

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA DE LOS RECURSOS NATURALES**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de: INGENIERAS EN
BIOTECNOLOGÍA DE LOS RECURSOS NATURALES**

**TEMA:
DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DEL SUBPRODUCTO DEL
DESTILADO DE MAÍZ (*Zea maíz*) Y CEBADA (*Hordeum vulgaris*) INCLUIDO EN LA
SUPLEMENTACIÓN PARCIAL DEL SOBREALIMENTO EN BOVINOS DE LECHE**

**AUTORAS:
GISSELA JAZMIN PERALTA PACHACAMA
MARÍA JOSÉ SUÁREZ FONSECA**

**DIRECTORA:
NANCY BONIFAZ**

Quito, agosto del 2020

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotras, Gissela Jazmin Peralta Pachacama, con documento de identificación N° 172395741-9 y María José Suárez Fonseca, con documento de identificación N° 171906643-1, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autoras del trabajo de titulación intitulado: “DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DEL SUBPRODUCTO DEL DESTILADO DE MAÍZ (*Zea maíz*) Y CEBADA (*Hordeum vulgaris*) INCLUIDO EN LA SUPLEMENTACIÓN PARCIAL DEL SOBREALIMENTO EN BOVINOS DE LECHE”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieras en Biotecnología de los Recursos Naturales, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autoras nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Nombre: Gissela Jazmin Peralta Pachacama
Cédula: 172395741-9
Fecha: 21-08-2020

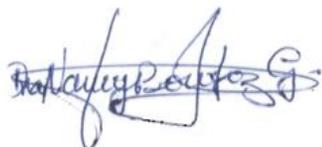


Nombre: María José Suárez Fonseca
Cédula: 171906643-1
Fecha: 21-08-2020

Declaratoria de coautoría de la docente tutora

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DEL SUBPRODUCTO DEL DESTILADO DE MAÍZ (*Zea maíz*) Y CEBADA (*Hordeum vulgare*) INCLUIDO EN LA SUPLEMENTACIÓN PARCIAL DEL SOBREALIMENTO EN BOVINOS DE LECHE” realizado por Gissela Jazmin Peralta Pachacama y María José Suárez Fonseca, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, agosto del 2020



Dra. Nancy Fabiola Bonifaz García
C.I.: 060208511-0

Dedicatoria

A Dios, por brindarme una vida llena de experiencias maravillosas y la felicidad que las mismas conllevan, pero sobre todo por ser mi fortaleza en momentos de debilidad.

A mi madre, aunque posiblemente en este momento no le haya dicho todo lo que significa para mí, por ser la razón de mi vida y apoyo incondicional, todo lo que soy es gracias a usted.

Solo me queda decir que es la razón por la que cada día me esfuerzo para ser mejor persona y salir adelante a pesar de todo.

A mi abuelita Blanca, por guiarme siempre con sus consejos y ser ejemplo de cariño, perseverancia y amor.

A ti, por todas esas risas, enojos y experiencias, pero sobre todo por ser una parte muy importante en mi vida.

¡Muchas Gracias!

Majo

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a Dios por darme la vida y salud para llegar hasta este momento.

A mi mami por darme su amor y apoyo incondicional, enseñarme a no rendirme nunca, a la ñaña

Katy que siempre me apoyo, cuido, aguanto y me ayudo, a mi papi y mi ñaño por apoyarme

cuando los necesite.

A esos buenos amigos que te encuentras a lo largo de la vida, que te apoyan, te ayudan sin

interés, te animan y te alientan a seguir adelante.

Giss.

Agradecimientos

A la Dra. Nancy Fabiola Bonifaz García quien a más de ser nuestra tutora fue pilar fundamental en el desarrollo de esta investigación y sobre todo por brindarnos su guía y asesoramiento durante todo este tiempo.

Al Ing. Eloy de la Cruz técnico laboratorista por estar continuamente brindándonos su apoyo en las tareas de campo y laboratorio, y sobre todo por compartirnos sus conocimientos, guía fundamental para culminar la investigación.

Al MSc. Janss Beltrán por su paciencia y guía contribuyendo no solo en el desarrollo de la investigación, sino también en nuestra formación académica.

Un especial agradecimiento al Ing. Francisco Gutiérrez y al Quim. Alim. Arnulfo Portilla responsables del laboratorio de Nutrición Animal perteneciente a la Universidad Central del Ecuador por su contribución con la investigación y su predisposición para resolver nuestras inquietudes.

A la Universidad Politécnica Salesiana, al Grupo de Investigación Nunkui Wakan y al Laboratorio de Calidad de Leche por permitirnos el uso de sus instalaciones para el desarrollo de este trabajo de investigación y sobre todo por posibilitar la conclusión de esta etapa de formación académica.

Índice de Contenido

Introducción	1
Capítulo 1	4
1. Marco Conceptual	4
1.1. Leche	4
1.1.1. Composición de la leche cruda.....	4
1.1.2. Calidad de la leche	12
1.2. Suplementación	13
1.2.1. Suplementos proteicos.....	13
1.2.2. Suplementación con forrajes	14
1.2.3. Suplementos complejos.....	14
1.3. Producción del etanol y subproductos de destilería.....	15
1.3.1. Proceso de producción del etanol y de los subproductos de destilería.....	15
1.3.2. Subproductos de destilería	16
1.3.3. Composición nutricional de subproductos de la producción de etanol.....	18
1.3.4. Almacenamiento y conservación	19
Capítulo 2	21
2. Metodología	21
2.1. Fase de campo	21
2.1.1. Muestreo del pasto	21

2.1.2.	Muestreo del subproducto de destilería.....	22
2.1.3.	Muestreo del sobrealimento comercial	22
2.1.4.	Muestreo de leche.....	22
2.2.	Diseño experimental	22
2.2.1.	Variables de estudio	24
2.3.	Fase de Laboratorio	25
2.3.1.	Análisis bromatológico del subproducto, balanceado y pasto	25
2.4.	Análisis composicional de la leche.....	30
Capítulo 3	31
3.	Resultados y discusión.....	31
3.1.	Perfil bromatológico del subproducto, balanceado y pasto.....	31
3.1.1.	Análisis del perfil bromatológico de pasto.....	32
3.1.2.	Análisis del perfil bromatológico del balanceado comercial	35
3.1.3.	Análisis del perfil bromatológico de los GDH.....	35
3.2.	Análisis composicional de la leche.....	36
3.2.1.	Grasa	36
3.2.2.	Proteína	39
3.2.3.	Lactosa	42
3.2.4.	Sólidos totales	43
3.2.5.	Sólidos no grasos	44

3.2. Producción de leche.....	46
Conclusiones	48
Recomendaciones.....	49
Bibliografía.....	50
Anexos.....	65

Índice de tablas

Tabla 1. Composición de la leche entera de vaca por 100 g de porción comestible.....	5
Tabla 2. Clases principales de ácidos grasos en leche entera.....	7
Tabla 3. Principales proteínas presentes en la leche de vaca.	8
Tabla 4. Macro elementos en leche de vaca y su concentración.....	9
Tabla 5. Contenido de minerales traza en 100 g de leche entera de vaca.	10
Tabla 6. Composición media de vitaminas en leche entera bovina.....	11
Tabla 7. Requisitos fisicoquímicos de la leche cruda.	12
Tabla 8. Composición nutricional de subproductos de la producción de etanol.....	18
Tabla 9. Detalle de las unidades experimentales.....	23
Tabla 10. Tratamientos del ensayo experimental.....	24
Tabla 11. Resultados analíticos del perfil bromatológico.....	31
Tabla 12. Composición nutricional de dos genotipos de ray grass (<i>Lolium sp.</i>).....	32
Tabla 13. Análisis nutricional de GDH.....	35
Tabla 14. Análisis estadístico de los porcentajes de grasa en leche, encontrados luego del proceso experimental.....	37
Tabla 15. Análisis estadístico de los porcentajes de proteína total en leche, encontrados luego del proceso experimental.....	40
Tabla 16. Análisis estadístico de los porcentajes de lactosa en leche, encontrados luego del proceso experimental.....	42
Tabla 17. Análisis estadístico de los porcentajes de sólidos totales en leche, encontrados luego del proceso experimental.....	43

Tabla 18. Análisis estadístico de los porcentajes de sólidos no grasos en leche, encontrados luego del proceso experimental.....44

Índice de figuras

Figura 1. Componentes principales de la leche entera de vaca.....	5
Figura 2. Diagrama del proceso de obtención de etanol y subproductos.....	16
Figura 3. Producción promedio de leche por tratamiento	46

Índice de Anexos

Anexo 1. Bovinos - Unidades experimentales	65
Anexo 2. Sorteo de las unidades experimentales para los trataientos.....	66
Anexo 3. Establecimiento de las unidades experimentales y tratamientos.....	67
Anexo 4. Identificación de las unidades experimentales.	68
Anexo 5. Análisis composicional de leche - Semana 1.	69
Anexo 6. Producción de leche diaria por tratamiento - Semana 1.....	70

Resumen

El subproducto del proceso de producción de etanol se denomina granos de destilería (GD). Cuando este subproducto contiene entre un 65 y 70 % de agua y contiene partículas no fermentadas de grano destilado se denomina Granos destilados húmedos (GDH). Esta investigación buscó evaluar el valor nutritivo del subproducto del destilado, aplicado en suplementación parcial del sobrealimento en ganado de leche. Se utilizó 9 vacas de raza Holstein (3) y F1 (6) como unidades experimentales, las mismas fueron alimentadas en base a tres tratamientos T1 (100 % balanceado y pasto), T2 (30 % GDH, 70 % balanceado y pasto) y T3 (50 % GDH, 50 % balanceado y pasto), se designó 3 unidades experimentales al azar por cada tratamiento. Estadísticamente se evidenció diferencia significativa en las variables de proteína y lactosa, los resultados muestran que el mejor tratamiento en cuanto a parámetros de proteína total (3,43 %), sólidos totales (13,04 %), sólidos no grasos (9,10 %) fue el T3, mientras que el T2 obtuvo el mejor porcentaje de Grasa T2 (4,11 %) y el T1 obtuvo el mejor porcentaje de lactosa (4,89 %), en cuanto a la variable producción de leche el mejor tratamiento fue el T2 con una media de 17,84 L de leche al día. Por lo expuesto, el estudio justifica el uso de GDH como suplemento parcial en porcentajes hasta del 30 % de la ración alimenticia.

Palabras claves: Bovinos, suplementación, granos destilados.

Abstract

The by-product of the ethanol production process is called distiller's grain (DG). When this by-product contains 65 to 70 % water and contains unfermented distilled grain particles it is called Wet Distilled Grains (WG). This investigation sought to evaluate the nutritional value of the distillate by-product, applied in partial supplementation of the overfeed in dairy cattle. Nine Holstein (3) and F1 (6) cows were used as experimental units. They were fed based on three treatments T1 (100 % balanced and grass), T2 (30 % GDH, 70 % balanced and grass) and T3 (50 % GDH, 50 % balanced and grass), 3 experimental units were designated at random for each treatment. Statistically, a significant difference in the variables of protein and lactose was evidenced. The results show that the best treatment in terms of total protein parameters (3,43 %), total solids (13,04 %), and non-fat solids (9,10 %) was T3, while T2 obtained the best percentage of Fat T2 (4,11 %) and T1 obtained the best percentage of lactose (4,89 %), as for the milk production variable the best treatment was T2 with on average of 17,84 L of milk per day. Therefore, the study justifies the use of GDH as a partial supplement when the percentages not to exceed the 30 % of the food ration.

Key words: Bovine, supplementation, distilled grains.

Introducción

Dentro de la economía ecuatoriana uno de los sectores más importantes es el sector lácteo porque crea empleos directa e indirectamente en toda su cadena agroalimentaria. Según datos del Banco Central del Ecuador la industria láctea del país produce 1,5 millones de empleos y su contribución al Producto Interno Bruto (PIB) fue del 8 % en el 2016 (BANCO CENTRAL DEL ECUADOR, 2018).

El Centro de la Industria Láctea del Ecuador - CIL según los datos proporcionados en el informe del 2018 menciona que en el país se producen 5,3 millones de litros de leche diariamente (CIL, 2018); por otra parte, la FAO registró una producción de 5,1 millones de litros por día en el Ecuador durante el periodo 2016-2017 (FAOSTAT, 2020). Según Torres (2018) la provincia de Pichincha ha centrado su economía en actividades agrícolas y pecuarias, siendo el cantón Cayambe uno de los mayores productores de leche a nivel nacional.

Chasí (2011) señaló que los productores a pequeña escala alimentan a sus animales en base a pastoreo que además es poco tecnificado, pues no se agrega sobrealimento para satisfacer los requerimientos productivos y reproductivos del bovino. Por esto, es común que el ganado tarde más tiempo en ganar el peso normal (según la raza y edad) e iniciar la etapa reproductiva, lo que representa pérdida en tiempo y dinero para los pequeños y medianos productores, reduciendo la productividad del animal (Bonifaz & Gutiérrez, 2015).

Mientras que los medianos y grandes productores cubren el costo de producción con sobrealimento, lo que representa alrededor del 45 % del total de producción, ya que la adición del pienso depende de la capacidad productiva de la vaca y el momento de lactancia (Basantes, Huilcapil, Astudillo, & Ochoa, 2017).

Los nutrientes esenciales para satisfacer los requerimientos del ganado bovino se adquieren de diversas fuentes, tales como: forraje, alimentos balanceados, agua, sales minerales y vitaminas; de ahí que, el equilibrio de nutrientes dará como resultado niveles altos de producción sin perjudicar la condición corporal de los animales (Bisinotto, Greco, Ribeiro, Martinez, Lima, Staples & Santos, 2012; Gallego Castro, Mahecha Ledesma, & Angulo Arizala, 2017; Meléndez & Bartolomé, 2017).

Los alimentos balanceados suponen un aumento en el valor económico de la leche bovina, pues le proporcionan un aproximado del 20 % en proteína a la dieta bovina, este parámetro es muy importante ya que la composición proteica es un determinante de calidad nutricional que muchas industrias lácteas toman en cuenta para establecer el costo de la leche por litro (FEDNA, 2016).

Sin embargo, la alimentación en los animales de crianza en un hato lechero a menudo se subestima, lo que conlleva a deficiencias nutricionales (Bonifaz & Gutiérrez, 2015). Es por eso que han surgido varias alternativas nutricionales en los últimos años, además los sistemas de manejo pecuario, de ordeño y de manufactura se han modificado, mejorando así la calidad de la leche (Macaya & Rojas, 2009).

Se conoce que los granos destilados (GD) son fuente notable de energía, proteína, fósforo y fibra, pues presentan valores de proteína no degradable en rumen (PNDR) o by-pass entre 47 - 63 % de la proteína bruta (PB), siendo este mayor al del grano original porque parte de la proteína cambiará sus propiedades debido al calentamiento durante el proceso de secado (Gili & Casagrande, 2016; Herrera & Jordán, 2010).

De acuerdo con Mori Tafur (2016) los GD de maíz procedentes de la industria del etanol se han tornado en materia prima de piensos para la industria ganadera, debido a que estos suplementos contienen niveles superiores al 25 % en proteína y un porcentaje menor en grasa. Por lo cual, esta investigación buscó proporcionar el correcto equilibrio entre proteína, energía, materia seca (MS), fibra, grasa, Ca y P mediante el uso de granos destilados húmedos (GDH), esto con el fin de mejorar

el rendimiento del rumiante, además de la reducción de costos en cuanto a producción; es importante recalcar que un producto considerado como desecho que generalmente causa contaminación será reutilizado.

Por ello, surge la siguiente interrogante a ser investigada: ¿Qué tan efectivo es aplicar como suplemento parcial, el subproducto del destilado de maíz (*Zea maíz*) y cebada (*Hordeum vulgaris*) en el sobrealimento del ganado de leche?

Por las razones mencionadas anteriormente, los objetivos de este estudio fueron: estimar el valor nutritivo del subproducto del destilado, aplicado en suplementación parcial del sobrealimento en ganado de leche; además, se definió el valor nutritivo del subproducto del destilado de maíz (*Zea maiz*) y cebada (*Hordeum vulgaris*) mediante análisis bromatológico; también, se evaluó la calidad composicional y la producción promedio de leche (L/vaca/día).

Por los resultados obtenidos se confirmó la hipótesis alternativa: el valor nutritivo del subproducto del destilado aplicado en suplementación parcial en el sobrealimento del ganado bovino presenta influencia en cuanto a calidad y producción de leche.

Capítulo 1

1. Marco Conceptual

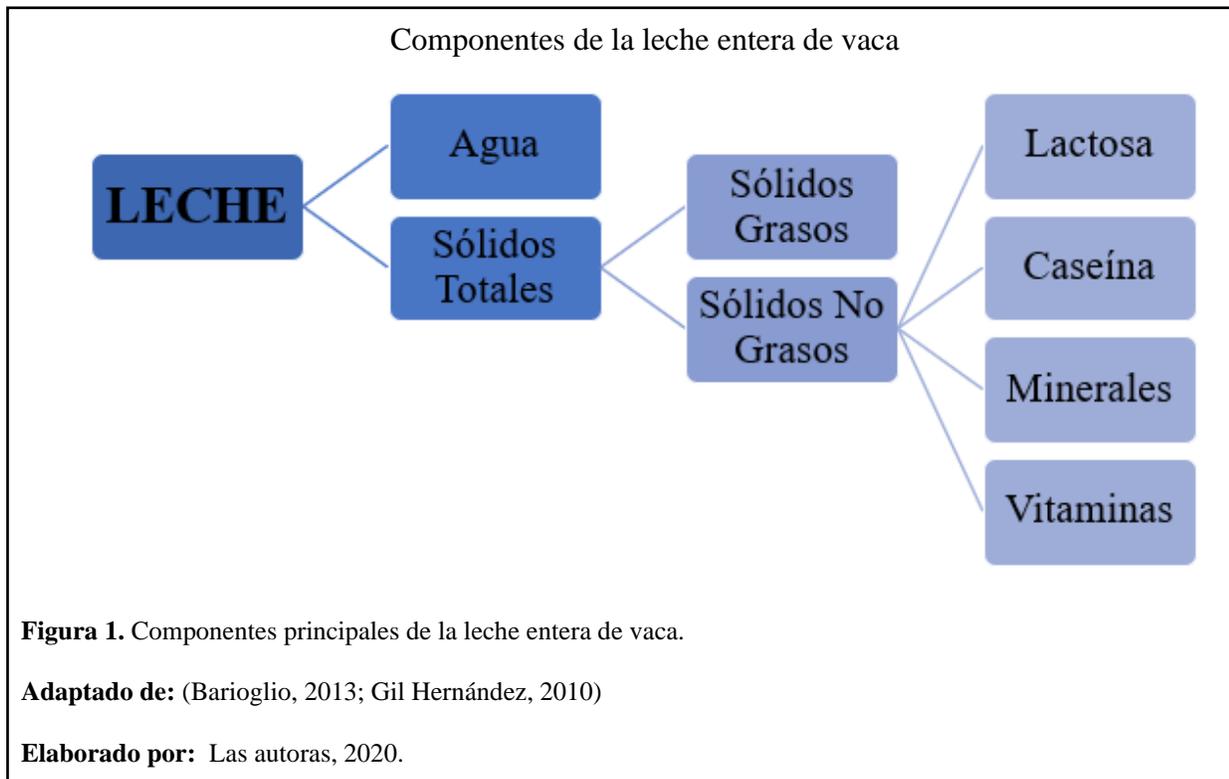
1.1. Leche

De acuerdo con la NORMA ANDINA NA 0063:2009 y el Instituto Ecuatoriano de Normalización, “la leche cruda se define como el producto secretado por las glándulas mamarias de bovinos saludables, obtenida por uno o más ordeños (íntegros y sanitizados), libre de calostro y de sustancias extrañas a su naturaleza, consumido en su forma natural o luego de haberse realizado tratamiento alguno previo a su consumo” (INEN, 2012; NA 0063, 2009).

1.1.1. Calidad composicional de la leche de origen bovino

La leche además de ser fuente de nutrientes, energía, grasa y proteína de calidad; también proporciona minerales esenciales como: calcio, selenio, magnesio, vitaminas, riboflavina y ácido pantoténico (FAO, 2020). No obstante, estos componentes muestran distintos cambios, dependiendo de factores fisiológicos, alimenticios, climáticos, genéticos, incluido el sistema de ordeño (Rodríguez, 2017).

La leche entera está compuesta por 88 % de agua y además en promedio contiene 12 % de sólidos totales (ST) (Marangoni, Pellegrino, Verduci, Ghiselli, Bernabei, Calvani & Poli, 2018). Lo anterior se muestra en detalle mediante la Figura 1.



La Tabla 1, describe la composición de la leche bovina entera en porcentajes.

Tabla 1.

Composición de la leche entera de vaca por 100 g de porción comestible.

Componentes	Valor en porcentaje
Agua	88,00
Proteína	3,20
Cenizas	0,70
Carbohidratos	4,50
Lípidos totales	3,20

Adaptado de: (Barioglio, 2013) (p. 185)

Elaborado por: Las autoras, 2020.

- Agua

El agua es el disolvente para sustancias solubles tales como: vitaminas hidrosolubles, lactosa y minerales, entre otros (Agudelo Gómez & Bedoya Mejía, 2005).

Cabe destacar que el agua en sí no es un elemento con valor nutritivo, a pesar de ello, determina muchas de las propiedades fisicoquímicas de la leche y derivados; además juega un papel fundamental en el crecimiento microbiano, palatabilidad, entre otros (Ul Haq, 2020; Willett & Ludwig, 2020).

Alais (2003) informa que en la leche el agua puede hallarse en dos estados con respecto a las proteínas: agua libre (en solución con sales minerales y lactosa) y agua ligada (inmovilizada en las fases de emulsión y suspensión). Se debe mencionar la existencia de una porción no fija en equilibrio entre el agua ligada y libre que básicamente depende de condiciones tales como temperatura, pH y concentración de sales, entre otras cosas (Gupta, 2019).

- Sólidos Totales

Se relacionan principalmente con el contenido de grasa, lactosa, proteínas y minerales; por lo tanto se determina mediante la diferencia entre la cantidad de agua y el porcentaje de los sólidos totales (Roveglia, Niero, Penasa, Finocchiaro, Marusi, Lopez-Villalobos, & Cassandro, 2019).

- Sólidos Grasos

En la leche los lípidos están presentes en forma de glóbulos microscópicos en una etapa de emulsión, además son fuente de energía para la cría (García, Montiel, & Borderas, 2014).

“La grasa láctea representa el 48 % de la energía de la leche entera, de la cual, el 62 % corresponde a grasa saturada, el 30 % a monoinsaturada, el 4 % poliinsaturada y, 4 % a otros tipos de ácidos grasos” (Miller, Jarvis, & McBean, 2007).

En la Tabla 2 se detalla los principales ácidos grasos entera (porcentaje aproximado) presentes en leche entera.

Tabla 2.

Clases principales de ácidos grasos en leche entera.

Nombre común	Cantidad en porcentaje
Ácidos grasos saturados	
Butírico	4,50
Caproico	2,20
Caprílico	2,50
Cáprico	3,80
Láurico	5,00
Mirístico	11,00
Palmítico	25,00
Esteárico	7,00
Ácidos grasos monoinsaturados	
Oleico	3,00
Ácidos grasos poliinsaturados	
Linoleico	2,00
Linolénico	0,70
Araquidónico	0,70

Adaptado de: (García *et al.*, 2014; MacGibbon & Taylor, 2006)

Elaborado por: Las autoras, 2020.

- Sólidos No Grasos

Se refieren a elementos como proteínas, lactosa, vitaminas y minerales, excluyendo el contenido de agua y lípidos.

- Proteínas

La proteína láctea es una mezcla de distintos pesos moleculares y numerosas fracciones de diversas proteínas (Ul Haq, 2020). Las proteínas se dividen principalmente en dos grupos: caseínas representan el 80 % y proteínas séricas que corresponden al 20 % (ver Tabla 3).

Tabla 3.

Proteínas presentes en la leche de vaca.

Proteína	g/L	%
Caseínas	28,00	78
α_{S1} -Caseína	12,40	34,70
α_{S2} -Caseína	3,00	8,30
β -Caseína	7,00	19
κ -Caseína	4,20	12
γ -Caseína	1,40	4
Proteínas del lactosuero	20	20
β -Lactoglobulina	4,20	11,70
α -Lactoalbúmina	1,10	3
Fraccion proteosa-peptona	0,80	2,20
Inmunoglobulina G	0,60	1,70
Inmunoglobulina M	0,09	0,25
Inmunoglobulina A	0,01	0,03

Albúmina de suero	0,30	0,83
Lactoferrina	0,10	0,27
Proteínas de la membrana del global graso	0,70	2

* Asumiendo 36 g/L de proteína y 78 % de caseína

Adaptado de: (García *et al.*, 2014)

Elaborado por: Las autoras, 2020.

- Elementos Minerales

Los minerales se encuentran en forma de iones inorgánicos, sales o asociados a proteínas, grasas, carbohidratos y ácidos nucleicos (Gengler, Soyeurt, Dehareng, Bastin, Colinet, Hammami & Dardenne, 2016; Miller *et al.*, 2007). Según su concentración en la leche, se dividen en macro y oligoelementos, como se indica en las Tablas 4 y 5 respectivamente.

Los macro elementos son las sales mayoritarias de la leche y están compuestas por cloruros, fosfatos y citratos de potasio, calcio, sodio y magnesio (Gil Hernández, 2010).

Tabla 4.

Macro elementos en leche de vaca y su concentración.

Mineral	(mg/L)
Sodio	106
Potasio	272
Cloro	194
Calcio	224
Fósforo	178
Magnesio	22

Adaptado de: (Agudelo Gómez & Bedoya Mejía, 2005; Cashman, 2006)

Elaborado por: Las autoras, 2020.

La presencia de ciertos oligoelementos o minerales traza depende esencialmente de la alimentación del animal (Gil Hernández, 2010).

Tabla 5.

Contenido de minerales traza en 100 g de leche entera de vaca.

Elementos traza	(μg)
Aluminio	46,00
Boro	27,00
Bromo	60,00
Cobalto	0,06
Cobre	13,00
Cromo	1,50
Estroncio	17,10
Flúor	15,00
Hierro	0,05
Manganeso	2,20
Molibdeno	7,30
Níquel	2,70
Plata	4,70
Rubidio	200,00
Selenio (no selenífero)	
Selenio (selenífero)>	

Silicio	143,00
Vanadio	0,01
Yodo	4,30
Zinc	0,04

Adaptado de: (Barioglio, 2013; Cashman, 2002; Miller et al., 2007)

Elaborado por: Las autoras, 2020.

- Vitaminas

“La leche contiene vitaminas A, D, E, K, B1, B2, B6, B12, C, carotenos, nicotinamida, biotina y ácido fólico, cuya concentración está sujeta a fluctuaciones” (Agudelo Gómez & Bedoya Mejía, 2005).

Vale la pena mencionar que el calostro contiene un porcentaje vitamínico representativo, además “contiene de 5 a 7 veces más vitamina C y de 3 a 5 veces más vitaminas B2, D y E que la leche normal” (Agudelo Gómez & Bedoya Mejía, 2005).

La cantidad de las diferentes vitaminas proporcionadas por 100mL de leche se especifica en la Tabla 6.

Tabla 6.

Composición media de vitaminas en leche entera bovina.

Vitamina	Leche (g/100 mL)
Vitamina A (µg)	56
Vitamina D (µg)	0,03
Vitamina E (mg)	0,09
Tiamina (mg)	0,03

Riboflavina (mg)	0,20
Vitamina B ₆ (mg)	0,06
Vitamina B ₁₂ (µg)	0,40
Equivalente de niacina (mg)	0,80
Folatos (µg)	6
Vitamina C (mg)	1

Fuente: (Cashman, 2006; Gil Hernández, 2010)

Elaborado por: Las autoras, 2020.

1.1.2. Calidad de la leche

La composición refleja el carácter nutricional de la leche como alimento, para lo cual debe cumplir con los requisitos físicos y químicos que se detallan en la Tabla 7.

Tabla 7.

Requisitos fisicoquímicos de la leche cruda.

Requisitos	Unidad	Min.	Max.	Método de ensayo
Materia grasa	% (fracción de masa)	3,00	-	NTE INEN 12
Sólidos totales	% (fracción de masa)	11,20	-	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	% (fracción de masa)	8,20	-	Diferencia entre el contenido de

				sólidos totales y el contenido de grasa
Lactosa	% (fracción de masa)	3,80	5,10	NTE INEN 14
Cenizas	% (fracción de masa)	0,65	-	NTE INEN 14
Proteínas	% (fracción de masa)	2,90	-	NTE INEN 16

Adaptado de: (INEN, 2012)

Elaboración: Las autoras, 2020.

1.2. Suplementación

La suplementación es herramienta clave para la intensificación y diversificación de los modelos tradicionales de producción (León, Bonifaz, & Gutiérrez, 2018).

La suplementación tiene relación con el pastoreo, por cuanto la suplementación puede tener efecto aditivo o sustitutivo de la cantidad de materia seca que recibe el animal durante el pastoreo diario (León et al., 2018) (p. 425).

De acuerdo con Batallas (2008) la aplicación de la técnica de suplementación varía según el valor nutricional del pasto; por lo tanto, existen distintas clases de suplementos: proteicos, con forrajes y complejos

1.2.1. Suplementos proteicos

Una solución clave para mejorar la nutrición de la dieta de pastos y forrajes son los suplementos proteicos, pues el consumo del mismo es medido; cabe mencionar que este tipo de suplementos

presentan valores elevados en cuanto a energía y proteína (3,2 Mcal E. M/Kg. M. S y 40,0 % PC) (Arelovich, 2004).

Así también, se convierten en suplementos nutricionales de bajo costo, que incrementan la ingesta y digestión de forrajes con poco valor nutricional, elevando así los índices de peso a un precio menor (Peruchena, 1999).

1.2.2. Suplementación con forrajes

Debido a que algunos forrajes poseen elevados niveles de proteína, se considera que tienen alto valor nutricional, por lo cual son utilizados en planes de suplementación. “Estos pueden ser forrajes preservados (henos) o pasturas en pie en estadios jóvenes de crecimiento” (Cervantes, Gámez, Urrutia, & Velázquez, 2014; WingChing-Jones & Leal Rivera, 2018). Por otra parte, se debe tener en cuenta que el contenido de fibra en los forrajes es alto y, en comparación con otro tipo de suplementos, estos pueden desplazar cantidades significativas de la dieta basal, dependiendo del procesado del suplemento (Florián Lescano, Dávila Rojas, Cusma Pajares, Chávarri Sánchez, & Tapia Acosta, 2017).

1.2.3. Suplementos complejos

“Esto implica el uso de mezclas de granos cerealeros, harinas proteicas, urea y otros ingredientes como minerales” (Arelovich, 2004). Así, la inclusión de granos confiere un aporte energético extra. Cabe mencionar que la adición de urea puede reducir el costo de la suplementación, sin embargo, la magnitud de la respuesta suele ser menor que la obtenida con proteína natural (Santini, 2014).

Éste grupo debe incluir también algunos balanceados comerciales (Anrique, Fuchslocher, Iraira, & Saldaña Rodolfo, 2010).

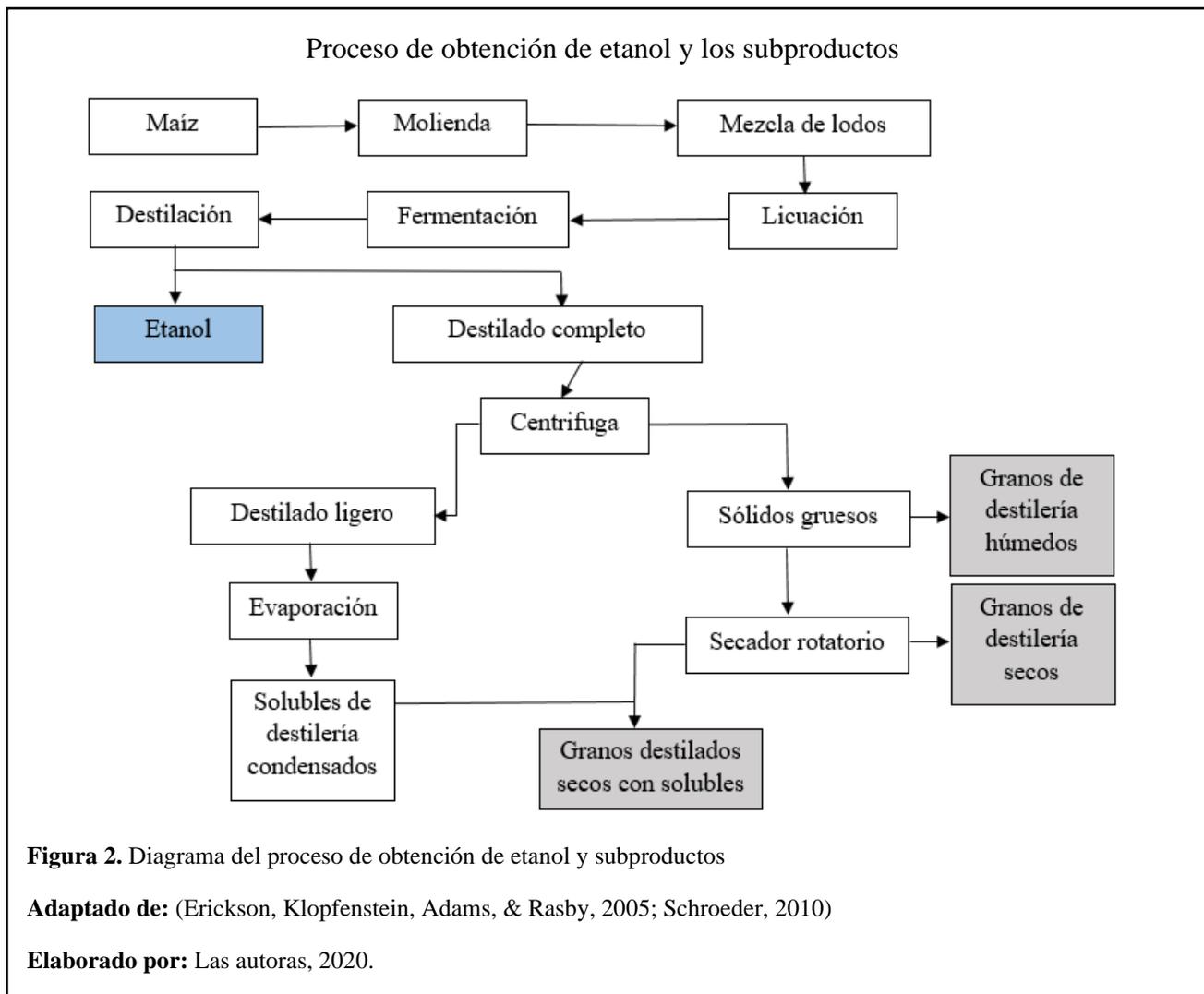
1.3. Producción del etanol y subproductos de destilería

A partir de productos agrícolas ricos en almidón se obtiene el etanol, siendo el más utilizado el maíz, puesto que con esta materia prima se obtiene mayor rendimiento de etanol (U.S. Grains Council, 2012). Aunque también puede ser obtenido a partir del sorgo, mezclas maíz-sorgo, trigo o cebada (Arroquy, Berruhet, Martinez Ferrer, Pasinato, & Brunetti, 2014; U.S. Grains Council, 2012)

1.3.1. Proceso de producción del etanol y de los subproductos de destilería

Según Herrera & Jordán (2010) el almidón se fermenta para la obtención de alcohol etílico en la producción de etanol, no obstante, el resto del grano retiene gran parte del valor nutricional original (energía, proteína y fósforo).

Aproximadamente un tercio de la materia seca se recupera como subproducto de la transformación del grano de maíz en etanol, (Schroeder, 2010). En la Figura 2 se presenta un diagrama esquemático del proceso por el cual atraviesa el maíz para la obtención de alcohol y granos destilados (GD).



1.3.2. Subproductos de destilería

Se pueden generar los siguientes subproductos de acuerdo al proceso empleado:

- Granos destilados húmedos (GDH)

“Producto con elevado contenido de agua compuesto por partículas de grano destilado no fermentado. Presentan entre 25 a 35 % de materia seca (MS)” (Erickson *et al.*, 2005).

Cabe mencionar que GDH es un subproducto con alto contenido de proteína cruda, fibra y humedad; especialmente utilizado para la alimentación animal (Bruni, Trujillo, Facchín, Saragó, & Chilibroste, 2014).

Los tratamientos considerados en esta investigación consistieron en la inclusión de GDH producidos a partir de maíz y cebada.

- Granos destilados secos (GDS)

Conformados por el residuo de los GDH, mismos que deben ser sometidos a un proceso artificial de secado. Logrando un producto con el rango de 85 a 90 % en MS (Arroquy *et al.*, 2014).

- Solubles de destilería condensados (SDC)

Los SDC provienen al condensar la fracción líquida de la fermentación, obteniendo un jarabe de 25 – 45 % de MS con un elevado contenido de fósforo (P: 1,57 %) y azufre (S: 0,92 %) (Erickson *et al.*, 2005; Schroeder, 2010).

- Granos destilados húmedos con solubles (GDHS)

Los GDHS están compuestos por los GDH a los que se les agregan SDC, presentan 31- 36 % de MS. También llamados «Burlanda húmeda con solubles» (Klopfenstein, Erickson, & Bremer, 2008).

- Granos destilados secos con solubles (GDSS)

Para la obtención de este subproducto, antes de realizar el proceso de secado se mezclan GDS con los SDC, cabe mencionar que contienen porcentajes del 85 al 90 % de MS; generalmente se los designa como « Burlanda seca con solubles » (Erickson *et al.*, 2005).

1.3.3. Composición nutricional de subproductos de la producción de etanol

Cabe mencionar que es variable la composición química y nutricional de los GD, tal es el caso de la mayoría de los subproductos agroindustriales (Ramirez, Castillo, Jenkins, Aluthge, Anderson, Fernando & Kononoff, 2016).

La tabla 8 resume la composición nutricional de varios subproductos del destilado de maíz.

Tabla 8.

Composición nutricional de subproductos de la producción de etanol.

Componente	Granos de destilería	GDSS	SDC	GDHS
Materia Seca %	94	90	90	31 - 36
Proteína Bruta	23	28 - 34	28 - 34	32 - 36
EE (%)	10	11	15 - 24	9 - 12
FDA %	17	12	-	10 - 12
FDN %	43	45	-	30 - 50
TND %	86	87	95 - 120	90 - 110

* Todos los nutrientes excepto MS expresados como % en base a MS.

Adaptado de: (Arroquy *et al.*, 2014; Ramirez *et al.*, 2016; Schroeder, 2010)

Elaborado por: Las autoras, 2020.

El valor nutritivo de este tipo de productos está influenciado por diversos elementos, entre los cuales constan: el tipo de grano, la calidad del mismo, la molienda, la fermentación, el secado, la

extracción o no de aceite, y finalmente de la cantidad de solubles generados en la fermentación que son agregados al subproducto (Belyea, Rausch, Clevenger, Singh, Johnston & Tumbleson, 2010; Sharma, Rausch, Tumbleson, & Singh, 2007).

Gran parte de las investigaciones se han centrado en el uso de los GD como fuente de proteína alternativa a la harina de soja (suplemento proteico más difundido en la actualidad). Sin embargo, además del contenido proteico los GD son considerados como fuente energética notable debido a su elevado contenido de fibra digestible (FDN) y aceite (Liu & Rosentrater, 2016; Schroeder, 2010).

1.3.4. Almacenamiento y conservación

El contenido de humedad es la principal diferencia entre GDH y GDS, mismo que determina el tiempo y tipo de conservación.

Con menos del 12 % de humedad los GDS son fáciles de manipular y almacenar, por lo que el productor puede conservar alimentos durante un periodo de tiempo más largo (4 meses aproximadamente) (Ahern, Nuttelman, Klopfenstein, MacDonald, Erickson, & Watson, 2016; Kennedy, Bauer, Swanson, & Vonnahme, 2016; Ramirez *et al.*, 2016).

Cuando los GDH se exponen a condiciones desfavorables, se produce un deterioro superficial, que altera su estabilidad y por lo tanto su vida útil, además se genera un entorno favorable para el crecimiento y desarrollo de microorganismos (Bruni *et al.*, 2014; Di Lorenzo & Galyean, 2010; Domenech, Calkins, Chao, Semler, Varnold & Erickson, 2017). El periodo de conservación aproximado es de 5 a 12 días (al aire libre), pero en verano, la calidad disminuye más rápido que en invierno (Bragachini, Ustarroz, Bragachini, & Mathier Diego, 2013; Lawton Stewart Segers, Hammond, Cheely, Ward, & Allen, 2017).

Es importante mencionar que varios proyectos de investigación han demostrado que la combinación de GDH con materiales absorbentes, tales como forrajes y granos secos, permite un almacenamiento exitoso y extiende la vida útil del alimento. Estos materiales aumentan el volumen y la MS (Arroquy *et al.*, 2014).

De igual manera, en el uso de estos subproductos la conservación y almacenamiento son un factores clave, porque aunque se recomiendan alternativas de gestión específicas, no existe información acerca de lo que sucede a largo plazo con el almacenamiento (Ahern *et al.*, 2016; Liu & Rosentrater, 2016).

Capítulo 2

2. Metodología

El trabajo experimental se desarrolló en la comunidad de Cariacu, al noroeste de la Parroquia de Ayora en el cantón Cayambe, provincia de Pichincha, ubicada a 2800 m.s.n.m., con una temperatura que oscila entre los 15 y 17 °C. La fase de campo implicó la recolección del subproducto de destilería, el suministro a los animales, la toma de muestras y cuantificación diaria de los litros de leche. La fase de laboratorio incluye análisis bromatológico del subproducto del destilado, pasto y balanceado comercial además del análisis de calidad en la leche de bovinos con el apoyo del Laboratorio de Calidad de Leche – Cayambe. El diseño experimental fue un diseño de bloques completamente al azar o DBCA, en el cual se establecieron tres tratamientos en base a la cantidad de balanceado requerido por los bovinos de acuerdo a la producción de litros de leche por día, el planteamiento de las variables y la toma de datos para su procesamiento. Para establecer la significancia estadística se aplicó análisis de varianza ANOVA con una prueba post-Hoc de comparación de medias de Tukey al 5 %.

2.1. Fase de campo

2.1.1. Muestreo del pasto

Las muestras de pasto fueron colectadas en los lotes de pastoreo de los bovinos a estudio. Debido a las irregularidades de terreno las muestras de pasto fueron tomadas dividiendo el terreno en 4 zonas, con la ayuda de un cuadrante de 1 m², mismo que fue lanzado desde la parte superior céntrica de cada zona. Es importante mencionar que el pasto se cortó a 5 cm del suelo, aproximadamente 0,25 kg por zona.

Siendo la composición de la muestra forrajera: raigrás anual, raigrás perenne, trébol blanco y achicoria.

2.1.2. Muestreo del subproducto de destilería

Luego del proceso de producción del etanol se tomó 1 kg de GDH, la muestra fue almacenada y transportada manteniendo la cadena de frío, cabe mencionar que el subproducto antes mencionado provino de dos microempresas dedicadas a la producción de etanol artesanalmente.

2.1.3. Muestreo del sobrealimento comercial

Se tomó una muestra de 1 kg del balanceado comercial utilizado para los tratamientos, la misma fue almacenada y transportada en una funda ziploc.

Las muestras anteriores fueron transportadas para el posterior análisis en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Central del Ecuador.

2.1.4. Muestreo de leche

Por cada unidad experimental se tomaron 40 mL de leche del ordeño directo siguiendo el protocolo de recolección de muestras LCL-INS-01 del laboratorio de calidad de leche de la UPS, es importante mencionar que las muestras fueron transportadas en frío (temperatura no mayor a 4 ° C) para el análisis del perfil composicional en el Laboratorio de Calidad de leche en Cayambe; el procedimiento antes mencionado se realizó durante 10 semanas, cada 7 días. Adicionalmente se tomaron datos de la producción de leche (L/vaca/día).

2.2. Diseño experimental

Se utilizó un DBCA con tres tratamientos y nueve unidades experimentales. Se estableció el bloqueo en el diseño experimental debido a que los animales no se encontraban en el mismo periodo de lactancia, los tratamientos fueron asignados al azar a las unidades experimentales.

Las unidades experimentales fueron divididas en grupos de tres y a cada grupo se le aplicó un tratamiento durante todo el proceso experimental.

- Unidades experimentales

Se evaluaron 9 vacas de raza Holstein (3) y F1 (6) como unidades experimentales, las mismas se hallaban en el primer y segundo tercio de producción, la Tabla 9 muestra las unidades experimentales, su respectivo código y el tratamiento designado aleatoriamente.

Tabla 9.

Detalle de las unidades experimentales.

Nombre	Código collar	Tratamiento
Uva	01	T3
Campanita	02	T1
Pera	03	T3
Negra	04	T1
Gema	05	T2
Mariposa	06	T1
Hilaria	07	T2
Paloma	08	T2
Carbonera	09	T3

Elaborado por: Las autoras, 2020.

- Tratamientos

Se alimentó a las unidades experimentales en base a mezcla forrajera más sobrealimento comercial y en sustitución parcial los tratamientos detallados en la Tabla 10.

Tabla 10.

Tratamientos del ensayo experimental.

Tratamiento	Especificación
T1	100 % balanceado + pasto
T2	30 % GDH, 70 % balanceado + pasto
T3	50 % GDH, 50 % balanceado + pasto

Elaborado por: Las autoras, 2020.

Es importante mencionar que los tratamientos antes mencionados se dosificaron para cada unidad experimental en base a los litros de leche/vaca/día, a razón de 1kg de GDH + balanceado comercial por cada 5 L de leche.

2.2.1. Variables de estudio

En campo:

- **Litros de leche:** Se tomaron datos de la producción diaria de leche (L/vaca/día), tanto en los ordeños de la mañana y tarde, con lo cual se calculó el promedio de la producción diaria.

En laboratorio:

Análisis composicional de calidad de leche: Se analizaron 5 parámetros dentro de la calidad de leche, los cuales fueron: grasa, proteína total, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos; todos expresados en % (g / 100 mL). Se consideró los cambios en la concentración de los parámetros evaluados durante las 10 semanas de muestreo. Para determinar cuál es el mejor tratamiento durante la fase experimental.

2.3. Fase de Laboratorio

2.3.1. Análisis bromatológico del subproducto, balanceado y pasto

La composición nutricional de los GDH, balanceado comercial y pasto se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Central del Ecuador siguiendo el Método Oficial de Análisis AOAC INTERNATIONAL, para determinar la cantidad de materia seca (MS), proteína bruta (PB), extracto etéreo (EE), fibra bruta (FB), cenizas, extractos no nitrogenados, fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA), estas dos últimas únicamente para la muestra de pasto mediante métodos de referencia (AOAC, 2005). A través de estos análisis, se pudo establecer la concentración de los parámetros antes mencionados en cada una de las sustancias inmersas en la alimentación del rumiante y así establecer el porcentaje que el animal está asimilando.

- **Materia seca (MS) - Humedad**

La determinación de materia seca en el pasto y humedad en el balanceado se realizó mediante análisis gravimétrico con el método descrito por AOAC 934.01. Se pesó 200 g de pasto húmedo y picado en una funda de lienzo seca y con peso constante conocido, posteriormente la muestra se secó en una estufa con convección de aire a una temperatura de 70 ± 2 ° C durante 12 horas. Para el balanceado se pesó 100 g de muestra en una cápsula limpia y con peso constante de porcelana, se secó en una estufa a 105 ± 2 ° C durante 8 horas y luego se tomó el peso de las muestras secas (AOAC INTERNATIONAL, 2005d).

$$MS (\%) = \frac{(Pa - Po)}{Pmh} \times 100$$

$$Humedad (\%) = 100 - \% MS$$

Donde:

Pmh= peso de muestra húmeda en gramos

P1= peso de muestra seca + peso de cápsula o funda de papel en gramos

Po= peso de cápsula vacía o funda de papel en gramos

- **Proteína bruta (PB)**

La PB se determinó mediante el método Kjeldahl. En donde 0,2 g de muestra previamente seca y molida fue pesada en un papel libre de nitrógeno y colocada a un tubo Kjeldahl en conjunto con 2 g de catalizador y 5 mL ácido sulfúrico concentrado (H₂SO₄), y luego se sometió a digestión con calor. Posteriormente, al digestado del proceso anterior se hizo reaccionar con hidróxido de sodio (NaOH) 10 N obteniéndose amoníaco gaseoso (NH₃) proveniente de compuestos nitrogenados, mismo que se destiló y se recogió en ácido bórico al 2 %. El nitrógeno del destilado se cuantificó por titulación con ácido clorhídrico normalizado (0,1 N) y ayuda de indicadores. El porcentaje de nitrógeno obtenido se multiplicó por 6,25 para obtener el valor de PB (AOAC INTERNATIONAL, 2005b).

$$\%N = \frac{(V_m - V_b) \times N \times 14}{P \times 10}$$

Donde:

V_m= mL de HCl estandarizado consumido por la muestra.

V_b= mL de HCl estandarizado consumido por el blanco.

N= Normalidad exacta del ácido clorhídrico.

14= Peso equivalente (eq) del nitrógeno.

P= gramos de muestra.

10= factor de conversión a porcentaje.

$$PB (\%) = \% N \times \text{factor a proteína (6,25)}$$

- **Extracto etéreo (EE)**

La determinación se realizó por extracción Randall. En donde la grasa contenida en la muestra (1,5 g) se solubilizó y se extrajo por arrastre continuo con éter dietílico, depositándose en un vaso de aluminio limpio y con peso constante conocido. Posteriormente, por destilación el solvente fue separado; para eliminar el resto de solvente la grasa se secó a 100 ± 2 ° C durante 30 minutos quedando la grasa libre, misma que se cuantificó por diferencia de peso (AOAC INTERNATIONAL, 2005c).

$$EE (\%) = \frac{(P1 - P0)}{Pm} \times 100$$

Dónde:

Pm= peso de muestra seca

P1= peso del vaso de aluminio + grasa

Po= peso del vaso de aluminio vacío

- **Fibra bruta (FB)**

Se determinó en referencia a AOAC 978.10. La muestra desengrasada se colocó en un crisol de vidrio con filtro de cuarzo poro 2; a continuación, se realizó una hidrólisis con ácido sulfúrico (H₂SO₄) 0,32 M y posterior un lavado una hidrólisis con hidróxido de potasio 0,556 M, el residuo final lavado se secó en una estufa a 150 ± 2 ° C por 2 horas. Se pesó el residuo seco y se determinó las cenizas contenidas por calcinación. Las cenizas se cuantificaron por diferencia de peso (AOAC INTERNATIONAL, 2005g).

$$FB (\%) = \frac{(P1 - P2)}{Pm} \times 100$$

Dónde:

P2= peso del crisol + cenizas

P1= peso del crisol + FB seca

Pm= peso de muestra en gramos

- **Cenizas**

La determinación de cenizas se realizó con el protocolo descrito por AOAC 942.05 a partir de incineración de la muestra. En crisoles de porcelana limpios y con peso constante conocido, se pesó 1,5 g de muestra y se calcinó en una mufla a 550 ± 2 ° C durante 4 horas. La cantidad de cenizas se cuantificó por diferencia de peso (AOAC INTERNATIONAL, 2005e).

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{(P1 - P0)}{Pm} \times 100$$

Donde:

Pm= peso de muestra

P1= peso del crisol + cenizas

Po= peso del crisol tarado

- **Fibra detergente neutro (FDN)**

Se determinó en referencia a AOAC 2002.04. La muestra desengrasada (1,5 g) se colocó en un crisol de vidrio con filtro de cuarzo poro 2, a continuación, se realizó una hidrólisis con un detergente neutro durante 1 hora a ebullición, el residuo final se lavó con agua caliente y posteriormente con acetona en frío. La fracción de fibra se secó en una estufa a

150 ± 2 ° C por 2 horas, se enfrió y se pesó. La fracción inorgánica se obtuvo por calcinación de la fibra (AOAC INTERNATIONAL, 2005a).

$$\% FDN = \frac{(P1 - P0) - (P2 - P0)}{Pm} \times 100$$

Dónde:

Pm= peso de muestra seca

Po= peso del crisol tarado

P1= peso del crisol + FND seca

P2= peso del crisol + cenizas

- **Fibra detergente ácido (FDA)**

Se determinó en referencia a AOAC 973.18. La muestra desengrasada (1,5 g) se colocó en un crisol de vidrio con filtro de cuarzo poro 2, a continuación, se realizó una hidrólisis con un detergente ácido durante 1 hora a ebullición, el residuo final se lavó con agua caliente y posteriormente con acetona en frío. La fracción de fibra se secó en una estufa a 150 ± 2 ° C por 2 horas, se enfrió y se pesó. La fracción inorgánica se obtuvo por calcinación de la fibra (AOAC INTERNATIONAL, 2005f).

$$\% FDA = \frac{(P1 - P0) - (P2 - P0)}{Pm} \times 100$$

Dónde:

Pm= peso de muestra seca

Po= peso del crisol tarado

P1= peso del crisol + FDA seca

P2= peso del crisol + cenizas

2.4. Análisis composicional de la leche

El análisis composicional de la leche se realizó en el Laboratorio de Calidad de leche por espectrofotometría media infrarroja, el método utilizado fue ISO 9622-IDF 141/2013 - Guía para la aplicación de espectrofotometría media infrarroja para leche LCL-PE-01; para establecer el porcentaje de grasa, proteína total, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos. Esto determinó el efecto de los tratamientos sobre la calidad composicional de la leche.

Previo al análisis en el equipo Milkoscan, se calentó las muestras de control interno, solución de conductividad y de ambiente del equipo hasta una temperatura entre 37 – 42 ° C. Las muestras anteriormente calentadas se analizan en el siguiente orden: muestra de solución de conductividad, dos muestras de leche anteriores y finalmente las muestras de control interno (alta, media y baja).

Después de analizar los controles y verificar que se encuentren dentro de los límites permitidos, se procede a calentar las muestras de leche en estudio hasta llegar a una temperatura entre 37 – 42 ° C. Se ingresa en el equipo el número de lote de análisis y el número total de muestras a analizar, después se coloca 10 muestras en un rack y se agita con 15 movimientos de vaivén para ayudar a mezclar la grasa que se encuentra en las tapas de los frascos, se destapan los frascos y se coloca las muestras en la cinta conveyor con el código de barras hacia el frente y procedemos a iniciar con el análisis, los resultados aparecen por defecto en el display de la pantalla. Una vez finalizado el análisis se procede a retirar el rack, tapan los frascos y guardarlos en gradillas para ser almacenado en refrigeración (ISO/IDF, 2013).

Capítulo 3

3. Resultados y discusión

3.1. Perfil bromatológico del subproducto, balanceado y pasto

Los tratamientos mencionados en la Tabla 10 se formularon tomando en cuenta los requerimientos básicos de nutrientes en la dieta bovina por lo cual, en la Tabla 11 se describe la Composición nutricional de las muestras correspondientes al subproducto, pasto y balanceado.

Tabla 11.

Resultados analíticos del perfil bromatológico.

Parámetro	Unidad	Muestra		
		Subproducto	Pasto	Balanceado
Materia seca (MS)		25,90	14,40	88,50
Proteína bruta (PB)		11,40	13,90	19,40
Extracto etéreo (EE)		6,00	2,70	4,10
Fibra bruta (FB)		14,20	18,60	7,40
Ceniza		3,70	9,40	8,50
Extractos no nitrogenados*	%	64,70	55,40	60,70
Fibra detergente neutro (FDN)		-	37,30	-
Fibra detergente ácida (FDA)		-	28,60	-

Resultados obtenidos en base seca

*Valor obtenido mediante cálculo

Elaborado por: Las autoras, 2020.

3.1.1. Análisis del perfil bromatológico de pasto

Se encontró que el forraje de pastoreo (ray grass) utilizado en la experimentación muestra valores que difieren con los datos reportados por Posada, Cerón, Arenas, Hamedt y Álvarez (2013), quienes evaluaron la composición nutricional del ray grass (*Lolium* sp.) en sus dos genotipos: híbrido tetraploide y anual tetraploide en su segundo corte (95 días luego de la siembra), los valores se detallan en la Tabla 12.

Tabla 12.

Composición nutricional de dos genotipos de ray grass (*Lolium* sp.)

Composición química	Genotipo	
	Híbrido tetraploide	Anual tetraploide
Materia seca (MS) (%)	13,70	13,80
Proteína Bruta (PB) (%)	18,80	18,90
Extracto etéreo (EE) (%)	4,80	4,60
Cenizas (%)	11,00	11,40
FDN (%)	41,50	40,80
FDA (%)	26,70	27,90
Extractos no nitrogenados (%)	46,80	46,50

Adaptado de: (Posada, Cerón, Arenas, Hamedt, & Andrés, 2013)

Elaborado por: Las autoras, 2020.

Se consideran pastos de buena calidad para producción de leche, cuando reúnen tres condiciones básicas que son: altamente palatables, de buena digestibilidad y una proporción balanceada de nutrientes (Bernal, 2003).

De acuerdo a Vérité *et al.* (1970) citado por Pendini (1996), el porcentaje de MS del forraje menor al 15 – 18 % afecta el CMS. El CMS de acuerdo con Allen (2000), está relacionado con la digestibilidad de la fibra del forraje y el efecto limitante de la concentración de propionato de los ácidos grasos volátiles o AVG. Otros factores que están involucrados en el CMS es la edad y el número de partos, se ha comprobado que existe un incremento en el consumo desde el primer al segundo parto independientemente del tamaño del cuerpo y la producción de leche, esto es atribuible al aumento de los requerimientos de la vaca y la adopción progresiva del apetito. El CMS está influenciado también por el estado de lactación y el nivel de producción lechera, esto tiene un efecto puntual en la demanda de nutrientes del animal.

En dietas en la que la digestibilidad es superior al 65 -70 %, la regulación del CMS se basa en los requerimientos energéticos del animal. De acuerdo a esas condiciones el CMS aumenta en forma lineal con la concentración de energía de la dieta (digestibilidad), hasta que el consumo de energía se hace constate y el CMS empieza a decrecer; el punto de inflexión del CMS queda determinado por la producción de leche (Conrad, Pratt, & Hibbs, 1964) y (Bines, 1976). Una dieta con concentrados también incrementa linealmente el CMS y digestibilidad, independiente del tipo de forraje, esto debido a que el concentrado reduce la cantidad de material indigestible de la ración (Pendini, 2008).

Para medir la proteína bruta de acuerdo a Salazar (2016), se toma en cuenta la proporción de nitrógeno y se multiplica por 6,25, las cenizas poseen un 12 – 18 % de la materia seca de una gramínea. Los extractos etéreos están compuestos por carotenos, resinas y ácidos grasos, aunque

no se conoce exactamente el origen de estas grasas, de acuerdo a Cerón (2017) estas grasas resultan de la descomposición de los carbohidratos en los parénquimas del tallo vegetal.

La fibra bruta básicamente está compuesta por hidratos de carbono como celulosa, hemicelulosa y lignina. Esta fibra bruta se divide en tres fracciones: fibra en detergente neutro (FDN), fibra en detergente ácido (FDA) y lignina en detergente ácido (LDA). La fibra en detergente neutro (FDN) de acuerdo a Cueva & Pizara (2017), está asociada a la capacidad de consumo de materia seca del ganado. La digestibilidad implica dotación de energía y se relaciona negativamente con la fracción de FDA (Arguedas & Herrera, 2016)

Por otro lado, incluir grasa en la ración produce efectos negativos sobre la concentración de proteína en la leche, esto debido a que la grasa provoca una reducción del crecimiento microbiano en el rumen por el recubrimiento físico sobre las partículas de fibra del rumen y también por la producción de compuestos tóxicos que afectan a las bacterias encargadas de la hidrogenación de las grasas insaturadas del rumen. Se recomienda incluir porcentajes no mayores a 5 % en la ración tomado de (Ramos, Pabón, & Carulla, 1998) que cito a (Bachman, 1992).

La baja cantidad de PB en el pasto muestreado puede estar asociada a la especie de raigrás y la edad del mismo; sin embargo, las fracciones de FDA y FND se encuentran en el rango.

Aunque el subproducto de destilería presenta menos cantidad de PB (11 %) que el pasto y el balanceado, este cuenta con mayor cantidad de extracto etéreo (6 %) y extractos libres de nitrógeno (64,7 %) lo que puede inferir en un incremento energético y la proteína de la dieta puede ser suplido con la fracción que aporta el balanceado (19,4 %).

3.1.2. Análisis del perfil bromatológico del balanceado comercial

De acuerdo a la información proporcionada por PRONACA (2019), en su ficha técnica y los resultados obtenidos en el proceso experimental, los valores obtenidos en los parámetros no varían por no más de cinco décimas.

3.1.3. Análisis del perfil bromatológico de los GDH

En cuanto a la composición bromatológica de los GDH, de acuerdo a Brunetti y Frossasco (2015) y Tjardes (2002), se establecen los siguientes parámetros, descritos en la Tabla 13.

Tabla 13.

Análisis nutricional de GDH.

Parámetro	Porcentaje (%)	
Materia seca	30,42*	25 – 35**
Proteína bruta	29,19*	30 – 35**
Cenizas	3,80*	--
Extracto etéreo (Grasa)	--	8 – 12**

(Brunetti & Frossasco, 2015) = *; (Tjardes, 2002) = **

Adaptado de: (Brunetti & Frossasco, 2015) y (Tjardes, 2002)

Elaborado por: Las autoras, 2020.

Según el estudio realizado por Batallas (2008), donde se evaluó la utilización de subproductos del destilado de granos en bovinos para carne en Argentina se reportan valores correspondientes al 23,63 % de proteína bruta (PB) en GDH, lo que contrasta con los resultados encontrados en este trabajo de investigación, donde se obtuvieron datos de 11,4 % de PB en base seca. Esto puede deberse a la composición del contenido nutricional de estos subproductos pues depende de distintos

factores, como: el tipo y calidad del grano, el método de procesamiento de la planta, la extensión de la fermentación, entre otras (Belyea *et al.*, 2010; Buckner *et al.*, 2011; Sharma *et al.*, 2007).

Desde el punto de vista nutricional, la burlanda de maíz posee una importante concentración de energía metabólica para los bovinos (3,0 - 3,2 Mcal EM/kg MS) (Anrique, 2014)

Ahora bien, una de las ventajas que presenta la alimentación con subproductos de la molienda de maíz es que, debido a los altos valores energéticos de los GDH a causa del elevado contenido de almidón, reduce los problemas relacionados con la acidosis (Erickson *et al.*, 2005).

Comparando los datos obtenidos y los presentados por autores anteriormente se puede observar una gran variación en cuanto a proteína bruta y una menor variación en cuanto a extracto etéreo. En los otros parámetros se obtienen datos similares.

3.2. Análisis composicional de la leche

Después de realizar los análisis composicionales de la leche durante 10 semanas, dentro de las cuales se incluye la primera semana, antes del proceso experimental.

3.2.1. Grasa

La Tabla 14, muestra el análisis estadístico para el porcentaje de grasa en la leche con un C.V. de los datos del 19,45 % que indican una dispersión confiable, para un estudio experimental en campo. El tratamiento que obtuvo mejores resultados en cuanto a grasa fue el T2, seguido del T3 y finalmente el T1. Sin embargo, no se encontró diferencia estadística significativa.

Tabla 14.

Análisis estadístico de los porcentajes de grasa en leche, encontrados luego del proceso experimental.

Tratamiento	Grasa (%)	C.V. (%)	p-valor (%)	Significancia
T2	4,11	19,45	0,77	NS
T3	3,99			
T1	3,97			

NS: No significativo

Fuente: (Infostat, 2020)

Elaborado por: Las autoras, 2020.

El porcentaje de grasa es el componente que más varía en la leche. De acuerdo a Magariños (2001) que fue citado por González, Molina y Coca (2010), el porcentaje de grasa en vacas Holstein es de 3,40 %, esta variación está directamente relacionada con la concentración de fibra o la relación forraje/concentrado. Cuando existe mayor concentración de fibra la concentración de grasa aumenta. La fibra es la encargada de regular el pH rumial (5,8 – 7), esta regulación se da mediante la producción de saliva que actúa como tampón al presentar un pH relativamente básico (8,2 – 8,4), neutraliza la acidez a nivel rumial. Por lo tanto, a mayor rumia existe mayor producción de saliva (Van Lier & Regueiro, 2008).

Los ácidos grasos de cadena corta forman la mayor parte de la grasa en leche, son sintetizados en la glándula mamaria y tienen como precursores a los AVG: acetato, butirato y propionato (principal precursor de lactosa), estos son sintetizados en el rumen por fermentación microbiana. Esta producción está regulada por el pH del rumen, mientras exista mayor acidez en el rumen mayor

será la concentración de propionato con respecto al acetato y se produce menor cantidad de grasa y sucede el efecto contrario cuando el pH rumial es más básico, aumenta la concentración de acetato en relación al propionato y por lo tanto la producción de grasa aumenta (Ramos *et al.*, 1998).

De acuerdo a Bachman (1992) citado por Ramos *et al.* (1998), las fracciones de fibra también influyen en la producción de grasa, pues valores de 28 % de FDN y 18 % de FDA producen un porcentaje normal en grasa, pero valores mayores a estos producen un aumento en la concentración del acetato con relación a propionato y por lo tanto mayor producción de grasa. Si comparamos con los porcentajes de FDN encontrados en los análisis del pasto (FDN: 37,3 % y FDA: 28,6 %) se puede entender el elevado porcentaje de grasa para los tres tratamientos.

Generalmente la adición de extractos no nitrogenados a la dieta del animal produce una disminución de la grasa en leche, producto de la reducción del pH rumial (Ramos *et al.*, 1998). En los GDH se degrada por fermentación cerca del 70 % del almidón y se triplica la concentración de proteína y aceite. Y elevados niveles de aceites vegetales pueden ocasionar biohidrogenación incompleta en el rumen, causando la disminución de la grasa láctea; sin embargo, la concentración efectiva de fibra del forraje puede revertir la degradación de grasa en leche (Consejo de Granos de Estados Unidos, 2018). De acuerdo a lo descrito por Brunetti *et al.* (2015), el FDN en GDH presenta un promedio de: 42,42 % si relacionamos este valor con lo mencionado anteriormente se puede comprender el aumento de contenido graso lácteo.

La relación forraje/concentrado influye en el incremento de grasa, de acuerdo a Van Lier *et al.* (2008), al incluir un concentrado en la dieta del animal, se está agregando almidón (carbohidrato de fácil digestión) que induce al desarrollo de flora amilolítica produciendo un cambio en el pH del rumen (acidificación), lo que aumenta la concentración de propionato; sin embargo, los niveles de propionato no superan los de acetato y se produce un aumento considerable en la producción

total de AVG, por lo que este factor también ayuda a incrementar la producción de grasa en la leche.

En este caso práctico con una dieta formulada a partir de un 75 % aproximadamente de forraje, concentrado y GDH (30 % y 50 % en sustitución parcial del concentrado), si se toma en cuenta el porcentaje de FDN del forraje y el subproducto, el porcentaje de los extractos no nitrogenados de la mezcla alimenticia y su efecto sobre el pH rumial, se logró incrementar la concentración de grasa en un 0,71 % para el T2, 0,59 % para el T3 y un 0,57 % para el T1; esto de acuerdo a lo descrito por Magariños (2001) y citado por González et al, (2010) para la raza Holstein. La variación más alta del T2 puede estar atribuida a las relaciones de concentrado/GDH, ya que autores sugieren que concentraciones superiores a 30 % producen efectos negativos en la calidad de la leche.

Niveles de grasa inferiores o iguales al 6 % no afectan al contenido de grasa láctea, en este caso el aporte graso promedio en la dieta fue de 4,26 % por lo que se cree no intervienen en la concentración de grasa láctea. Al igual que la grasa, la proteína tampoco tienen un efecto significativo, pero si se tiene valores inferiores al 7 % si afecta al contenido de grasa en la leche, ya que afecta a la fermentación rumial (Ramos *et al.*, 1998).

3.2.2. Proteína

En la Tabla 15 se muestra el análisis estadístico para el porcentaje de proteína en la leche con un C.V. de los datos del 8,00 % que indican una dispersión confiable, para un estudio experimental en campo. El tratamiento que obtuvo la mejor cantidad de proteína fue el T3, seguido del T2 y finalmente el T1. La prueba de Tuckey al 5 %, indica que los datos obtenidos presentan un ranqueo categorizado como “A” para el T3, “AB” para el T2 y “B” para el T1, es decir, son estadísticamente significativos.

Tabla 15.

Análisis estadístico de los porcentajes de proteína total en leche, encontrados luego del proceso experimental.

Tratamiento	Proteína total	Ranqueo	C.V.	<i>p</i>-valor	Significancia
	(%)		(%)	(%)	
T3	3,43	A		0,001	S
T2	3,30	AB	8,00		
T1	3,17	B			

S: significativo

Fuente: (Infostat, 2020)

Elaborado por: Las autoras, 2020.

El porcentaje de proteína reportado por Magariños (2001) que fue citado por González et al, (2010), para vacas Holstein presenta un valor de 3,32 %, esto comparado con los porcentajes encontrados en este estudio experimental se eleva un 0,11 % para el T3, los otros dos tratamientos presentan valores inferiores. La proteína en la leche está compuesta por 20 aminoácidos, 9 de ellos son producidos por el animal y los 11 restantes son considerados como aminoácidos esenciales, es decir deben ser absorbidos del intestino y provienen de dos fuentes de la vaca: proteína microbiana del rumen y proteína de la ración que no se fermenta en el rumen o proteína pasante. La proteína pasante puede provenir de diferentes fuentes como: parte de la proteína del forraje, fuentes vegetales, y proteína de origen animal (Ramos *et al.*, 1998).

El factor que influye con mayor fuerza en la producción de proteína láctea es el consumo de energía, misma que debe provenir de carbohidratos y no de grasa. Esto produce también un aumento notable en la producción de leche.

Los extractos no nitrogenados promueven el crecimiento microbiano (proteína microbiana), se sugiere una inclusión en la dieta de 38 a 40 % para mantener un adecuado desarrollo de microorganismos a nivel rumial. Adicionar valores mayores provoca acidosis y una disminución en la grasa láctea (Ramos *et al.*, 1998). En la dieta experimental existe una concentración de ENN mayor a la recomendada, en especial en los GDH; sin embargo, como ya se mencionó anteriormente estos granos han reducido su almidón un 70 % que es el carbohidrato que se degrada con mayor facilidad y rapidez, los otros carbohidratos van a ser degradados en el borde de las microvellosidades intestinales para luego ser transportados por la sangre portal hacia el hígado; entonces, estos carbohidratos no actúan en la síntesis de aminoácidos ni ingresan al rumen, sino más bien proveen energía a nivel celular. En el proceso experimental el T3 obtuvo diferencia estadística significativa con un porcentaje mayor de proteína a diferencia del T1 y T2 que presenta valores menores a los establecidos por bibliografía para esta raza animal. A pesar de que el T2 incluía en su dieta a los GDH presenta un promedio inferior en 0,02 % con respecto a la mencionado por bibliografía. El incremento de la proteína en el T3 puede estar relacionado con la concentración de energía que aportan los GDH a través de los ENN, que en este tratamiento es mayor (50 %). El T1 al no tener una fuente extra de energía presenta valores inferiores a los descritos por bibliografía.

La síntesis de proteína microbiana depende del contenido de proteína en la dieta, niveles del 12 % son suficientes para mantener la actividad bacteriana en el rumen (Ramos *et al.*, 1998). El promedio de la proteína que aporta la dieta en nuestro proceso experimental es de 13,23 % y se encuentra dentro de los límites necesarios para aportar, con los niveles de proteína encontrados en la leche. La adición de concentraciones elevadas de grasa (> 5 %) en la ración produce un efecto negativo en la producción de proteína láctea, en la dieta experimental no se supera este valor por lo tanto no puede presentar ningún efecto sobre la proteína (Pendini, 2008).

3.2.3. Lactosa

La Tabla 16, muestra el análisis estadístico para el porcentaje de lactosa en la leche con un C.V. de los datos del 2,56 % que indican una dispersión confiable, para un estudio experimental en campo. El tratamiento que obtuvo la mejor cantidad de lactosa fue el T1, seguido del T3 y finalmente el T2. La prueba de Tuckey al 5 %, indica que los datos obtenidos presentan un ranqueo categorizado como “A” para el T1, “AB” para el T3 y “B” para el T2, es decir, son estadísticamente significativos.

Tabla 16.

Análisis estadístico de los porcentajes de lactosa en leche, encontrados luego del proceso experimental.

Tratamiento	Lactosa	Ranqueo	C.V.	<i>p</i>-valor	Significancia
	(%)		(%)	(%)	
T1	4,89	A	2,56	0,0004	S
T3	4,81	AB			
T2	4,75	B			

S: significativo

Fuente: (Infostat, 2020)

Elaborado por: Las autoras, 2020.

Únicamente el T1 presenta los valores más altos y se encuentran dentro de la media: 4,87 % para vacas Holsteín (González *et al.*, 2010).

Como se mencionó la relación de concentraciones de propionato es el principal precursor de lactosa en la leche (Ramos *et al.*, 1998). Cuando se absorbe el acetato y butirato para la síntesis de grasa

corporal y en la leche; al mismo tiempo, en el hígado se transforma el propionato en glucosa que será la precursora de lactosa en la leche (Van Lier *et al.*, 2008). Esta elevada concentración de propionato en gran parte está regulada por la adición de almidón de los concentrados en la dieta.

En este caso práctico el T1 obtuvo mayor concentración de lactosa en leche elevándose en un 0,02 %, esto es entendible debido a que la dieta estaba conformada por el forraje y concentrado sin la adición de GDH; las cuales, como ya se mencionó poseen un 30 % de almidón en su estructura que es bajo en comparación con el concentrado.

Se debe mencionar también, que la cantidad de lactosa producida está directamente relacionada con la cantidad de producción de leche.

3.2.4. Sólidos totales

Se detalla en la Tabla 17 el análisis estadístico para el porcentaje de sólidos totales, donde se observa un C.V. de los datos del 6,57 % que indican una dispersión confiable, para un estudio experimental en campo. El tratamiento que obtuvo la mejor cantidad de sólidos totales fue el T3, seguido del T2 y finalmente el T1. Sin embargo, no se encontró diferencia estadística significativa.

Tabla 17.

Análisis estadístico de los porcentajes de sólidos totales en leche, encontrados luego del proceso experimental.

Tratamiento	Sólidos totales	C.V.	<i>p</i>-valor	Significancia
	(%)	(%)	(%)	
T3	13,04	6,57	0,54	NS
T2	12,99			

T1	12,81
----	-------

NS: No significativo

Fuente: (Infostat, 2020)

Elaborado por: Las autoras, 2020.

De acuerdo a Saborío Montero (2011), los sólidos totales están influenciados por la presencia de lactosa, grasa y proteína, ordenados en forma decreciente con respecto a la concentración. De estos factores el que más produce variación es el contenido de grasa láctea, la misma que está regulada para este caso por la fuente de fibra en la dieta. Según el autor mencionado anteriormente las vacas Holstein producen un 12,30 % de ST, si es comparado con los porcentajes reportados luego de nuestro proceso experimental varían en 0,74 % para el T3, 0,69 % para el T2 y 0,51 % para el T1, pero si relacionamos los datos elevados de lactosa, grasa y proteína presentes en nuestro estudio experimental, es comprensible el alto porcentaje de ST en leche.

3.2.5. Sólidos no grasos

La Tabla 18, muestra el análisis estadístico para el porcentaje de sólidos no grasos en la leche con un C.V. de los datos del 6,64 % que indican una dispersión confiable, para un estudio experimental en campo. El tratamiento que obtuvo la mejor cantidad de sólidos totales fue el T3, seguido del T2 y finalmente el T1. Sin embargo, no se encontró diferencia estadística significativa.

Tabla 18.

Análisis estadístico de los porcentajes de sólidos no grasos en leche, encontrados luego del proceso experimental.

Tratamiento	Sólidos no grasos (%)	C.V. (%)	<i>p-valor</i> (%)	Significancia
-------------	-----------------------	----------	--------------------	---------------

T3	9,10	6,64	0,37	NS
T2	8,96			
T1	8,89			

NS: No significativo

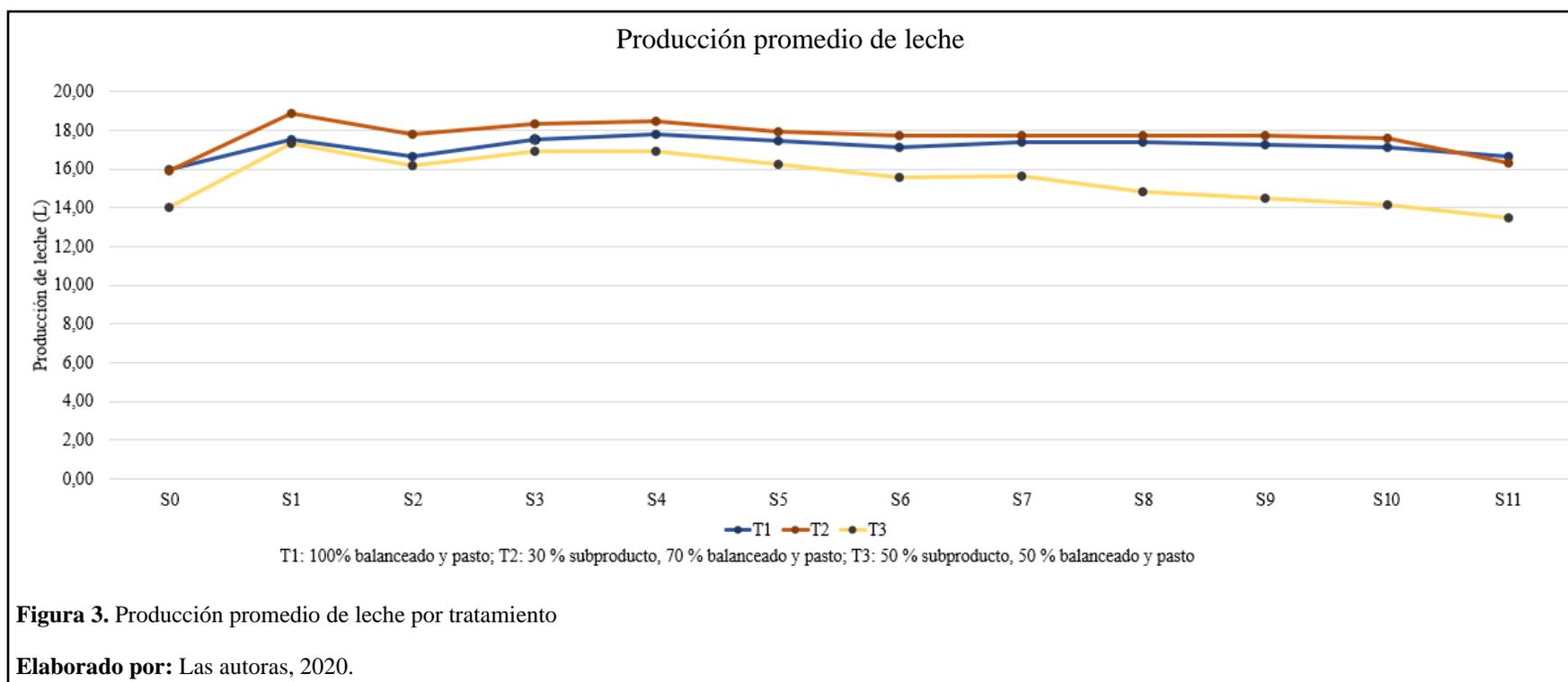
Fuente: (Infostat, 2020)

Elaborado por: Las autoras, 2020.

Sin embargo, de acuerdo a Magariños (2001), que fue citado por González *et al.*, (2010) en vacas Holstein el valor de sólidos no grasos es de 8,86 %. El contenido de sólidos no grasos está influenciado por la cantidad de energía y el ciclo de lactación. La energía tiene un efecto positivo en la producción de SNG y el ciclo de producción de leche tiene una relación negativa ya que cuando existe menor producción de leche los SNG aumentan y viceversa.

Como ya se mencionó, el aporte de energía por parte del concentrado y los GDH (relación con respecto a la grasa) incrementan los niveles de SNG. Lo que se corrobora observando los resultados de los tratamientos correspondientes a T3 y T2 (contienen concentrado y GDH), los mismos que presentan mayor concentración de SNG.

3.2. Producción de leche



En la Figura 3, se detalla la producción promedio de leche, la semana 0 es la semana previa al consumo de los tratamientos, durante las semanas 1 a la 8 se llevó a cabo la fase experimental de la presente investigación, adicionalmente se presentan las semanas 9, 10 y 11 donde los bovinos consumieron solamente pasto, sin adición de balanceado ni subproducto. Con respecto a los valores obtenidos, en la figura anterior se puede constatar que la producción de leche tuvo un incremento a partir de las primeras semanas de haber aplicado los tratamientos. Hay que hacer notar que el mejor tratamiento fue el T2 (30 % subproducto, 70 % balanceado y pasto) con una media de 17,84 L de leche.

Los datos antes mencionados concuerdan con los reportados por Kalscheur (2005), donde las vacas alimentadas en base a dietas que contenían 4 – 30 % de GD produjeron alrededor de 0,4 L/día más que las vacas alimentadas con dietas sin granos de destilería. En cambio, cuando se alimentó a las vacas con más del 30 % de granos de destilería, el rendimiento de leche disminuyó. Así pues, también se evidencia semejanza con el trabajo realizado por Chibisa, Christensen, & Mutsvangwa (2012) en Canadá donde se reporta que la Alimentación con cantidades crecientes de GDS tendieron a aumentar la producción de leche en comparación con la dieta control.

Teniendo en cuenta que para Herrera & Jordán (2010), la forma y la cantidad de los granos de destilería no influye en la producción de leche se podría decir que la producción de leche tendría los mismos resultados tanto para la suplementación con GDH como con GDS.

Conclusiones

El porcentaje de proteína y fibra de los GDH es inferior al que presenta el balanceado comercial, siendo el valor más bajo para proteína. En cambio, el extracto etéreo y los extractos no nitrogenados muestran porcentajes superiores a los presentados por el balanceado comercial.

Una dieta equilibrada (forraje, concentrado y GDH) en vacas de producción lechera, produce incrementos en la fracción de grasa, proteína total, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos, Aunque estadísticamente solo se evidencia diferencia significativa en los parámetros de proteína y lactosa.

El T3 presentó valores altos en comparación al resto de tratamientos en 3 de los 5 parámetros evaluados. Por lo que estadísticamente podríamos establecer que este es el mejor tratamiento en cuanto a calidad de leche.

La energía aportada por los GDH a través de los carbohidratos no estructurales y el bajo porcentaje de grasa que presentan estos, ayudan a la producción de mayor cantidad de proteína, grasa y lactosa evitando que el animal sufra acidosis. El aumento en la concentración de los parámetros de calidad dentro de este proceso experimental se logra únicamente sustituyendo parcialmente el concentrado con GDH y además la utilización de forraje como principal fuente de alimento.

A pesar que el T3 presenta valores elevados en 3 de las 5 variables analizadas el T2 presenta cantidades mayores al T3 en cuanto a producción de leche.

Los GDH se pueden incluir en las dietas como suplemento parcial en porcentajes hasta del 30 % de la ración para que la respuesta de los bovinos sea favorable en cuanto a producción de leche, sin embargo, es importante mencionar que cuando se formulan dietas que incluyan GDH en niveles elevados se debe garantizar cantidades adecuadas de fibra digestible (FDN) del pasto.

Recomendaciones

Realizar análisis bromatológicos y microbiológicos de los solubles producto del destilado y la unión de estos con los GDH permitiría conocer los aportes nutricionales que tienen los mismos en la dieta del animal, además de conocer los microorganismos que contienen estos residuos y si presentan un potencial benéfico en la fermentación a nivel rumial.

Investigar a nivel nacional sobre los GD de tal manera que la industria alcance la disminución de la variación en la composición de estos productos y con esto además de alcanzar mayor eficiencia en los procesos industriales el pequeño y mediano productor podrá obtener productos de estabilidad composicional.

Aplicar el T3 para incrementar la calidad de la leche y el T2 para incrementar la producción de L/vaca/día.

Bibliografía

- Agudelo Gómez, D. A. ;, & Bedoya Mejía, O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1), 38–42. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69520107>
- Ahern, N. A., Nuttelman, B. L., Klopfenstein, T. J., MacDonald, J. C., Erickson, G. E., & Watson, A. K. (2016). Comparison of wet and dry distillers grains plus solubles to corn as an energy source in forage-based diets. *Professional Animal Scientist*, 32(6), 758–767. <https://doi.org/10.15232/pas.2016-01528>
- Alais, C. (2003). *Ciencia de la leche : principios de técnica lechera* (2a. ed.). Retrieved from <https://www.worldcat.org/title/ciencia-de-la-leche-principios-de-tecnica-lechera/oclc/863283063>
- Allen, M. S. (2000). Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 83(7), 1598–1624. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75030-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75030-2)
- Anrique, R. (2014). *Composicion de alimentos para el ganado bovino* (4° edición; X. Molina, M. Alfaro, & R. Saldaña, eds.). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Anrique, R., Fuchslocher, R., Iraira, S., & Saldaña Rodolfo. (2010). *Composición de Alimentos para el Ganado Bovino | Proteínas | Nutrición* (4ta ed.). Retrieved from <https://es.scribd.com/doc/189246997/Composicion-de-Alimentos-para-el-Ganado-Bovino>
- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists International. In *Association of Official Agricultural Chemists International*. <https://doi.org/10.2105/ajph.46.7.916-a>

AOAC INTERNATIONAL. (2005a). AOAC Official Method 2002.04 . In M. Gaithersburg (Ed.), *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (18° editio). Retrieved from <http://the-aoac-method-principle.blogspot.com/2010/06/aoac-official-method-200204-amylase.html>

AOAC INTERNATIONAL. (2005b). AOAC Official Method 2001.11. In M. Gaithersburg (Ed.), *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (18° editio). Retrieved from <https://img.21food.cn/img/biaozhun/20100108/177/11285182.pdf>

AOAC INTERNATIONAL. (2005c). AOAC Official Method 2003.06. In M. Gaithersburg (Ed.), *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (18° edition).

AOAC INTERNATIONAL. (2005d). AOAC Official Method 934.01. In M. Gaithersburg (Ed.), *Official methods of analysis of the Association of Oficial Analytical Chemists* (18° editio).

AOAC INTERNATIONAL. (2005e). AOAC Official Method 942.05. In M. Gaithersburg (Ed.), *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (18° edition). Retrieved from <http://www.eoma.aoac.org/methods/info.asp?ID=32686>

AOAC INTERNATIONAL. (2005f). AOAC Official Method 973.18 . In M. Gaithersburg (Ed.), *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (18° edition). Retrieved from <https://es.scribd.com/document/378472387/AOAC-973-18>

AOAC INTERNATIONAL. (2005g). AOAC Official Method 978.10. In M. Gaithersburg (Ed.), *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (18° editio).

Arelovich, H. (2004). Suplementación proteica invernal. *Sitio Argentino de Producción Animal*, (1), 1–9.

Arguedas, E., & Herrera, M. L. (2016). Efecto de la frecuencia de corte y la precipitación en el rendimiento de *Cratylia argentea* orgánica. *Nutrición animal tropical*, 10(1), 24-44.

Arroquy, J., Berruhet, F., Martinez Ferrer, J., Pasinato, A., & Brunetti, M. (2014). Uso de subproductos del destilado de granos en bovinos para carne. *INTA - 5ª Jornada Nacional de Forrajes Conservados*, 31. Retrieved from <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1527&context=animalscifacpub>

Bachman, K. C. (1992). *Managing milk composition. En: Large dairy herd management.* (H. H. Van Horn, & C. J. Wilcox, Edits.) Champaign.

BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. (2018). Matriz Insumo Producto Industria por Industria (MIP). Retrieved June 12, 2019, from <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/CuentasNacionales/Anuales/Dolares/MenuMatrizInsumoProducto.htm>

Barioglio, C. F. (2013). *Diccionario de producción animal.* Retrieved from [https://books.google.com.ec/books?id=QjNaWBf6tbMC&pg=PA185&dq=Composición+de+la+leche+DE+VACA&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwig9tX60PPpAhUzsTEKHVUZD7sQ6AEIUzAF#v=onepage&q=Composición de la leche DE VACA&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=QjNaWBf6tbMC&pg=PA185&dq=Composición+de+la+leche+DE+VACA&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwig9tX60PPpAhUzsTEKHVUZD7sQ6AEIUzAF#v=onepage&q=Composición+de+la+leche+DE+VACA&f=false)

Basantes, E. D., Huilcapil, S. I., Astudillo, D. G., & Ochoa, P. M. (2017). Calculo De Costos De Produccion Y Precio De Venta Del Litro De Leche De Vaca En El Ecuador. *Revista Observatorio de La Economía Latinoamericana*, ISSN: 1696(Observatorio de la Economía Latinoamericana). Retrieved from <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/produccion-leche-ecuador.html>

Batallas, C. (2008). *Tecnología forrajera y sistemas de producción ganadera. Utilización de los*

recursos forrajeros. Desarrollo de la tecnología forrajera y su uso en los sistemas de producción. Maestría de Producción Animal.

Belyea, R. L., Rausch, K. D., Clevenger, T. E., Singh, V., Johnston, D. B., & Tumbleson, M. E. (2010). Sources of variation in composition of DDGS. *Animal Feed Science and Technology*, 159(3–4), 122–130. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.06.005>

Bernal, J. (2003). *Pastos y forrajes tropicales: producción y manejo* (Cuarta ed.). Bogotá: Ángel agro-Ganadería intensiva-Ideagro.

Bines, J. A. (1976). *Factors influencing voluntary food intake in cattle*. (H. Swan, & W. H. Broster, Edits.) Butterworth, Londo: Principles of Cattle Production.

Bisinotto, R. S., Greco, L. F., Ribeiro, E. S., Martinez, N., Lima, F. S., Staples, C. R., ... Santos, J. E. P. (2012). Influences of nutrition and metabolism on fertility of dairy cows. *Animal Reproduction*, 9(3), 260–272.

Bonifaz, N., & Gutiérrez, F. (2015). VALOR NUTRITIVO DE LAS MATERIAS PRIMAS EMPLEADAS EN LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS DE LECHE EN GANADERÍAS DEL CANTÓN CAYAMBE. *LA GRANJA*, 21(1), 69–76. <https://doi.org/10.17163/lgr.n21.2015.06>

Bragachini, M., Ustarroz, F., Bragachini, M., & Mathier Diego. (2013). El maíz, bioenergía y agregado de valor en origen. *INTA E.E.A. MAnfredi*, 6. Retrieved from <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/agoindustrializacion/Maiz-Bioenergia-Valor-Agregado-Origen.asp>

Brunetti, M., Frossasco, G., & Martínez, G. (2015). Composición química de los granos de destilería. *Area de Producción Animal INTA EEA Manfredi*, 1–2.

- Bruni, M., Trujillo, A. I., Facchín, L., Saragó, L., & Chilibroste, P. (2014). Evaluación nutricional para rumiantes de la burlanda de sorgo húmeda obtenida de la producción de etanol de ALUR Paysandú. *Cangué*, 35, 28–38. Retrieved from http://www.eemac.edu.uy/cangue/joomdocs/cangue035_bruni.pdf
- Buckner, C., Wilken, M., Benton, J., Vanness, S., Bremer, V., Klopfenstein, T., ... Erickson, G. (2011). Nutrient variability for distillers grains plus solubles and dry matter determination of ethanol by-products. *The Professional Animal Scientist*, 27, 57–64. Retrieved from <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1771&context=animalscifacpub>
- Cashman, K. D. (2002). Macroelements, Nutritional Significance. In *Minerals in dairy products* (pp. 2051–2058). Retrieved from [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=dXE0ZfUnCKwC&oi=fnd&pg=PT211&dq=minerals+in+dairy+products+in:+encyclopedia+of+dairy+science&ots=AoYntjzsQr&sig=F-JPiHQNxuDamFEqT1iIGBQ2j2I#v=onepage&q=minerals in dairy products in%3A encyclopedia of dairy science&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=dXE0ZfUnCKwC&oi=fnd&pg=PT211&dq=minerals+in+dairy+products+in:+encyclopedia+of+dairy+science&ots=AoYntjzsQr&sig=F-JPiHQNxuDamFEqT1iIGBQ2j2I#v=onepage&q=minerals+in+dairy+products+in%3A+encyclopedia+of+dairy+science&f=false)
- Cashman, K. D. (2006). Milk minerals (including trace elements) and bone health. *International Dairy Journal*, 16(11), 1389–1398. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2006.06.017>
- Cerón, L. (2017). Evaluación del valor nutritivo de las pasturas conformadas por el Pasto Miel (*Paspalum dilatatum*), según su edad de crecimiento en el cantón San Miguel de los Bancos-Pichincha- Ecuador. *Universidad de Las Américas - Repositorio*, 58.
- Cervantes, J. F., Gámez, H. G., Urrutia, J., & Velázquez, M. (2014). Producción sostenida de ganado bovino de carne en el Altiplano Norte. Centro de México. *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias*, 56.

- Chasí, K. (2011). *Elaboración de un plan de mejora de las unidades productoras de leche de origen bovino de los sectores Arrayancucho, Sta Rosa y Manzana 4 de la comunidad de Pesillo, Cayambe-Ecuador 2010* (Universidad Politécnica Salesiana,). Retrieved from <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1819/12/UPS-YT00070>
- Chibisa, G. E., Christensen, D. A., & Mutsvangwa, T. (2012). Effects of replacing canola meal as the major protein source with wheat dried distillers grains with solubles on ruminal function, microbial protein synthesis, omasal flow, and milk production in cows. *Journal of Dairy Science*, 95(2), 824–841. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4718>
- CIL. (2018). *Información Básica Ecuador*. Obtenido de Centro de la Industria Láctea: <https://cilecuador.org/index.php/2018/04/08/produccionleche/>
- Conrad, H., Pratt, A., & Hibbs, J. W. (1964). Regulation of feed intake in dairy cows. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *J. Dairy Sci*(47), 54 - 62.
- Consejo de Granos de Estados Unidos. (Enero de 2018). *USGC*. Obtenido de https://grains.org/wp-content/uploads/2018/01/DDGS_Handbook-Spanish2012.pdf
- Cruz, M., & Sánchez, J. (2000). LA FIBRA EN LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO LECHERO. *Nutrición Animal Tropical*, 6(1), 39-74. Obtenido de http://www.cina.ucr.ac.cr/recursos/docs/Revista/la_fibra_en_la_alimentacion_del_ganado_lechero.pdf
- Cueva, Gonzalo; Pizara, C. (2017). Análisis bromatológico de los frutos de *Salacca zalacca* (Arecaceae) y de *Couroupita guianensis* (Lecythidaceae). *Univerisidad Politécnica Salesiana - Repositorio*, 1–100.

- Di Lorenzo, N., & Galyean, M. L. (2010). Applying technology with newer feed ingredients in feedlot diets: do the old paradigms apply? *Journal of Animal Science*, 88(13), E123–E132. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2362>
- Domenech, K. I., Calkins, C. R., Chao, M. D., Semler, M. E., Varnold, K. A., & Erickson, G. E. (2017). Impact of feeding de-oiled wet distillers grains plus solubles on beef shelf life. *Journal of Animal Science*, 95(2), 709–717. <https://doi.org/10.2527/jas2016.0905>
- Erickson, G. E., Klopfenstein, T. J., Adams, D. C., & Rasby, R. J. (2005). A Review of Current Research on Distillers Grains and Corn Gluten. In Department of Animal Science (Ed.), *Corn Processing Co-Products Manual* (pp. 2–11). Retrieved from <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1527&context=animalscifacpub>
- FAO. (2020). Producción y productos lácteos: Composición de la leche. Retrieved May 20, 2020, from Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura website: <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/composicion-de-la-leche/es/>
- FAOSTAT. (2020). Producción de leche entera de vaca en Ecuador. Retrieved June 23, 2020, from http://www.fao.org/faostat/es/#rankings/commodities_by_country
- FEDNA. (2016, March 22). Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Retrieved June 23, 2020, from <http://www.fundacionfedna.org/tablas-fedna-composicion-alimentos-valor-nutritivo>
- Florián Lescano, R., Dávila Rojas, Á., Cusma Pajares, E., Chávarri Sánchez, A., & Tapia Acosta, A. (2017). Efecto de la suplementación en vacas lecheras con heno y silaje de avena-vicia forrajeras sobre los 3000 m.s.n.m en Cajamarca. *Revista Caxamarca*, 16(1), 6. Retrieved from [http://190.116.36.86/bitstream/handle/UNC/3075/Efecto de la suplementación en vacas 35-](http://190.116.36.86/bitstream/handle/UNC/3075/Efecto%20de%20la%20suplementaci3n%20en%20vacas%2035-)

40.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gallego Castro, L. A., Mahecha Ledesma, L., & Angulo Arizala, J. (2017). Producción, calidad de leche y beneficio: costo de suplementar vacas holstein con *Tithonia diversifolia*. *Agronomía Mesoamericana*, 28(2), 357–370. <https://doi.org/10.15517/ma.v28i2.25945>

García, C. A. C., Montiel, R. L. A., & Borderas, T. F. (2014). Grasa y proteína de la leche de vaca: componentes, síntesis y modificación. *Archivos de Zootecnia*, 63(241), 85. <https://doi.org/10.21071/az.v63i241.592>

Gengler, N., Soyeurt, H., Dehareng, F., Bastin, C., Colinet, F., Hammami, H., ... Dardenne, P. (2016). Capitalizing on fine milk composition for breeding and management of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(5), 4071–4079. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10140>

Gil Hernández, Á. (2010). *Tratado de nutrición: Composición Y Calidad Nutritiva de los Alimentos* (2°). Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=hcwBJ0FNvqYC&pg=PT38&dq=Composici3n+de+l+a+leche+DE+VACA&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwig9tX60PPpAhUzsTEKHVUZD7sQ6AEIJzAA#v=onepage&q=Composici3n+de+la+leche+DE+VACA&f=false>

Gili, M., & Casagrande, M. (2016). *EVALUACIÓN DE LA INCLUSIÓN DE GRANOS DE DESTILERÍA DE MAÍZ (BURLANDA) HÚMEDOS Y SECOS EN DIETAS DE RECRÍA Y ENGORDE DE TORITOS HOLANDO ARGENTINO* (INTA). Retrieved from https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_evaluacion_de_la_inclusion_de_granos_de_destileria_de_maiz.pdf

González, G., Molina, B., & Coca, R. (2010). Calidad De La Leche Cruda. *Foro Sobre Ganadería Lechera de La Zona Alta de Veracruz*, 10.

- Gupta, K. (2019). Nutritional Quality of Cow Milk: A Review. *Research & Reviews: Journal of Veterinary Science and Technology*, 8(1), 1–5. Retrieved from <http://sciencejournals.stmjournals.in/index.php/RRJoVST/article/view/2168>
- Herrera, J., & Jordán, H. (2010). Granos de destilería, una alternativa viable para la producción de leche vacuna. Características, composición y uso. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 44(2), 97–105.
- INEN. (2012). NTE INEN 9:2012. In *Leche Cruda. Requisitos*. Retrieved from http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_9-5.pdf
- ISO/IDF. (2013). Milk and liquid milk products — Guidelines for the application of mid-infrared spectrometry. In *ISO 9622:2013 [IDF 141:2013]* (2° edition, pp. 8–12). Retrieved from www.sis.se/buytheentirestandardviahttps://www.sis.se/std-916585Webwww.iso.orgWebwww.fil-idf.orgThispreviewisdownloadedfromwww.sis.se.Buytheentirestandardviahttps://www.sis.se/std-916585
- Kalscheur, K. (2005). Impact of feeding distillers grains on milk fat, protein, and yield. . *Distillers Grains Technology Council. 9th Annual Symposium*. Retrieved from https://openprairie.sdstate.edu/dairy_pubdb/381
- Kennedy, V. C., Bauer, M. L., Swanson, K. C., & Vonnahme, K. A. (2016). Supplementation of corn dried distillers grains plus solubles to gestating beef cows fed low-quality forage: I. altered intake behavior, body condition, and reproduction. *Journal of Animal Science*, 94(1), 240–247. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9615>
- Klopfenstein, T. J., Erickson, G. E., & Bremer, V. R. (2008). Board-invited review: Use of distillers

- by-products in the beef cattle feeding industry. *Journal of Animal Science*, 86(5), 1223–1231.
<https://doi.org/10.2527/jas.2007-0550>
- Lawton Stewart, R., Segers, J., Hammond, K., Cheely, T., Ward, B., & Allen, B. (2017). *Using Distillers Grains in Beef Cattle Diets*. Retrieved from https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/B_1482_1.PDF
- León, R., Bonifaz, N., & Gutiérrez, F. (2018). *Pastos y forrajes del Ecuador* (1era edici). Retrieved from [https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17928/1/PASTOS Y FORRAJES DEL ECUADOR.pdf](https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17928/1/PASTOS_Y_FORRAJES_DEL_ECUADOR.pdf)
- López Hernández, O. D., & Salazar Moya, A. M. (Agosto de 2016). *Universidad Técnica de Ambato*. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/23816>
- Liu, K., & Rosentrater, K. A. (2016). *Distillers Grains: Production, Properties, and Utilization - Google Libros* (Ilustrada; CRC Press, Ed.). Retrieved from [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=0zDNBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=nutritional+composition+of+Wet+Distillers+Grains&ots=FjhELLBo06&sig=kjqim7rQijG0PBqyVUIVdxGmrB8#v=onepage&q=nutritional composition of Wet Distillers Grains&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=0zDNBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=nutritional+composition+of+Wet+Distillers+Grains&ots=FjhELLBo06&sig=kjqim7rQijG0PBqyVUIVdxGmrB8#v=onepage&q=nutritional%20composition%20of%20Wet%20Distillers%20Grains&f=false)
- Macaya, S., & Rojas, A. (2009). USO DE GRANOS SECOS CON SOLUBLES (DDGS) PROVENIENTES DE LA DESTILERÍA DEL MAÍZ EN SUPLEMENTOS PARA VACAS LACTANTES EN PASTOREO DE ESTRELLA AFRICANA (*Cynodon nlemfluensis*). *Agronomía Costarricense*, 33(2), 237–248. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43613279008>
- MacGibbon, A. K. H., & Taylor, M. W. (2006). *Composition and Structure of Bovine Milk Lipids*

(3°; P. F. Fox & McSweeney, Eds.). Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=05sxUplvwSEC&pg=PA1&dq=Composition+and+Structure+of+Bovine+Milk+Lipids&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjdl7_z7fPpAhXMSzABHU9oAsgQ6AEIJzAA#v=onepage&q=Composition and Structure of Bovine Milk Lipids&f=false

Magariños, H. (2001). Una guía para la pequeña y mediana empresa. *Producción Higiénica de La Leche Cruda*. Retrieved from <http://glifos.unis.edu.gt/library/index.php?title=10775&query=@title=Special:GSMSearchPage@process=@field1=encabezamiento@value1=CONTROL DE CALIDAD @mode=advanced&recnum=120>

Marangoni, F., Pellegrino, L., Verduci, E., Ghiselli, A., Bernabei, R., Calvani, R., ... Poli, A. (2018). Cow's Milk Consumption and Health: A Health Professional's Guide. *Journal of the American College of Nutrition*, 38(3), 197–208. <https://doi.org/10.1080/07315724.2018.1491016>

Meléndez, P., & Bartolomé, J. (2017). Avances sobre nutrición y fertilidad en ganado lechero: Revisión. *Rev Mex Cienc Pecu*, 8(4), 417. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i4.4160>

Miller, G. D., Jarvis, J. K., & McBean, L. D. (2007). *Handbook of Dairy Foods and Nutrition* (3°). Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=5tleQ0aLJvoC&oi=fnd&pg=PP1&dq=handbook+of+dairy+food+and+nutrition&ots=ZxW2IraIxy&sig=w8XDWphD5HICVo8gwMwBh15RyDM#v=onepage&q=handbook of dairy food and nutrition&f=false>

Mori Tafur, L. (2016). *Efecto de los granos secos de destilería con solubles (DDGS) en la*

producción láctea de vacas de la raza jersey en el establo de la UNTRM- Chachapoyas

(Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas). Retrieved from http://dina.concytec.gob.pe/appDirectorioCTI/VerDatosInvestigador.do?id_investigador=13519

NA 0063. (2009). *NORMA ANDINA 0063. LECHE CRUDA*. Lima, Perú.

Pendini, C. R. (1996). Notas Sobre Alimentacion De La Vaca Lechera. *Cátedra Producción de Leche*, 1–7.

Pendini, C. R. (2008). *Facultad de Ciencias Agropecuarias*. Obtenido de <http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/pleche/wp-content/uploads/sites/8/2016/05/notas-sobre-alimentacion-de-la-vaca-leche2008.pdf>

Peruchena, C. O. (1999). Suplementación de bovinos para carne sobre pasturas tropicales: aspectos nutricionales, productivos y económicos. *XXXVI Congreso Anual de La Sociedad Brasileira de Zootecnia.*, 1–10. Retrieved from http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/43-sorgos_bmr.pdf

Posada, Sandra; Cerón, J. M., & Arenas, Jhon; Hamedt, Juan Fernando; Álvarez, A. (2013). CES medicina veterinaria y zootecnia. In *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia* (Vol. 8). Universidad CES, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

PRONACA. (2019). PRONACA - Nutrición y Salud Animal. Retrieved August 18, 2020, from <https://procampo.com.ec/index.php/proganado-super-lechero>

Ramirez, H. A., Castillo, E., Jenkins, C. J. R., Aluthge, N. D., Anderson, C., Fernando, S. C., ... Kononoff, P. J. (2016). Reduced-fat dried distillers grains with solubles reduces the risk for

- milk fat depression and supports milk production and ruminal fermentation in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(3), 1912–1928. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030216000515>
- Ramos, R; Pabón, M; Carulla, J. (1998). Factores Nutricionales Y No Nutricionales Que Determinan La Composición De La Leche. *Revista de La Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, Vol. 46, pp. 2–7.
- Rodríguez, Á. (2017). *Introducción a la nutrición y dietética clínicas*. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=h4xLDwAAQBAJ&pg=PA96&dq=valor+nutricional+de+la+leche+de+vaca&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi9wf6XgoXjAhXJqFkKHXciA6cQ6AEIOTAD#v=onepage&q=valor+nutricional+de+la+leche+de+vaca&f=false>
- Rodriguez, C. A., Torres, D., Chagas, E., & Sakazaki, R. T. (2016). Efecto de la fertilización orgánica en la producción y calidad de frutos de plantas de camu camu en Ucayali-Peru. *Cuadernos de Agroecología*, 10. Obtenido de <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/16867>
- Roveglia, C., Niero, G., Penasa, M., Finocchiaro, R., Marusi, M., Lopez-Villalobos, N., & Cassandro, M. (2019). Phenotypic analysis of milk composition, milk urea nitrogen and somatic cell score of Italian Jersey cattle breed . *Italian Journal of Animal Science* , 18(1), 405–409. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2018.1531684>
- Saborío Montero, A. (2011). *Articulo_Ecag_Solidos_Revista_56*. (56), 70–73.
- Salazar, A. (2016). Implementación del Método Kjeldahl para la determinación de proteína para diferentes matrices en el laboratorio ECUACHEMLAB CÍA. LTDA. *Universidad Técnica de Ambato - Repositorio*, 2015(June), 50061.

- Santini, F. J. (2014). Conceptos básicos de la nutrición de rumiantes. In *Nutrición Animal Aplicada* (p. 4). Retrieved from [http://inta.gob.ar/documentos/nutricion-animal-aplicada-material-de-divulgacion/at_multi_download/file/INTA_Curso Nutrición Animal aplicada 2014.pdf](http://inta.gob.ar/documentos/nutricion-animal-aplicada-material-de-divulgacion/at_multi_download/file/INTA_Curso_Nutrición_Animal_aplicada_2014.pdf)
- Schroeder, J. W. (2010). *GRANOS DE DESTILERÍA SUPLEMENTO ENERGÉTICO y PROTEICO PARA EL GANADO LECHERO*. Retrieved from http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/70-Granos_Destileria.pdf
- Sharma, V., Rausch, K. D., Tumbleson, M. E., & Singh, V. (2007). Comparison between granular starch hydrolyzing enzyme and conventional enzymes for ethanol production from maize starch with different amylose: Amylopectin ratios. *Starch/Stärke*, 59(11), 549–556. <https://doi.org/10.1002/star.200700631>
- Tangendjaja, B., Bamualim, A., & Nurhayati, I. (2018). Improved milk production when DDGS (Dried distiller’s grains with solubles) is used to substitute or supplement concentrate for dairy cattle in Indonesia. *Proceedings of International Seminar on Livestock Production and Veterinary Technology*, 55-63.
- Tjardes, K. (2002). Feeding Corn Distiller’s Co-Products to Beef Cattle. *Animal & Range Sciences*, 6.
- Torres, X. (2018). *Estudio de la producción de la industria láctea del cantón Cayambe en el período 2009-2015* (Universidad Andina Simón Bolívar). Retrieved from <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6052/1/T2544-MAE-Torres-Estudio.pdf>
- U.S. Grains Council. (2012). *A Guide to Distiller’s Dried Grains with Solubles (DDGS)*. (3°). Retrieved from <https://grains.org/wp-content/uploads/2018/01/Complete-2012-DDGS-Handbook.pdf>

- Ul Haq, M. R. (2020). Cow Milk. In *β -Casomorphins* (pp. 1–16). <https://doi.org/10.1007/978-981-15-3457-7>
- Van Lier, E., & Regueiro, M. (2008). *Animal Y Pasturas Digestión En Réticulo-Rumen*. 30.
- Vérité, R; Journet, M; Flechet, Jeanne; Lffaivre, Renée; Marquis, B; Ollier, A. (1970). INFLUENCE DE LA TENEUR EN EAU ET DE LA DÉSHYDRATATION DE L'HERBE SUR SA VALEUR ALIMENTAIRE POUR LES VACHES LAITIÈRES. *Annales de Zootechnie*, 19(3), 255–268. <https://doi.org/10.1051/animres:19700302>
- Willett, W. C., & Ludwig, D. S. (2020). Milk and Health. *New England Journal of Medicine*, 382(7), 644–654. <https://doi.org/10.1056/NEJMra1903547>
- WingChing-Jones, R., & Leal Rivera, J. C. (2018). Conservación del forraje de la *Typha domingensis* (Typhaceae). Ensilaje y henificación. *UNED Research Journal*, 10(1), 119–126. <https://doi.org/10.22458/urj.v10i1.2013>

Anexos

Anexo 1. Bovinos - Unidades experimentales



Foto: Las autoras, 2020

Anexo 2. Sorteo de las unidades experimentales para los tratamientos.



Foto: Las autoras, 2020

Anexo 3. Establecimiento de las unidades experimentales y tratamientos.

Dia		Mes		Año		Consejo de Protección Integral de Derechos de Cayambe	
T3	1	UVD		litros			
T1	2	CAMPONITO		7		3 meses por día	
T3	3	PERA		7		2 meses por día	
T1	4	Negra		9		4 meses por día	
T2	5	Gema		10		2 meses por día	
T1	6	Maipura		8		3 meses por día	
T2	7	HIDRIS		7		2 meses por día	
T2	8	Palomo		9		2 meses por día	
T3	9	CARBONERA		8		3 meses por día	
		T1 amarillo					
		T2 Verde					
		T3 Azul					

Foto: Las autoras, 2020

Anexo 4. Identificación de las unidades experimentales.



Foto: Las autoras, 2020

Anexo 6. Producción de leche diaria por tratamiento - Semana 1.

	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PROMEDIO
T1	16	15	16	17	17	16	15	
T1	19	20	21	21	22	19	20	
T1	15	16	16	17	17	17	16	17,5238095
	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
T2	20	21	22	22	21	22	22	
T2	15	15	15	15	16	16	15	
T2	19	20	20	20	20	20	20	18,8571429
	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
T3	15	16	17	18	18	18	18	
T3	16	17	17	17	17	18	17	
T3	17	17	17	18	18	19	19	17,3333333

Elaborado por: Las autoras, 2020