



1859

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES**

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**UTILIZACIÓN DE GRANOS SECOS DE
CERVECERÍA EN LA ALIMENTACIÓN DE
VACAS EN PRODUCCIÓN EN LA QUINTA
“PUNZARA” DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL
DE LOJA**

Tesis de grado previa a la obtención del
título de Médica Veterinaria Zootecnista

AUTORA:

Jessenia Stefania López Cevallos

DIRECTOR:

Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc.

**Loja – Ecuador
2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

CERTIFICACIÓN

Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc.

Director de tesis

CERTIFICA:

Que el trabajo de tesis titulado: "Utilización de granos secos de cervecería en la alimentación de vacas en producción en la quinta "Punzara" de la Universidad Nacional de Loja", de la autoría del Sra. Egresada: Jessenia Stefania López Cevallos previo a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista, ha sido ejecutada en el cronograma establecido. Los resultados alcanzados son pertinentes, tienen validez y actualidad científica; por tanto se autoriza su presentación, para el trámite correspondiente.

Loja, 16 de mayo de 2017


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

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Loja, Junio del 2017

Honorable tribunal de grado

CERTIFICA:

Que la Sra. Jessenia Stefania López Cevallos egresada de la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia ha incorporado las correcciones sugeridas por parte del tribunal de grado en la tesis titulada "Utilización de granos secos de cervecera en la alimentación de vacas en producción en la quinta "Punzara" de la Universidad Nacional de Loja", previo a la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista, por lo que se autoriza continuar con los tramites de grado. Lo certificamos en honor a la verdad y autorizamos a la interesada dar al presente el uso que estime conveniente.

Muy atentamente,


.....
Dr. Tito Ramiro Muñoz Guarnizo Mg. Sc
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL


.....
Dr. Victor Rolando Sisalima Mg. Sc
VOCAL


.....
Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez Mg. Sc
VOCAL

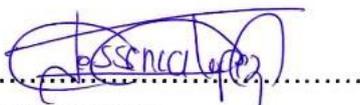
AUTORÍA

Yo, Jessenia Stefania López Cevallos, declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

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

Autora: Jessenia Stefania López Cevallos

Firma:



Cedula: 1105260192

Fecha: Loja, 19 de febrero de 2018

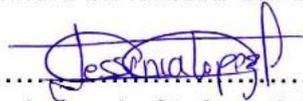
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LA AUTORA PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo, Jessenia Stefania Lopez Cevallos, declaro ser la autora de la tesis titulada **“UTILIZACIÓN DE GRANOS SECOS DE CERVECERÍA EN LA ALIMENTACIÓN DE VACAS EN PRODUCCION EN LA QUINTA “PUNZARA” DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA”**, como requisito por optar al grado de Médica Veterinario Zootecnista; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

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

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

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 19 días del mes de febrero del dos mil dieciocho. Firma la autora.

Firma:..........

Autora: Jessenia Stefania López Cevallos

Número de cédula: 1105260192

Dirección: Loja, cantón Quilanga; Avenida 8 de Noviembre

Correo electrónico: jessenialopez5@hotmail.com

Celular: 0986813570

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director de Tesis: Dr. Luis Aguirre

Tribunal de Grado

Presidente del Tribunal: Dr. Tito Ramiro Muñoz Guarnizo Mg. Sc

Vocal: Dr. Victor Rolando Sisalima Jara Mg. Sc

Vocal: Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez Mg. Sc

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por bendecirme para llegar a culminar la carrera con éxito y cumplir este sueño tan anhelado, de igual manera expreso mi gratitud a la Universidad Nacional de Loja, por haber aceptado que sea parte de ella y abrirme las puertas de su seno académico para estudiar mi carrera, así mismo a los docentes que forman parte de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, quienes brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día. Especial agradecimiento a mis padres Omar y Edita, por su amor y apoyo incondicional en todo momento, por los valores que me han inculcado y por haberme enseñado el camino de la educación durante mi vida, sobre todo por los referentes éticos, morales y de sacrificio inculcados para ser una persona de bien, a mis hermanas, esposo e hijo, por ser mi inspiración y motivación en la vida.

Un agradecimiento sincero, al Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc, por su visión crítica permanente en muchos aspectos cotidianos de la vida estudiantil y como director de tesis que me permitieron culminar con éxito mi carrera y la presente investigación.

Jessenia Stefania

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a mis padres Omar y Edita, quienes con su amor y cariño supieron ser la fortaleza y el estímulo para seguir siempre por la senda positiva. Por ellos soy lo que soy ahora, los amo con mi vida.

A mi esposo Diego, y mi hijo Elías, por brindarme su amor, compañía y confianza para poder cumplir las metas trazadas.

A mis hermanas Aura y Johana, por brindarme su apoyo en mis decisiones y por ser ejemplo de superación.

Jessenia Stefania

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
PRESENTACIÓN	i
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iii
AUTORÍA.....	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY	xiv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE BOVINOS DE LECHE	3
2.1.1. Requerimientos Nutricionales	3
2.1.2. Requerimientos Energéticos	3
2.1.3. Requerimientos de Proteínas.....	5
2.1.4. Requerimientos de Vitaminas	6
2.1.5. Requerimientos de Minerales	7
2.2. DIGESTIÓN Y METABOLISMO DE LOS NUTRIENTES.....	7
2.2.1. Digestión y Metabolismo de Carbohidratos	7
2.2.2. Digestión y Metabolismo de Proteínas	8
2.2.3. Digestión y Metabolismo de Lípidos	9
2.3. SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA	10
2.3.1. Suplementación Proteínica.....	10
2.3.2. Suplementación Energética.....	10
2.4. INSUMOS UTILIZADOS	11
2.4.1. Granos Secos de Cervecería	11
2.4.1.2. Usos y aplicaciones	14

2.4.2.	Soya (<i>Glycine max</i>).....	15
2.4.3.	Maíz.....	16
2.4.4.	Caña.....	17
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1.	MATERIALES	21
3.1.1.	Materiales de Campo	21
3.1.2.	Materiales de Oficina	21
3.2.	MÉTODOS	21
3.2.1.	Ubicación.....	21
3.2.2.	Descripción e Identificación de las Unidades Experimentales	22
3.2.3.	Elaboración de las Raciones Suplementarias.....	22
3.2.4.	Descripción de los Tratamientos	22
3.2.5.	Diseño Experimental.....	23
3.2.6.	VARIABLES EN ESTUDIO.....	24
3.2.7.	Toma y Registro de Datos	24
3.2.8.	Análisis Estadístico	25
4.	RESULTADOS	26
4.1.	COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	26
4.1.1.	Consumo de Alimento	26
4.1.2.	Producción de Leche	27
4.1.3.	Calidad de la leche	28
4.1.4.	Cambio de Peso.....	31
4.1.5.	Análisis económico.....	31
4.1.6.	Costos de Producción.....	32
4.1.7.	Ingresos	33
5.	DISCUSIÓN	35
6.	CONCLUSIONES.....	39
7.	RECOMENDACIONES	40
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	41
9.	ANEXOS.....	45

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Composición nutricional del afrecho seco de cervecería.	12
Cuadro 2.	Valor nutricional de la caña de azúcar.....	18
Cuadro 3.	Raciones con diferentes niveles de granos secos de cervecería (GSC).....	22
Cuadro 4.	Esquema del experimento	24
Cuadro 5.	Composición química de las raciones experimentales en base a materia seca (%).	26
Cuadro 6.	Consumo de alimento en vacas Holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias (kg)	27
Cuadro 7.	Producción de leche en vacas Holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias (l/vaca/día)	28
Cuadro 8.	Contenido de grasa en leche de vacas Holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias (%).	29
Cuadro 9.	Contenido de proteína de la leche en vacas Holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias a base de GSC (%).	30
Cuadro 10.	Ganancia de peso en vacas Holstein alimentadas con raciones suplementarias a base de G.S.C (g/d).	31
Cuadro 11.	Costo de las raciones experimentales.	32
Cuadro 12.	Ingresos por venta de leche.....	33
Cuadro 13.	Costos, ingresos, rentabilidad y relación beneficio/costo en los cuatro grupos experimentales	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Afrecho seco.....	12
Figura 2.	Consumo de alimento (MS) en vacas Holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias (kg).	27
Figura 3.	Producción de leche en vacas Holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias (l/vaca/día).	28
Figura 4.	Contenido de grasa de la leche en vacas Holstein mestizas con cuatro raciones suplementarias a base de G.S.C	29
Figura 5.	Contenido de proteína de la leche en vacas Holstein mestizas en pastoreo, con cuatro raciones suplementarias a base de GSC.	30
Figura 6.	Ganancia de peso en vacas Holstein mestizas en pastoreo, con cuatro raciones suplementarias.	31
Figura 7.	Rentabilidad obtenida con la inclusión de GSC en raciones suplementarias para vacas Holstein mestizas en pastoreo (%)	34
Figura 8.	Elaboración de las raciones experimentales.....	48
Figura 9.	Suministro de las raciones experimentales.....	48
Figura 10.	Análisis bromatológico de las raciones experimentales....	49
Figura 11.	Análisis cuantitativo de la leche	49

**UTILIZACIÓN DE GRANOS SECOS DE
CERVECERÍA EN LA ALIMENTACIÓN DE VACAS
EN PRODUCCIÓN EN LA QUINTA “PUNZARA” DE
LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ejecutó en la quinta experimental "Punzara" de la Universidad Nacional de Loja, con el propósito de contribuir a mejorar los niveles de producción de leche en vacas Holstein, mantenidas en pastoreo, mediante el uso de raciones suplementarias elaboradas con diferentes niveles de inclusión de granos secos de cervecería (GSC). Se evaluaron cuatro tratamientos: T₁ sin GSC (testigo), T₂ con el 10% de GSC, T₃ con el 20% de GSC y T₄ con 30% de GSC. Se utilizaron cuatro vacas Holstein con un peso promedio de 500 kg y una producción media de 8,4l/d, distribuidas según diseño de cuadrado latino 4x4, con cuatro tratamientos y cuatro periodos. Las variables estudiadas fueron: Composición bromatológica de las raciones experimentales; consumo de alimento, producción de leche, calidad de la leche, cambio de peso y rentabilidad. Los resultados demuestran un apreciable valor nutritivo de las raciones elaboradas con GSC, con valores medios de 46,3% para materia seca; 16,2 y 24,3% para proteína y fibra cruda respectivamente. El consumo de alimento fue superior en el tratamiento tres con 14,37 kg/d; sin embargo la producción de leche no mostro diferencia estadística entre los tratamientos, con valores de 7,7 a 8,4 l/vaca/día; así mismo las características organolépticas y el contenido de grasa y proteína de la leche, no se vieron comprometidas y estuvieron cercanos a los valores reportados por la literatura para esta raza. El peso de los animales no presentó variaciones significativas al final del experimento, con una ganancia media de 296 g/d. Finalmente la rentabilidad fue aceptable para todos los tratamientos; por lo que se concluye que el uso de raciones suplementarias a base de GSC, constituye una alternativa técnica y económicamente viable para mejorar la producción de leche en la provincia de Loja.

Palabras clave: Grano seco de cervecería, Raciones, producción de leche, calidad de leche, rentabilidad.

SUMMARY

The present research work was carried out in the fifth experimental "Punzara" of the National University of Loja, with the purpose of contributing to improve the levels of milk production in Holstein cows, maintained in pasture, by using supplementary elaborations elaborated with different dry brewery inclusion levels (GSC). Four treatments were evaluated: T1 without GSC (control), T2 with 10% of GSC, T3 with 20% of GSC and T4 with 30% of GSC. Four Holstein cows with an average weight of 500 kg and an average production of 8.4 l / d were used, distributed according to a 4x4 Latin square design, with four treatments and four periods. The variables studied were: bromatological composition of the experimental rations; food consumption, milk production, milk quality, weight change and profitability. The results show an appreciable nutritional value of the rations prepared with GSC, with average values of 46.3% for dry matter; 16.2 and 24.3% for protein and crude fiber respectively. Food consumption was higher in treatment three with 14.37 kg / d; However, milk production showed no statistical difference between the treatments, with values of 7.7 to 8.4 l / cow / day; Likewise, the organoleptic characteristics and milk fat and protein content were not compromised and were close to the values reported by the literature for this breed. The weight of the animals did not show significant variations at the end of the experiment, with an average gain of 296 g / d. Finally, profitability was acceptable for all treatments; so it is concluded that the use of supplementary rations based on GSC, is a technically and economically viable alternative to improve milk production in the province of Loja.

Keywords: Rations, milk production, milk quality, profitability.

1. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, la producción de ganado de leche en su mayoría se desarrolla en sistemas extensivos (pastoriles), con limitada suplementación de concentrados comerciales, debido a sus costos elevados; por lo que su utilización disminuye considerablemente la rentabilidad o pensar de su invaluable perfil nutritivo (Pesántez, 2015)

En la provincia de Loja, la ganadería de leche no se ha desarrollado de manera sostenida como en otras regiones del país, principalmente por la incidencia de factores como: condiciones agroecológicas, características de los suelos, el mal manejo de los sistemas de producción, entre otros. Dentro de estos factores la alimentación es uno de los aspectos que más incide en la productividad; siendo el ganado de leche, uno de los más importantes ya que se realiza el pastoreo en potreros con predominio de especies de gramíneas naturales como: kikuyo (*Penisetum clandestinum*), grama (*Paspalum notatum*), festuca (*Festuca arundinacea*), etc. que no satisfacen los requerimientos nutricionales, especialmente en proteína y energía; por lo que se hace necesario buscar alternativas orientadas a mejorar el régimen alimenticio para lograr competitividad.

La suplementación con raciones elaboradas a base de residuos agrícolas y subproductos agroindustriales puede constituir una alternativa para mejorar la alimentación de los bovinos, ya que permitiría corregir la deficiencia de nutrientes, incrementar la eficiencia en la utilización de los pastos y mejorar los niveles de producción de leche (Gallardo, 2002).

La industria cervecera genera grandes volúmenes de subproductos como grano húmedo, cascarilla, afrecho, crema final, etc. que presentan un apreciable valor nutritivo, así el contenido de proteína cruda del afrecho u orujo de cerveza está por el orden del 29%; la FDA 19,8%; la FDN 45%; el extracto etéreo 8,96%; las cenizas 2,98 y la energía metabolizable es de 3,4 Mcal/Kg (Calsamiglia A, 2016).

Estudios realizados con la inclusión del 20% y 30% afrecho seco de cervecería en raciones suplementarias para vacas en pastoreo con kikuyo y raygrass incrementaron en un 10% la producción y los resultados económicos mejoraron considerablemente. El uso de afrecho de cervecería en raciones suplementarias para rumiantes es una alternativa que depende de la disponibilidad del producto; los contenidos nutricionales como energía y proteína y su precio relativamente bajo en relación a otros productos como la soya, harina de pescado entre otros, lo hacen atractivo para la alimentación de vacas lecheras.

Con estos antecedentes, el presente trabajo de investigación se orientó a la valoración de raciones suplementarias elaboradas con la inclusión de diferentes niveles de granos secos de cervecería como una estrategia para mejorar el régimen alimenticio de la vacas en producción de la finca "Punzara" de la Universidad Nacional de Loja y consecuentemente incrementar la producción de leche; para el efecto se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar la composición química de las raciones suplementarias elaboradas con granos secos de cervecería.
- Evaluar el efecto de cuatro niveles de inclusión de granos secos de cervecería en raciones para vacas en producción.
- Determinar la rentabilidad generada con el uso de cuatro raciones suplementarias en la alimentación de vacas en producción.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE BOVINOS DE LECHE

2.1.1. Requerimientos Nutricionales

Según (Lanuza, 2005) la producción bovina de leche, es un complejo proceso en donde los animales pueden transformar diferentes sustancias químicas y físicas de origen vegetal, mineral y animal, en un producto alimenticio de alto valor biológico para el hombre, como es la leche. La habilidad de los animales para transformar estas sustancias, ha sido motivo de permanente selección genética lográndose en la actualidad, una elevada eficiencia de convertir los nutrientes alimenticios en producto animal. Sin embargo, esto ha traído también, como consecuencia, mayores exigencias orgánicas a los animales que en muchos casos, significa deteriorar su salud y reproducción afectando así la sustentabilidad del proceso productivo.

2.1.2. Requerimientos Energéticos

Las necesidades energéticas se calculan de forma factorial considerando mantenimiento, gestación, crecimiento y producción. En las necesidades de mantenimiento, gestación, crecimiento incluyen un margen de seguridad del 10% para cubrir los gastos energéticos resultantes de la actividad normal de vacas estabulación libre. En condiciones donde los animales están en pastoreo o el desplazamiento a la sala de ordeño sea superior a 0.5 km, es necesario ajustar las necesidades energéticas. Sin embargo, esta situación es poco frecuente en nuestras condiciones productivas. Las necesidades de producción deben considerar la composición química de la leche, sobre todo en la relación al contenido graso, no solo porque tiene un valor energético elevado respecto a los otros componentes, sino porque varía considerablemente entre animales y/o explotaciones (NRC, 2001)

En vacas al principio de la lactación, la ingestión de energía frecuentemente es insuficiente para cubrir las necesidades de producción, resultando un balance energético negativo. La pérdida de peso al principio de la lactación es frecuentemente inevitable y en animales de alta producción, probablemente es necesario necesaria para maximizar la producción.

De hecho, en animales de alta producción es imposible formular raciones sin considerar un nivel mínimo de movilización de grasa corporal. La pérdida de condición corporal debe ser moderada ya que un exceso conlleva al desarrollo de patologías periparto y la reducción de la eficiencia reproductiva (Pendini, 2009).

En este sentido se ha recomendado que la pérdida de condición corporal durante los 2 meses posparto no supere un punto. A efectos prácticos, el cambio de un punto en condición corporal supone entre 60 a 70 kg de peso vivo, lo que se traduce en un nivel máximo de pérdida media entre 1 y 1.2 kg/día. La formulación de raciones en el postparto debe realizarse una vez considerado el aporte energético de la grasa y proteína movilizada (Calsamiglia, 2000)

El valor energético del peso corporal movilizado depende de la proporción de grasa y proteína, a los que se les asigna un valor energético de 9.40 y 5.55 Mcal/g, respectivamente. Como la proporción de grasa y proteína de la masa corporal movilizada varía en función de la condición corporal del animal, el valor energético del peso movilizado o depositado varía.

La eficiencia de utilización de la energía movilizada para la producción de leche es considerada de 0.82 mientras que la eficiencia con la que la EM se deposita en las reservas (EN) es de 0.60 y 0.75, en animales no lactantes y lactantes respectivamente. Por ejemplo una vaca que pierde un kg de peso a CC 4 obtiene 5.1 Mcal de ENI, mientras que la

recuperación de 1 kg de peso a CC3 requiere el aporte de 5.8 Mcal de ENI.

Como se ha indicado anteriormente, la pérdida de peso máxima durante los primeros 60 días postparto no puede superar los 1.2 kg/día. Por el contrario la vaca deberá recuperar ese punto de condición corporal en la segunda mitad de la lactación. Como la eficiencia de depósito de grasa es mayor durante la lactación que en el periodo seco, es conveniente que la recuperación de la condición corporal se realice durante la lactación por ello la recuperación de la condición corporal deberá realizarse entre los días 100 y 300 de lactación (Bach & et al, 2009).

2.1.3. Requerimientos de Proteínas

Los requerimientos de proteína en vacas lecheras, son cubiertos sólo en un 20-30% por proteína alimentaria (no degradada en el rumen). El resto, es degradada por la flora ruminal y utilizada desde la forma de amoníaco, para síntesis de proteína microbiana disponible para el animal. La síntesis de proteína microbiana, depende primariamente del aporte nitrogenado de la ración y luego, del suministro oportuno de energía que requieren los microorganismos del rumen. En la medida que aumenta el nivel productivo de las vacas, aumenta el requerimiento de proteína no degradable, ampliándose de esta forma la relación proteína-energía. (INRA, 2007)

El elevado aporte de proteína bacteriana al total de requerimientos y un déficit relativo de energía, limita la síntesis proteica bacteriana produciéndose con ello un exceso de amoníaco en el rumen que se absorbe, provocando problemas de salud y fertilidad; además, esto afecta la producción de leche y su contenido de sólidos totales. Sin embargo, una parte de este amoníaco se recicla, vía urea a la saliva, para nuevamente ingresar al rumen. Las necesidades promedio de

proteína para vacas lecheras, fluctúan entre 12-20% de la ración alimenticia en base seca.

Como se señaló anteriormente y sobretodo en vacas de alta producción, el déficit energético al inicio de la lactancia, afecta también la producción de proteína microbiana. Esto hace necesario un aumento de la concentración proteica en este período de lactancia (Guilcamaigua, 2014)

2.1.4. Requerimientos de Vitaminas

Son un grupo de sustancias orgánicas de estructura muy compleja y naturaleza muy diversa, cuya característica común es la de ser requeridas en cantidades muy pequeñas y resultar imprescindibles para el correcto funcionamiento del metabolismo nutricional. Las vamos a clasificar en dos grandes grupos:

- Vitaminas hidrosolubles: ácido ascórbico o vitamina C y el complejo vitamínico B, que contiene hasta nueve tipos distintos.
- Vitaminas liposolubles: A, D, E y K.

Vitamina A: Esta vitamina es necesaria para la visión, regeneración de los epitelios para el crecimiento, desarrollo, reproducción y para el sistema inmune.

Los betacarotenos de los forrajes son los precursores de la Vitamina A.

Vitamina D: Es una prohormona necesaria para la regulación del metabolismo del calcio y fósforo.

Vitamina E: Esta vitamina corresponde a un conjunto de compuestos liposolubles, con una potente acción antioxidante en asociación con el Selenio. Es importante en la respuesta inmunitaria (disminuye incidencia y gravedad de las mastitis).

Vitamina K: tiene efecto antihemorrágico. Es sintetizada por los microorganismos del rumen y varios de sus precursores se encuentran en las plantas(Blas, 1987).

2.1.5. Requerimientos de Minerales

Estos elementos inorgánicos son esenciales para el funcionamiento del organismo en sus distintos estados fisiológicos. Se clasifican en macrominerales y minerales traza, según sean las cantidades involucradas en los procesos. Elementos que tienen que ver con la formación de tejidos son el Calcio, Fósforo y Manganeso, principalmente. En procesos de transmisión nerviosa y contracción muscular, son importantes el Calcio, Fósforo, Sodio y Potasio.

Para el equilibrio ácido-base, juegan un rol esencial el Fósforo, Sodio, Potasio y Cloro. En el metabolismo energético, el Fósforo, Sodio, Cobalto y Yodo. En diferentes reacciones enzimáticas, el Magnesio, Cobre, Hierro, Molibdeno, Zinc, Manganeso y Selenio. Azufre, para la síntesis de proteína microbiana (Lanuza, 2005).

2.2. DIGESTIÓN Y METABOLISMO DE LOS NUTRIENTES

2.2.1. Digestión y Metabolismo de Carbohidratos

Según (Mosquera, 2014) a los carbohidratos, son la mayor fuente de energía de la dieta alimenticia del ganado lechero. Su principal función es abastecer de energía a los microorganismos del rumen y también al animal. Un segundo objetivo, tiene que ver con la funcionalidad del tracto digestivo. Los carbohidratos fibrosos son necesarios para:

- Estimular la rumia y mejorar los procesos fermentación.
- Aumentar el flujo de saliva hacia el rumen.
- Estimular las contracciones ruminales.

La digestión fermentativa, ocurre en un sistema anaeróbico, dando lugar a la formación de productos finales, tales como los ácidos grasos volátiles (AGV) acético, propiónico y butírico. Parte de éstos, son utilizados por los microorganismos para la formación de aminoácidos y ácidos grasos, los cuales serán incorporados a su propio metabolismo.

La mayor parte de los AGV pasan a la porción líquida del contenido ruminal, de donde se difunden a través de la mucosa del rumen y retículo; el resto se absorbe en el omaso para posteriormente pasar a la circulación sanguínea.

Según sea la dieta, se puede modificar el patrón de fermentación: en dietas basadas en forrajes, predominan el acetato (65%), respecto de propionato (25%) y butirato (10%); en cambio cuando la dieta es alta en granos o concentrados, la proporción será de acetato (45%), propionato (40%) y butirato (15%). Esto último influye en la disminución de la población de microbios celulolíticos, afectando el grado de digestión de la fracción fibrosa del alimento. Los otros carbohidratos que escapan a la fermentación ruminal, pasan al intestino delgado donde ocurre la digestión enzimática (Mosquera, 2014).

2.2.2. Digestión y Metabolismo de Proteínas

La proteína es particularmente vulnerable a la fermentación ruminal. Los microorganismos del rumen son capaces de sintetizar todos los aminoácidos, incluyendo los esenciales para el hospedero. Por lo tanto, los rumiantes son casi totalmente independientes de la calidad de las proteínas ingeridas. Además, los microorganismos pueden utilizar fuentes de nitrógeno no proteico (NNP), como sustrato para la síntesis de aminoácidos. A medida que las proteínas y el NNP entran al rumen, son atacadas por enzimas microbianas, formándose péptidos.

Éstos son degradados a aminoácidos y utilizados para la formación de proteína microbiana, o son degradados todavía más para la producción de energía a través de la vía de los ACV (Lindsay, 1993)

El amoníaco es el principal compuesto nitrogenado que utilizan los microorganismos para la síntesis de aminoácidos y proteínas; para esto se requiere suficiente energía o carbohidratos. El amoníaco en exceso liberado en el rumen, es absorbido por la sangre y es conducido al

hígado en donde se forma urea, la cual se puede reciclar en la saliva o eliminarse a través de la orina. En el rumen, cierta cantidad de proteína del alimento, puede escapar a la digestión ruminal y pasar al intestino sin modificarse; a ésta se le denomina proteína no degradada.

La proteína microbiana, representada por los cuerpos celulares de los microorganismos, junto con las proteínas de la ración que no fueron modificadas por los microorganismos a través del omaso y abomaso, se dirigen hacia el intestino donde son digeridas por acción de varias enzimas. El crecimiento microbiano depende del aporte de nutrientes y de la velocidad a la cual los microorganismos del rumen se recambian. Las proteínas, el nitrógeno no proteico (NNP) y los carbohidratos, son utilizados para la producción ruminal de microbios, AGV, amoníaco, metano y bióxido de carbono.(Nava, 2001)

2.2.3. Digestión y Metabolismo de Lípidos

La mayoría de los ácidos grasos presentes en la dieta de los rumiantes, son insaturados. En el rumen, son hidrolizados por las bacterias produciéndose ácidos grasos libres y glicerol, para luego de la fermentación transformarse en propionato.

Por otro lado, se sabe que los lípidos que se encuentran en el tejido adiposo del animal y en la leche de las especies rumiantes, son saturados sufriendo poca modificación, por cambios en el aporte de lípidos insaturados de la dieta.

Posteriormente, los lípidos microbianos son digeridos y absorbidos en el intestino delgado. Al igual que con las proteínas, algunos lípidos pueden escapar a la digestión microbiana ruminal y llegar intactos al intestino (donde son digeridos). A estos lípidos se les denominan de sobrepaso. Las ventajas que presenta la hidrogenación de ácidos grasos son:

- Aumenta el crecimiento bacteriano.

- Se reduce la producción de metano al haber menor cantidad de hidrógeno.
- Aumenta la energía disponible (Lanuza, 2005).

2.3. SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA

2.3.1. Suplementación Proteínica

Las necesidades proteicas se calculan en forma factorial, considerando mantenimiento, crecimiento, gestación y lactación y se determinan en gramos de proteína metabolizable (PM) o valor proteico de los ingredientes (PDI). En el rumiante, el aporte de PM tiene dos orígenes: la proteína microbiana sintetizada en el rumen y la proteína de origen alimentario (Bach & et al, 2009).

2.3.2. Suplementación Energética

La energía necesaria para mantener el metabolismo y los procesos vitales de las vacas lecheras, representa uno de los mayores costos del sistema lechero. Es necesario considerar un aumento de los requerimientos, por el ejercicio de las vacas que pastorean y según la distancia del sector de pastoreo. Se estima que en praderas de buena calidad, se debe aumentar en 10% el requerimiento de mantención. También hay que tomar en cuenta que, en vacas de primera lactancia con parto a 24 meses de edad, deben ser aumentados los requerimientos de mantención. Asimismo, esto es válido para los requerimientos de proteína y minerales. La razón principal, además de la producción, es permitir un crecimiento normal hasta lograr su tamaño adulto. Además de los requerimientos de mantención, la vaca requiere cubrir las necesidades de energía, según su nivel de producción de leche y contenido graso, estando directamente relacionado con su capacidad de consumo y calidad de la dieta alimenticia. Al inicio de lactancia, regularmente, existe un problema de desbalance energético por el insuficiente consumo que tienen las vacas (Lanuza, 2005).

2.4. INSUMOS UTILIZADOS

2.4.1. Granos Secos de Cervecería

2.4.1.1. Características y valor nutritivo

El afrecho seco de cervecería es un subproducto de la industria cervecera. Se puede usar en forma fresca, seca o ensilado. Se utiliza con excelentes resultados en ganadería de leche. Cuenta con un porcentaje significativo de proteína y es altamente digestible, aporta los aminoácidos esenciales en altas concentraciones. En su forma fresca tiene un elevado contenido de humedad.

La cebada es el principal cereal utilizado en la fabricación de piensos en Europa, principalmente en España, la cantidad total consumida es del orden de 3.5 millones de Tm/año, lo que supone alrededor de un tercio del total de los cereales (Rendon, 1994)

El grano de cebada está compuesto por un 3.5% de germen, un 18% de pericarpio y un 75% de endospermo. El germen es rico en azúcares (sacarosa y rafinosa y fructosanas). El pericarpio está lignificado y es abrasivo debido a la presencia de sílice en la epidermis. La capa de aleurona es rica en fibra, proteína, triglicéridos y azúcares. El procesamiento del grano tiene un efecto pequeño sobre su valor nutritivo.

El contenido de almidón y la proporción de amilosa de la cebada son inferiores a los del maíz y trigo. El grano contiene un 2-3% de azúcares solubles. La presencia de las glumas en el grano implica el contenido elevado en fibra, aunque su grado de lignificación es bajo. La mayor parte de la fibra está constituida por glucógenos y pentosas en proporciones muy variables dependiendo la variedad, zona de procedencia y climatología.

La proporción de proteínas solubles (albuminas y globulinas) en la proteína total son relativamente altas (25%). El grano contiene además un 52% de prolamina y un 25% de gluteína. Tanto la calidad proteica

como la degradabilidad ruminal de la proteína son significativamente mayores con respecto a otros cereales (Bach & et al, 2009).

Cuadro 1. Composición nutricional del afrecho seco de cervecería.

Nutrientes	Contenido (%)
Humedad	8.1
Ceniza	6.4
Proteína Bruta	22,0
Grasa	8.7
Fibra Bruta	14,89

Fuente: Carrión, (2014)

Se denominan subproductos de cervecería a las “Materias primas” que resultan del proceso de la elaboración de la cerveza los mismos que presentan excelentes valores de calidad en proteína y energía, por lo que son empleados en la industria de los alimentos para consumo animal y aún para consumo humano.



Fuente: (Almeida, 2012)

Figura 1. Afrecho seco.

Su contenido de proteína cruda, aminoácidos, fibra, grasa, vitaminas y minerales; permiten emplearlas de acuerdo con los requerimientos nutricionales específicos tanto para monogástricos (Aves, cerdos, caballos y perros), como para poligástricos (ganado de leche y/o carne, ovejas y cabras).

Sus bajos costos y calidad nutricional permite lograr fórmulas económicas para cerdos y vacas lecheras principalmente; al competir

con ingredientes más costosos por punto de proteína como es el caso de las tortas de soya y de algodón (Fernández, 2014)

El afrecho seco es definido por la American Association of Feed Control Officials (AAFCO) como: “El residuo seco extraído de la sola Malta de Cebada o mezclada con otros granos cereales o productos de granos, resultante de la manufactura del mosto o de la cerveza, y que puede contener residuos de lúpulo gastado en una cantidad que no excede el 3%; uniformemente distribuido”.

El Afrecho en su aminograma muestra una composición equilibrada en cuanto a los aminoácidos más limitantes en las especies monogástricas como son: Lisina, metionina, metionina más cistina y triptofano, en relación con otras materias primas que por sus características podrían guardar ciertas semejanzas, como son los subproductos del arroz y del trigo; sin embargo con relación al contenido mineral el Afrecho contiene niveles invertidos en la relación Calcio y fósforo y bajos niveles de potasio (Polan, 2003)

Es importante destacar que las propiedades nutricionales del Afrecho se concentran en la particularidad proteica, la cual hace de éste subproducto sea un elemento altamente benéfico para la alimentación de rumiantes.

La fracción proteica o proteína verdadera de un concentrado y/o materia prima, es activada en principio por los microorganismos del rumen, sufriendo una degradación en aminoácidos y péptidos y quedando una fracción de proteína llamada degradación lenta o sobrepasante, la cual continua su paso hacia el intestino delgado y allí es degradada por acción de las enzimas del animal como lo haría un monogástrico para asimilarla. No toda la fracción no degradable de la proteína es digerida en el intestino delgado; cierta porción no es degradada por el animal, y ésta varía de un ingrediente a otro, sin embargo esto se presenta en mayor proporción en ingredientes que

han sido sometidos al calor durante su proceso de extracción o cuando se tienen productos químicos en su composición.

En los vegetales la solubilidad de la proteína es muy variable; el maíz, que tiene un elevado contenido de Zeína soluble, se desdobra sólo en un 40%, la Torta o Harina de Soya es el ejemplo típico de proteína de un ingrediente que tiene fracción degradable 60%, y un 30 a 40% se escapa a la degradación del rumen y pasa intacta al intestino delgado, la harina de sangre, de gluten de maíz, la de carne, los Granos de destilería, la alfalfa deshidratada y el Afrecho Seco de Cervecería, son ejemplos de proteína sobrepasante o "bypass".

2.4.1.2. Usos y aplicaciones

Los subproductos de cervecería pueden clasificarse para su empleo de acuerdo con el contenido de proteína o de fibra, conceptos de gran importancia económica y nutricional en el desarrollo de una formulación.

Los subproductos de la industria cervecera han sido intensamente estudiados y usados en la alimentación de las diferentes especies animales en Estados Unidos y muchos otros países y fue la Asociación de Cerveceros de Norteamérica los que desde el año de 1968, impulsó programas de investigación y desarrollo del uso de éstos subproductos en la formulación de raciones alimenticias para las distintas especies animales. La experiencia Americana ha sido aprovechada en Colombia para la elaboración de dietas completas para Aves, Cerdos y además suplementos alimenticios de mucho éxito en Ganado bovino

En ganadería tanto de leche como de carne, el afrecho de cervecería se puede utilizar como único suplemento.

El bagazo de cerveza es un subproducto rico en también en fibra, con un contenido es FND del 53,2% y en FAD del 27%, aunque se trata de un fibra muy poco efectiva (18%). El contenido en lignina es de un 5% y

el de cenizas de un 3,9%. En el residuo mineral destacan fósforo, calcio y magnesio (Calsamiglia A, 2016).

2.4.2. Soya (*Glycine max*)

El uso de la soya (*Glycine max*) en la alimentación animal abrió un amplio panorama a la industria de concentrados, al permitir la formulación de dietas con una excelente concentración y disponibilidad de energía, aminoácidos y ácidos grasos esenciales. Por su alto contenido de grasas (18 a 20%) y proteínas (37 a 38%), el frijol soya se presenta como una valiosa materia prima para su utilización en la industria destacándose la extracción de aceites y la formulación de alimentos balanceados para animales. Con este recurso es posible satisfacer las necesidades nutricionales de las líneas modernas de aves y cerdos, que exigen raciones de alta calidad nutricional y sanitaria, así como de una elevada densidad energética y proteica (Garzon, 2010).

2.4.2.1. Características nutricionales

La semilla de soya se compone de proteínas, lípidos, hidratos de carbono y minerales; siendo las proteínas y los lípidos las partes principales, constituyendo aproximadamente un 60 % de la semilla. Las proteínas tienen un alto contenido del aminoácido Lisina comparado con otros cereales.

Se considera que la semilla de soya limpia y seca con un 12 % de humedad puede ser almacenada hasta por 2 años sin pérdida alguna de su calidad. La utilización de la soya como alimento tanto para aves como para cerdos se amplió cuando se observó que mediante el calor seco (tostado), o el calor húmedo (cocido), se inactivaban los factores antinutricionales contenidos en la semilla, mejorándose así la eficiencia nutritiva de los monogástricos alimentados con esta leguminosa.

Otra forma de la utilización de la soya como fuente de proteína en la alimentación de animales es la extrusión que consiste en mezclar harina de soya, concentrados o proteínas aisladas con agua, alimentando un aparato extrusor para cocción, con calentamiento bajo presión lo que permite su extracción. La masa calentada y comprimida se expande al extruirla y el resultado es una masa esponjosa que después de hidratarse presenta una textura elástica y masticable.

Actualmente la soya está considerada como la fuente proteica de mejor elección para la alimentación de cerdos y aves en crecimiento y finalización por su alto contenido proteico (37.5%), alta digestibilidad (82%), buen balance de aminoácidos, calidad consistente y bajos costos comparada con otras fuentes proteicas (Garzon, 2010).

2.4.3. Maíz

El grano de maíz (*Zea mays*) es uno de los principales ingredientes de los piensos compuestos en España (del orden de 4 mil. Tm/año), siendo particularmente apreciado por su alto valor energético, palatabilidad, escasa variabilidad de su composición química y bajo contenido en factores anti nutritivos. Existen diferentes tipos de grano: dentado, flint (duro), harinoso, dulce, pop y ornamental (pod), de los cuales el más utilizado en alimentación animal es el primero.

Se han seleccionado además líneas de alto contenido en grasa (10%), en azúcar (10%, maíz dulce), en amilosa (80%, amilomaíz), en proteína (26%), o en lisina y triptófano (opaco-2), pero su uso comercial está limitado por su baja productividad.

Los datos analíticos de la tabla adjunta corresponden a maíz dentado de origen nacional. El maíz de origen USA tiende a tener un valor nutritivo ligeramente inferior, en parte por el deterioro (oxidación de grasa, vitaminas y xantofilas, rotura de granos) que sufre durante los procesos de almacenamiento y transporte.

Los granos de maíz contienen como media un 83% en peso de endospermo, un 11% de germen y un 6% de pericarpio. Alrededor del 50% del endospermo es de tipo córneo (más denso y con mayor contenido en proteína que el endospermo harinoso). La proporción de endospermo córneo es superior en granos de tipo duro y pop. La elevada proporción de endospermo córneo es la causa principal por la que el maíz resulta poco fermentable por los microorganismos del rumen.

El maíz es el grano de cereal de mayor valor energético, debido a su alto contenido en almidón y grasa, y su bajo nivel de fibra. La proporción media de amilosa y amilopectina es 25:75 pero en variedades de tipo céreo la proporción de amilopectina alcanza casi el 100%, mientras que en las de tipo amilomaíz o en el cultivar opaco-2 se reduce hasta el 20%.

La fracción fibrosa (8% FND) está concentrada en el salvado (82-92%) e incluye principalmente celulosa y pentosanas. Su grado de lignificación es muy bajo.

Como consecuencia, el coeficiente de digestibilidad de la fibra es superior al de otros cereales (cebada, trigo), especialmente en monogástricos. El maíz tiene un contenido apreciable de grasa, siendo una buena fuente de ácido linoleico (1,8%). Por ello, tiene interés en dietas para avicultura pobres en grasa. Sin embargo, su uso debe limitarse en animales en cebo para evitar la producción de canales con grasa blanda.(FEDNA, 2010)

2.4.4. Caña

La caña de azúcar posiblemente es la gramínea de mayor rendimiento en biomasa por unidad de área (397 t/ha de materia seca) y de tiempo, la capacidad de la caña de azúcar de mantener su digestibilidad con la madurez le proporciona una ventaja importante como alimento para los

bovinos, especialmente durante la época seca cuando todas las otras gramíneas son poco disponibles y de baja calidad. Plantas como la caña de azúcar, el pasto elefante y el pasto King grass son muy eficientes en la capacidad de captar energía solar y casi con la misma productividad en tn/ha/año, pero su crecimiento es diferente.

2.4.4.1. Características nutricionales

A medida que llega a su desarrollo, se acumula mayor cantidad de sacarosa en el tallo y su valor nutritivo se conserva por meses después de alcanzar su madurez, siempre y cuando factores climáticos, especialmente heladas, no alteren su estructura.

Según su empleo, el desempeño productivo puede ir desde mantenimiento hasta la obtención de buenas ganancias de peso y aceptables producciones individuales en leche. La digestibilidad promedio de la materia seca es del 60% aunque el contenido de proteína cruda es bajo (2 al 4% sobre la base seca) cuando se la compara con otras forrajeras, es por ello un forraje que necesita ser complementado con otros. La caña empleada como único alimento presenta deficiencias (elevado tenor de azúcar, bajo de proteína, etc.) que deben ser corregidas para evitar el riesgo de disturbios metabólicos que pueden afectar el desempeño productivo (Arana, Ramos, & Mendoza, 2000).

Cuadro 2. Valor nutricional de la caña de azúcar.

MS%	26,2 – 28,7
Proteína%	2,6 – 4,7
Fibra%	36,1 – 48,1
Digestibilidad%	50 – 60.

Fuente: Rodríguez, (1998)

2.5. TRABAJOS RELACIONADOS

Herrera y Jordan (2010), informaron acerca de las características, composición y uso de los granos secos de destilería con solubles (DDGS) y su utilización para la producción de leche vacuna. Varios obstáculos se deben solucionar para expandir los mercados de granos secos de destilería con solubles (DDGS). Es fundamental que los productores de maíz, la industria del etanol, la ganadera, la avícola y la industria de alimentos balanceados trabajen conjuntamente para resolver cuestiones relacionadas con la variabilidad del producto, la ausencia de métodos estandarizados de muestreo, la transportación y el conocimiento de las ventajas y limitaciones de los DDGS. Los granos de destilería que se utilizan en la alimentación de las vacas lecheras son una buena fuente de proteína, grasa, fósforo y energía.

Yépez y Pérez (2011), evaluaron la “Suplementación con yuca y follaje de yuca (*Manihot esculenta*) en ganado doble propósito en época de verano” donde apreciaron, un incremento en la producción de leche de hasta un 39,1% con respecto al grupo testigo, sin apreciar diferencia estadística en la cuantificación de grasa, proteína y sólidos totales, con un marcado sustento en la condición corporal en relación a los individuos no suplementados.

Moncayo (2017), evaluó la utilización de raciones suplementarias elaboradas a base de follaje de yuca con cuatro raciones con diferentes niveles de inclusión de follaje de yuca. Los resultados demuestran que la inclusión de diferentes niveles de follaje de yuca, mejoró el contenido proteico de las raciones experimentales, pasando de 14,61 en el grupo testigo hasta 15,04% para el T2; así mismo se evidenció mayor consumo de alimento en el tratamiento tres y cuatro (20 y 30% de follaje de yuca) lo que generó un incremento de la producción de leche de 2,9 l/vaca/día en el tratamiento tres; el peso de los individuos no presentó variaciones significativas al final del experimento.

Así mismo las características organolépticas y la cuantificación de la proteína en la leche, no se vieron comprometidas; sin embargo el contenido de grasa evidencio una disminución progresiva, siendo más bajo en el tratamiento cuatro (30% FY).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1. Materiales de Campo

- 4 vacas en producción
- Ordeñadora mecánica
- Picadora
- Balanza
- Afrecho seco de cervecería
- Soya
- Maíz
- Caña
- Overol
- Botas
- Sales minerales
- Cinta bovino métrica
- Utensilios de ordeño
- Saquillos
- Palas
- Cámara fotográfica

3.1.2. Materiales de Oficina

- Computadora
- Impresora
- Material de escritorio

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Ubicación

La presente investigación se ejecutó en la finca “Punzara” de la Universidad Nacional de Loja, ubicada al sur occidente de la ciudad de Loja, a una altitud de 2150 msnm, temperatura promedio de 16,5°C; precipitación anual de 750 mm, humedad relativa de 75% y formación ecológica: bosque seco Montano Bajo (bs – MB).

3.2.2. Descripción e Identificación de las Unidades Experimentales

Se utilizaron 4 vacas mestizas Holstein con un peso promedio de 500 kg y una producción de 8 l/d. Cada animal constituyó una unidad experimental.

3.2.3. Elaboración de las Raciones Suplementarias

Se elaboraron cuatro raciones isoproteínicas (14%), con diferentes niveles de inclusión de granos secos de cervecería. Para la formulación se aplicó el método del Tanteo, las mismas que se detallan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Raciones con diferentes niveles de granos secos de cervecería (GSC).

Insumos	Ración 1	Ración 2	Ración 3	Ración 4
Caña picada	50,0	50,0	50,0	50,0
Maíz molido	25,0	20,0	15,5	11,5
Harina de soya	24,5	19,5	14,0	8,0
GSC	0,0	10,0	20,0	30,0
Sales minerales	0,5	0,5	0,5	0,5

3.2.4. Descripción de los Tratamientos

Se evaluaron cuatro raciones experimentales, de la siguiente manera:

3.2.4.1. Tratamiento uno

Consistió en el suministro de 2 kg de la ración suplementaria uno, sin granos secos de cervecería, que sirvió como testigo.

3.2.4.2. Tratamiento dos

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

3.2.4.3. Tratamiento tres

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

3.2.4.4. Tratamiento cuatro

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

3.2.5. Diseño Experimental

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

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

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

El modelo matemático fue el siguiente:

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

Donde:

μ = Media General

β_j = Efecto proveniente de las filas

ζ = Efecto proveniente de las columnas

τ_i = Efecto proveniente de los tratamientos

ϵ_{ij} = Error experimental

Cuadro 4. Esquema del experimento

Periodos	Raciones				Duración (días)		Unidades Experim.
					Adaptación	Toma de Datos	
1	A	B	C	D	7	5	4
2	B	C	D	A	7	5	4
3	C	D	A	B	7	5	4
4	D	A	B	C	7	5	4

3.2.6. Variables en Estudio

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

3.2.7. Toma y Registro de Datos

3.2.7.1. Consumo de alimento

Se pesó y registró diariamente la cantidad de suplemento suministrado y para determinar el consumo real se restó el alimento sobrante o desperdiciado, aplicando la siguiente fórmula:

$$Ca = AS - AR$$

Donde:

Ca = Consumo animal

AS = Alimento suministrado

AR = Alimento residuo

3.2.7.2. Producción de leche

Se registró diariamente la producción de leche de cada animal durante cinco días

3.2.7.3. Calidad de la leche.

Organolépticamente el sabor de la leche para detectar posibles alteraciones debidas al consumo de granos secos de cervecería.

3.2.7.4. Cambio de peso

Se tomó el peso con una cinta bovinométrica al inicio y final de cada periodo experimental. Para calcular el cambio de peso se utilizó la siguiente fórmula:

$$\Delta P = P_F - P_I$$

3.2.7.5. Análisis económico rentabilidad

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

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

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

3.2.8. Análisis Estadístico

Se realizó el análisis de varianza (ADEVA) de cada una de las variables en estudio y en los casos necesarios, se aplicó la prueba de Tukey.

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

4. RESULTADOS

4.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA

Se realizó el análisis bromatológico de las raciones experimentales. Los resultados se detallan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Composición química de las raciones experimentales en base a materia seca (%).

Muestra	Materia Seca	Cenizas	Extracto Etéreo	Proteína cruda	Fibra cruda	ELN
Ración 1 (0% GSC)	45,89	3,97	2,11	18,04	23,49	52,39
Ración 2 (10% GSC)	48,34	3,81	2,12	18,04	23,94	52,10
Ración 3 (20% GSC)	46,92	3,09	2,11	16,16	24,63	54,00
Ración 4 (30% GSC)	44,02	3,15	1,64	12,69	25,39	57,14

El contenido de materia seca presentó variaciones que van del 44,02% en la ración cuatro al 48,34% en la ración dos; el contenido de proteína cruda estuvo por el orden del 12,69% para ración cuatro y 18,04% para la ración uno y dos; mientras que los valores de fibra cruda son muy parejos y oscilaron entre el 23,49% y 25,39% en las raciones uno y cuatro respectivamente.

4.1.1. Consumo de Alimento

El consumo del pasto (*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 resumen en el cuadro 6 y figura 2.

Cuadro 6. Consumo de alimento en vacas Holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias (kg)

Nº. de animales	Tratamientos			
	T 1 (testigo)	T2 (10% GSC)	T3 (20% GSC)	T4 (30% GSC)
1	14,70	14,73	14,76	14,82
2	14,49	14,55	14,55	14,58
3	14,67	14,70	14,73	14,82
4	13,05	13,08	13,20	13,26
Total	56,91	57,06	57,24	57,48
Promedio	14,23	14,26	14,31	14,37

El consumo de alimento fue estadísticamente superior ($p=0,0008$) en el tratamiento cuatro correspondiente a la ración con el 30% de GSC, con 14,37 kg/día; mientras que el grupo testigo presentó menor consumo con 14,23 kg por día.

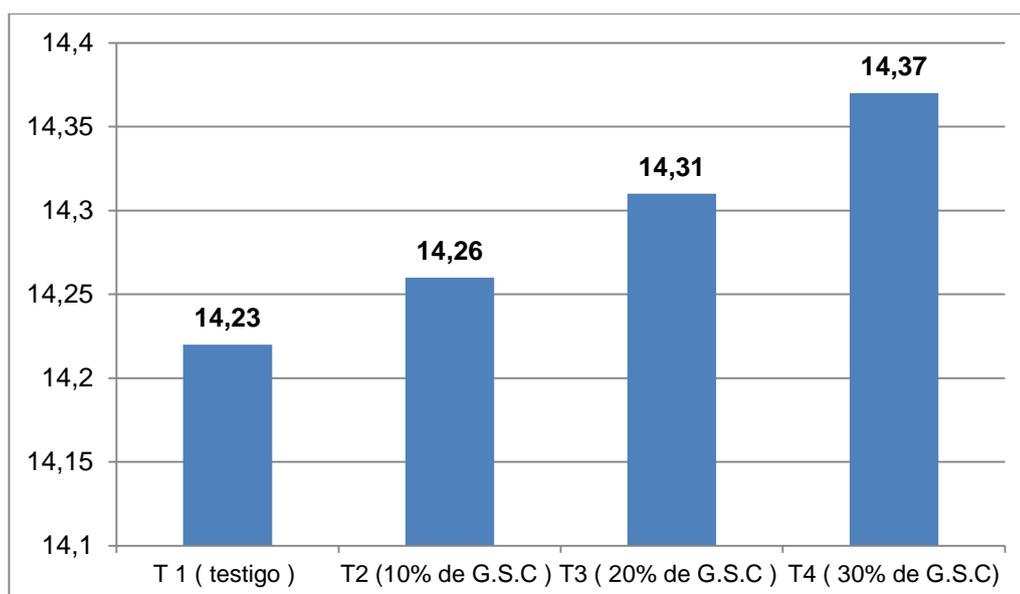


Figura 2. Consumo de alimento (MS) en vacas Holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias (kg).

4.1.2. Producción de Leche

Se registró la producción de leche en cada animal durante los 5 días del tiempo de experimento, se calcularon los promedios diarios de producción de leche, cuyos resultados se muestran en el cuadro 7 y figura 3.

Cuadro 7. Producción de leche en vacas Holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias (l/vaca/día)

N de animales	Tratamientos			
	T1 (testigo)	T2 (10% GSC)	T3 (20% GSC)	T4 (30% GSC)
1	8,0	8,0	8,6	7,7
2	6,8	7,0	6,6	7,0
3	10,6	10,0	10,0	8,4
4	10,0	9,2	8,2	7,6
Total	35,4	34,2	33,4	30,7
Promedio	8,85	8,55	8,35	7,68

No se detectó diferencia estadística en la producción de leche con un promedio de 8,85 l/vaca/día ($p \leq 0,1280$), siendo el valor menor con 7,68 l/vaca/día en el T4 y, el valor mayor de 8,85 l/vaca/día en el T1; evidenciando una diferencia matemática de 1,17 litros entre los dos grupos experimentales.

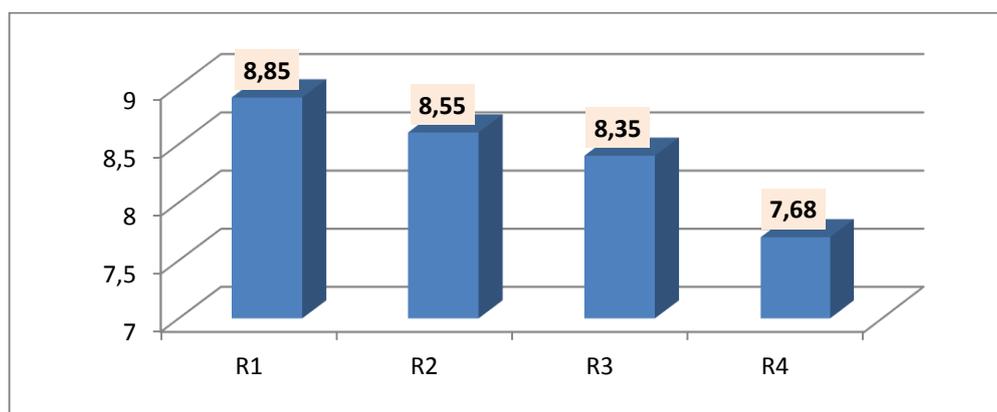


Figura 3. Producción de leche en vacas Holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias (l/vaca/día).

4.1.3. Calidad de la leche

4.1.3.1. Características Organolépticas

Durante los 5 días de cada periodo experimental se controló las características organolépticas de la leche como: color, olor y sabor; las

mismas que no se vieron afectadas por el consumo de las raciones experimentales.

4.1.3.2. Composición Química

a. Contenido de grasa

El contenido de grasa, no se vio afectado por el suministro de las raciones experimentales. Los resultados se muestran en el cuadro 8.

Cuadro 8. Contenido de grasa en leche de vacas Holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias (%).

N de animales	Tratamientos			
	T1 (testigo)	T2 (10% GSC)	T3 (20% GSC)	T4 (30% GSC)
1	3,1	3,8	3,4	3,0
2	2,9	4,1	3,6	3,0
3	2,7	2,5	2,5	3,5
4	3,6	2,9	1,8	3,8
Total	12	13	11	14
promedio	3,08	3,33	2,83	3,33

El contenido de grasa de los cuatro tratamientos no presenta diferencia estadística con un promedio de 3,14 %, valores considerados normales para la leche de vacas Holstein mestizas cuyos porcentajes de grasa oscilan entre 2,8 y 3,4 %.

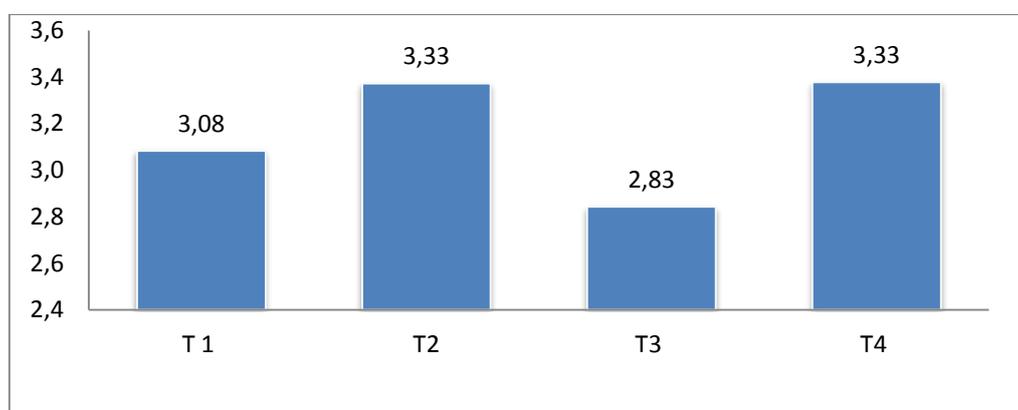


Figura 4. Contenido de grasa de la leche en vacas Holstein mestizas con cuatro raciones suplementarias a base de G.S.C

b. Contenido de proteína

No se presentó diferencia estadística en el contenido de proteína de la leche, con valores medios cercanos al 3%; que resultan inferiores a los reportados por la literatura y que pueden deberse a errores de muestreo y análisis.

Cuadro 9. Contenido de proteína de la leche en vacas Holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias a base de GSC (%).

N de animales	Tratamientos			
	T1 (testigo)	T2 (10% de G.S.C)	T3 (20% de G.S.C)	T4 (30% de G.S.C)
1	3,1	2,9	2,7	3,4
2	3,0	3,1	2,9	2,8
3	3,2	3,0	3,0	3,0
4	3,3	3,1	3,0	2,9
Total	12,6	12,1	11,6	12,1
Promedio	3,15	3,03	2,90	3,03

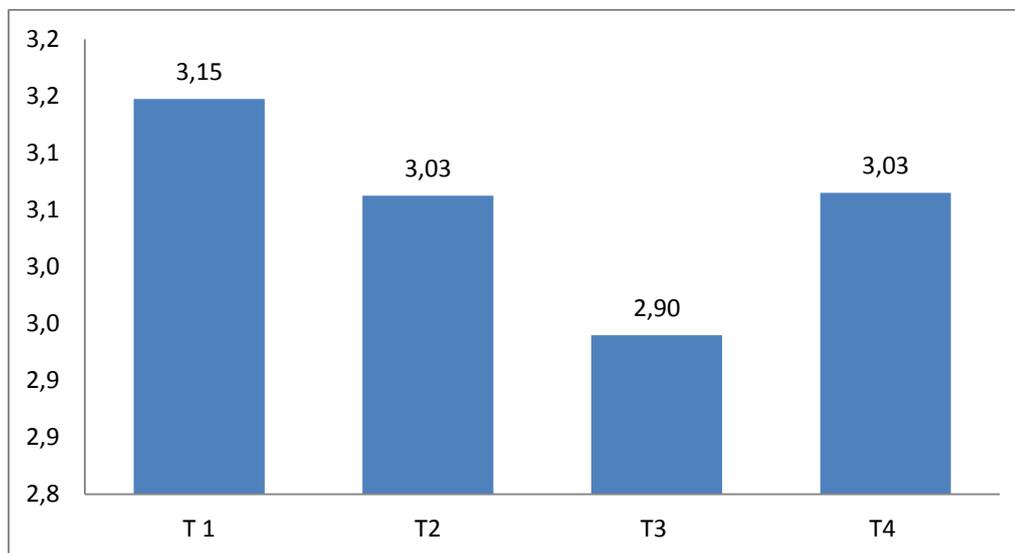


Figura 5. Contenido de proteína de la leche en vacas Holstein mestizas en pastoreo, con cuatro raciones suplementarias a base de GSC.

4.1.4. Cambio de Peso

Se registró el peso al inicio y final de cada periodo experimental a la misma hora y con los animales en ayunas, los resultados se presentan en el cuadro 10

Cuadro 10. Ganancia de peso en vacas Holstein alimentadas con raciones suplementarias a base de G.S.C (g/d).

N° animales	R1	R2	R3	R4
1	310	300	300	280
2	300	285	280	280
3	300	320	280	280
4	320	300	300	300
Promedio	307,5	301,3	290,0	285,0

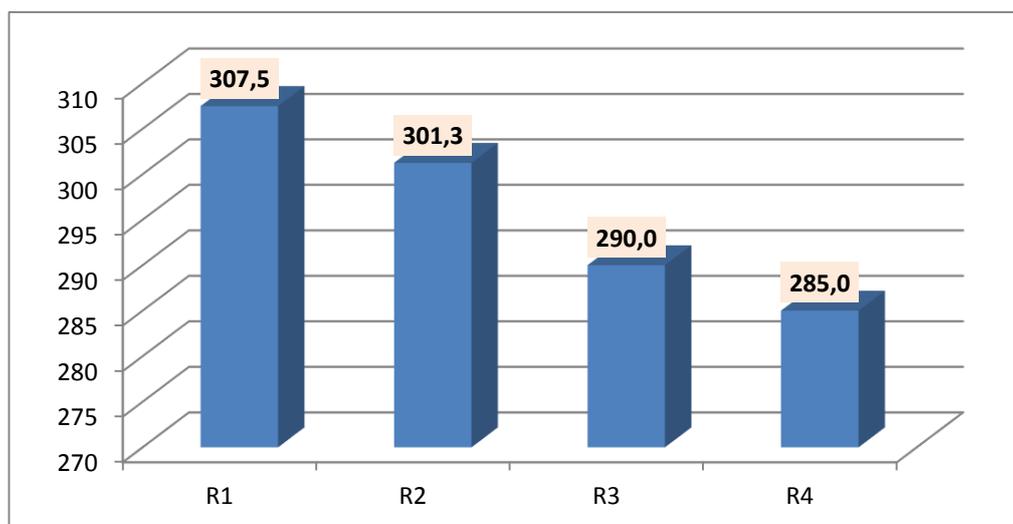


Figura 6. Ganancia de peso en vacas Holstein mestizas en pastoreo, con cuatro raciones suplementarias.

4.1.5. Análisis económico

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

4.1.6. Costos de Producción

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

4.1.6.1. Alimentación

a. Forraje

Para estimar el costo del forraje, se consideró el valor de arrendamiento de un potrero (1 ha) a razón de \$100 durante los 60 días que duró el experimento, que dividido para las cuatro unidades experimentales y cuatro periodos de evaluación, generó un costo de \$6,25 por animal.

b. Ración experimental

Se consideró el precio del kilogramo de cada ración y la cantidad consumida por animal de cada tratamiento.

Cuadro 11. Costo de las raciones experimentales.

Tratamientos	Precio /kg(\$)	Consumo (Kg)	N° de días	Subtotal (\$)
T1(Testigo)	0,27	2	5	2,7
T2(10% GSC)	0,23	2	5	2,3
T3(20% GSC)	0,20	2	5	2,0
T4(30% GSC)	0,17	2	5	1,7

4.1.6.2. Sanidad

Se realizó la desparasitación y vitaminización de los animales, para lo cual se utilizaron los siguientes productos: albendazol, amitraz y vitaminas AD₃E lo que generó un costo total de \$4,4 es decir, \$1,11 por animal. Hay que considerar que este valor fue estimado del costo anual que se produce por sanidad-animal.

4.1.6.3. Mano de obra

Se consideró que para las labores de: limpieza de comederos, preparación de las raciones experimentales, suministro del alimento, manejo de los animales y ordeño; se requirió media hora diaria de trabajo por animal. El costo de un jornal es de \$15 dólares el día de 8 horas, es decir \$1,87 y la media hora cuesta 0,935 dólares que multiplicado por 5 días que duró cada periodo, generó un costo total de \$ 4,70 por animal.

4.1.7. Ingresos

4.1.7.1. Venta de leche

Se consideró el precio de venta de la leche a razón de \$0,50/l y la cantidad producida en cada periodo de evaluación (cinco días). Los resultados se detallan en el cuadro 12.

Cuadro 12. Ingresos por venta de leche

Tratamientos	Producción de leche (l)	Precio/litro (\$)	Subtotal (\$)
T1 (Testigo)	35,4	0,50	17,7
T2 (10%)	34,2	0,50	17,1
T3 (20%)	33,4	0,50	16,7
T4 (30%)	30,7	0,50	15,35

Una vez estimados los costos y los ingresos de cada tratamiento se procedió a calcular la rentabilidad y la relación beneficio/costo de cada tratamiento. Los resultados se detallan en el cuadro 12 y figura 7.

Cuadro 13. Costos, ingresos, rentabilidad y relación beneficio/costo en los cuatro grupos experimentales

Rubros	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
A. Costos				
Arriendo potrero	6,25	6,25	6,25	6,25
Ración experimental	2,7	2,3	2,0	1,7
Sanidad	1,11	1,11	1,11	1,11
Mano de obra	4,7	4,7	4,7	4,7
Costo total	14,76	14,36	14,06	13,76
B. Ingresos				
Ingreso total	17,70	17,1	16,70	13,76
Ingreso neto	2,94	2,74	2,64	1,59
C. Rentabilidad %	19,92%	19,08%	18,78%	11,56%
Relación B/C	1,20	1,19	1,19	1,12

La rentabilidad alcanzada con la inclusión del 10 y 20% de GSC no difirió mayormente del grupo testigo con valores cercanos al 19 %; lo que significa, que por cada \$100 de inversión se gana 19 dólares; mientras que el tratamiento cuatro obtuvo la menor rentabilidad con el 11,56 %. En todos los tratamientos, la relación beneficio/costo fue superior a uno.

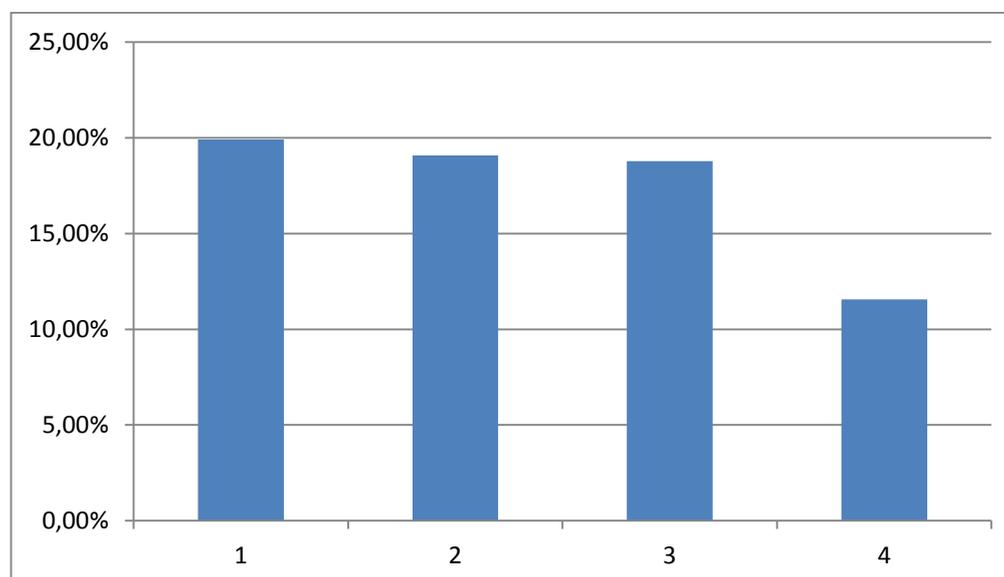


Figura 7. Rentabilidad obtenida con la inclusión de GSC en raciones suplementarias para vacas Holstein mestizas en pastoreo (%)

5. DISCUSIÓN

5.1. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA

Las raciones elaboradas con caña picada, maíz, soya, sales minerales y diferentes niveles de inclusión de GSC (10, 20 y 30%), presentaron variación en el contenido de materia seca que va de 44,02% al 48,34%; valores inferiores a los reportados por Moncayo (2017), que estuvieron por el orden del 56,21%

El contenido de proteína varió de 12,69% a 18,04%; lo que según Hutjens (2003), puede deberse a que el balanceo de raciones a mano se vuelve un esfuerzo laborioso porque al cambiar un ingrediente alimenticio cambia el balance y la cantidad de otros nutrientes y se requiere cuidado para evitar errores de mezclado. Resultados similares fueron comunicados por Moncayo (2017) en raciones con follaje de yuca con valores de 13,4% y 15,0%; mientras que Criollo (2017), en raciones con diferentes niveles de inclusión de palmiste alcanzó valores entre 16,65% y 22,86% de proteína cruda.

La fibra cruda presentó poca variación con un rango de 23,49% a 25,39%; a diferencia de Moncayo (2017) y Criollo (2017) que obtuvieron valores entre 12,4% y 24,1%; y 9,66% y 18,48% respectivamente.

5.2. CONSUMO DE ALIMENTO

El consumo de alimento no presentó variación en los cuatro tratamientos, con un valor medio de 14,29 kg/día. Estos resultados son inferiores a los 19,3 kg/día reportados por Balocchiet *al.* (2002), en vacas lecheras en pastoreo con *Pennisetum clandestinum*, suplementadas con granos y pulpa seca de remolacha. También son inferiores a los 18,3kg/día obtenidos por Correa *et al.* (2009), en vacas

Holstein en pastoreo con *Pennisetum clandestinum* el trópico alto de Antioquia.

El bajo consumo de materia seca registrado en esta investigación, podría estar relacionado por la baja calidad del pasto, que por su alto contenido de fibra, hace que el tiempo de permanencia en el rumen sea mayor, lo que limita el consumo diario.

5.3. PRODUCCIÓN DE LECHE

La producción de leche presentó variaciones en relación con el contenido de proteína cruda de las raciones, así el T1(18,04% de PC) alcanzó la mayor producción con 8,85 l/vaca/día; mientras que el T4 (12,69% de PC) disminuyó a 7,68 l/vaca/día. Estos resultados son similares a los reportado por Criollo (2017); pero superiores a los obtenidos por Carrión (2014) con raciones de 15, 16, 17 y 18% de proteína cruda, con producciones de 5,33 a 6,13 l/día. Al respecto varios autores (Shimada, 2007), (FEDNA, 2009), (Calsamiglia, 2011) señalan que las vacas en producción requieren cantidades adecuadas de nutrientes para mantenimiento y producción. Según el (NRC, 2007), los requerimientos para vacas de mediana producción, está por el orden de 35 Mcal/día y 14% de proteína cruda respectivamente.

5.4. CALIDAD DE LA LECHE

Las características organolépticas: color, olor y sabor no fueron afectados por la inclusión de GSC en los distintos tratamientos. En cuanto al contenido de grasa no se presentó diferencia estadísticas entre los tratamientos, con valores entre 3,1% a 3,4% que se corresponden con los valores citados por la literatura para la raza Holstein. Así mismo, el contenido de proteína no presentó variación; aunque los valores (2,9 a 3,1%) pueden ser considerados bajos. Similar comportamiento en el contenido de grasa y proteína fueron reportados por Delaby et al. (2003), en vacas Holstein con diferentes raciones a base de salvado de trigo en el que no se obtuvo diferencias

en la producción de leche, contenido proteico ni grasa; sin embargo el mismo autor manifiesta que el aporte de concentrado en base a pulpas y afrecho de trigo y cascarilla de soya (87% de paredes vegetales lentamente fermentables) eleva el contenido de grasa en 1 g/kg, pero no modifica la producción ni el contenido de proteína láctea. No obstante, advierten que con inclusiones mayores de concentrado (sobre 8 hasta 10 kg MS de concentrado) el efecto más frecuente reportado en la literatura es una disminución en el contenido graso, debido al incremento en el contenido de almidón de rápida fermentación y un aumento en el contenido de proteína láctea.

5.5. CAMBIO DE PESO

No se detectó diferencias estadísticas en el incremento de peso en las vacas alimentadas con las raciones experimentales; con una ganancia media diaria de 296 g; lo que podría explicarse por el hecho de que los animales al encontrarse en el segundo tercio del periodo de lactancia han superado el balance energético negativo que se presenta en el primer tercio, donde puede haber pérdida de condición corporal debido a la movilización de reservas para satisfacer las necesidades de mantenimiento y producción. Estos resultados son ligeramente superiores a los repostados por Moncayo (2017) y (Criollo, 2017) cuyos promedios fueron 229 g/día y 275 g/día respectivamente; pero son inferiores a los obtenidos por (Carrion, 2014) que estuvieron por el orden de los 700 g/día.

5.6. RENTABILIDAD

La mayor rentabilidad se logró con 0% de GSC con un 20%, ligeramente superior a los tratamientos con 10 y 20% de Granos Secos de Cervecería que obtuvieron una rentabilidad de 19%, que en términos generales se considera buena; mientras que el tratamiento cuatro presentó la menor rentabilidad con 11,5 %; diferencias que se explica por la mayor producción de leche, resultado de la mejor calidad

de las raciones. Resultados similares fueron obtenidos por Criollo (2017) con raciones con palmiste; mientras que Moncayo (2017) reportó 42,72% y 34,95%, lo que se explica porque los costos de las raciones son menores por inclusión de follaje de yuca.

6. CONCLUSIONES

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

- Las raciones elaboradas con diferentes niveles de inclusión de GSC, presentaron un apreciable valor nutritivo; por lo que pueden constituir una alternativa para la suplementación de vacas lecheras en pastoreo dependiendo del costo.
- La producción de leche presentó una respuesta directamente proporcional al contenido de proteína de las raciones, con valores medios de 7,7 a 8,9 l/vaca/día.
- Las características organolépticas de la leche: color, olor y sabor no se vieron afectadas por el suministro de las raciones suplementarias.
- El contenido de proteína y grasa de la leche no presentó diferencia entre las raciones, con valores cercanos a los reportados por la literatura, para esta raza.
- La rentabilidad alcanzada con la inclusión del 10 y 20% de GSC no difirió mayormente del grupo testigo con valores cercanos al 19%; mientras que el tratamiento cuatro obtuvo la menor rentabilidad con el 11,56%. En todos los tratamientos, la relación beneficio/costo fue superior a uno.

7. RECOMENDACIONES

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

- Utilizar raciones suplementarias elaboradas con GSC en la alimentación de vacas lecheras en pastoreo, para complementar las deficiencias de nutrientes del pasto y mejorar los indicadores productivos y económicos.
- Desarrollar nuevos trabajos de investigación, orientados a profundizar el estudio sobre la valoración nutritiva de los granos secos de cervecería de la formulación y uso de raciones con mayores niveles de inclusión.
- Difundir los resultados a los productores de la zona para propiciar su aplicación en las ganaderías de la provincia de Loja y de ésta manera contribuir a mejorar los niveles de producción y productividad de ésta importante actividad pecuaria.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, M. (2012).** *anunico.ec*. Obtenido de Venta de afrecho de cerveza para consumo animal: http://www.anunico.ec/anuncio-de/alimentos_bebidas/venta_de_afrecho_de_cerveza_para_consumo_animal-2219868.html
- Arana, E., Ramos, J., & Mendoza, G. (2000).** *Caña de azúcar en la alimentación de bovino*. Mexico.
- Bach, C., & et al. (2009).** *Necesidades nutricionales para rumiantes de leche*. España.
- Balocchi, O. R. (2002).** *Comportamiento de vacas lecheras en pastoreo con y sin suplementación con concentrado*. *Agric. Téc.* 62:87-98.
- Blas, C. (1987).** *Nutrición y alimentación de ganado*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Calsamiglia. (2000).** *Nuevos Avances en manejo y alimentación de la vaca durante el parto*. XVI Curso de especialización FEDNA. Madrid.
- Calsamiglia A. (2016).** *Tablas FEDNA de valor nutritivo de forrajes y subproductos fibrosos húmedos*. Obtenido de <http://www.fundacionfedna.org/sites/default/files/TABLAS-WEB-FORRAJES-SUBPHUMEDOS.pdf>
- Calsamiglia, S. (2011).** *Nutrición animal*. Mexico.
- Carrion. (2014).** *Evaluación de tres niveles de afrecho seco de cervecería más maíz en la alimentación de vacas mestizas de leche en el Cantón Ponce Enriquez provincia del Azuay*. Azuay, Azuay, Ecuador.
- Correa, P. M. (2009).** *Estimación del consumo de materia seca en vacas Holstein bajo pastoreo en el trópico alto de Antioquia*. Colombia.

- Criollo. (2017).** Evaluación del efecto de cuatro niveles de inclusión de palmiste en raciones para vacas en producción en la finca punzara de la UNL. Loja, Ecuador.
- Cruz, A., & Nava, C. (12 de Marzo de 2017).** *Producción animal*. Obtenido de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/79-introduccion_a_la_digestion_ruminal.pdf
- DELABY, P. J. (2003).** Faut-il compléter les vaches laitières au pâturage.
- FEDNA. (2009).** Necesidades Nutricionales para bovinos de leche.
- FEDNA. (2010).** *El grano de maíz (Zea mays)*. Obtenido de http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/ma%C3%ADz-nacional
- Fernández, A. (2014).** *Producción animal*. Obtenido de Transformación de subproductos y residuos de agroindustria de cultivos templados, subtropicales y tropicales en carne y leche bovina. : http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/120-Transformacion_de_subproductos.pdf
- Gallardo. (2002).** *Guía práctica para la suplementación con concentrados* (clásicos y subproductos). Argentina : https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/agronomia/subproductos_suplementacion.pdf .
- Garzon, V. (2010).** *La soya como fuente de proteína en la alimentación animal*. Obtenido de <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/520/1/T-UTEQ-0067.pdf>
- Guía práctica para la suplementación con concentrados** (clásicos y subproductos 7. (s.f.).
- Guilcamaigua, M. (Junio de 2014).** *dspace.esPOCH.edu.ec*. Obtenido de Efecto de aceite esencial de orégano más cobalto en el rendimiento productivo en vacas Holstein Mestizas.:

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3787/1/17T1246%20GUILCAMAIGUA%20CONDOR%20MARTHA%20LILIANA.pdf>

Herrera, J., & Jordan, H. (2010). *Granos de destilería, una alternativa viable para la producción de leche vacuna. Características, composición y uso.* *Redalyc*, 44 (2). Obtenido de Revista Cubana de Ciencia Agrícola: <http://www.redalyc.org/html/1930/193015662001/>

Hutjens, M. (2003). *Guía de Alimentación: Segundo Edición.* . Hoard's Dairyman Books.

INRA. (2007). Institut National de la Recherche Agronomique . Alimentation des bovins, ovins , caprins: Table Inra 2007. France: Quae Editions .Versailles.

Lanuza, F. (2005). *2.inia.cl.* Recuperado el 25 de 12 de 2015, de Requerimientos de nutrientes según su estado fisiológico en bovinos de leche: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33837.pdf>

Lindsay. (1993). Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. France.

Moncayo, A. (2017). *Utilización de raciones suplementarias a base de follaje de yuca (Manihot esculenta) en la alimentación de vacas lecheras en la Quinta Experimental Punzara de la UNL .* Obtenido de Universidad Nacional de Loja: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18516/1/%C3%81ngel%20Richard%20Moncayo%20Pe%C3%B1a.pdf>

Mosquera, J. (2014). *bibdigital.epn.edu.ec.* Obtenido de Evaluación de dos tipos de sobrealimento concentrado para ganado lechero de la raza Holstein-Friesian mestiza, en la hacienda "San José": <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7669/1/CD-5631.pdf>

- Nava, A. D. (2001).** *INTRODUCCION DE LA DIGESTION RUMINAL*.
Obtenido de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/79-introduccion_a_la_digestion_ruminal.pdf
- NRC. (2001).** *Nutrient Requirements of Dairy Cattle 7th Ed.* Natl. Acad. Sci. Washitong, Dc.
- NRC. (2007).** *Requirements of Small Ruminants. Animal Nutrition Series. The National Academies Press.* Washington: D.C. 362 PP.
- Pendini, C. (2009).** *Alimentación de la Vaca Lechera.* Facultad de Ciencias Agropecuarias. U.N.C.: Un enfoque sobre la alimentación de la vaca lechera.
- Pérez, A., & Yépez, A. (2011).** *Suplementación con yuca y follaje de yuca (Manihot esculenta crantz) en ganado donle propósito en epoca de verano.* Obtenido de Universidad de la Salle: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/6228/T13.09%20P415s.pdf?sequence=1>
- Pesántez, A. (8 de Febrero de 2015).** *PARAMETROS REPRODUCTIVOS DEL GANADO LECHERO.* Recuperado el 12 de Octubre de 2017, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23808>
- Polan. (2003).** *Milk Production Response to Diets Supplemented .* Herrington, W.A. Wark: Journal Dairy Science.
- Rendon. (1994).** *Los Subproductos de cerveceria aplicados en la alimenatcion animal.*
- Rodríguez, H. (1998).** *Utilización de la caña de azúcar en la alimentación anima.* Venezuela.
- Shimada, A. (2007).** *Nutrición Animal.* México: Trillas S A de C V.

9. ANEXOS

A. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS RESULTADOS

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

a. Consumo de alimento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Consumo	16	1,00	1,00	0,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,15	6	1,19	1184,48	<0,0001
Trat.	0,05	3	0,02	14,96	0,0008
Columnas	0,00	0	0,00	sdsd	
Filas	7,11	3	2,37	2353,99	<0,0001
Error	0,01	9	1,0E-03		
Total	7,16	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07002

Error: 0,0010 gl: 9

Trat.	Medias	n	E.E.	
4,00	14,37	4	0,02	A
3,00	14,31	4	0,02	A B
2,00	14,27	4	0,02	B C
1,00	14,23	4	0,02	C

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

b. Producción de leche

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Prod. Leche	16	0,85	0,75	7,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	20,76	6	3,46	8,61	0,0026
Trat.	2,98	3	0,99	2,47	0,1280
Columnas	0,00	0	0,00	sdsd	
Filas	17,78	3	5,93	14,75	0,0008
Error	3,62	9	0,40		
Total	24,38	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,39914

Error: 0,4017 gl: 9

Trat.	Medias	n	E.E.	
1,00	8,85	4	0,39	A
2,00	8,55	4	0,39	A
3,00	8,35	4	0,39	A
4,00	7,68	4	0,39	A

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

c. Contenido de grasa

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grasa	16	0,30	0,00	20,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,61	6	0,27	0,64	0,6971
Trat.	0,69	3	0,23	0,55	0,6622
Columnas	0,00	0	0,00	sdsd	
Filas	0,92	3	0,31	0,73	0,5572
Error	3,77	9	0,42		
Total	5,38	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,42822

Error: 0,4186 gl: 9

Trat.	Medias	n	E.E.
4,00	3,33	4	0,40 A
2,00	3,33	4	0,40 A
1,00	3,08	4	0,40 A
3,00	2,83	4	0,40 A

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

d. Contenido de proteína

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína	16	0,34	0,00	6,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,16	6	0,03	0,77	0,6096
Trat.	0,13	3	0,04	1,21	0,3609
Columnas	0,00	0	0,00	sdsd	
Filas	0,04	3	0,01	0,34	0,7980
Error	0,31	9	0,03		
Total	0,47	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,40968

Error: 0,0344 gl: 9

Trat.	Medias	n	E.E.
1,00	3,15	4	0,11 A
4,00	3,03	4	0,11 A
2,00	3,03	4	0,11 A
3,00	2,90	4	0,11 A

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

e. Cambio de peso

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso	16	0,69	0,49	3,33

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1984,38	6	330,73	3,40	0,0491
Trat.	1267,19	3	422,40	4,34	0,0377
Columnas	0,00	0	0,00	sdsd	
Filas	717,19	3	239,06	2,45	0,1298
Error	876,56	9	97,40		
Total	2860,94	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=21,78513

Error: 97,3958 gl: 9

Trat.	Medias	n	E.E.	
1,00	307,50	4	6,04	A
2,00	301,25	4	6,04	A B
3,00	290,00	4	6,04	A B
4,00	285,00	4	6,04	B

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

B. FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE CAMPO



Figura 8. Elaboración de las raciones experimentales



Figura 9. Suministro de las raciones experimentales



Figura 10. Análisis bromatológico de las raciones experimentales



Figura 11. Análisis cuantitativo de la leche