



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

“UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE PULPA DE CAFÉ BIOFERMENTADA EN RACIONES SUPLEMENTARIAS PARA VACAS MESTIZAS EN PASTOREO, EN EL CANTÓN GONZANAMÁ, PROVINCIA DE LOJA”

*Tesis de grado previa a la
obtención del Título de
Médico Veterinario
Zootecnista*

Autor:

Luis Antonio Martínez Ludeña

Director:

Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc.

**Loja – Ecuador
2015**

CERTIFICACIÓN


Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc.

DIRECTOR DE LA TESIS

CERTIFICA:

Que el trabajo de tesis titulado: **“UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE PULPA DE CAFÉ BIOFERMENTADA EN RACIONES SUPLEMENTARIAS PARA VACAS MESTIZAS EN PASTOREO, EN EL CANTÓN GONZANAMÁ, PROVINCIA DE LOJA”**, ejecutado por el egresado Luis Antonio Martínez Ludeña, previo a la obtención del título de **MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**, ha sido prolijamente revisado, por tanto se autoriza su presentación, para el trámite correspondiente.

Loja, Diciembre del 2015


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

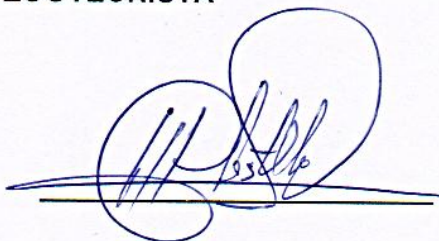
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

**“UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE PULPA DE CAFÉ
BIOFERMENTADA EN RACIONES SUPLEMENTARIAS PARA VACAS
MESTIZAS EN PASTOREO, EN EL CANTÓN GONZANAMÁ,
PROVINCIA DE LOJA”**

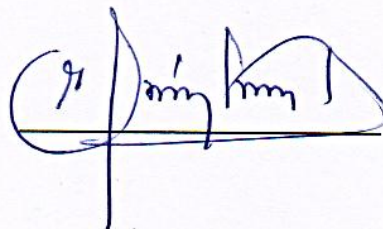
TESIS PRESENTADA AL TRIBUNAL DE GRADO COMO REQUISITO PREVIO
A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Dr. Héctor Francisco Castillo Castillo Mg. Sc
PRESIDENTE



Dr. Julio Ignacio Gómez Esp.
VOCAL



Dra. Rocío del Carmen Herrera Herrera Mg.Sc
VOCAL



AUTORÍA

Yo, **Luis Antonio Martínez Ludeña**, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido del mismo.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación del presente Informe de Tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual

Autor: Luis Antonio Martínez Ludeña

Firma: 

Cedula: 1104766595

Fecha: Loja, 03 de Diciembre del 2015

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Dr. Luis Antonio Aguirre Maza Mg. Sc.

AGRADECIMIENTO

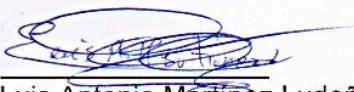
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo, **Luis Antonio Martínez Ludeña**, declaro ser autor de la tesis titulada **“UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE PULPA DE CAFÉ BIOFERMENTADA EN RACIONES SUPLEMENTARIAS PARA VACAS MESTIZAS EN PASTOREO, EN EL CANTÓN GONZANAMÁ, PROVINCIA DE LOJA”**, como requisito para optar al grado de: **Médico Veterinario Zootecnista**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional :

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

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

Para constancia de esta autorizo, en la ciudad de Loja, a los 03 días del mes de Diciembre del dos mil quince, firma el autor

Firma: 
Autor: Luis Antonio Martínez Ludeña
CI: 1104766595
Dirección: Gonzanama, Quito y 10 de agosto
Correo Electrónico: lantonio_22@hotmail.com
Número de celular: 0990910119

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza Mg. Sc.
Tribunal de Grado: Dr. Héctor Francisco Castillo Castillo Mg. Sc.
Dr. Julio Ignacio Gómez Orbes Esp.
Dra. Rocío del Carmen Herrera Herrera Mg. Sc.

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi gratitud a la Universidad Nacional de Loja, a los docentes de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, por sus sabias enseñanzas, experiencias y consejos impartidos a lo largo de mi formación profesional, lo que ha permitido concluir con éxito mis estudios universitarios; de manera especial al Al Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc, quien con su capacidad profesional, humanismo y ética dirigió con paciencia y tenacidad la presente tesis haciendo posible su culminación.

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mi familia que han velado por mi bienestar y educación siendo apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ello que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

El Autor.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado con todo mi amor y cariño a Dios que me dio la oportunidad de vivir y una familia maravillosa. A mis padres pilares fundamentales en mi vida, sin ellos jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora, su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar. A mis hermanos que siempre han estado acompañándome y brindándome su apoyo y ayuda.

A mi esposa e hijas mis grandes amores, por ser la fuente de inspiración, mi ayuda idónea, por su amor, paciencia, comprensión y motivación, sin lo que hubiese sido imposible lograr terminar estos estudios.

A mis maestros y compañeros por sus consejos y por compartir desinteresadamente sus conocimientos y experiencias.

Luis Antonio Martínez Ludeña

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO... ¡Error! Marcador no definido.	
AUTORÍA ¡Error! Marcador no definido.	
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. MANEJO DEL GANADO LECHERO	3
2.1.1. Sistemas de Manejo	3
2.1.1.1. Sistema intensivo	3
2.1.1.2. Sistema extensivo	3
2.1.1.3. Sistema mixto.....	4
2.2. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE LA VACA LECHERA.....	4
2.2.1. Requerimientos Nutricionales del Ganado Lechero.....	4
2.2.1.1. Energía	4
2.2.1.2. Proteína	5
2.2.1.3. Lípidos.....	6
2.2.1.4. Carbohidratos	6
2.2.1.5. Vitaminas	7
2.2.1.6. Minerales.....	8
2.3. FISIOLOGÍA DEL RUMEN	8
2.3.1. Regulación de pH Ruminal	10

2.3.1.1	Saliva	11
2.3.1.2.	Producción de AGV	11
2.3.1.3.	Absorción de AGV	11
2.3.2.	Metabolismo de los Hidratos de Carbono	12
2.3.3.	Metabolismo de las Proteínas	16
2.4.	SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA	16
2.4.1	Suplementación Proteínica.....	17
2.4.2.	Suplementación Energética.....	17
2.5.	PULPA DE CAFÉ	18
2.5.1.	Características y Valor Nutritivo	18
2.5.2.	Sustancias Anti - nutricionales	19
2.5.2.1.	Cafeína	19
2.5.2.3.	Taninos	20
2.5.3.	Procesamiento de la Pulpa de Café	21
2.5.3.1.	Fermentación en estado sólido (FES)	21
2.5.3.2.	Fermentación rústica	21
	Fuente (Braham J. y R. Bressani. 1978)	23
2.5.4.	Uso en la Alimentación de Rumiantes	23
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1.	MATERIALES	24
3.1.1	Materiales de Campo	24
3.1.2	Materiales de Oficina	24
3.2	MÉTODOS	25
3.2.1.	Ubicación	25
3.2.2.	Descripción y Adecuación de las Instalaciones.....	25
3.2.3.	Descripción e Identificación de las Unidades Experimentales	25
3.2.4.	Obtención de la Pulpa Biofermentada.....	25
3.2.5.	Formulación y Elaboración de las Raciones Experimentales	26
3.2.6.	Descripción de los Tratamientos.....	26
3.2.6.1	Tratamiento uno.....	26
3.2.6.2	Tratamiento dos.....	26
3.2.6.3	Tratamiento tres.....	27

3.2.6.4 Tratamiento cuatro	27
3.2.7. Diseño Experimental	27
3.2.8. Manejo de Animales	28
3.2.8.1. Periodo de adaptación	28
3.2.8.2. Suministro de alimentos	28
3.2.8.3. Horario de suplementación.	28
3.2.9. Variables en Estudio	28
3.2.10. Toma y Registro de Datos	29
3.2.10.2. Consumo de alimento	29
3.2.10.3. Producción de leche	29
3.2.10.4. Calidad de la leche	29
3.2.10.5. Cambio de peso	30
3.2.10.6. Rentabilidad	30
3.2.11. Análisis Estadístico	30
4. RESULTADOS	31
4.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA	31
4.2. CONSUMO DE ALIMENTO	32
4.3. PRODUCCION DE LECHE	33
4.4. CALIDAD DE LA LECHE	34
4.4.1. Características Organolépticas	34
4.4.2. Composición Química	34
4.4.2.1. Contenido de grasa	34
4.4.2.2. Contenido de proteína	36
4.5. CAMBIO DE PESO	37
4.6. ANÁLISIS ECONÓMICO	38
4.6.1. Costos de Producción	38
4.6.1.1. Alimentación	38
4.6.1.3. Instalaciones	39
4.6.1.4. Mano de obra	39
4.6.2. Ingresos	39
4.6.2.1. Venta de leche	39

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 13..... 39

5. DISCUSIÓN	42
5.1. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA	42
5.2. CONSUMO DE ALIMENTO	42
5.3. PRODUCCION DE LECHE	43
5.4. CALIDAD DE LA LECHE	43
5.5. CAMBIO DE PESO	43
6. CONCLUSIONES	45
7. RECOMENDACIONES	47
8. BIBLIOGRAFIA	48
9. ANEXOS	52

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDOS	Pág.
Cuadro 1 Clasificación Funcional de las bacterias ruminales	8
Cuadro 2 Composición de la pulpa de café en diferentes estados	18
Cuadro 3 Composición química de la pulpa de café biofermentada	23
Cuadro 4 Raciones suplementarias con diferentes niveles de inclusión de pulpa de café	26
Cuadro 5 Esquema del experimento	27
Cuadro 6 Composición química del pasto, pulpa de café fresca, pulpa fermentada y raciones experimentales (%).....	31
Cuadro 7 Consumo de forraje en base a materia seca en vacas mestizas Holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias a base de pulpa de café fermentada (kg)	32
Cuadro 8 Producción de leche en vacas mestizas Holstein en pastoreo, con raciones suplementarias a base de pulpa de café fermentada (l/vaca/día).	33
Cuadro 9 Contenido de grasa de la leche en vacas mestizas Holstein en pastoreo, con cuatro raciones suplementarias a base de pulpa de café biofermentada	35
Cuadro 10 Contenido de proteína de la leche en vacas Holstein mestizas en pastoreo con cuatro raciones suplementarias a base de pulpa de café fermentada.	36
Cuadro 11 Cambio de peso de las vacas Holstein mestizas en pastoreo con cuatro raciones suplementarias a base de pulpa de café biofermentada (g/d).....	37
Cuadro 12 Consto de las raciones experimentales	38
Cuadro 13 Ingresos por venta de la leche.....	39
Cuadro 14 Costos, ingresos y rentabilidad en los cuatro grupos experimentales (\$).	40

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pág.
Figura 1 Consumo de forraje en base a materia seca en vacas Holstein mestizas en pastoreo con cuatro raciones suplementarias a base de pulpa de café fermentada (kg)	33
Figura 2 Producción de leche en vacas mestizas con cuatro raciones suplementarias a base de pulpa de café biofermentada.	34
Figura 3 Contenido de grasa de la leche en vacas Holstein mestizas con cuatro raciones suplementarias a base de pulpa de café biofermentada	35
Figura 4 Contenido de proteína de la leche en vacas Holstein mestizas en pastoreo, con cuatro raciones suplementarias a base de pulpa de café biofermentada	36
Figura 5 Cambio de peso en vacas Holstein mestizas en pastoreo, con cuatro raciones a base de pulpa de café biofermentada.....	37
Figura 6 Rentabilidad obtenida con la utilización de diferentes niveles de pulpa de café biofermentada en raciones suplementarias para vacas mestizas en pastoreo (%).....	41

**“UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE PULPA DE CAFÉ
BIOFERMENTADA EN RACIONES SUPLEMENTARIAS PARA
VACAS MESTIZAS EN PASTOREO, EN EL CANTÓN
GONZANAMÁ, PROVINCIA DE LOJA”**

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el cantón Gonzanamá con el propósito de contribuir a mejorar los niveles de producción de leche en vacas Holstein mestizas manejadas en un sistema en pastoreo con el suministro de raciones suplementarias elaboradas a base de pulpa de café fermentada. Se evaluaron cuatro raciones con diferentes niveles de inclusión de pulpa de café fermentada, resultando los siguientes tratamientos: T₁: ración sin pulpa (testigo) T₂: ración con el 10% de pulpa; T₃: ración con el 20% de pulpa y T₄: ración con el 30% de pulpa. Se utilizaron cuatro vacas mestizas Holstein de diferentes edades con un peso promedio de 380 kg y una producción media 5,6 l/d, distribuidas según diseño de cuadrado latino 4x4, con cuatro tratamientos y cuatro periodos. Las variables estudiadas fueron: Composición bromatológica del pasto, pulpa de café fresca, pulpa fermentada y las raciones experimentales; consumo de alimento, incremento de la producción de leche, calidad de la leche, cambio de peso y rentabilidad. Los resultados obtenidos demuestran que el proceso de fermentación de la pulpa de café mejoró su composición química, especialmente en lo relacionado con el contenido de proteína, pasando del 9,21 al 19,64%; así mismo, la utilización de raciones suplementarias elaboradas a base de pulpa de café fermentada mejoró el consumo de materia seca y la producción de leche se incrementó en 1,3 l/vaca/día, existiendo una mejor respuesta con la ración tres (30% de pulpa); las características organolépticas y físico – químicas de la leche no se alteraron con el consumos de las raciones evaluadas y la rentabilidad se mejoró significativamente; por lo que se concluye que el uso de raciones suplementarias elaboradas a base de residuos agrícolas como la pulpa de café es una alternativa técnica y económicamente viable para mejorar la producción de leche en la provincia de Loja.

Palabras Clave: Pulpa, café, fermentada, inclusión, raciones, pastoreo

ABSTRACT

This research was carried out in the canton Gonzanamá order to help improve the levels of milk production in crossbred Holstein cows managed in a grazing system providing supplementary rations prepared from fermented coffee pulp. Four servings were evaluated with different levels of inclusion of fermented coffee pulp, resulting in the following treatments: T1: ration without pulp (control) T2: ration with 10% pulp; T3: 20% ration with pulp and T4: operation with 30% pulp. Four Holstein crossbred cows of different ages were used with an average weight of 380 kg and an average output 5.6 l / d, distributed according to 4x4 Latin square design with four treatments and four periods. The variables studied were: Chemical composition of grass, fresh coffee pulp, fermented pulp and experimental rations; feed consumption, increased milk production, milk quality, weight change and profitability. The results show that the process of fermentation of coffee pulp improved chemical composition, especially with regard to the content of protein, from 9.21 to 19.64%; Likewise, the use of supplementary rations prepared from fermented coffee pulp improved dry matter intake and milk production increased by 1.3 l / cow / day, there a better response to the ration three (30% pulp); organoleptic and physical - chemical characteristics of the milk is not altered by the consumption of rations evaluated and profitability was significantly improved; so it is concluded that the use of supplementary rations prepared from agricultural waste such as coffee pulp is technically and economically feasible to improve milk production in the province of Loja alternative.

Keywords: Pulp, coffee, fermented, including rations, grazing

1. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador y particularmente en la provincia de Loja, la ganadería bovina constituye la principal actividad agropecuaria. Según resultados del III Censo Nacional Agropecuario (INEC, 2002), en la provincia, existe una población de 36 455 animales, en su mayoría de raza criolla y mestiza.

Durante la época seca que dura de seis a siete meses, los bovinos se alimentan con recursos forrajeros de bajo valor nutritivo, como consecuencia existe bajo consumo alimenticio y una deficiente producción, la existencia de dos estaciones climáticas bien marcadas condicionan el comportamiento productivo de la ganadería bovina y no permite mantener una producción estable de leche y carne durante todo el año; dicha situación se vuelve más crítica por la falta de suficientes áreas de pastizales y el manejo inadecuados de las existentes. La nutrición de bovinos en pastoreo requiere una cantidad mínima de nitrógeno degradable para que los microorganismos del rumen puedan utilizar al máximo la pared celular del forraje y de este modo obtener la mayor cantidad de energía del mismo.

En el cantón Gonzanamá, la ganadería bovina constituye una importante fuente de ingresos económicos; sin embargo los niveles de producción y productividad son bajos principalmente en la época de verano, debido a la deficiente alimentación, que se basa en el consumo de pasturas naturales de: kikuyo (*Penisetum clandestinum*), grama (*Paspalum notatum*), festuca (*Festuca arundinacea*) que no satisfacen los requerimientos nutricionales, especialmente en lo relacionado al aporte de energía y proteína; siendo necesario buscar alternativas mediante la suplementación con residuos agrícolas existentes en la zona como la pulpa de café. El proceso de beneficio húmedo del café genera grandes volúmenes de pulpa, que pese a su aceptable valor nutritivo no ha sido utilizada para la alimentación de bovinos, más bien constituye fuente de contaminación ambiental.

Desde el punto de vista nutricional, la pulpa de café se presenta como insumo interesante; sin embargo varios estudios señalan que existen limitantes para su uso como alimento único, debido a la presencia de sustancias anti-nutricionales (cafeína, taninos, polifenoles); siendo necesario el procesamiento previo. La fermentación en estado sólido (FES) permite mejorar su valor nutritivo y reducir a niveles tolerables los contenidos de sustancias anti nutricionales

La Fermentación en Estado Sólido propicia el desarrollo de la microflora epifita presente en el sustrato, mediante la adición de una fuente de nitrógeno no proteico como la urea, una fuente de carbohidratos de fácil fermentación y sales minerales, (Rodriguez, 2004). Estudios realizados Morgan (2003) mediante fermentación rústica con la adición de 1,5% de urea y 10% de miel, permitieron obtener un producto denominado pulpa de café enriquecida que presenta: 90,5% de MS; 24,89% de PC; de 14,02 a 18,81% de proteína verdadera; 19,95% de FC; de 15,81 a 19,75% de cenizas y 1,45% de calcio.

Con estos antecedentes, en el presente trabajo de investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar el valor nutritivo de la pulpa de café fresca y biofermentada
- Evaluar el efecto de cuatro niveles de inclusión de pulpa de café biofermentada en la elaboración de raciones suplementarias para la alimentación de vacas en producción.
- Elaborar la ficha de costos de la pulpa biofermentada y determinar la rentabilidad en la producción de leche

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MANEJO DEL GANADO LECHERO

El nivel de producción de leche es un reflejo del cuidado que reciben durante su vida productiva. Durante las últimas dos décadas, mejoras en la calidad genética, nutrición, sistemas de ordeño, diseño de instalaciones y programas de salud del hato han permitido un incremento sustancial en la producción de leche.

El manejo de la vaca lechera incluye movimientos varias veces al día de manera que dicho manejo puede hasta cierto punto afectar la seguridad del animal o del encargado del manejo. Las vacas son animales sociales que no les gusta verse aislados del grupo, además que son animales de hábitos y tienen dificultades para adaptarse a nuevas situaciones. Otro riesgo representa el ruido excesivo que asusta al animal y provoca un comportamiento impredecible. (Mcdonal O, 1993)

2.1.1. Sistemas de Manejo

2.1.1.1. Sistema intensivo

Se lleva a cabo en pequeñas extensiones de terreno, donde la carga va desde 4 a 30 animales por hectárea, la supervisión de los animales es permanente, los animales no tienen que buscar su comida, esta es llevada a donde ellos se encuentran, se alimentan de manera balanceada para su adecuada nutrición, garantizando siempre la cantidad y calidad de alimento. La ganadería intensiva se puede hacer con o sin confinamiento de los animales.

2.1.1.2. Sistema extensivo

Se lleva a cabo en grandes extensiones de terreno, donde la carga va hasta dos animales por hectárea, la supervisión de los animales se hace de manera

esporádica, los animales pastorean libremente y ellos mismos se encargan de buscar y seleccionar su alimentación en potreros de gran tamaño.

2.1.1.3. Sistema mixto

Se combinan las características del sistema extensivo y el sistema intensivo

2.2. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE LA VACA LECHERA

Los bovinos son animales forrajeros por naturaleza, es decir que las pasturas o forrajes son los alimentos con los que cubren la mayor parte de sus necesidades de: mantenimiento, producción, crecimiento y gestación.

Los avances tecnológicos en materia de nutrición han generado nuevas formas de alimentación para bovinos, tanto de tipo cárnico como de lechero con el fin de satisfacer la siempre creciente demanda de carne y leche. Las nuevas formas de alimentación se basan en el uso masivo de alimentos concentrados que se integran a las dietas en las diferentes etapas del ciclo productivo y con diferentes propósitos. Es indispensable considerar que para obtener el máximo rendimiento de un alimento en este caso lechero, 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 (Ossa & Lucía, 2005)

2.2.1. Requerimientos Nutricionales del Ganado Lechero

2.2.1.1. Energía

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

(UNL) y comprenden las necesidades de mantenimiento, gestación y producción (Pendini, 2009)

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

(Jim Linn, 2001) afirma que la ingestión de energía es uno de los factores más limitantes de la producción lechera. El incremento de la ingestión de energía depende de la ingesta de MS y de la concentración energética de la ración. La concentración energética de la ración depende del nivel de incorporación de grasas y de la relación entre los hidratos de carbono fibroso (FDN) y no fibrosos. El equilibrio entre estas dos fracciones es fundamental para el mantenimiento de la salud ruminal y la prevención de la acidosis.

2.2.1.2. 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. 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 (Jim Linn, 2001)

Las necesidades de proteína para los bovinos se expresan en proteína digestible (PD). Las vacas lecheras necesitan aproximadamente 70 a 100 g de

proteínas digeribles por cada kg de materia seca. Las necesidades de proteína también se expresan en unidades de proteína metabolizable (PM) y se define como la proteína verdadera que es digerida post-ruminalmente y el componente de aminoácidos (AA) absorbidos por el intestino. Los AA se utilizan para la síntesis de proteína y son vitales para los procesos productivos. (Jim Linn, 2001)

2.2.1.3. Lípidos

Los lípidos son parte importante de la ración de una vaca lechera porque contribuyen directamente a casi 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 normalmente rinden 2.23 veces más de la energía que rinden los carbohidratos. Sin embargo, la mayor parte de energía en forrajes y muchos concentrados viene principalmente de los carbohidratos. Los alimentos para las vacas normalmente tienen menos de 5% de lípidos pero 50-80% de carbohidratos. (Pendini, 2009)

2.2.1.4. 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 digerible.

Los carbohidratos forman el 75% de la materia seca de los forrajes, esto incluye a los carbohidratos solubles y los carbohidratos de la fibra. Los carbohidratos 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 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 alimentar las vacas lecheras para la producción eficiente de leche (Jim Linn, 2001)

2.2.1.5. 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, retrasos en el crecimiento, trastornos en la reproducción y diversas enfermedades. 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 vitaminas A, D y E son de consideración con la vitamina A más probablemente deficiente en un invierno largo o una sequía prolongada. Los microbios del rumen sintetizan vitaminas del complejo B, C y K; y normalmente no hay que suplementar estas vitaminas. (Pendini, 2009)

2.2.1.6. Minerales

Se califican en macro-minerales y micro-minerales. Los primeros se requieren en mayores cantidades, entre ellos tenemos: Ca, P, Na, K, Cl, Mg y S.

Los micro-minerales u oligoelementos 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.

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. (Ossa & Lucía, 2005)

2.3. FISIOLÓGÍA 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.

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).

Los protozoos representan la microfaunaruminal, 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. (Relling A., 2003)

2.3.1. 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 de modifican el pH ruminal. Estos factores son:

2.3.1.1 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. (Cabezas T., 1978)

2.3.1.2. Producción de AGV

Por su carácter ácido cuanto mayor es la producción de 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.

2.3.1.3. 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 paracelular 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. A pesar de ser evidente que los AGV se absorben en parte en su forma no disociada, al pH normal del rumen este proceso es difícil de explicar debido al concepto de pK. El pK indica el valor de pH en el cual un compuesto está 50 % disociado y 50 % no disociado. El pK de los AGV más producidos en el rumen es de aproximadamente 4,6. Al pH normal del rumen, nunca inferior a 5,5 la inmensa mayoría de los AGV están en su forma disociada y por lo tanto no podrían ser absorbidos por difusión. Para posibilitar su absorción, el pH debe descender sobre la superficie de las células del epitelio ruminal. Para ello las células epiteliales secretan hidrogeniones (H^+), los cuales obtiene a partir de combinar CO_2 y agua para formar bicarbonato y el H^+ que será contratransportado por Na^+ . El otro mecanismo de absorción de los AGV es más directo y no requiere del bombeo de H^+ , sino de un contratransportador que ingresa el AGV⁻ intercambiándolo con bicarbonato (CO_3H^-) en la superficie apical. De esta forma este mecanismo complementa el aporte de CO_3H^- que realiza la saliva. (Mcdonal O, 1993)

2.3.2. Metabolismo de los Hidratos de Carbono

En base a su estructura y función los carbohidratos pueden clasificarse en polisacáridos de reserva, como el almidón; polisacáridos estructurales como la celulosa, la hemicelulosa y la pectina y los 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. Igualmente todos estos enlaces en el almidón, por ser de tipo alfa,

son desdoblados tanto por los microorganismos amilolíticos del rumen como por la amilasa pancreática del animal.

El almidón es un polisacárido de reserva para los vegetales y está presente especialmente en los granos. Como poseen baja concentración de agua y aportan mucha energía en poco volumen, los granos se consideran un alimento concentrado energético. 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. Un mecanismo que transfiere pequeñas cantidades de almidón al intestino son los protozoos, que pueden almacenarlo en su cuerpo.

La digestibilidad ruminal del almidón depende en gran medida de la facilidad con que acceden a él las bacterias amilolíticas. Los granos almacenan el almidón en forma de gránulos en una zona llamada endosperma, protegidos por una doble barrera mecánica

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.

Una de las características funcionales más importantes de los hongos en el ecosistema ruminal es su capacidad para degradar celulosa unida a lignina.

Esta propiedad se debería al efecto mecánico de las hifas que se introducen en las cutículas y paredes celulares lignificadas y al dividirse la rompen, exponiendo los carbohidratos estructurales. Por esta razón los hongos adquieren importancia en dietas que emplean forrajes muy lignificados como la paja de trigo, duplicando la capacidad celulolítica de las bacterias.

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 un carbohidrato se digieren en el rumen (incluyendo la velocidad y el porcentaje de digestibilidad) depende fundamentalmente de la facilidad con los microorganismos puedan tomar contacto y captarlo, por lo cual depende especialmente de su solubilidad en el medio líquido ruminal.

Del mismo modo que los azúcares simples poseen alta disponibilidad ruminal, lo propio ocurre con el resto de los componentes del contenido celular (fosfolípidos y proteínas solubles). Por esta razón, cuando un rumiante consume forrajes tiernos, como en un rebrote de primavera por ejemplo, la relación contenido pared celular es suficientemente alta como para crear

condiciones de fermentación muy diferentes a cuando el animal consume forrajes maduros con alto contenido de pared celular. En este último caso el predominio de “fibra”, o carbohidratos no solubles (celulosa y hemicelulosa) condiciona el desarrollo de un ambiente típicamente celulolítico, con pH superior a 6 y baja producción y absorción de AGV, entre los que predomina el acetato.

Cuando lo que predomina es contenido celular de alta disponibilidad, aunque el animal se alimente de forraje el aporte de “fibra” es bajo y las condiciones ruminales resultantes serán más semejantes a dietas suplementadas con almidón, con menor pH y mayor producción de AGV, en particular de propionato. (Dennis B. y Rush I., 2009)

2.3.3. Metabolismo de las Proteínas

A nivel intestinal la degradación de las proteínas es similar en rumiantes y en no rumiantes. Las proteínas y los péptidos son degradados hasta oligopéptidos por la acción de las enzimas proteolíticas pancreáticas (tripsina, quimotripsina y carboxipeptidasa), luego los oligopéptidos son degradados por las oligopeptidasas de la membrana apical de los enterocitos liberando aminoácidos di y tripéptidos que finalmente son absorbidos. Sin embargo, a diferencia de los no rumiantes, la proteína que llega al intestino del rumiante es diferente de la ingerida con la dieta, debido a que los microorganismos ruminales degradan más de la mitad las proteínas consumidas. Lo hacen mediante proteasas de membrana que desdoblan las proteínas en péptidos y algunos aminoácidos libres, los que son absorbidos por el microorganismo. (Mcdonal O, 1993)

2.4. SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA

La suplementación permite corregir dietas desbalanceadas, 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)

Las vacas lecheras de alto potencial para producción lechera 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 kg. (Jim Linn, 2001)

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/d de PNDR es probablemente benéfico cuando las vacas están produciendo más de 35 kg de leche diarios. (Ossa & Lucía, 2005)

Asimismo, 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. La harina de pescado y el afrecho de soya, incrementan los sólidos lácteos en verano y otoño.

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. (Jim Linn, 2001)

2.5. PULPA DE CAFÉ

2.5.1. Características y Valor Nutritivo

La pulpa de café está formada por el epicarpio y una parte del mesocarpio del fruto del cafeto, constituye alrededor del 40% del peso total del fruto en base húmeda; su humedad es de aproximadamente 85% y representa una de las mayores desventajas, ya que dificulta el transporte, manejo, procesamiento y uso directo en la alimentación animal; sin embargo, su composición química favorece su uso como ingrediente en la dieta de los animales (Elías, 1978)

Cuadro 2 Composición de la pulpa de café en diferentes estados

Componente	Pulpa Fresca	Pulpa Deshidratada	Pulpa Fermentada Naturalmente y Deshidratada
Humedad	76,7	12,6	7,9
Materia Seca	23,3	87,4	92,1
Proteína Cruda N×625	2,1	11,2	10,7
Fibra Cruda	3,4	21,0	20,8
Extracto Libre de Nitrógeno	15,8	44,4	49,2
Extracto Etéreo	0,48	2,5	2,6
Cenizas	1,5	8,3	8,8

Fuente: (Bressani, 1972)

Bressani et al. (1972) indican que la proteína de la pulpa de café contiene niveles similares o más altos de aminoácidos que otros productos, como la harina de algodón y la harina de soya. La pulpa de café muestra

concentraciones más altas de aminoácidos que el maíz pero es deficiente en aminoácidos azufrados; el contenido de lisina es tan alto como el de la harina de soya cuando se expresa como mg/g de nitrógeno.

2.5.2. Sustancias Anti - nutricionales

Las sustancias presentes en la pulpa de café pueden afectar su valor nutritivo. Existen varias sustancias en la pulpa de café que pueden ser las responsables del efecto adverso que esta les ocasione a los animales tales como taninos, polifenoles, cafeína y potasio. Elevadas cantidades de dichas sustancias pueden presentar mortalidad en animales menores y también en rumiantes si son alimentados exclusivamente con la pulpa de café o con raciones altas en ella. (Braham J. y R. Bressani. 1978)

2.5.2.1. Cafeína

El efecto fisiológico de este alcaloide del tipo purina metilada puede causar en rumiantes un aumento en la actividad motora. El resultado de esta actividad anormal podría ser un aumento en el uso de la energía que tendría como efecto final el descenso en la ganancia de peso y en la eficiencia de conversión. Tanto la cafeína como el ácido clorogénico actúan de manera conjunta (Bressani, 1972)

Entre los efectos que causan los elevados tenores de cafeína, de manera general, se puede citar el aumento de la sed del animal, así como también se incrementa la evacuación urinaria, que trae como consecuencia la excreción de nitrógeno. Aunque el volumen de la pulpa de café que se puede suministrar en mezclas sustituyentes dependerá de la especie estudiadas y su etapa de crecimiento, en la literatura existe discrepancia en cuanto a los valores de cafeína presentes en la pulpa de café. (Ferrer J., G. Páez, M. Chirino y Z. Mármol. 1995) señalan valores de 0,85% de cafeína en pulpa fresca; mientras que (Ferreira 2000.) señala valores de 11,7% de cafeína en la pulpa de café ensilada, inferior a la que presenta la pulpa de café fresca, por lo que esos

niveles afectarían la nutrición de los rumiantes cuando es suministrada en grandes cantidades.

2.5.2.2. Fenoles libres

La acción de los fenoles libres está asociada a la propia bioquímica de la pulpa de café, así como también el efecto que puede tener sobre la utilización de los nutrientes y sus consecuencias fisiológicas. Los polifenoles libres pueden interferir con la utilización de proteínas, ligándola y formando complejos no aprovechables, pero también pueden combinarse con las enzimas digestivas y afectar su catabolismo. (Elías, 1978)

2.5.2.3. Taninos

Los taninos se pueden agrupar en dos clases, los taninos que se hidrolizan en ácido gálico y azúcares, y los taninos condensados que se derivan de flavonoides monoméricos. Quizás una de las características más importantes de los taninos es probablemente su capacidad de ligar proteínas, evitando el aprovechamiento de éstas por el organismo; también pueden actuar como inhibidores enzimáticos.

Estos compuestos polifenólicos pueden interferir en el comportamiento de los animales al disminuir la disponibilidad biológica de la proteína consumida, o como fuente de polifenoles libres.

En el caso particular de los rumiantes en crecimiento, estos pueden tolerar un consumo máximo de taninos de 28 g/100 kg de peso por día sin manifestar síntomas. (Elías, 1978)

2.5.3. Procesamiento de la Pulpa de Café

2.5.3.1. Fermentación en estado sólido (FES)

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

En la práctica, el crecimiento de los microorganismos ocurre sobre o dentro del sólido muy cerca de la ausencia de agua libre. El agua presente se encuentra en una forma compleja dentro de la matriz sólida o como una fina capa que puede estar absorbida dentro de las partículas de la superficie o con uniones menos fuertes en la región capilar del sólido. Sin embargo, el límite de humedad en el cual la FES se puede llevar a cabo está en función del tipo de sustrato, el microorganismo empleado y el objetivo del proceso productivo en cuestión.

Las fermentaciones en estado sólido por el tipo de tecnología a emplear y de los parámetros para controlar el proceso se pueden clasificar en rústicos o en cámara o bioreactores. (Bressani, 1972)

2.5.3.2. Fermentación rústica

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

La fermentación rústica es una variante productiva para pequeñas comunidades, que permite autoabastecerse de alimento sin hacer grandes inversiones, las que sí se requieren en las fermentaciones que se llevan a cabo

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

En este proceso, se propicia el desarrollo de la microflora epífita presente en la pulpa de café, mediante la adición de una fuente de nitrógeno no proteico como la urea, una fuente de carbohidratos de fácil fermentación y sales minerales; generalmente se realiza en los tendales donde se seca el café, mediante la ejecución de las siguientes actividades:

- Se pesa la pulpa de café de acuerdo a la cantidad que se desee preparar; y, a la caída del sol se esparce en una capa de 10 cm aproximadamente;
- Se mezcla las sales y la urea en las proporciones establecidas de acuerdo a la cantidad a preparar y se distribuye sobre el material de manera uniforme;
- Con una bomba de fumigación, se aplica la fuente de carbohidratos de fácil fermentación (Melaza, miel, guarapo, suero de leche, etc.)
- Se mezcla todo el material y se lo deja en reposo por 12 a 14 horas, (toda la noche)
- Se voltea cada dos horas por un lapso de 48 a 72 horas hasta su lograr el secado total;

- Se empaca en sacos de yute y se almacena en un lugar seco, quedando listo para su uso como suplemento alimenticio ya entero o molido. (Braham J. y R. Bressani. 1978)

Cuadro 3 Composición química de la pulpa de café biofermentada

Nutrientes	Valor (%)
Materia Seca (MS)	90,5
Proteína Bruta (PB)	24,89
Proteína Verdadera (PV)	14,02 – 18,81
Fibra Bruta (FB)	19,95
Cenizas	15,81 – 19,75
Calcio	1,45
Fósforo	1,11

Fuente (Braham J. y R. Bressani. 1978)

2.5.4. Uso en la Alimentación de Rumiantes

La pulpa de café puede ser incorporada a niveles que van de 20 a 40% del concentrado y de 10 a 20% de materia seca de una ración completa sin que produzca disminución en la producción de leche. La pulpa de café deshidratada y molida puede ser suministrada hasta un 20% como suplemento en vacas lecheras, sin causar efectos detrimentales.

Aunque el consumo de la pulpa de café presenta sus limitaciones, esta puede desempeñar un papel importante en los sistemas de alimentación intensivos del ganado bovino en los países tropicales porque su uso puede alcanzar entre 20 y 30% en las raciones para bovinos de carne. El contenido de nutrientes totales y digerible de la pulpa de café muestra que es un residuo agrícola con un valor nutritivo potencial, similar al de un forraje tropical de buena calidad. (Flores R, 1976)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1 Materiales de Campo

- 4 vacas en producción
- Pulpa de café
- Urea
- Caña de azúcar
- Maíz
- Soya
- Sales minerales
- Picadora
- Balanza
- Bomba de mochila
- Utensilios de ordeño
- Herramientas
- Saquillos
- Cinta bovino métrica
- Aretes para la identificación de los bovinos
- Letreros para la identificación de los tratamientos
- Cámara fotográfica
- Libreta de campo

3.1.2 Materiales de Oficina

- Computadora
- Impresora
- Papel
- Material de escritorio

3.2 MÉTODOS

3.2.1. Ubicación

El presente trabajo se lo realizó en el sector Peña Negra del cantón Gonzanamá que se encuentra a una altitud de 1800 msnm, una temperatura promedio de 16°C, precipitación anual de 780 mm y una humedad relativa del 75 %. (Villavicencio, 2009)

3.2.2. Descripción y Adecuación de las Instalaciones

Se trabajó en una finca de 5 ha con sistema silvopastoril donde permanecieron los animales la mayor parte del día. Se dispuso de un corral de 500 m² para las labores de ordeño, control sanitario y suministro de la ración suplementaria. Previo el inicio del experimento se realizó las respectivas adecuaciones de los comederos y bebederos.

3.2.3. Descripción e Identificación de las Unidades Experimentales

Se utilizaron 4 vacas Holstein mestizas en producción, de diferentes partos con un peso promedio de 380 kg y una producción media diaria de 5,6 l. Cada animal constituyó una unidad experimental, para su identificación se colocó un arete de plástico en la oreja derecha.

3.2.4. Obtención de la Pulpa Biofermentada

La fermentación rústica se realizó en los tendales utilizados para el secado del café. Para la preparación de 100 kg se procedió de la siguiente manera:

- Se pesó 100 kg de pulpa y a la caída del sol se esparció en una capa de 10 cm aproximadamente;
- Se preparó una solución con 0,5 kg de sales minerales y 1,5 kg de urea y se distribuyó sobre el material, de manera uniforme;
- Se añadió 10 litros de suero de leche con una bomba de fumigación;

- Se mezcló y dejó todo el material en reposo por un lapso 12 a 14 horas, (toda la noche);
- Al siguiente día se procedió a voltear cada dos horas hasta lograr el secado total, entre las 48 y 72 horas
- Finalmente se empacó y almacenó el producto en sacos de yute en un lugar seco.

3.2.5. Formulación y Elaboración de las Raciones Experimentales

Mediante el método del tanteo se formularon las cuatro raciones experimentales (isoproteínicas) con el 14 % de proteína. De acuerdo a las formulas se procedió a pesar y mezclar los ingredientes para elaborar las raciones. Las cuatro raciones quedaron formuladas de la siguiente manera:

Cuadro 4 Raciones suplementarias con diferentes niveles de inclusión de pulpa de café.

Insumos	Ración 1	Ración 2	Ración 3	Ración 4
Caña	45,0	40,0	35,0	30,0
Maíz	30,0	30,0	30,0	30,0
Pulpa de café	0,0	10,0	20,0	30,0
Torta de Soya	24,5	19,5	14,5	9,5
Sales minerales	0,5	0,5	0,5	0,5
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0

3.2.6. Descripción de los Tratamientos

Se evaluaron cuatro raciones experimentales, de la siguiente manera:

3.2.6.1 Tratamiento uno

Ración suplementaria uno, sin inclusión de pulpa de café, que sirvió como testigo.

3.2.6.2 Tratamiento dos

Ración suplementaria dos, con el 10% de pulpa de café fermentada.

3.2.6.3 Tratamiento tres

Ración suplementaria tres, con el 20% de pulpa de café fermentada.

3.2.6.4 Tratamiento cuatro

Ración suplementaria cuatro, con el 30% de pulpa de café fermentada.

3.2.7. Diseño Experimental

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

Cuadro 5 Esquema del experimento

Periodos	Raciones			
	A	B	C	D
1	A	B	C	D
2	B	C	D	A
3	C	D	A	B
4	D	A	B	C

A= ración 1; B= ración 2; C= ración 3 y 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_{ij} = Error experimental

3.2.8. Manejo de Animales

3.2.8.1. Periodo de adaptación

El suministro de las raciones experimentales se realizó con un periodo de adaptación de 10 días, posterior a esto, se tomaron datos durante los siguientes 5 días consecutivos, este proceso fue el mismo para las 4 raciones experimentales. Cabe destacar que los 10 días de adaptación son suficientes para que los animales se adapten a la nueva ración suplementaria.

3.2.8.2. Suministro de alimentos

La cantidad a ser suministrada fue de 2kg por animal de cada ración suplementaria

3.2.8.3. Horario de suplementación.

Durante el periodo del ordeño; primero la ración suplementaria a las 07h00 am y luego se procedió a realizar el ordeño de cada animal para la toma de datos.

3.2.9. Variables en Estudio

- Composición química: pulpa fresca, biofermentada y raciones experimentales
- Consumo de alimento
- Producción de leche
- Calidad de la leche
- Cambio de peso
- Rentabilidad

3.2.10. Toma y Registro de Datos

3.2.10.1. Composición Química

Se realizó el análisis químico proximal de la pulpa fresca, biofermentada y 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)

3.2.10.2. 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, existiendo un consumo total de las raciones.

3.2.10.3. Producción de leche

Se registró diariamente la producción de leche de cada animal durante cada periodo experimental.

3.2.10.4. 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 de la pulpa fermentada, así mismo se realizó el análisis químico con la ayuda de un Lactoscan para determinar el contenido de grasa y proteína.

3.2.10.5. 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

3.2.10.6. 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:

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

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

3.2.11. Análisis Estadístico

Con la ayuda del programa estadístico Infostat versión 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 del pasto kikuyo (*Penissetum clandestinum*) pulpa de café fresca, pulpa fermentada y raciones experimentales. Los resultados se detallan en el cuadro 6.

Cuadro 6 Composición química del pasto, pulpa de café fresca, pulpa fermentada y raciones experimentales (%)

Muestra	M.S.	Cz	E.E.	P.C.	F.C.	E.L.N.
Pasto kikuyo	30,92	9,64	3,27	7,44	26,32	53,33
Pulpa fresca	23,46	7,33	1,28	9,21	24,15	58,03
Pulpa fermentada	69,65	11,56	1,85	19,64	21,91	45,04
Ración 1 (sin pulpa)	61,46	4,9	2,51	14,16	23,38	55,05
Ración 2 (10% de pulpa)	64,81	5,63	2,25	12,82	26,75	52,55
Ración 3 (20% de pulpa)	67,78	6,61	2,33	12,46	28,04	50,56
Ración 4 (30% de pulpa)	68,78	6,91	2,59	11,88	30,03	49,09

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal AARNR – UNL (Agosto 2014)

Cz: Cenizas, E.E: Extracto Etéreo, P.C: Proteína Cruda, F.C: Fibra Cruda, E.L.N: Extracto Libre de Nitrógeno, M.S: Materia Seca

El pasto kikuyo (*Penissetum clandestinum*), presentó 30,92% de materia seca; 7,44 % de proteína cruda y 26,32 % de fibra cruda. La pulpa de café fresca registró 23,46% de materia seca; 9,21 % de proteína cruda y 24,15 % de fibra cruda; mientras que la pulpa fermentada (PCF) alcanzó 89,65 % de materia seca; 19,64 % de proteína cruda y 21,91% de fibra cruda.

La composición bromatológica de las raciones experimentales presenta variaciones en la materia seca que van del 61,46% en la ración uno al 68,78% en la ración cuatro; el contenido de proteína cruda estuvo por el orden del 11,88% al 14,16; mientras que los tenores de fibra cruda oscilaron entre 23,38 y 30,03% en las raciones uno y cuatro respectivamente.

4.2. CONSUMO DE ALIMENTO

El consumo del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) 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. Los resultados se presentan en la cuadro 7 y figura 1

Cuadro 7 Consumo de forraje en base a materia seca en vacas Holstein mestizas en pastoreo con cuatro raciones suplementarias a base de pulpa de café fermentada (kg)

N. Animal	Tratamientos			
	T1(Testigo)	T2 (10% PCB)	T3 (20% PCB)	T4 (30% PCB)
1	9,9	10,1	10,4	10,9
2	12,0	12,4	12,8	13,0
3	12,8	13,0	13,4	13,7
4	13,1	13,4	13,7	13,7
Total	47,8	48,8	50,3	51,3
Promedio/día	12,0	12,2	12,6	12,8

Fuente: Investigación de campo, Agosto – Septiembre del 2014

El consumo de alimento fue estadísticamente superior ($p \leq 0,05$) en el tratamiento cuatro correspondiente a la ración con el 30 % de pulpa de café con 12,8 kg; mientras que el tratamiento uno (sin pulpa de café) presentó menor consumo con 12,0 kg por día.

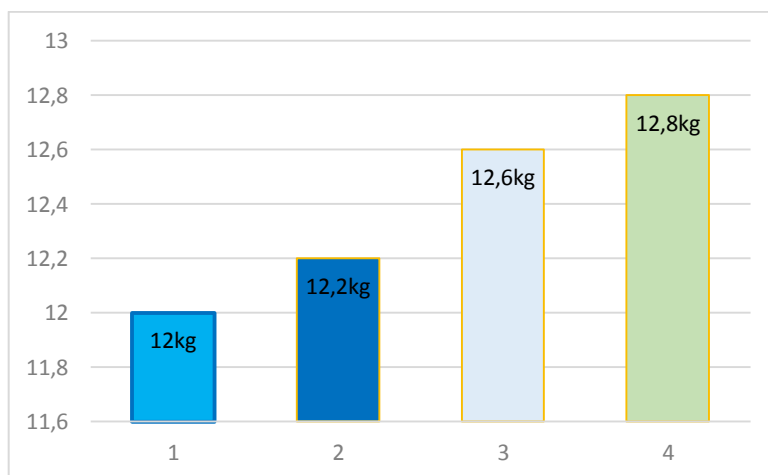


Figura 1 Consumo de forraje en base a materia seca en vacas mestizas Holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias a base de pulpa de café fermentada (kg)

4.3. PRODUCCION 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 siguiente cuadro y figura

Cuadro 8 Producción de leche en vacas mestizas Holstein en pastoreo, con raciones suplementarias a base de pulpa de café fermentada (l/vaca/día).

Nº. Animal	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (10%PCB)	T3 (20%PCB)	T4 (30%PCB)
1	5,7	6,2	6,7	6,7
2	5,8	6,7	7,2	7,4
3	6,6	7,7	8,2	8,3
4	5,7	6,4	6,7	6,8
Total	23,8	27,0	28,8	29,2
Promedio	6,0	6,8	7,2	7,3

Fuente: Investigación de campo, Agosto – Septiembre del 2014

La producción de leche fue estadísticamente superior ($p \leq 0,05$) en los tratamientos tres y cuatro con 7,2, y 7,3 litros en promedio por animal al día; en tanto que la menor producción se registró en el tratamiento uno (testigo) con 6,0

l/vaca/día, observándose un incremento de 1,3 litros con respecto al tratamiento cuatro correspondiente a la ración con el 30% de pulpa fermentada.

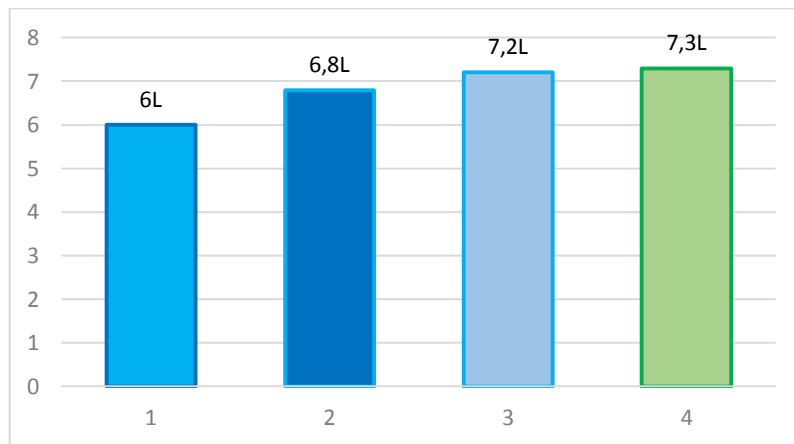


Figura 2 Producción de leche en vacas mestizas con cuatro raciones suplementarias a base de pulpa de café biofermentada.

4.4. CALIDAD DE LA LECHE

4.4.1. Características Organolépticas

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

4.4.2. Composición Química

4.4.2.1. Contenido de grasa

El contenido de grasa de la leche, se vio ligeramente afectada por acción de las raciones experimentales. Los resultados se detallan en el cuadro 9 y figura 3

Cuadro 9 Contenido de grasa de la leche en vacas mestizas Holstein en pastoreo, con cuatro raciones suplementarias a base de pulpa de café biofermentada

Nº. Animal	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (10%PCB)	T3 (20%PCB)	T4 (30%PCB)
1	3,71	3,25	3,16	3,10
2	3,43	3,19	3,19	3,02
3	4,13	3,28	3,14	3,11
4	3,81	3,35	3,12	3,08
Total	15,08	13,07	12,61	12,31
Promedio	3,77	3,27	3,15	3,08

Fuente: Investigación de campo, Agosto – Septiembre del 2014

El contenido de grasa fue estadísticamente mayor ($p \leq 0,05$) en el grupo testigo con 3,77%; mientras que entre los tratamientos con pulpa fermentada no se detectó diferencia estadística ($p \leq 0,05$), con pequeñas variaciones, que van de 3,08% a 3,27% respectivamente.

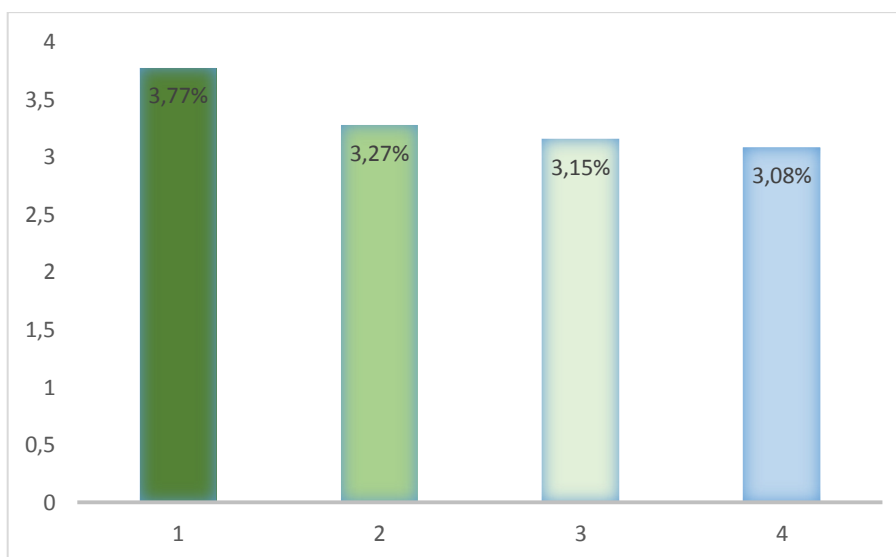


Figura 3 Contenido de grasa de la leche en vacas mestizas con cuatro raciones suplementarias a base de pulpa de café biofermentada

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 10 y figura 4

Cuadro 10 Contenido de proteína de la leche en vacas Holstein mestizas en pastoreo con cuatro raciones suplementarias a base de pulpa de café fermentada.

Nº. Animal	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (10%PCB)	T3 (20%PCB)	T4 (30%PCB)
1	3,78	2,79	3,16	3,09
2	3,69	3,48	3,29	3,22
3	4,80	3,50	3,14	3,15
4	3,44	3,32	3,42	3,13
Total	15,71	13,09	13,01	12,59
Promedio	3,93	3,27	3,25	3,15

Fuente: Investigación de campo, Agosto – Septiembre del 2014

No se detectó diferencia estadística ($p \leq 0,05$) en el contenido de proteína de los cuatro grupos experimentales; sin embargo en el grupo testigo fue numéricamente mayor con el 3,93%; lo cual está en relación con el nivel de producción, que fue menor en este tratamiento.

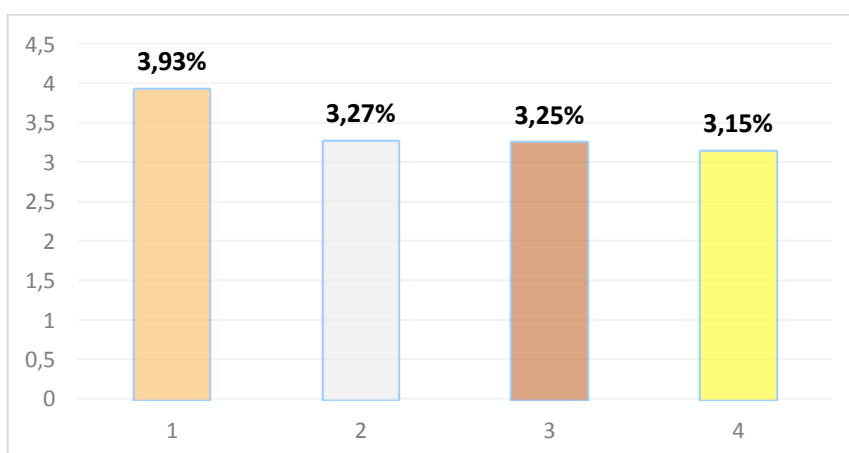


Figura 4 Contenido de proteína de la leche en vacas mestizas Holstein en pastoreo, con cuatro raciones suplementarias a base de pulpa de café biofermentada

4.5. CAMBIO DE PESO

Se registró el peso al inicio y final de cada periodo experimental a la misma hora con los animales en ayunas, los resultados se presentan en el cuadro 11 y figura 5.

Cuadro 11 Cambio de peso de las vacas Holstein mestizas en pastoreo con cuatro raciones suplementarias a base de pulpa de café biofermentada (g/d)

Nº. Animal	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (10%PCB)	T3 (20%PCB)	T4 (30%PCB)
1	0,333	0,933	0,400	0,600
2	0,867	0,800	1,000	0,667
3	1,067	0,400	0,667	0,000
4	0,933	0,000	0,067	0,200
Total	3,200	2,133	2,133	1,467
Promedio	0,800	0,533	0,533	0,367

Fuente: Investigación de campo, Agosto – Septiembre del 2014

No se detectó diferencia estadística ($p \leq 0,05$) en el cambio de peso de las vacas con las cuatro raciones experimentales; sin embargo en el grupo testigo se observó una mayor ganancia diaria con 800 g/d; mientras que las vacas suplementadas con la ración del 30% de pulpa de café, experimentó una ganancia de 367 g/d.

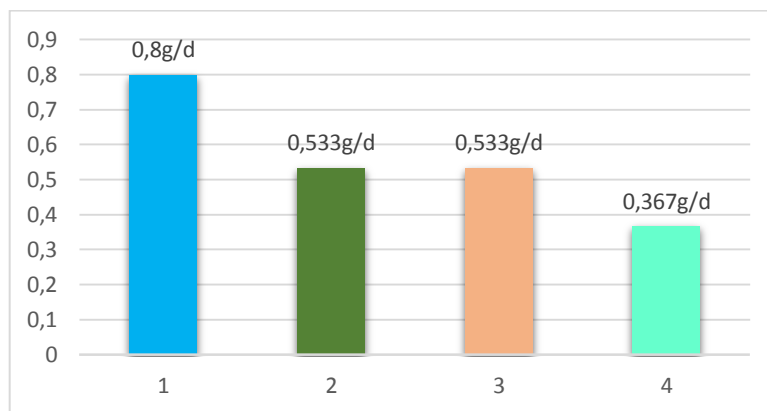


Figura 5 Cambio de peso en vacas mestizas Holstein en pastoreo, con cuatro raciones a base de pulpa de café biofermentada.

4.6. ANÁLISIS ECONÓMICO

Se determinó la rentabilidad, relacionando los costos e ingresos generados en cada uno de los grupos experimentales. Para los costos se consideró: la alimentación, instalaciones, mano de obra, sanidad; mientras que los ingresos se estimaron en base al precio de venta de la leche.

4.6.1. Costos de Producción

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

4.6.1.1. Alimentación

a. Forraje

Se consideró el valor de arrendamiento del potrero de 1 ha a razón de \$ 20 (veinte dólares) los 20 días que duró el experimento, que dividido para las 4 vacas resultó un costo total de \$ 5 dólares por unidad experimental.

b. Ración Experimental

El costo de la ración experimental se consideró en un valor promedio de \$ 0,24 por kilogramo, que multiplicado por el consumo promedio por animal de cada tratamiento generó los siguientes costos:

Cuadro 12 Costo de las raciones experimentales

Tratamientos	Consumo (kg)	Precio/Kg (\$)	Total (\$)
T1 (Testigo)	10	0,24	2,4
T2 (10%PCB)	10	0,22	2,2
T3 (20%PCB)	10	0,19	1,9
T4 (30%PCB)	10	0,16	1,6

Fuente: Investigación de campo, Agosto – Septiembre del 2014

4.6.1.2. Sanidad

Se realizó la desparasitación y vitaminización de los animales, para lo cual se utilizaron los siguientes productos: alventazol, amitraz, vitaminas AD₃E, complejo B y minerales; jeringas, agujas y eterol lo que generó un costo total de \$ 14,06 es decir \$ 3,65 por animal.

4.6.1.3. Instalaciones

La adecuación de las instalaciones se estimó en \$ 6 que dividido para las 4 vacas generó un costo de \$ 1,50 por animal.

4.6.1.4. Mano de obra

Se consideró que para las labores de: limpieza de comederos, preparación de la ración experimental, 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 13.

Cuadro 13 Ingresos por venta de la leche

Tratamientos	Producción de leche (l)	Precio/litro (\$)	Total (\$)
T1 (Testigo)	29,8	0,5	14,9
T2 (10%PCB)	33,8	0,5	16,9
T3 (20%PCB)	36,0	0,5	18,0
T4 (30%PCB)	36,5	0,5	18,3

Fuente: Investigación de campo, Agosto – Septiembre del 2014

Una vez estimados los costos y los ingresos de cada tratamiento se procedió a calcular la rentabilidad, dividiendo el ingreso neto para el costo total de cada tratamiento y se multiplicó por 100. Los resultados se detallan en el cuadro 14 y figura 6.

Cuadro 14 Costos, ingresos y rentabilidad en los cuatro grupos experimentales (\$).

RUBROS	TRATAMIENTOS			
	T1 (Testigo)	T2 (10%PCB)	T3 (20%PCB)	T4 (30%PCB)
A. COSTOS				
Forraje	5	5	5	5
Ración	2,4	2,2	1,9	1,6
Sanidad	3,65	3,65	3,65	3,65
Mano de obra	2,34	2,34	2,34	2,34
Instalaciones	1,5	1,5	1,5	1,5
COSTO TOTAL	14,9	14,7	14,4	14,1
B. INGRESOS				
Ingreso total	14,875	16,875	18	18,25
ingreso neto	-0,047	2,221	3,613	4,131
C. RENTABILIDAD (%)	-0,32	15,15	25,12	29,26

Fuente: Investigación de campo, Agosto – Septiembre del 2014

El tratamiento cuatro alcanzó la mayor rentabilidad con 29,26 %; lo que significa, que por cada \$100 de inversión se gana \$ 29,26; mientras que el tratamiento uno (testigo) generó pérdidas por el orden del 0,32 %.

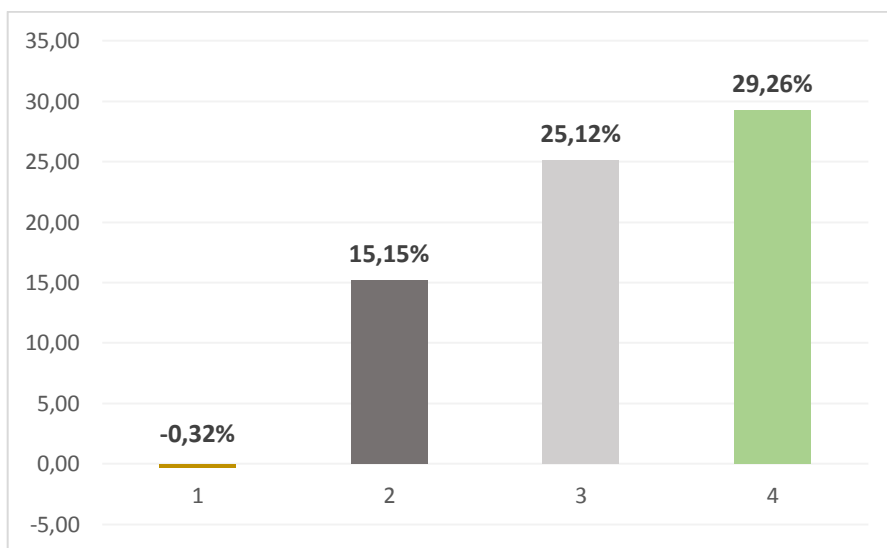


Figura 6 Rentabilidad obtenida con la utilización de diferentes niveles de pulpa de café biofermentada en raciones suplementarias para vacas mestizas en pastoreo (%)

5. DISCUSIÓN

5.1. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA

La pulpa de café fermentada de manera rustica y enriquecida con urea, sales minerales y suero de leche, presentó un apreciable valor nutritivo, con el 19,64 % de proteína cruda y 21,91 % de fibra cruda. Estos resultados son menores a los reportados por (Morgan, 2003) Morgan que estuvieron por el orden de 24,89 % de proteína cruda y 19,95 % de fibra cruda; lo que permite ratificar lo mencionado por (Noriega A, 2009.) en el sentido de que el proceso de fermentación en estado sólido, permiten mejorar el valor nutritivo de la pulpa de café, generando una buena cantidad de proteína microbiana.

5.2. CONSUMO DE ALIMENTO

El mayor consumo de forraje en base a MS se registró en el tratamiento cuatro con 12,8 kg; mientras que el grupo testigo presentó menor consumo con 12,0 kg por día. Estos resultados son superiores a los reportados por (Roa, 2008) quien observo un consumo de 4,2 kg MS/animal/día en toretes brahmán en pastoreo, suplementados con una dieta de saccharina y melaza; mientras que (Camacho, 2012) obtuvo un valor de 6,58 kg MS/animal/día en toretes suplementados con el 60 % de concentrado.

El suministro de la ración experimental mejoró el consumo voluntario del pasto; debido a que se logró optimizar los procesos fermentativos del rumen, aprovechando los niveles de energía y amoniaco disponibles, para la síntesis la proteína microbiana, lo cual generó una respuesta positiva en la producción de leche. Está afirmación tiene relación con lo manifestado por Cabezas *et al.*, (1978) en el sentido de que el consumo voluntario se incrementa, cuando se mejora el ambiente ruminal.

5.3. PRODUCCION DE LECHE

Se observó una buena respuesta en la producción de leche con el suministro de la ración con el 30 % de pulpa de café, con una producción de 7,3 l/vaca/día, lográndose un incremento de 1,3 l/vaca/día, con respecto al grupo testigo que recibió una ración sin pulpa de café fermentada, que alcanzó una producción diaria de 6 l/vaca. No se dispone de información en el uso de pulpa de café en la alimentación de vacas en producción; sin embargo, Flores (1976) señala que es posible incorporar la pulpa de café hasta niveles del 20 a 40% del concentrado y de 10 a 20% de materia seca de una ración completa sin que produzca disminución en la producción de leche.

5.4. CALIDAD DE LA LECHE

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

El contenido de grasa fue estadísticamente mayor ($p \leq 0,05$) en el grupo testigo con 3,77%; mientras que entre los tratamientos con pulpa fermentada no se detectó diferencia estadística ($p \leq 0,05$), con pequeñas variaciones, que van de 3,08% a 3,27% respectivamente.

No se detectó diferencia estadística ($p \leq 0,05$) en el contenido de proteína de los cuatro grupos experimentales; sin embargo en el grupo testigo fue numéricamente mayor con el 3,93%; lo cual está en relación con el nivel de producción, que fue menor en este tratamiento.

5.5. CAMBIO DE PESO

No se detectó diferencia estadística ($p \leq 0,05$) en el cambio de peso de las vacas con las cuatro raciones experimentales; sin embargo en el grupo testigo se observó una mayor ganancia diaria con 800 g/d; mientras que las vacas suplementadas con la ración del 30% de pulpa de café, experimentó una ganancia de 367 g/d.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Feria (2002), en bovinos alimentados en pastoreo rotacional intensivo, rotacional continuo, con ganancias diarias 510, 410 y 420 g/animal/día respectivamente. La literatura consultada no presenta referencias sobre el incremento, mantenimiento o disminución de peso de vacas lecheras con el suplemento aplicado en la presente investigación. Resultados con suplementos alimenticios similares como los de (Urbano, 2006) que muestran que no se encontraron diferencias significativas como consecuencia de los tratamientos aplicados. Sin embargo, el incremento de peso fue menor en el tratamiento con forrajes (492,3 g/vaca/día) con respecto al sistema con urea y melaza (567,7 g/vaca/día), con una diferencia de 75,4 g/vaca/día. Respuestas similares fueron encontradas por Sevilla y Lacandula (2001) que evaluaron los componentes concentrado, urea, melaza y bloques nutricionales, tanto solos como combinados, encontrando que la mayor producción de leche se obtuvo cuando se suplementaban los animales con concentrado, pero disminuía la condición corporal de las vacas.

La ganancia de peso obtenida por los animales pueden explicarse por el aporte simultáneo de fuentes de energía y nitrógeno no proteico, que mejoró la síntesis de proteína microbiana, con lo cual se incrementó la disponibilidad de proteína digestible a nivel intestinal, necesario para los procesos anabólicos del animal; además las vacas se encontraban en el segundo tercio de lactación; por lo que los requerimientos para producción de leche fueron menores.

6. CONCLUSIONES

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

- ✓ La pulpa de café biofermentada de manera rústica, durante 72 horas y enriquecida con urea, sales minerales y suero de leche, presenta un apreciable valor nutritivo con el 19,64 % de proteína cruda y 21,91 % de fibra cruda.
- ✓ El consumo de alimento fue estadísticamente superior ($p \leq 0,05$) en el tratamiento cuatro correspondiente a la ración con el 30 % de pulpa de café con 12,8 kg; mientras que el tratamiento uno (sin pulpa de café) presentó menor consumo con 12,0 kg/d.
- ✓ El suministro de la ración con el 30 % de pulpa de café generó una buena respuesta en la producción de leche con un promedio de 7,3 l/vaca/día, lográndose un incremento de 1,3 l/vaca/día, con respecto al grupo testigo que alcanzó una producción diaria de 6 l/vaca.
- ✓ Las características organolépticas: color, olor y sabor no fueron afectados por la inclusión de pulpa de café fermentada. El contenido de grasa fue estadísticamente mayor ($p \leq 0,05$) en el grupo testigo con 3,77%; mientras que no se detectó diferencia estadística ($p \leq 0,05$) en el contenido de proteína.
- ✓ Las vacas alimentados con las raciones suplementarias a base de pulpa de café fermentada experimentaron ganancias de peso cercanas a los 800 g /día; mientras el grupo testigo obtuvo menor incremento diario con 375 g.

- ✓ Los niveles de rentabilidad obtenidos con las raciones suplementarias aceptables, si se considera que en la actualidad, el costo de oportunidad del dinero no supera el 10 %.

- ✓ De manera general, se concluye que la pulpa de café fermentada generó una buena respuesta en los indicadores productivos y económicos; siendo factible su utilización en raciones suplementarias para vacas mestizas en pastoreo.

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 a base de pulpa de café fermentada en la alimentación de vacas mestizas Holstein en pastoreo, ya que permite complementar las deficiencias energéticas y proteínicas del pasto y mejora los indicadores productivos y económicos.
- Difundir los resultados obtenidos en esta investigación de manera que constituyan alternativas de alimentación para los ganaderos de la provincia de Loja.
- Continuar con nuevos trabajos de investigación, modificando los niveles de inclusión de la pulpa de café fermentada molida y las cantidades a suministrar a los animales.

8. BIBLIOGRAFIA

1. **Apollin F**, (s.f.). Análisis y Diagnóstico de los Sistemas de Producción.
2. **Bovina, E.** (2009). *Enciclopedia Bovina*.
3. **Braham J. y R. Bressani.** (1978). Coffee pulp. Composition, technology and utilization. Institute of Nutrition of Central America and Panama. Inter. Develop. Res. Centre. Ottawa, Canadá.
4. **Bressani,** (1972). Pulpa y pergamino de café. I.Composición química y contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa. Turrialba(Costa Rica).
5. **Cabezas T., M.** (1978). Alimentación de vacas lecheras con ensilaje de pulpa de café. Informe anual. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Guatemala, Guatemala.
6. **Camacho, F.** (2012). *Evaluación de distintos porcentajes de aporte de materia seca (20,40, y 60%), de una ración suplementaria (Sacharina y maíz molido), del total de materia seca requerido (2% pv), en el engorde de toretes. Tesis Médico Veterinario Zootecnista. . Loja, Ecuador.*
7. **Dennis B. y Rush I.** (2009). *Vitaminas y Minerales en la Alimentación de Bovinos.* Obtenido de www.produccion-animal.com.ar.
8. **Elías, L. (1978).** *Composición Química de la Pulpa del Café y otros Subproductos. División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).* Guatemala.
9. **Feria, A, Valdés, G, Martín, P, & González, M. E.** (2002). Evaluación de tres métodos de pastoreo para la ceba bovina. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 36(3), 225-230. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/1930/193018103005.pdf>

10. **Ferreira** (2000). —Desempenho de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês Puros, terminados en confinamento, alimentados con casca de café como parte da dieta. *Rev. Bras. Zootec.* Vol. 2, págs.
11. **Ferrer J., G. Páez, M. Chirino y Z. Mármol.** (1995). Ensilaje de la pulpa de café. *Rev. Fac. Agron. LUZ*, 12: 417-428.
12. **Flores R,** (1976). —Uso de la pulpa de café en la alimentación de bovinos de carne y leche. En Ramírez J. (Ed). *Pulpa de Café Ensilada. Producción, Caracterización y Utilización en la Alimentación Animal.* Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Univer.
13. **Gómez,** (1985). — Relación entre los niveles de inclusión de la pulpa de café y niveles de inclusión de la pulpa de café y monogástricos. *Arch. Latinoam. Nutr.* Vol. 35(5), págs. 422-437.
14. **INEC.** (2002). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.*
15. **Jim Linn, P.** (2001). *Necesidades Nutritivas del Ganado Lechero: Resumen de las Normas del NRC.* St. Paul, Minesota.
16. **Lacandula, S. C.** (2001). Effects of concentrate and urea-molasses-mineral block on the body conditions and milk production of dairy cows. *Castillo L. (Ed) National Academy of Science and Technology* , 53-54.
17. **Limerin S.A.** (2002). *Manual Agropecuario Biblioteca del Campo.* 1era edición. Bogotá, Colombia. 69-70.
18. **Mcdonal O,** (1993). *Nutrición Animal Segunda Edición.* . Zaragoza-España.
19. **Morgan.** (2003). *"La pulpa de café enriquecida. Un aporte al desarrollo Sostenible en la zona montañosa de Guantamo"* Tesis presentada en

opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Centro Universitario de Guantánamo. Cuba.

20. **Morgan, S. F.** (2003). La Pulpa de café enriquecida. Un aporte al desarrollo sostenible en la zona montañosa de Guantánamo”. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Centro Universitario de Guantánamo. Instituto de Ciencia Ani.
21. **Noriega A,** (2009). Composición química de la pulpa de café ensilada a diferentes tiempos y uso potencial en la alimentación animal. Trabajo de ascenso a Profesor Asistente. Universidad de Oriente, Núcleo Monagas. Maturín, Venezuela.
22. **Ossa, J. E., & Lucía, M.** (2005). *Bioquímica, Nutrición y Alimentación de la Vaca Lechera.*
23. **Pendini, C. R.** (2009). *Alimentación de la Vaca Lechera. Un enfoque sobre la Alimentación de la Vaca Lechera.* Facultad de Ciencias Agropecuarias. U.N.C.
24. **Relling A.** (2003). Fisiología Digestiva y Metabólica de los Rumiantes. La Plata, Argentina: EDULP.
25. **Roa, D.** (2008). *Engorde de toretes al pastoreo utilizando como sobrealimento: sacharina y bagazo de caña amonificado en el cantón Gonzanamá. Tesis: Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.*
26. **Rodriguez.** (2004). *Utilización de la Pulpa de Café ensilada con Mexcla y bacterias en raciones para vacas en crecimiento y Engorde. IX Congreso Venezolano de Zootecnia.* Venezuela.
27. **Rodriguez A. Z.** (2010). Fermentación en Estado Sólido. Instituto de Ciencia Animal La Habana – Cuba. pp 1-12.

28. **Rodriguez**, (2004). — Utilización de la pulpa de café ensilada con melaza y bacterias en raciones para conejos en crecimiento y engorde. X Congreso Venezolano de Zootecnia. San Cristóbal, Táchira. Venezuela.
29. **Senasica**, Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en el Sistema de Producción de Ganado de Carne. México. Pp 6-11 Disponible en: www.sagarpa.gob.mx. (Consultado 27-04-2012).
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. **Vargas** (1977). Pulpa de café en la alimentación de rumiantes. Agron. Costar. págs. 101-106.
32. **Villavicencio, J. C.** (2009). *Comunidad Virtual de Loja*. Obtenido de Lojanos.com:
http://www.lojanos.com/Joomlalojanos/index.php?option=com_content&view=article&id=57&Itemid=61

9. ANEXOS

a. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS RESULTADOS

Análisis de la varianza del peso, cambio de peso, consumo de alimento, producción y calidad de la leche en vacas Holstein mestizas en pastoreo con cuatro raciones suplementarias a base de pulpa de café fermentada, mediante un diseño cuadrado latino 4 x 4.

a. Peso

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso	16	0,99	0,97	1,75

Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	29586,00	9	3287,33	63,22	<0,0001
Filas	27410,50	3	9136,83	175,71	<0,0001
Columnas	41,50	3	13,83	0,27	0,8478
Trat.	2134,00	3	711,33	13,68	0,0043
Error	312,00	6	52,00		
Total	29898,00	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=17,65133

Error: 52,0000 gl: 6

Trat.	Medias	n	E.E.	
4,00	427,50	4	3,61	A
3,00	419,50	4	3,61	A B
2,00	408,00	4	3,61	B C
1,00	397,00	4	3,61	C

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

b. Cambio de peso

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C. de peso	16	0,55	0,00	69,80

Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,10	9	0,12	0,80	0,6324
Filas	0,57	3	0,19	1,26	0,3700
Columnas	0,14	3	0,05	0,30	0,8219
Trat.	0,39	3	0,13	0,85	0,5171
Error	0,91	6	0,15		
Total	2,01	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,95396

Error: 0,1519 gl: 6

Trat.	Medias	n	E.E.
1,00	0,80	4	0,19 A
3,00	0,53	4	0,19 A
2,00	0,53	4	0,19 A
4,00	0,37	4	0,19 A

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

c. Consumo de Alimento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Consumo	16	1,00	0,99	1,10

Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	25,71	9	2,86	155,80	<0,0001
Filas	23,69	3	7,90	430,77	<0,0001
Columnas	0,02	3	0,01	0,41	0,7525
Trat.	1,99	3	0,66	36,23	0,0003
Error	0,11	6	0,02		
Total	25,82	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,33143

Error: 0,0183 gl: 6

Trat.	Medias	n	E.E.
4,00	12,83	4	0,07 A
3,00	12,58	4	0,07 A
2,00	12,10	4	0,07 B
1,00	11,95	4	0,07 B

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

d. Producción de leche

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Prod. Leche	16	0,98	0,95	2,62

Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9,37	9	1,04	32,88	0,0002
Filas	4,79	3	1,60	50,37	0,0001
Columnas	0,04	3	0,02	0,47	0,7119
Trat.	4,54	3	1,51	47,79	0,0001
Error	0,19	6	0,03		
Total	9,56	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,43559

Error: 0,0317 gl: 6

Trat.	Medias	n	E.E.	
4,00	7,30	4	0,09	A
3,00	7,20	4	0,09	A
2,00	6,75	4	0,09	B
1,00	5,95	4	0,09	C

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

e. Contenido de Grasa

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grasa	16	0,93	0,81	4,04

Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,33	9	0,15	8,25	0,0092
Filas	0,09	3	0,03	1,66	0,2740
Columnas	0,07	3	0,02	1,39	0,3347
Trat.	1,17	3	0,39	21,72	0,0013
Error	0,11	6	0,02		
Total	1,44	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,32778

Error: 0,0179 gl: 6

Trat.	Medias	n	E.E.	
1,00	3,77	4	0,07	A
2,00	3,27	4	0,07	B
3,00	3,15	4	0,07	B
4,00	3,08	4	0,07	B

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

f. Contenido de Proteína

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína	16	0,79	0,48	9,49

Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,36	9	0,26	2,52	0,1362
Filas	0,42	3	0,14	1,34	0,3455
Columnas	0,42	3	0,14	1,35	0,3432
Trat.	1,52	3	0,51	4,87	0,0477
Error	0,62	6	0,10		
Total	2,99	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,78958

Error: 0,1041 gl: 6

<u>Trat.</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
1,00	3,93	4	0,16	A
2,00	3,27	4	0,16	A
3,00	3,25	4	0,16	A
4,00	3,15	4	0,16	A

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

b. FOTOGRAFIAS DEL TRABAJO DE CAMPO



Foto 1. Obtención de la pulpa de café fresca



Foto 2. Fermentación rústica de la pulpa de café



Foto 3. Elaboración de las raciones experimentales

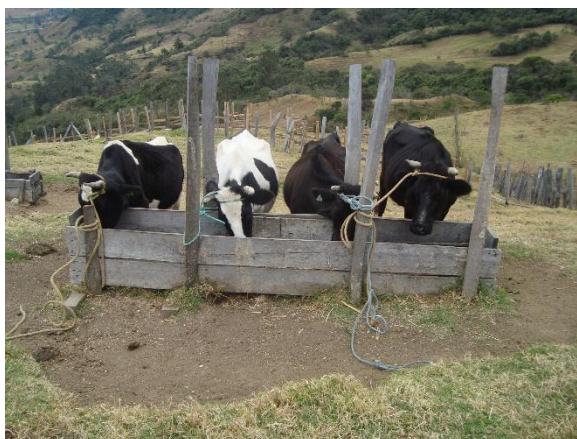


Foto 4. Suministro de las raciones suplementarias

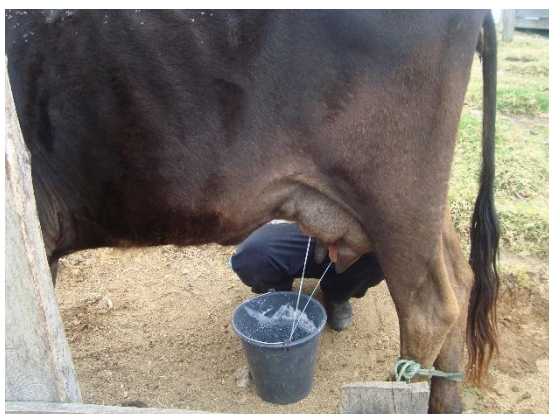


Foto 5. Medición de la producción de leche