la Universidad Nacional de Loja, ubicada al sur occidente de la ciudad de Loja, a una altitud de 2150 msnm, temperatura promedio de 16,5°C, precipitación 750 mm y una humedad relativa del 75 %.

3.2.2. Descripción y Adecuación de las Instalaciones

En la Quinta Experimental “Punzara”, se maneja un sistema semi-estabulado con instalaciones adecuadas para las labores de ordeño, control sanitario, pesaje de los animales, elaboración y suministro de raciones suplementarias.

3.2.3. Descripción e Identificación de las Unidades Experimentales

Se utilizaron 4 vacas Holstein mestizas en producción, con un peso promedio de 505,5 kg y una producción media diaria de 9,7 litros. Cada animal constituyó una unidad experimental, para su identificación se colocó un zarcillo plástico en la oreja izquierda.

3.2.4. Formulación y Elaboración de las Raciones Experimentales

Mediante el método del tanteo se formularon cuatro raciones experimentales isoproteicas con el 14 % de proteína (cuadro 7). De acuerdo a las formulas se procedió a pesar y mezclar los ingredientes para elaborar las raciones.

Cuadro 7. Raciones suplementarias con diferentes niveles de inclusión de palmiste.

Insumos	Ración 1	Ración 2	Ración 3	Ración 4
Caña picada	45,0	40,0	35,0	30,0
Maíz molido	30,0	28,0	27,5	26,0
Palmiste	0,0	10,0	20,0	30,0
Soya	24,5	21,5	17,0	13,5
Sales minerales	0,5	0,5	0,5	0,5
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0

3.2.5. Descripción de los Tratamientos

Se evaluaron cuatro raciones experimentales, de la siguiente manera:

3.2.5.1. Tratamiento uno

Consistió en el suministro de 2 kg de la ración suplementaria uno, sin inclusión de palmiste, que sirvió como testigo.

3.2.5.2. Tratamiento dos

Consistió en el suministro de 2 kg de la ración suplementaria dos, con 10% de inclusión de palmiste.

3.2.5.3. Tratamiento tres

Consistió en el suministro de 2 kg de la ración suplementaria tres, con 20% de inclusión de palmiste.

3.2.5.4. Tratamiento cuatro

Consistió en el suministro de 2 kg de la ración suplementaria cuatro, con 30% de inclusión de palmiste.

3.2.6. Diseño Experimental

Se utilizó el diseño cuadrado latino 4 x 4 con cuatro tratamientos (raciones experimentales) y cuatro periodos, conforme se detalla en el siguiente esquema:

A	B	D	C
B	C	A	D
C	D	B	A
D	A	C	B

A = ración 1; B = ración 2; C = ración 3; D = ración 4

El modelo matemático fue el siguiente:

$$X_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \zeta_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

μ = Media general

τ_i = Efecto proveniente de los tratamientos

β_j = Efecto proveniente de las filas

ζ = Efecto proveniente de las columnas

ϵ_{ii} = Error experimental

Cuadro8. Esquema del experimento

Periodos	Raciones				Duración (días)		Unidades Experimentales
					Adaptación	Evaluación	
1	A	B	C	D	10	5	4
2	B	C	D	A	10	5	4
3	C	D	A	B	10	5	4
4	D	A	B	C	10	5	4

3.2.7. Variables en Estudio

- Consumo de alimento
- Producción de leche
- Calidad de la leche
- Cambio de peso
- Rentabilidad

3.2.8. Toma y Registro de Datos

3.2.8.1. Composición química

Se realizó el análisis químico proximal de las raciones experimentales, teniendo en cuenta las siguientes determinaciones:

- Materia Seca (MS)

- Cenizas (Cz)
- Fibra bruta (FB)
- Proteína bruta (PB)
- Extracto Etéreo (EE)
- Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)

3.2.8.2. Consumo de alimento

Se suministró 2 kg diarios por animal de cada una de las raciones, existiendo un consumo total de las raciones.

3.2.8.3. Producción de leche

Se registró durante los cinco días, la producción de leche por animal durante cada periodo experimental.

3.2.8.4. Calidad de la leche

Se controló diariamente las características organolépticas como: color, olor y sabor de la leche para detectar posibles alteraciones debidas al consumo del palmiste. Así mismo, se realizó el análisis químico con la ayuda del equipo Lactoscan SC, de la planta de procesamiento de lácteos de la Quinta Experimental “Punzara”, para determinar el contenido de grasa, proteína y sólidos totales.

3.2.8.5. Cambio de peso

Se tomó y registró el peso al inicio y final de cada periodo experimental con los animales en ayunas; el cambio de peso se calculó por diferencia.

3.2.8.6. Rentabilidad

Se hizo una relación entre los ingresos y los costos generados en la investigación al término de la misma, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

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

Para los costos se consideraron los siguientes rubros: costo de la alimentación, mano de obra y sanidad. Los ingresos se obtuvieron de la venta de leche.

3.2.8.7. Análisis Estadístico

Con la ayuda del programa estadístico Infostat versión 2012 (Balzarini, 2012), se realizó el análisis de varianza de cada una de las variables en estudio mediante un diseño cuadrado latino 4 x 4 y se aplicó la prueba de Tukey para comparación de promedios.

4. RESULTADOS

4.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA

Se realizó el análisis bromatológico de las raciones experimentales. Los resultados se detallan en el cuadro 9.

Cuadro 9. Composición química del palmiste y raciones experimentales en base a materia seca (%).

Muestra	Materia Seca	Cenizas	Extracto Etéreo	Proteína Cruda	Fibra Cruda	ELN
Palmiste	84,6	4,2	10,2	12,31	31,37	47,9
Ración 1. 0% Palmiste	63,88	2,79	2,25	22,86	9,66	62,44
Ración 2. 10% Palmiste	65,12	3,66	3,55	21,30	13,43	58,06
Ración 3. 20% Palmiste	68,68	3,65	5,03	18,73	16,40	56,19
Ración 4. 30% Palmiste	70,85	3,67	5,49	16,65	18,48	55,71

Fuente:(Laboratorio de Nutrición Animal AARNR – UNL– junio 2016)

Conforme se puede observar en el cuadro 9, el palmiste presenta un apreciable valor nutritivo, especialmente en lo relacionado al contenido de grasa y proteína, pudiendo ser catalogado como un buen insumo para la alimentación de vacas lecheras.

La composición bromatológica de las raciones experimentales presentó variaciones en el contenido de la materia seca que van del 63,88% en la ración uno (sin palmiste) al 70,85% en la ración cuatro (con 30% de palmiste) lo que se explica por la inclusión de diferentes cantidades de caña picada; el contenido de proteína cruda estuvo por el orden del 16,65 en la ración cuatro al 22,86% en la ración uno; mientras que los tenores de fibra cruda oscilaron entre 9,66% y 18,48% en la ración uno y cuatro respectivamente.

4.2. CONSUMO DE ALIMENTO

El consumo del pasto se estimó considerando una ingesta diaria equivalente al 3% del peso vivo en base a materia seca; mientras que las raciones experimentales se suministraron a razón de 2 kg diarios por animal; la suma de los dos componentes de la dieta se resumen el cuadro 10 y figura 1.

Cuadro 10. Consumo de alimento en base a materia seca en vacas Holstein mestizas en pastoreo con cuatro raciones suplementarias a base de palmiste.

N. Animal	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (10% palmiste)	T3 (20% palmiste)	T4 (30% palmiste)
1	15,66	15,56	15,89	15,70
2	17,70	17,75	18,08	18,01
3	14,73	14,45	14,84	14,50
4	15,78	14,75	15,44	14,71
Tot.	63,87	62,51	64,25	62,92
Prom.	15,97	15,63	16,06	15,73

Fuente: Investigación de campo, diciembre 2015 – febrero 2016

Elaboración: El Autor.

No se detectó diferencia estadística en el consumo de alimento ($p= 0,62$) de los cuatro tratamientos; registrándose valores cercanos a los 16 kg/día de materia seca, considerando el pasto y la ración experimental.

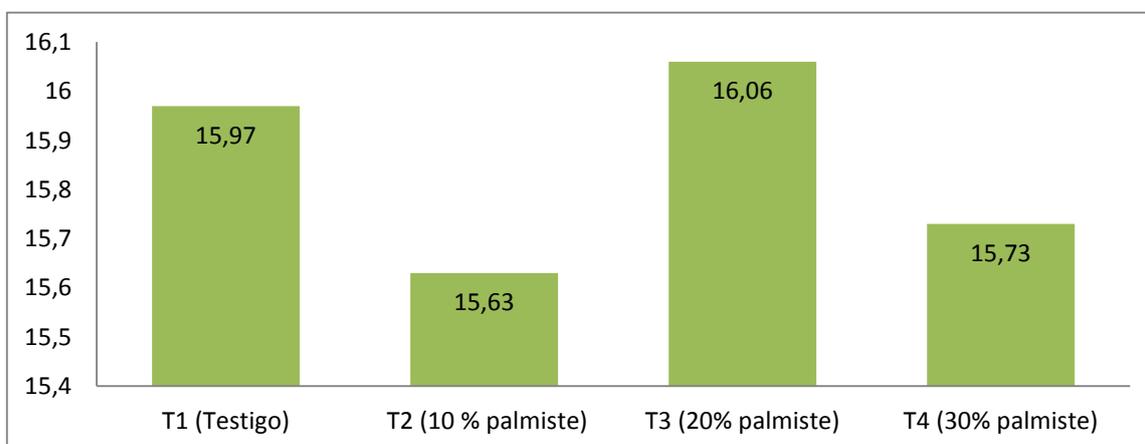


Figura 1. Consumo de alimento en base a materia seca en vacas Holstein mestizas en pastoreo con cuatro raciones suplementarias.

4.3. PRODUCCIÓN DE LECHE

Se registró la producción de leche de cada animal durante los 5 días de cada periodo experimental, luego se calcularon los promedios diarios, cuyos resultados se explican en el cuadro 11 y figura 2.

Cuadro 11. Producción de leche en vacas Holstein mestizas en pastoreo, con raciones suplementarias a base de palmiste (l/vaca/día).

N° Animal	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (10% palmiste)	T3 (20% palmiste)	T4 (30% palmiste)
1	13,2	12,4	12,4	12,2
2	7,8	7,8	10,2	9,4
3	13,0	12,0	11,2	11,2
4	6,0	10,2	9,2	9,4
Tot.	40	42	43	42
Prom.	10,0	10,6	10,8	10,6

Fuente: Investigación de campo, diciembre 2015 - febrero 2016

Elaboración: El Autor.

La producción de leche fue estadísticamente superior ($p \leq 0,020$) en el tratamiento tres con 10,8 litros en promedio por animal, en tanto, la menor producción se registró en el tratamiento uno (testigo) con 10 l/vaca/día, observándose un incremento de 0,8 litros entre los dos tratamientos.

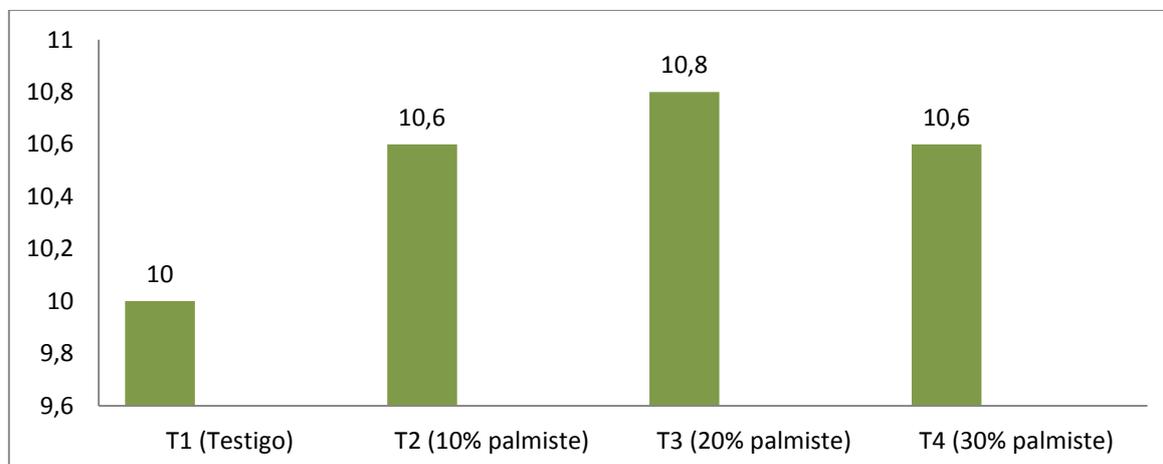


Figura 2. Producción de leche en vacas Holstein mestizas con cuatro raciones suplementarias a base de palmiste.

4.4. CALIDAD DE LA LECHE

4.4.1. Características Organolépticas

Durante los 5 días de cada periodo experimental se constató las características organolépticas de la leche como: color, olor y sabor; las mismas que no se vieron afectadas por el consumo de las raciones experimentales.

4.4.2. Composición Química

4.4.2.1. Contenido de grasa

El contenido de grasa de la leche, disminuyó considerablemente por acción de las raciones experimentales. Los resultados se detallan en el cuadro 12 y figura 3.

Cuadro 12. Contenido de grasa de la leche en vacas Holstein mestizas en pastoreo, con cuatro raciones suplementarias a base de palmiste.

N° Animal	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (10% palmiste)	T3 (20% palmiste)	T4 (30% palmiste)
1	1,22	1,12	2,04	2,32
2	1,92	1,66	1,41	1,9
3	1,41	1,35	1,34	2,1
4	2,45	1,94	2,58	1,43
Tot.	7	6	7	8
Prom.	1,8	1,5	1,8	1,9

Fuente: Investigación de campo, diciembre 2015 – febrero 2016

Elaboración: El Autor.

El contenido de grasa está por debajo de los valores considerados normales para la leche de vacas Holstein mestizas con porcentajes que oscilan entre 1,5 a 1,9 %, sin observarse diferencia estadística ($p \geq 0,093$) entre los cuatro tratamientos; lo que se podría deber a posibles interferencias en el proceso de síntesis de los ácidos grasos de cadena larga a nivel de la glándula mamaria, como consecuencia del

pobre aporte de compuestos lipídicos de las raciones experimentales.

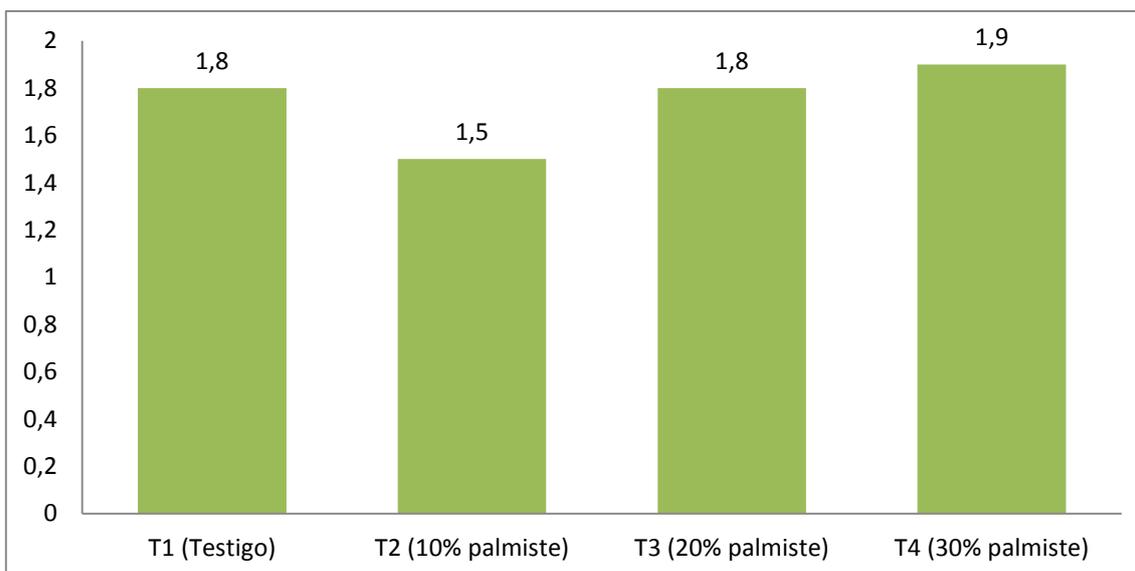


Figura 3. Contenido de grasa de la leche en vacas Holstein mestizas con cuatro raciones suplementarias a base de palmiste.

4.4.2.2. Contenido de proteína

El contenido de proteína de la leche, se vio ligeramente afectada por acción de las raciones experimentales. Los resultados se detallan en el cuadro 13 y figura 4.

Cuadro 13. Contenido de proteína de la leche en vacas Holstein mestizas en pastoreo con cuatro raciones suplementarias a base de palmiste.

N° Animal	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (10 % palmiste)	T3 (20% palmiste)	T4 (30% palmiste)
1	2,83	2,87	2,74	2,73
2	2,95	3,04	2,95	2,94
3	3,14	3,18	3,04	3,09
4	3,03	3,14	2,95	2,72
Tot.	12	12	12	11
Prom.	3,0	3,1	2,9	2,9

Fuente: Investigación de campo, diciembre 2015 – febrero 2016

Elaboración: El Autor.

Conforme se muestra en el cuadro 13, el contenido de proteína fue mayor ($p \leq$

0,033) en el tratamiento dos (20% de palmiste) con 3,1 %; presentando una variación 0,2 unidades porcentuales con respecto a los tratamientos tres y cuatro

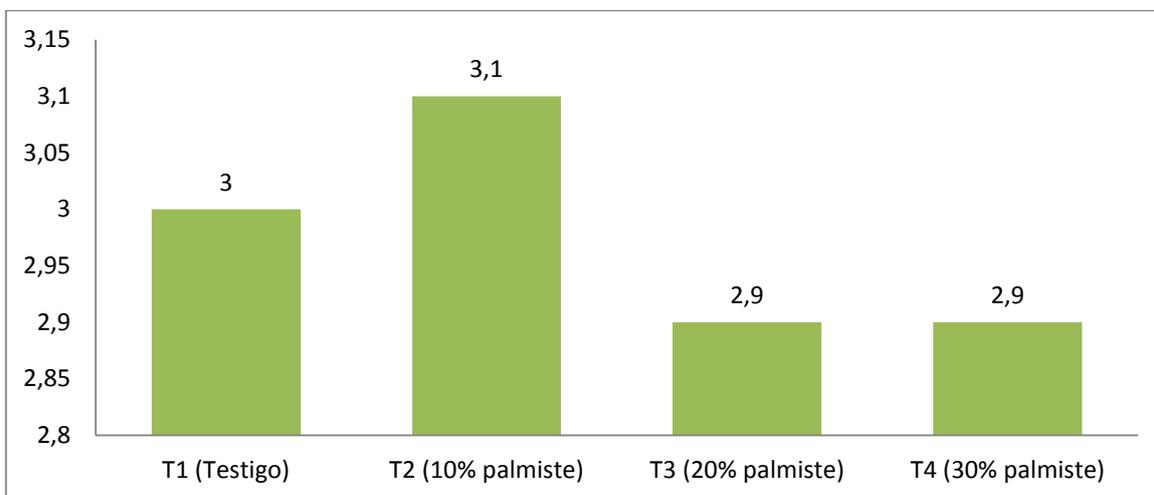


Figura 4. Contenido de proteína de la leche en vacas Holstein mestizas en pastoreo, con cuatro raciones suplementarias a base de palmiste.

4.4.2.3. Contenido de sólidos totales

El contenido de sólidos totales en la leche, se vieron ligeramente afectados por acción de las raciones experimentales, disminuyendo su valor normal. Los resultados se detallan en el cuadro 14 y figura 5.

Cuadro14. Contenido de sólidos totales de la leche en vacas Holstein mestizas en pastoreo con cuatro raciones suplementarias a base de palmiste.

N° Animal	Tratamientos			
	T1 (testigo)	T2 (10 % palmiste)	T3 (20% palmiste)	T4 (30% palmiste)
1	8,25	8,60	9,20	10,19
2	8,91	9,61	9,11	9,61
3	9,89	9,67	9,30	9,52
4	9,86	10,18	10,31	9,80
Tot.	36,91	38,06	37,91	39,11
Prom.	9,23	9,51	9,48	9,78

Fuente: Investigación de campo, diciembre 2015 - febrero 2016

Elaboración: El Autor.

El contenido de sólidos totales no mostró diferencia estadística ($p \geq 0,06$) entre los cuatro grupos experimentales; sin embargo, las variaciones numéricas oscilaron entre 9,23 a 9,78%

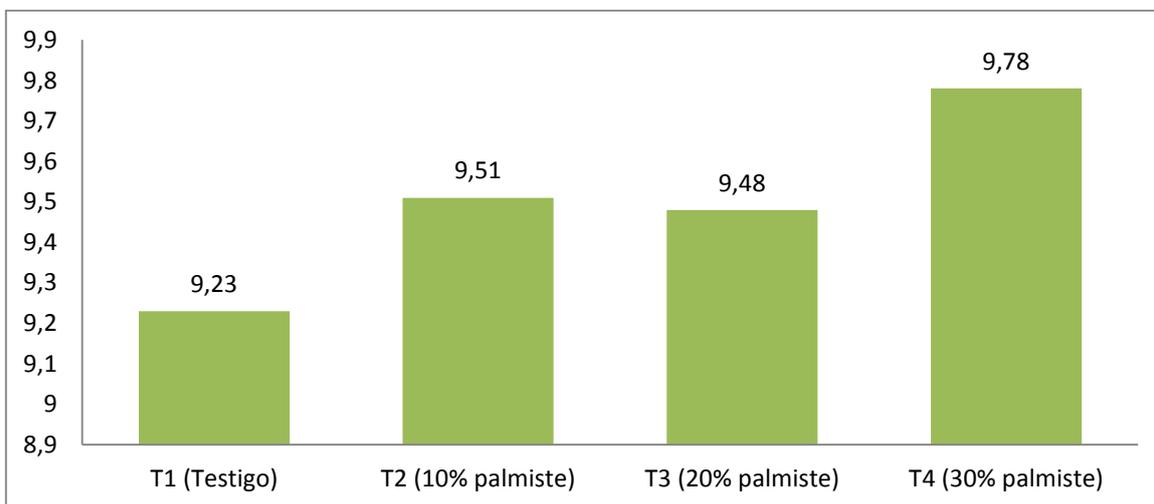


Figura 5. Contenido de sólidos totales de la leche en vacas Holstein mestizas en pastoreo, con cuatro raciones suplementarias.

4.5. CAMBIO DE PESO

Se registró el peso al inicio y final de cada periodo experimental a la misma hora y con los animales en ayunas, los resultados se presentan en el cuadro 15y figura 6.

Cuadro 15. Cambio de peso de las vacas Holstein mestizas en pastoreo con cuatro raciones suplementarias a base de palmiste.

Nº Animal	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (10%palmiste)	T3 (20%palmiste)	T4 (30%palmiste)
1	1,3	1,4	1,4	1,4
2	1,4	1,4	1,3	1,3
3	1,4	1,3	1,4	1,5
4	1,3	1,5	1,5	1,3
Periodo (kg)	1,3	1,4	1,4	1,4
Día (g)	260	280	280	280

Fuente: Investigación de campo, diciembre 2015 –febrero2016

Elaboración: El Autor.

No se detectó diferencia estadística ($p \geq 0,88$) en el cambio de peso de las vacas con las cuatro raciones experimentales; sin embargo, se observó una ganancia

media diaria aceptable debido a que los animales se encontraban en el segundo y tercer tercio del periodo de lactancia.

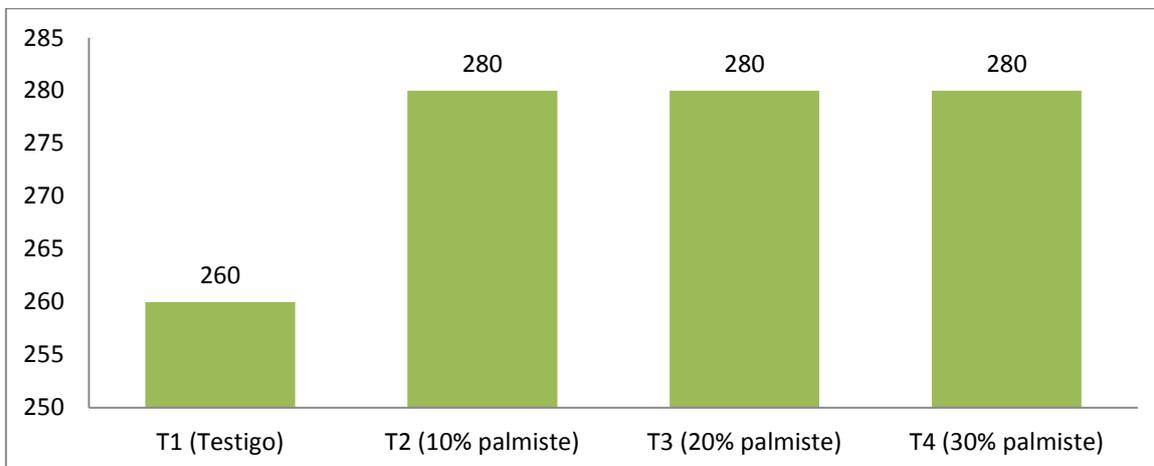


Figura 6. Cambio de peso en vacas Holstein mestizas en pastoreo, con cuatro raciones suplementarias.

4.6. ANÁLISIS ECONÓMICO

Se determinó la rentabilidad y la relación costo-beneficio, en cada uno de los grupos experimentales, para lo cual se relacionaron los costos de producción e ingresos generados en el proyecto.

4.6.1. Costos de Producción

En los costos de producción se consideró los siguientes rubros: costo del forraje y raciones experimentales, insumos veterinarios, instalaciones y mano de obra.

4.6.1.1. Alimentación

a. Forraje

Para estimar el costo del forraje, se consideró el valor de arrendamiento de los potreros a razón de \$30,00 durante los 60 días de pastoreo, que dividido para las cuatro unidades experimentales resulta un costo de \$7,50 por animal.

b. Ración experimental

El costo de la ración experimental se consideró en un valor promedio de \$ 0,32 por kilogramo, que multiplicado por el consumo promedio por animal de cada tratamiento generó los siguientes costos.

Cuadro 16. Costo de las raciones experimentales.

Tratamientos	Consumo(kg)	Precio/kg(\$)	Subtotal(\$)
T1 (Testigo)	10	0,36	3,60
T2 (10% palmiste)	10	0,33	3,30
T3 (20% palmiste)	10	0,31	3,10
T4 (30% palmiste)	10	0,29	2,90

Fuente: Investigación de campo, diciembre 2015 - febrero 2016

Elaboración: El Autor.

4.6.1.2. Sanidad

Se realizó la desparasitación y vitaminización de los animales, para lo cual se utilizaron los siguientes productos: albendazol, amitraz, vitaminas AD₃E, complejo B y minerales; jeringas, agujas y eterol lo que generó un costo total de \$14,60, es decir, \$3,65 por animal

4.6.1.3. Mano de obra

Se consideró que para las labores de: limpieza de comederos, preparación de las raciones experimentales, suministro del alimento, manejo de los animales y ordeño; se requirió una hora diaria de trabajo. El costo de un jornal es de \$15 dólares, es decir \$1,87 la hora, multiplicado por 5 días que duró cada periodo, generó un costo total de \$ 9,35 que dividido para las 4 vacas resultó un costo de \$2,34 por animal.

4.6.2. Ingresos

4.6.2.1. Venta de leche

El precio de venta de la leche se estimó en \$0,50 (cincuenta centavos) por litro, los ingresos generados por cada tratamiento se detallan en el cuadro 17.

Cuadro 17. Ingresos por venta de la leche.

Tratamientos	Producción de leche (l)	Precio/litro (\$)	Subtotal (\$)
T1 (Testigo)	40	0,50	20
T2 (10% palmiste)	42	0,50	21
T3 (20% palmiste)	43	0,50	21,50
T4 (30% palmiste)	42	0,50	21

Fuente: Investigación de campo, diciembre 2015– febrero 2016

Elaboración: El Autor.

Una vez estimados los costos y los ingresos de cada tratamiento se procedió a calcular la rentabilidad y la relación beneficio/costo de cada tratamiento. Los resultados se detallan en el cuadro 18 y figura 7.

Cuadro 18. Costos, ingresos, rentabilidad y relación beneficio/costo en los cuatro grupos experimentales.

Rubros	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (10%Pal.)	T3 (20%Pal.)	T4 (30%Pal.)
A. Costos				
Arriendo de potreros	7,50	7,50	7,50	7,50
Ración experimental	3,60	3,30	3,10	2,90
Sanidad	3,65	3,65	3,65	3,65
Mano de obra	2,34	2,34	2,34	2,34
Costo Total	17,09	16,79	16,59	16,39
B. Ingresos				
Ingreso total	20	21	21,50	21
ingreso neto	2,91	4,21	4,91	4,61
C. Rentabilidad (%)	17,02	25,07	29,59	28,12
Relación B/C	1,17	1,25	1,29	1,28

Fuente: Investigación de campo, Diciembre 2015– Febrero 2016

Elaboración: El Autor.

El tratamiento tres alcanzó la mayor rentabilidad con 29,59%; lo que significa, que por cada \$100,00 de inversión se gana \$29,59; mientras que en el tratamiento uno (testigo) se obtuvo una rentabilidad de 17,02%, es decir, que por \$100,00 de inversión se tiene una ganancia de \$17,02

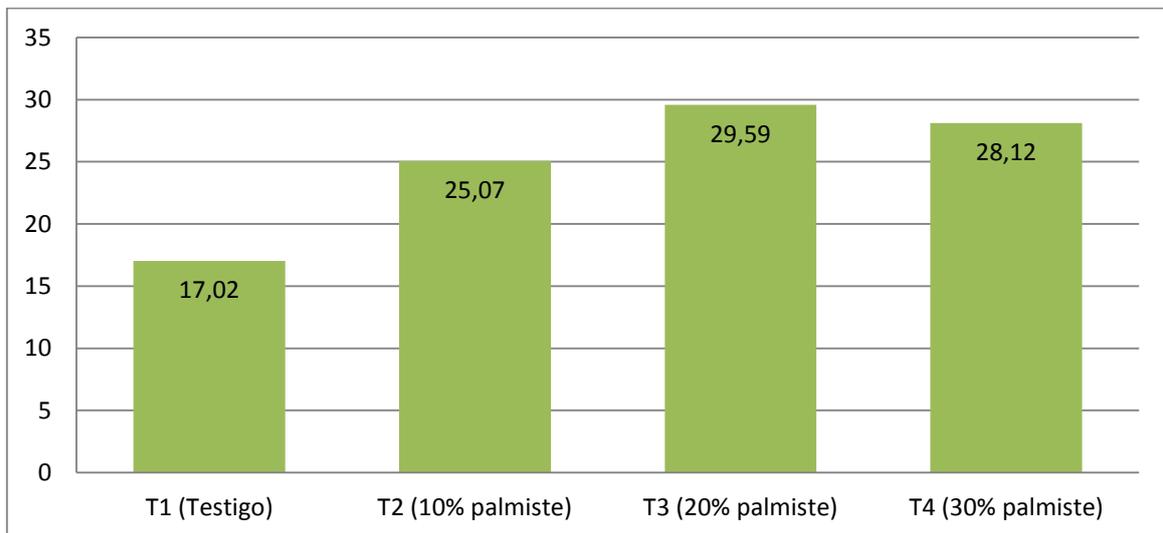


Figura 7. Rentabilidad obtenida con la utilización de diferentes niveles de inclusión de palmiste en raciones suplementarias para vacas Holstein mestizas en pastoreo (%).

5. DISCUSIÓN

5.1. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA

La torta de palmiste presentó un 12,31% de proteína y 31,37% de fibra cruda. Estos resultados son similares a los reportados por Betancurt (2016), que estuvieron por el orden de 12,8% de proteína; 29,7% de fibra; mientras que Mosquera (2014) obtuvo valores de 9,31% para proteína y 20% para fibra; resultados inferiores a los obtenidos en esta investigación.

Las raciones elaboradas con caña picada, soya, maíz, sales minerales y diferentes niveles de inclusión de palmiste presentaron variación en el contenido de materia seca que van del 63,88% en la ración uno al 70,85% en la ración cuatro; el contenido de proteína cruda alcanzo valores de 22,86% en la ración uno y descendió a 16,65% en la ración cuatro; mientras que los valores de fibra cruda oscilaron entre 9,66% y 18,48% en las raciones uno y cuatro respectivamente.

Todas las raciones son isoproteicas con el 14%, en las raciones se alcanzó porcentajes de proteína de 22,86%, 21,30%, 18,73% y 16,65%, respectivamente; estos valores pudieron verse alterados por dos razones; una de ellas sería por la procedencia de los insumos; y la otra razón sería que al momento de realizar la mezcla de los insumos para la elaboración de las raciones pudo haber existido errores en el pesaje de las cantidades de cada insumo.

5.2. CONSUMO DE ALIMENTO

El mayor consumo de alimento en base a materia seca se registró en el tratamiento tres con 16,06 kg por día; mientras que el tratamiento dos presentó menor consumo con 15,63 kg. Estos resultados son superiores a los reportados por Yucailla (2008), al suplementar vacas lecheras con caña de azúcar enriquecida con diferentes niveles de gallinaza, con un consumo de 12,34 kg/animal/día. Así mismo Martínez y Aguirre (2015), utilizando raciones con diferentes niveles de pulpa de café obtuvieron valores de 12,4 kg/animal/día, resultando inferiores a los obtenidos en la presente investigación.

El buen consumo voluntario de materia seca puede atribuirse al efecto activador ruminal de las raciones experimentales que favorecieron el incremento de la población microbiana y por consiguiente una mayor tasa de degradación de los alimentos fibrosos.

5.3. PRODUCCION DE LECHE

Se observó una buena respuesta en la producción de leche con el suministro de las cuatro raciones experimentales. La ración con el 20% de palmiste, generó un mayor incremento de producción de leche con 10,8 l/vaca/día, con respecto al grupo testigo (sin palmiste) que alcanzó una producción de 10 l/vaca/día. Mosquera, (2014), con una ración a base de palmiste, melaza, pepa de algodón, maíz y polvillo de arroz, obtuvo una producción de leche de 19,54 l/vaca/día, en relación al grupo testigo que alcanzó una producción promedio de 16,35 l/vaca/día, con una diferencia de 3,19 l/vaca/día, este valor es superior al obtenido en el presente trabajo, donde se incrementó la producción 0,8 l/vaca/día.

Por su parte, Zahari (2005), menciona que en ganado lechero, la torta de palmiste se usa como fuente de energía y fibra hasta niveles del 30 al 50%; llegándose a alcanzar rendimientos de 10 a 12 litros/día con una buena formulación, por ejemplo, 50% de torta de palmiste, melaza 5%, pasto 42%, carbonato de calcio 1,5%, premezcla mineral 1% y sal 0,5%.

5.4. CALIDAD DE LA LECHE

Las características organolépticas: color, olor y sabor no fueron afectados por la inclusión de palmiste en los distintos tratamientos.

El contenido de grasa, fue muy bajo con valores que van de 1,5% en la ración dos (10% de palmiste) a 1,9% en la ración cuatro (30% de palmiste). Estos valores son inferiores a los reportados por Fonseca, Borrás (2013), con raciones elaboradas con el 20 y 25% de papa fresca, que estuvieron por el orden del 4,92 y 4,46% respectivamente. Betancurt (2016) manifiesta que el ganado lechero alimentado con torta de palmiste tiende a producir mantequilla sólida. Para ganado adulto se aconseja una ración óptima de 2 – 3 kg diarios.

En cuanto al contenido de proteína los valores estuvieron dentro de los rangos normales para ganado Holstein mestizo; así la ración uno (sin palmiste) alcanzó 3,0% de PC; mientras que la ración cuatro (30% de plamiste) y ración tres (20% de palmiste) alcanzaron valores de 2,9%. Estos valores difieren muy poco con los reportados por Mahecha, Escobar, Suárez y Restrepo (2007) con 3,55% al suplementar con concentrado y *Tithonia diversifolia*. Mientras que Fonseca y López (2014), reportaron valores similares con 2,97 y 3% utilizando raciones a base de papa fresca.

El contenido de sólidos totales en la ración uno fue de 9,23% y en la ración cuatro estuvo por el orden de 9,78%; siendo inferiores a los reportados por Razz, Rosa Clavero, Tyrone (2009) con valores de 11,14% con una suplementación a base de concentrado y *Gliricidia sepium*. Fonseca, Borrás (2013), reportaron valores de sólidos totales de 8,09% en el T1 con 25% de adición de papa fresca y 8,07% en el T2 con el 20% de papa fresca.

5.5. CAMBIO DE PESO

Se observó una ganancia media diaria aceptable con una media diaria de 275 g debido a que los animales se encontraban en el segundo y tercer tercio del periodo de lactancia; sin embargo, estos resultados son inferiores a los obtenidos por Llumiquinga (2007), con el suministro alfalfa 25% y henolaje 75%, con una ganancia de 493,33 g. Así mismo Feria (2002), en bovinos alimentados en pastoreo rotacional intensivo, rotacional continuo, alcanzó ganancias diarias de 510, 410 y 420 g/animal/día respectivamente.

6. CONCLUSIONES

Del análisis y discusión de los resultados de cada una de las variables en estudio se desprenden las siguientes conclusiones:

- La torta de palmiste presenta un aceptable valor nutritivo con un contenido de materia seca del 84,6%, la proteína cruda alcanzó 12,31%, el extracto etéreo alcanzo valores de 10,2%; sin embargo, el contenido de fibra cruda es elevado con el 31,37%; lo que podría limitar los niveles de inclusión en raciones para vacas en producción.
- Las raciones elaboradas con diferentes niveles de inclusión de palmiste, soya, maíz, caña y sales minerales, presentaron ligeras variaciones en el contenido de materia seca, con un promedio de 67,13%; el porcentaje de proteína cruda fue de 22,86% a 16,65% en la ración uno y cuatro respectivamente, en cuanto al extracto etéreo los valores oscilaron entre 2,25% y 5,49% en la ración uno y cuatro mientras que los valores de la fibra cruda fueron de 9,66% a 18,48%.
- El consumo voluntario de materia seca fue aceptable; aunque no varió de manera significativa entre los tratamientos con 15,63 kg por día en la ración dos a 16,06 kg en el tratamiento tres.
- El suministro de la ración tres con el 20% de inclusión de palmiste generó una respuesta favorable en la producción de leche con un promedio de 10,8 l/vaca/día, lográndose un incremento de 0,8 l/vaca/día, con respecto al grupo testigo que alcanzó una producción diaria de 10 l/vaca/día.
- Las características organolépticas: color, olor y sabor no fueron afectados por la inclusión de palmiste. El contenido de grasa y sólidos totales fueron inferiores a los valores normales con 1,75% y 9,5% respectivamente; mientras que el porcentaje de proteína se mantuvo en los rangos normales de 3 a 4%.
- Todos los animales experimentaron una regular ganancia de peso con un promedio de 275 g por día; debido a que estuvieron en el segundo y tercer tercio del periodo de lactancia.

- La mejor rentabilidad se obtuvo en el tratamiento tres con 20% de inclusión de palmiste con 29,59%, mientras que en el tratamiento uno (testigo) se obtuvo una rentabilidad de 17,02%.
- De manera general, se concluye que el uso de palmiste en raciones suplementarias para vacas en producción permite incrementar la producción de leche, aunque su calidad disminuye ligeramente.

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 el 20% de palmiste en la alimentación de vacas Holstein mestizas en pastoreo ya que permiten mejorar los indicadores productivos y económicos.
- Realizar nuevos trabajos de investigación incrementando los niveles de inclusión del palmiste con la finalidad de disminuir los costos de producción e incrementar las ganancias.
- Difundir los resultados obtenidos en esta investigación de manera que constituyan alternativas de alimentación para los ganaderos de la provincia de Loja.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. **ARÉVALO, F.** 2000. Manual de Ganado Lechero, 2ª ed. Riobamba, Ecuador. Edit ESPOCH.
2. **BETANCOURT, J.;** Cuastumal H, Rodríguez S, Navia J, Insuasty E.2012. Alimentación de vacas Holstein con suplemento de papa de desperdicio (*Solanum tuberosum*) y acacia negra (*Acacia decurrens*), y su efecto en la calidad de la leche. Revista Investigación Pecuaria (en línea) 2012. Disponible en: <http://invpecuaria.udenar.edu.co/wp-content/uploads/2012/09/v1n2.pdf>
3. **BETANCURT, L.** 2014. Torta de palmiste, valiosa fuente de energía para ganado. Disponible en: <http://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/torta-de-palmiste-valiosa-fuente-de-energia-para-ganado>
4. **CABEZAS, T.;** M. Menjivar, B. Murillo y R. Bressani.1978. Alimentación de vacas lecheras con ensilaje de pulpa de café. Informe anual. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
5. **DIAZ, C.** 2007. Evaluación de torta de palmiste (*Elaeis guineensis*), en la alimentación d cerdos de ceba. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
6. **FERIA, A.** 2002.Evaluación de tres métodos de pastoreo para la ceba bovina. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1930/193018103005.pdf>
7. **FONSECA, D.;** Borrás, L.2013. Evaluación del efecto de la papa fresca incluida en un alimento para vacas Holstein sobre la producción y la calidad de la leche.Ciencias Agropecuarias y Veterinarias. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Boyacá, Tunja, Colombia.
8. **GARCÍA, R.** 2002. Niveles de sacharina en piensos para vacas lecheras en pastoreo, VII Congreso Panamericano de Producción de leche. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Nuevo Vedado. La Habana. Cuba.
9. **GASQUE, R.** 2008. Alimentación de bovinos. Enciclopedia bovina. Mexico. Disponible en: http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/e_bovina/1AlimentaciondeBovinos.pdf
10. **INDUPALMA.** 2012. Negocios en la palma de su mano. Disponible en: <http://www.indupalma.com/torta-de-palmiste>

11. **INEC.** 2002. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
12. **KOLVER, E.** 2003. Nutritional limitations to increased production on pasture-based systems. Proceedings of the Nutrition Society.
13. **LENG, R.A.** 1983. "Supplementation of tropical and subtropical pastures for ruminant production". Herbivore nutrition in the subtropics and tropics. Pretoria. South Africa. The sciences press.
14. **LLUMIQUINGA, M.** 2007. Levante de vaconas mestizas alimentadas con alfalfa más henolaje. Tesis de pregrado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
15. **MACDONALD, K.** 1999. Determining how to make inputs increase your economic faro surplus. Dairying Research Corporation. Hamilton.
16. **MAHECHA, L.;** Escobar, J. Suárez, J. Restrepo, L. 2007. Tithonia diversifolia (hemsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú). Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Agrarias. Medellin, Colombia.
17. **MANTEROLA, H.** 2004. Uso estratégico de la suplementación alimenticia para manejar periodos críticos del ciclo productivo anual de la vaca lechera. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Producción Animal. Circular de Extensión N° 30. 52 – 62 p.
18. **MARTÍNEZ, L.;** Aguirre, L. 2015. Utilización de diferentes niveles de pulpa de café biofermentada en raciones suplementarias en vacas mestizas en pastoreo, en el cantón Gonzanamá, provincia de Loja.
19. **MOSQUERA, J.** 2014. Evaluación de dos tipos de sobrealimento concentrado para ganado lechero de la raza Holstein- Friesian mestiza, en la hacienda "San José del Belén", bajo el sistema de pastoreo (tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
20. **MUES, N.;** Walz, T. 2005. Composición de los Alimentos y Requerimientos de los Animales.
21. **MULLER, L.** 1999. Programa de suplementación de vacas lecheras de alto potencial genético en pastoreo. Universidad Austral de Chile. Facultad de Cs. Agrarias. Instituto de Producción Animal. En: Curso de Actualización en Producción Animal. Serie B-22. 1- 19 p.

22. **ORTÍZ, A.** 2004. Evaluación de desechos de las industrias cafetalera y azucarera como camas avícolas en Guantánamo y su aprovechamiento en la alimentación de. [ed.] Inst. Cienc. Anim. (ICA). La Habana. Cuba.
23. **ORTIZ, J.;** Garcia, O. y Morales, G. 2005. Manejo de Bovinos Productores de Leche.
24. **OSEGUERA, ET. AL.** 2001. Perfil metabólico sanguíneo de vacas lecheras alimentadas con dietas conteniendo lasalocida y cultivos de levadura (en línea) Invest. Agr. Prod. San. Anim .Vol 16 <http://www.observatorio-alimentario.Org/documentos/archivos/Ayala.Pdf>. 19.OTT, E. y JOHNSON
25. **RAZZ,** 2006. Niveles de fosforo, urea, glucosa, e insulina de vacas en ordeño alimentadas con un concentrado en un sistema panicum máximo y leucaena leucocephala. Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. Facultad de Agronomía. Universidad de Zulia. Maracaibo Venezuela
26. **RAZZ,;** Rosa Clavero y Tyrone. 2009. Calidad química de la leche en vacas suplementadas con harina de mata ratón (*Gliricidia sepium*). Universidad de los Andes. Merida, Venezuela.
27. **RELLING, A. E.;** Mattioli G. A. 2003. Fisiología Digestiva y Metabólica de los Rumiantes. Editorial EDULP. La Plata – Argentina. Pp. 18 – 40.
28. **SAIRANEN, A.** 2005. The effect of concentrate supplementation on nutrient flow to the omasum in dairy cows receiving freshly cut grass. *J. Dairy Sci.* 88:1443-1453.
29. **SANTOS, R.** 2003. El bagazo de caña enriquecido en la alimentación de vacas Holstein mestizas en la producción en la época de sequía en ganado lechero. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
30. **URBANO, D.** 2006. Efecto de las leguminosas arbóreas y la suplementación con concentrado sobre la producción de leche y cambio de peso en vacas lecheras. *Zootecnia Tropical* , 69-83.
31. **WATTIAUX, M.** 2010. Nutrición y alimentación. Departamento de Ciencia de Ganado Lechero. pp. 48 – 50.

- 32. YUCAILLA, L.** 2008. Evaluación de la caña de azúcar enriquecida (gallinaza, melaza, sales minerales) en la producción de vacas holstein mestizas (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- 33. ZAHARI, W.;** Alimon, A. 2005. Uso de torta de palmiste y subproductos de palma de aceite en concentrados para animales. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University Putra Malaysia, UPM Serdang, Sedangor, Malaysia.

9. ANEXOS

9.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS RESULTADOS

Análisis de varianza de las variables en estudio, mediante el diseño de cuadrado latino 4 x 4.

a. Consumo de alimento

N. Animal	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (10% palmiste)	T3 (20% palmiste)	T4 (30% palmiste)
1	15,66	15,56	15,89	15,70
2	17,70	17,75	18,08	18,01
3	14,73	14,45	14,84	14,50
4	15,78	14,75	15,44	14,71
Tot.	63,87	62,51	64,25	62,92
Prom.	15,97	15,63	16,06	15,73

Variable NR² R² Aj CV
 Cons. Alim 16 0,98 0,95 1,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	25,07	9	2,79	32,94	0,0002
Fila	24,45	3	8,15	96,38	<0,0001
Columna	0,10	3	0,03	0,40	0,7597
Trat.	0,52	3	0,17	2,04	0,2101
Error	0,51	6	0,08		
Total	25,58	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,71189

Error: 0,0846 gl: 6

Trat.	Medias	n	E.E.
3,00	15,38	4	0,15 A
1,00	15,34	4	0,15 A
4,00	15,03	4	0,15 A
2,00	14,98	4	0,15 A

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

b. Producción de Leche

N° Animal	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (10% palmiste)	T3 (20% palmiste)	T4 (30% palmiste)
1	13,2	12,4	12,4	12,2
2	7,8	7,8	10,2	9,4
3	13,0	12,0	11,2	11,2
4	6,0	10,2	9,2	9,4
Tot.	40	42	43	42
Prom.	10,0	10,6	10,8	10,6

Variable N R² R² Aj CV

Prod. Leche 16 0,80 0,49 14,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	52,65	9	5,85	2,63	0,1258
Fila	1,71	3	0,57	0,26	0,8544
Columna	2,33	3	0,78	0,35	0,7915
Trat.	48,61	3	16,20	7,29	0,0200
Error	13,34	6	2,22		
<u>Total</u>	<u>65,99</u>	<u>15</u>			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,64988

Error: 2,2233 gl: 6

<u>Trat.</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
1,00	12,55	4	0,75A
3,00	11,85	4	0,75AB
2,00	8,80	4	0,75B
<u>4,00</u>	<u>8,70</u>	<u>4</u>	<u>0,75B</u>

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

c. Contenido de Grasa

N° Animal	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (10% palmiste)	T3 (20% palmiste)	T4 (30% palmiste)
1	1,22	1,12	2,04	2,32
2	1,92	1,66	1,41	1,9
3	1,41	1,35	1,34	2,1
4	2,45	1,94	2,58	1,43
Tot.	7	6	7	8
Prom.	1,8	1,5	1,8	1,9

Variable N R² R² Aj CV

Grasa 16 0,72 0,31 21,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	2,27	9	0,25	1,74	0,2571
Fila	0,30	3	0,10	0,69	0,5910
Columna	0,54	3	0,18	1,23	0,3768
Trat.	1,44	3	0,48	3,30	0,0993
Error	0,87	6	0,15		
<u>Total</u>	<u>3,14</u>	<u>15</u>			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,93214

Error: 0,1450 gl: 6

<u>Trat.</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
4,00	2,22	4	0,19 A
2,00	1,77	4	0,19 A
1,00	1,68	4	0,19 A
<u>3,00</u>	<u>1,38</u>	<u>4</u>	<u>0,19 A</u>

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

d. Sólidos totales

N° Animal	Tratamientos			
	T1 (testigo)	T2 (10% palmiste)	T3 (20% palmiste)	T4 (30% palmiste)
1	8,25	8,60	9,20	10,19
2	8,91	9,61	9,11	9,61
3	9,89	9,67	9,30	9,52
4	9,86	10,18	10,31	9,80
Tot.	36,91	38,06	37,91	39,11
Prom.	9,23	9,51	9,48	9,78

Variable N R² R² Aj CV

Sólidos totales 16 0,64 0,10 5,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,22	9	0,36	1,19	0,4293
Fila	2,11	3	0,70	2,35	0,1722
Columna	0,50	3	0,17	0,56	0,6634
Trat.	0,61	3	0,20	0,68	0,5949
Error	1,80	6	0,30		
<u>Total</u>	<u>5,02</u>	<u>15</u>			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,34047

Error: 0,2999 gl: 6

Trat.	Medias	n	E.E.
4,00	9,78	4	0,27 A
2,00	9,52	4	0,27A
3,00	9,48	4	0,27A

1,00 9,23 4 0,27A

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

e. Contenido de Proteína

N° Animal	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (10% palmiste)	T3 (20% palmiste)	T4 (30% palmiste)
1	2,83	2,87	2,74	2,73
2	2,95	3,04	2,95	2,94
3	3,14	3,18	3,04	3,09
4	3,03	3,14	2,95	2,72
Tot.	12	12	12	11
Prom.	3,0	3,1	2,9	2,9

Variable N R² R² Aj CV

Proteína 16 0,78 0,44 3,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	0,27	9	0,03	2,32	0,1592
Fila	0,01	3	3,2E-03	0,25	0,8606
Columna	0,04	3	0,01	0,92	0,4850
Trat.	0,22	3	0,07	5,78	0,0333
Error	0,08	6	0,01		
<u>Total</u>	<u>0,34</u>	<u>15</u>			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,27655

Error: 0,0128 gl: 6

<u>Trat.</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
3,00	3,13	4	0,06	A
2,00	2,97	4	0,06	A B

4,00	2,96	4	0,06	A B
1,00	2,79	4	0,06	B

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

f. Cambio de Peso

Nº. Animal	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (10% palmiste)	T3 (20% palmiste)	T4 (30% palmiste)
1	1,3	1,4	1,4	1,4
2	1,4	1,4	1,3	1,3
3	1,4	1,3	1,4	1,5
4	1,3	1,5	1,5	1,3
Periodo (kg)	1,3	1,4	1,4	1,4
Día (g)	260	280	280	280

Variable N R² R² Aj CV
 C. de Peso 16 0,24 0,00 7,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,02	9	2,3E-03	0,22	0,9798
Fila	0,01	3	2,3E-03	0,22	0,8821
Columna	0,01	3	2,3E-03	0,22	0,8821
Trat.	0,01	3	2,3E-03	0,22	0,8821
Error	0,06	6	0,01		
Total	0,08	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,25231

Error: 0,0106 gl: 6

Trat.	Medias	n	E.E.
3,00	1,40	4	0,05 A
2,00	1,40	4	0,05 A
4,00	1,38	4	0,05 A
1,00	1,35	4	0,05 A

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

9.2. FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE CAMPO



Foto 1. Insumos para la elaboración de las raciones experimentales.



Foto 2. Elaboración de la ración experimental.



Foto 3. Ración experimental para ser suministrada a los animales.



Foto 4. Suministro de la ración.



Foto 5. Consumo de la ración experimental.