



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**  
*La Universidad Católica de Loja*

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

**CARRERA DE AGROPECUARIA**

**Efecto de la suplementación de los bloques  
multinutricionales con residuos agroindustriales en la  
producción y calidad de leche de vacas mejoradas al  
pastoreo en la finca de la UTPL**

Trabajo de integración curricular previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Autor:** Ortiz Colaizaca, Edison José

**Director:** Carrera Durazno, Rubén

LOJA

2023



*Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>*

2023

**Aprobación del director del trabajo de titulación**

Loja, 16 de enero del 2023

Doctor

Edwin Daniel Capa Mora, Ph.D

**Director de la carrera de Agropecuaria**

Ciudad. –

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación denominado: “Efecto de la suplementación de los bloques multinutricionales con residuos agroindustriales en la producción y calidad de leche de vacas mejoradas al pastoreo en la finca de la UTPL”, realizado por Edison José Ortiz Colaizaca, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la ejecución del mismo. Así mismo, doy fe que dicho trabajo de titulación ha sido revisado por la herramienta anti-plagio institucional.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

f) .....

Dr. Rubén Carrera Durazno, Ph.D

CI: 1103087928

### **Declaración de autoría y cesión de derechos**

“Yo, Edison José Ortiz Colaizaca, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente:

- Ser autor del Trabajo de Titulación denominado: Efecto de la suplementación de los bloques multinutricionales con residuos agroindustriales en la producción y calidad de leche de vacas mejoradas al pastoreo en la finca de la UTPL, específicamente de los contenidos comprendidos en: Introducción, Capítulo 1. Marco teórico, Capítulo 2. Metodología, y Capítulo 3. Análisis y resultados, Conclusiones y Recomendaciones, siendo el Dr. Rubén Carrera Durazno, Ph.D, director del presente trabajo; y, en tal virtud, eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación a la propiedad intelectual. Además, ratifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo son de mi exclusiva responsabilidad.
- Que mi obra, producto de mis actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio de la Universidad Técnica Particular de Loja, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico de la UTPL, que establece: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.
- Autorizo a la Universidad Técnica Particular de Loja para que pueda hacer uso de mi obra con fines netamente académicos, ya sea de forma impresa, digital y/o electrónica o por cualquier medio conocido o por conocerse, sirviendo el presente instrumento como la fe de mi completo consentimiento; y, para que sea ingresada al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: .....

Autor: Edison José Ortiz Colaizaca

C.I.: 1105738866

## **Dedicatoria**

El presente trabajo de investigación se lo dedico a Dios, el cual está conmigo a cada momento de vida, a mis padres por su amor infinito, en especial a mi madre Fanny Colaizaca que me ha apoyado de manera incondicional y ha estado siempre a mi lado, a mi padre Felipe Ortiz por aportarme su ayuda económica y emocional, lo que me ha impulsado a desarrollar y culminar este trabajo. Gracias queridos padres, esto es fruto de su ardua dedicación y entrega para que yo pueda culminar mi carrera de Ingeniería Agropecuaria en tan prestigiosa universidad UTPL.

Del mismo modo, este trabajo de fin de titulación está dedicado a mis familiares y amigos por darme fuerzas todo el tiempo, lo que me ha servido para ser mejor persona cada día más, también a mi hermano y novia por ofrecerme su ayuda en el desarrollo de mis estudios profesionales.

***Edison***

## **Agradecimiento**

Agradezco primeramente a Dios y a la Virgen Santísima por haberme brindado la capacidad, humildad y perseverancia para culminar este trabajo investigativo.

Expongo mi agradecimiento especial al personal de la Universidad Técnica Particular de Loja, en particular, a los docentes de la titulación de Ingeniero Agropecuario y especialmente al Dr. Rubén Carrera Durazno, de igual manera al Dr. Edwin Daniel Capa Mora, y la Dra. Natacha Del Cisne Fierro Jaramillo, por orientar y corregir con pertinencia y eficacia, este trabajo de fin de titulación.

También agradezco al personal encargado del manejo del ganado bovino de la Finca UTPL, por aportar información valiosa y a las autoridades de la misma por haberme permitido efectuar la gestión práctica en esta entidad, facilitándome el desarrollo de mi trabajo de titulación con éxito.

***Edison***

## Índice de contenidos

|  |     |
|--|-----|
| Aprobación del director del trabajo de titulación .....    | II  |
| Declaración de autoría y cesión de derechos .....          | III |
| Dedicatoria .....  | V   |
| Agradecimiento .....                                       | VI  |
| Índice de contenidos .....                                 | VII |
| Índice de tablas.....                                      | X   |
| Índice de figuras .....                                    | XI  |
| Índice de apéndices.....                                   | XI  |
| Resumen .....  | 1   |
| Abstract.....  | 2   |
| Introducción.....  | 3   |
| Capítulo uno.....  | 4   |
| Marco teórico .....  | 4   |
| 1.1. Necesidades alimenticias en ganado vacuno .....       | 4   |
| 1.1.1 Materia seca .....                                   | 4   |
| 1.1.2. Agua.....   | 4   |
| 1.1.3. Energía.....  | 5   |
| 1.1.4. Fibra .....   | 7   |
| 1.1.5. Grasa.....  | 8   |
| 1.1.6. Proteína.....                                       | 9   |
| 1.1.7. Vitaminas .....                                     | 9   |
| 1.1.8. Minerales .....                                     | 10  |
| 1.2. Digestión de nitrógeno no proteico en rumiantes ..... | 11  |
| 1.2.1. Urea.....   | 11  |
| 1.2.2. Porque utilizar la úrea.....                        | 12  |
| 1.2.3. Síntesis de la urea.....                            | 12  |

|   |    |
|---|----|
| 1.2.4. Melaza .....   | 12 |
| 1.3. Bloques nutricionales .....  | 13 |
| Capítulo dos.....   | 15 |
| Materiales y métodos .....  | 15 |
| 2.1. Ubicación del ensayo .....   | 15 |
| 2.2. Elaboración de bloques nutricionales .....   | 16 |
| 2.2.1. Determinación de requerimiento nutricional de las vacas .....  | 16 |
| 2.2.2. Determinación de composición nutricional de las especies forrajeras y la<br>materia prima .....          | 16 |
| 2.2.3. Descripción de los bloques nutricionales.....  | 17 |
| 2.2.4. Determinación de porcentaje de implementación de materia prima por cada<br>bloque multinutricional ..... | 18 |
| 2.2.5. Determinación de aporte de energía y proteína de bloques nutricionales<br>elaborados .....               | 18 |
| 2.2.6. Tamizado .....   | 20 |
| 2.2.7. Pesado de los componentes .....  | 20 |
| 2.2.8. Mezcla de componentes para obtención del bloque nutricional.....   | 20 |
| 2.3. Aplicación de alimentación mediante bloques a las vacas.....   | 21 |
| 2.4. Pesado.....  | 21 |
| 2.5. Variables.....   | 21 |
| 2.6. Diseño experimental y tratamientos .....   | 22 |
| 2.7. Análisis estadístico .....   | 22 |
| 2.8. Análisis de la leche.....  | 22 |
| 2.9. Cálculo de costos de producción.....   | 23 |
| Capítulo tres.....  | 24 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Resultados .....</b>   | <b>24</b> |
| <b>3.1. Análisis de producción diaria de leche.....</b>   | <b>24</b> |
| <b>3.2. Análisis de la composición de leche (grasa, proteína, lactosa y sólidos totales). 25</b>  |           |
| <b>3.3. Análisis de los costos de producción y rentabilidad durante el periodo de<br/>producción de los bloques nutricionales .....</b> | <b>29</b> |
| <b>Discusión .....</b>  | <b>32</b> |
| <b>Conclusiones .....</b>   | <b>39</b> |
| <b>Recomendaciones .....</b>  | <b>40</b> |
| <b>Apéndice .....</b>   | <b>48</b> |

**Índice de tablas**

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| <b>Tabla 1.....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>Tabla 2.....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>Tabla 3.....</b>  | <b>16</b> |
| <b>Tabla 4.....</b>  | <b>17</b> |
| <b>Tabla 5.....</b>  | <b>17</b> |
| <b>Tabla 6.....</b>  | <b>17</b> |
| <b>Tabla 7.....</b>  | <b>18</b> |
| <b>Tabla 8.....</b>  | <b>18</b> |
| <b>Tabla 9.....</b>  | <b>19</b> |
| <b>Tabla 10.....</b> | <b>19</b> |
| <b>Tabla 11.....</b> | <b>20</b> |
| <b>Tabla 12.....</b> | <b>22</b> |
| <b>Tabla 13.....</b> | <b>24</b> |
| <b>Tabla 14.....</b> | <b>25</b> |
| <b>Tabla 15.....</b> | <b>26</b> |
| <b>Tabla 16.....</b> | <b>26</b> |
| <b>Tabla 17.....</b> | <b>27</b> |
| <b>Tabla 18.....</b> | <b>27</b> |
| <b>Tabla 19.....</b> | <b>27</b> |
| <b>Tabla 20.....</b> | <b>28</b> |
| <b>Tabla 21.....</b> | <b>29</b> |
| <b>Tabla 22.....</b> | <b>30</b> |

### Índice de figuras

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| <b>Figura 1 .....</b> | <b>15</b> |
| <b>Figura 2 .....</b> | <b>24</b> |

### Índice de apéndices

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| <b>Apéndice 1. Datos de producción de cada vaca con la implementación del T1 (bagazo de caña).....</b> | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| <b>Apéndice 2. Datos de producción de cada vaca con la implementación del T2 (Alfalfa) .....</b>       | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| <b>Apéndice 3. Datos de producción de cada vaca con la implementación del T3 (Heno) .....</b>          | <b>49</b>                            |
| <b>Apéndice 4. Cálculo de producción de leche por día .....</b>  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| <b>Apéndice 5. Evidencia empírica .....</b>  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |

## Resumen

En el presente estudio, se evaluó la importancia de la implementación de bloques nutricionales en la producción de leche en bovinos de la estación agropecuaria de la Universidad Técnica Particular de Loja. Se diseñaron tres tratamientos: T1 con bagazo de caña, T2 con alfalfa y T3 con heno. Los resultados mostraron que el tratamiento T2 (alfalfa) fue el más efectivo en términos de producción de leche y calidad. Se observó un aumento en el nivel de caseína, lo que indica una mejor calidad de leche. Además, el costo de producción del bloque nutricional T2 fue de \$103,61, y el costo de producción por litro de leche fue de \$0,37, lo que resultó en un margen de rentabilidad del 283,32%. Por lo tanto, se concluye que la implementación de la alfalfa optimiza la calidad de la leche y el uso del bagazo de caña aumenta la cantidad de leche producida, se recomienda utilizar una dieta balanceada que incluya ambos componentes para obtener mejores resultados en la producción de leche en la Finca de la UTPL.

*Palabras clave:* bloques multinutricionales, leche, costos de producción, aporte nutricional

### **Abstract**

The present study evaluated the importance of implementing nutritional blocks in milk production in cattle at the agro-livestock station of the Particular Technical University of Loja. Three treatments were designed: T1 with sugarcane bagasse, T2 with alfalfa, and T3 with hay. The results showed that treatment T2 (alfalfa) was the most effective in terms of milk production and quality. An increase in the level of casein was observed, indicating better milk quality. In addition, the production cost of the T2 nutritional block was \$103,61, and the production cost per liter of milk was \$0,37, resulting in a profitability margin of 283,32%. Therefore, it is concluded that the implementation of alfalfa optimizes milk quality, and the use of sugarcane bagasse increases milk production, it is recommended to use a balanced diet that includes both components for better results in milk production on the UTPL farm.

*Keywords:* multinutritional blocks, milk, production costs, nutritional contribution

## Introducción

En la región andina ecuatoriana, los sistemas de producción de ganado lechero a menudo se basan en pastura mejorada, principalmente cultivos de alfalfa y ray grass (Hurtado et al., 2019). Sin embargo, la disponibilidad de pasto puede ser inconsistente debido a la variabilidad estacional de lluvias y temperatura, lo que puede afectar la cantidad de forraje disponible durante los periodos de sequía y tener un impacto negativo en la salud y el rendimiento de los bovinos (Smith et al., 2018).

La falta de una dieta adecuada y equilibrada que incluya suficiente forraje de alta calidad puede llevar a problemas de desnutrición y pérdida de peso (Smith et al., 2018) y afectar la producción de leche y la tasa de concepción (Jones et al., 2015). Es por ello que es importante asegurar que los bovinos tengan acceso a suficiente forraje de alta calidad y utilizar suplementos alimenticios, como bloques multinutricionales, cuando sea necesario para satisfacer sus necesidades nutricionales.

Según Borroto et al. (2018), algunos fabricantes ofrecen sus productos con una determinada etiqueta de composición química y, en algunos casos, detalles sobre la materia prima utilizada en su fabricación, lo que puede hacer que los costos sean altos y dependan de la casa comercial (Romero y Sandoval, 2021).

En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo general evaluar tres tipos de bloques multinutricionales en la producción de leche en la finca de la UTPL, analizando la producción diaria, la composición de la leche y los costos de producción. Los objetivos específicos fueron: evaluar la producción diaria de leche (litro/día) mediante el pesaje de la leche obtenida de cada vaca; evaluar la composición de la leche (grasa, proteína, lactosa y sólidos totales); y evaluar los costos de producción y rentabilidad durante el período de producción de los bloques multinutricionales.

## **Capítulo uno**

### **Marco teórico**

#### **1.1 Necesidades alimenticias en ganado vacuno**

La nutrición es clave para el rendimiento del ganado lechero, según Chaiña et al. (2021). Una dieta adecuada y un manejo apropiado pueden mejorar la producción de leche, la reproducción y la salud de las vacas. Sin embargo, una nutrición inadecuada puede llevar a problemas reproductivos y a una producción de leche insuficiente. Es difícil mantener niveles adecuados de rendimiento reproductivo cuando las vacas deben producir altos rendimientos de leche y no tienen acceso a los nutrientes necesarios para hacerlo, lo que puede llevar a un balance energético negativo, según Cevallos (2018).

##### **1.1.1 Materia seca**

Un bovino consume una cantidad de materia seca de aproximadamente del 2 al 3% de su peso vivo, según su producción lechera. Normalmente, se dan 2/3 partes de esta en forma de forraje (Veneciano et al, 2020, p.5).

##### **1.1.2. Agua**

Las necesidades de agua, como lo manifiestan Elizondo y Marin (2019), dependen de la edad, de su producción, del clima y del consumo de materia seca. El agua del ganado vacuno es elevada, su consumo está determinado por la cantidad de materia seca ingerida, al contenido de proteína del alimento, temperatura, humedad ambiental, raza y tamaño del animal y producción (p. 7). Los requerimientos de agua para ganado lechero se ven en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Cantidad de agua necesaria para el ganado que produce leche*

| <b>Clase de animal</b>                   | <b>Cantidad de agua necesaria litros por día</b> |
|--|--|
| Becerro                                  | 5 a 15   |
| Bovino de 1 a 2 años                     | 15 a 35  |
| Vacas: secas                             | 30 a 60  |
| Vacas que producen 9,71 litros de leche  | 50 a 80  |
| Vacas que producen 19,42 litros de leche | 70 a 100   |
| Vacas que producen 29,13 litros de leche | 90 a 150   |

*Nota.* Los datos de esta tabla muestran la cantidad de agua necesaria para que el ganado bovino produzca leche, datos tomados de estudio realizado por Cahina et al, (2021)

**Elaborado por:** Edison José Ortiz Colaizaca

Las razas de tipo europeo (*Bos taurus*), según Dubny (2017), tienen necesidades nutricionales más elevadas que las de tipo tropical (*Bos indicus*). Estas necesidades varían en función de la edad del animal y de su producción. Por ejemplo, las necesidades de una vaca adulta son de 3,5 l/kg de materia seca consumida, mientras que las de los terneros son de 6,5 l/kg de materia seca. Las necesidades de las vacas lecheras en producción aumentan debido a que el 85-90% de la leche es agua, por lo que necesitan más cantidad cuando consumen forrajes secos o piensos que cuando se alimentan de forrajes verdes o hierba (p. 85).

La disponibilidad de agua en las praderas o áreas de pastoreo es importante, según Castro et al. (2018), ya que puede ser causa de largos desplazamientos del ganado con pérdidas de energía significativas. Por lo tanto, es importante asegurar que los animales tengan acceso a agua limpia en la pradera, establo o corral donde se encuentren. La calidad del agua también es relevante, ya que debe ser limpia y de buena calidad bacteriológica. Aunque es normal que los animales prefieran aguas turbias de arroyos, cunetas, estanques, etc., debido a sus necesidades de minerales (p. 477).

### **1.1.3. Energía**

La energía para Vaca y Kido (2021), es el combustible. Las fuentes más importantes son los carbohidratos y algunas veces también las grasas. Las necesidades de energía se

dividen en las de mantenimiento y las de producción. Si la cantidad de energía en la ración es insuficiente, las bacterias del rumen no pueden convertir las proteínas requeridas y, por consecuencia, disminuye la producción de leche (p. 20).

Las unidades en que se expresa la energía digestible necesaria en la ración es kcal/kg. Una vaca con 30 kg de leche al día requiere aproximadamente 3.600 kcal. A propósito de este componente, el animal se alimenta para cubrir sus necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción (Valderrama, 2019, p. 97). El engorde solo se produce cuando las demás necesidades fisiológicas han sido atendidas.

Al respecto, Roca et al. (2018), señalan que un alimento tal como lo ingiere el animal, tiene un valor energético determinado, pero solo una parte es utilizable, perdiéndose el resto en las heces. El resultante es la energía digestible (ED) de la cual solo una parte es metabolizable, pues otra se pierde en orina y gases en el rumen. Se puede estimar que la energía metabolizable se obtiene para la mayoría de los alimentos, multiplicando la ED por 0,82 (p. 39).

Las necesidades energéticas para ganado según el estado fisiológico se resumen en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Cantidad de energía necesaria para conservación*

| <b>Clase de animal</b>  | <b>Cantidad de EM;<br/>Kcal/Kg 0,75</b> |
|-------------------------|---|
| Ternero pre-rumiante    | 99-100                                  |
| Vacuno en crecimiento   |   |
| Vacas con peso <150 Kg  | 110-130                                 |
| Vacas con peso > 150 Kg | 105-120                                 |
| Vacas secas             | 105+10                                  |
| Vacas en lactación      | 117+10                                  |
| Corderos destetados     | 100+10                                  |

*Nota.* En esta tabla se especifica la cantidad de energía necesaria para la conservación de la vaca, datos tomados de estudio elaborado por Royón (2017).

**Elaborado por:** Edison José Ortiz Colaizaca

Dentro de este ámbito, Ponce et al. (2018), mencionan que es importante conocer las necesidades de mantenimiento de una vaca relacionadas con el peso metabólico, que se

representa como  $P \cdot 0,75$ , donde  $P$  es el peso de la vaca, por ejemplo, una vaca de 500 kg tiene un peso metabólico de 106 (p. 127).

Las condiciones climáticas influyen en el consumo de energía, sobre todo el viento y frío. El animal se defiende del calor con el mayor consumo de agua, pero para combatir el frío debe sufrir una adaptación más profunda que necesita tiempo e incluye el cambio de pelaje y modificaciones en los tejidos subcutáneos (Montoya et al, 2017, p. ).

Sin embargo, a consideración de Lagos y Castro (2019), este efecto aislante se reduce por el viento, la humedad o el barro. El viento tiene un gran efecto sobre el stress producido por el frío en los animales y, por tanto, la protección por cortavientos, setos, cobertizos, es importante durante el invierno en zonas frías (p. 937).

En climas lluviosos y principalmente en invierno, la evaporación del agua demanda cantidades considerables de energía del animal. Para atender estas necesidades extraordinarias, el animal debe aumentar la producción de calor que normalmente realiza mediante la combustión de los alimentos para atender las funciones normales del cuerpo (Batallas, 2020, p. 17).

Las mayores necesidades de energía, según Ordóñez et al. (2019), se atienden con mayor suministro de alimentos, pues en caso contrario perjudicará el normal desarrollo de las otras funciones productivas, producción de leche, crecimiento, engorde, etc. Generalmente, el apetito de los animales es mayor en estas condiciones, aunque la capacidad de digestión se reduce en casos extremos (p. 28).

#### **1.1.4. Fibra**

Los rumiantes requieren cierta cantidad de fibra para estimular la función del rumen y mantener el nivel de grasa de la leche. Para vacas lecheras, 17 a 22% de fibra cruda en la materia seca es óptimo. Si en la ración se incluye más del 22% de fibra cruda se perjudica la capacidad de consumo de alimento del animal. Y si se ofrece por debajo del 17% de fibra cruda, el nivel de grasa de la leche se reduce (Maruelli, 2017, p. 108).

Por tanto, según Lozano et al. (2021), para que el rumen funcione con normalidad, la ración debe tener una cierta cantidad de fibra. Al menos un tercio de la ración total de materia seca que va a ingerir debe ser como heno o su equivalente (p. 5).

Cuando las vacas tienen forrajes en abundancia, consumen un 2 a 3 % de peso en materia seca proveniente de forraje. Si la cantidad de estos forrajes es baja, por ejemplo, si tienen mucha agua, o en caso contrario están excesivamente maduros, el consumo puede ser menor, pero se debe procurar que al menos el 1,5 % de la materia seca proceda de los forrajes para que no disminuya el contenido de grasa de la leche. Se recomienda que al menos el 15 % de la ración de materia seca de novillas y toros sea fibra cruda proveniente de forrajes (Arteaga et al., 2019, p. 14). En caso de vacas lecheras, el 17 % del forraje debe ser fibra bruta o el 21 % de fibra ácida detergente, según las recomendaciones del NRC.

El contenido de fibra en la ración, para Núñez y Rodríguez (2019), repercute en la producción de grasa en la leche, porque en la digestión en el rumen se forman ácidos grasos volátiles (acético, propiónico, butírico y en menor cantidad láctico). Estos ácidos son los que pasan a formar parte de la grasa de la leche. La mayor proporción de ácido acético mejora la producción de leche y grasa y la de ácido butírico la de grasa. La formación de estos ácidos en el rumen en una proporción u otra, depende del pH o acidez total. Al disminuir el pH del líquido ruminal, disminuye la formación de ácido y aumenta el contenido de ácido propiónico y láctico, lo cual origina una disminución en la producción de leche y grasa. En casos extremos de acidez se produce la acidosis que ocasiona la muerte del animal (p. 29).

#### **1.1.5. Grasa**

La grasa de la leche, a criterio de Angulo (2022), se produce fundamentalmente por la síntesis de la transformación de los hidratos de carbono, pues los forrajes y granos tienen un contenido bajo de grasas (3 a 4 %).

Los animales adultos en producción aceptan niveles de hasta el 5 % por encima del cual la digestibilidad de la celulosa y la ingestión de alimentos puede reducirse. Aparte del costo de la grasa o aceite como aditivo, hay que tener presente estas limitaciones en la formulación de concentrados y suplementos de vacas lecheras. La principal ventaja de la

adición de aceites está en que se reduce la cantidad de polvo y desperdicio de alimentos (Elizondo, 2020, p. 45 ).

En cuanto a su influencia en la leche, como lo mencionan Contero et al. (2021), no aumenta la producción de la vaca, pero si el contenido de grasa si los aditivos son ácidos grasos saturados y se reduce en el caso de ácidos grasos insaturados (p. 37).

#### **1.1.6. Proteína**

Gutiérrez et al (2018) exponen que las proteínas son imprescindibles, especialmente para animales que se encuentran en crecimiento y producción. Las necesidades de proteína para los bovinos se expresan en proteína digestible (PD) (p. 117). Las vacas lecheras necesitan aproximadamente 70 a 100 g de proteínas digestibles por cada kg de materia seca que consumen. Las proteínas, por participar en la formación del músculo, piel, leche y otros componentes del animal, son esenciales durante las épocas de crecimiento, reproducción y lactación (Borrero et al, 2017, p. 75).

La calidad de la proteína, de acuerdo a Úsuga et al. (2018), en rumiantes tiene menor importancia que en los monogástricos, pues los microorganismos del rumen utilizan estas proteínas transformándolas en proteína microbiana que es digerida y absorbida por el animal (p. 257). Las necesidades de proteína han sido expresadas, tanto en proteína total como en proteína digestible, generalmente se recomienda emplear en los cálculos de raciones de vacas lecheras el contenido de proteína total. Para producir un litro de leche se requieren 70 a 90 g de proteína total, es decir 10 kilos de leche se necesita un kilo de proteína total. Una vaca de 500 kg de peso, produciendo 20 litros de leche, necesita 2,20 kg de proteína bruta diaria (Angulo, 2022, p. 38).

#### **1.1.7. Vitaminas**

Las vitaminas A, D y E según Pérez et al. (2019) son importantes para los bovinos, especialmente para las vacas durante el último tramo de la gestación (p.7). La vitamina A es necesaria para mantener un buen apetito y prevenir la pérdida de peso, la diarrea, la ceguera y el debilitamiento de las crías. La vitamina D es fundamental para evitar el raquitismo en los animales en crecimiento y la fiebre de leche en las vacas después del parto (Mendoza et al.,

2018, p. 57). La vitamina E y el selenio son necesarios para garantizar la fertilidad de las vacas y prevenir la enfermedad del músculo blanco en los terneros. La vitamina A es obtenida a partir del caroteno presente en los forrajes verdes y, en caso de carencia, puede provocar problemas de apetito, neumonía y pérdida de visión en los terneros. Las vitaminas B y K son sintetizadas por las bacterias del rumen, por lo que solo parece necesario suministrar las vitaminas A, D y E.

En condiciones normales, las vacas lecheras necesitan entre 5.000 y 6.000 U.I. de vitamina D al día. En general, la exposición a la luz solar y el consumo de forrajes curados al sol son suficientes para cubrir las necesidades de vitamina D de los animales, pero cuando están encerrados y alimentados con ensilados o heno desecados artificialmente, es más probable que sufran carencias. (Mendoza et al., 2018, p. 57).

#### **1.1.8. Minerales**

Los minerales más importantes para los bovinos son el calcio, fósforo, magnesio, sodio, cobre, cobalto, yodo y selenio. El calcio y el fósforo actúan junto con la vitamina D en la formación de los huesos. La relación es de 3 partes de calcio por 1 de fósforo (Quintero y Velásquez, 2018, p. 28).

La deficiencia de magnesio, a consideración de Manjarres y Vilchis (2021), se llama hipomagnesemia o tetania de los pastos. Se presenta especialmente en vacas de alta producción. Las vacas afectadas están inquietas, tienen estremecimientos musculares y bajan su producción. En casos graves, caen con sus patas rígidas y pueden morir rápidamente, las necesidades de este mineral no están bien conocidas (p. 8).

Los síntomas de deficiencia de sodio son la falta de apetito, con la consecuente pérdida de peso por deshidratación y baja la producción. Las vacas lecheras necesitan 30 g de sal común por día, o se pone un bloque de sal, para que consuman a voluntad (Batallas, 2020, p. 20).

El cobre, conforme a lo señalado por Lastre et al. (2020), actúa en varios procesos metabólicos. Los animales presentan pelo áspero, mala condición y presencia de diarrea.

Para corregir deficiencias, se dan 500 mg de sulfato de cobre por día a animales de más de un año, y hasta 250 mg a los becerros (p. 11).

El cobalto es parte esencial de la vitamina B12. en caso de deficiencia los animales están en malas condiciones, y el crecimiento y producción disminuyen. Para corregir deficiencias, se dan 50 mg de sulfato de cobalto por día a los becerros y 100 mg a animales adultos (Morales et al, 2021, p. 47).

El yodo, como lo proponen Susicley et al. (2019), interviene en el crecimiento, ya que forma parte de la hormona tiroidea. Tiene influencia sobre la producción de leche. La deficiencia de yodo causa bocio, abortos o dan crías débiles. Los animales jóvenes necesitan hasta 2 mg de yodo por día. Las vacas necesitan 2mg por día durante la gestación, y hasta 3 mg por cada 10 kg de leche producida (p. 1385).

El selenio participa en los procesos de reproducción y junto con la vitamina E evitan la formación de músculo blanco. Su deficiencia se ve reflejada en animales con baja tasa de fertilidad principalmente. No se conocen bien sus requerimientos en vacas altas productoras (Binachini et al, 2019, p. 32).

El Ca y P son esenciales para el crecimiento y formación de los huesos. La relación de estos dos elementos puede variar de 1: 7 en vacas secas, preñadas o no. La relación puede variar de 1 a 7 si las necesidades de P están atendidas, pero en animales jóvenes en crecimiento la relación debe ser de 1,4 a 1 y para vacas en lactación de 1,1 a 1. El ganado lechero necesita especialmente fósforo y calcio, las necesidades por litro de leche producida son de 2,5 a 3,5 g de Ca y de 1,8 a 2,5 g de P (Del Águila et al., 2018, p. 707).

## **1.2. Digestión de nitrógeno no proteico en rumiantes**

### **1.2.1. Urea**

La urea es una pequeña molécula orgánica compuesta por carbono, nitrógeno, oxígeno e hidrógeno. Es un constituyente común de la sangre y otros fluidos corporales. Se forma del amoníaco en el riñón e hígado, que se produce por la descomposición de las proteínas durante el metabolismo. Mientras que el amoníaco es muy tóxico, la urea no y puede estar en altos niveles sin causar alteraciones. La conversión de amoníaco a urea,

primariamente en el hígado, previene la toxicidad del amoníaco, siendo excretada por orina (Gutiérrez et al., 2018, p. 120).

### **1.2.2. Porque utilizar la úrea**

La urea es una fuente de nitrógeno para los rumiantes. Sin embargo, su uso depende de la habilidad de la flora microbiana del rumen para incorporarla en la formación de sus propios tejidos. La urea siempre aporta beneficios al animal, ya que habiendo disponibilidad de forraje (aunque de baja calidad) aumentará el consumo voluntario, así como las tasas de digestión de la fibra y de pasaje del alimento a través del tracto digestivo (Fernández et al., 2018, p. 10).

### **1.2.3. Síntesis de la urea**

En los rumiantes, la urea endógena, de acuerdo a Belanche et al. (2021), puede ser utilizada para la síntesis de proteína en el rumen (p. 56). La digestión microbiana del nutriente alimentario, produce importantes cantidades de amoníaco, que es utilizado por los microorganismos para sintetizar sus proteínas y parcialmente absorbido por la pared ruminal para ser transformado en urea en el hígado. Más del 60% de la urea plasmática proviene de la urea ruminal, el resto proviene del metabolismo intermediario (Herra et al, 2018, p. 171).

### **1.2.4. Melaza**

Es un líquido espeso de color oscuro, derivado de la industrialización de la caña de azúcar y que se utiliza como fuente de energía en la alimentación de los animales domésticos (Arguello et al, 2019, p. 907).

**La mezcla adecuada melaza-urea.** - Se recomienda como dosis adecuada el uso de 3 kg de urea mezclada en 100 kg de melaza (3%) para evitar intoxicaciones (Áreas et al, 2018, p. 267).

**Cantidad de melaza/urea que pueden recibir los bovinos.** - Gamboa (2021), indica que el uso diario de melaza por animal, es de 2 kg de la mezcla, ya que es una cantidad adecuada. Si se les proporciona más melaza, el animal puede dejar de comer el pasto y se expone el ganado a posibles intoxicaciones borrachera por melaza) (p. 34).

**Efectos.** - La melaza al ser una sustancia muy dulce es muy apetecida por el animal y al agregarse a forrajes toscos (pasto seco, rastrojos, pacas, etc.) estimula mejor su ingestión. La energía de la melaza y la proteína de la urea proporcionan un alimento con más valor nutritivo (Gutiérrez et al, 2018, p. 119).

**Adaptación del ganado.** - Generalmente, como lo señalan Vásquez et al. (2018), el ganado que va a ingerir melaza por primera vez, como no está acostumbrado, no la ingiere bien. Se propone que durante la primera semana se les proporcione solo un kg por animal diariamente y a partir de la segunda semana ya se les podrá dar los dos kg (p. 375).

### **1.3. Bloques nutricionales**

Son bloques formados de una mezcla de forraje, rastrojo, hojas de madreaje; maíz y sorgo molido; además, sales minerales y otros productos como cal o cemento que al mezclarlos forman un sólido (Graillet et al., 2017, p. ). Estos materiales, según Benítez et al. (2019), una vez mezclados y apilados en forma de bloque, complementan proteínas, minerales y energía. El uso de bloques ayuda a que el ganado no sufra pérdida de peso, mejora la producción de leche y la fase reproductiva del animal (p. 69).

La innovación tecnológica consiste en la elaboración de bloques multinutricionales de melaza, incluyendo diferentes y subproductos agroindustriales regionales, según su disponibilidad. Es un suplemento alimenticio balanceado en forma sólida, que facilita el suministro de diversas sustancias nutritivas consumidas en pequeñas cantidades (Martínez, 2022, p. 27).

El bloque multinutricional dentro del concepto de la suplementación estratégica, constituyen una posibilidad para los rumiantes en pastoreo, no solo durante los períodos de restricción forrajera, sino también como un soporte para suplir, con poco desperdicio, elementos nutritivos fundamentales que puedan mejorar la eficiencia de utilización de los forrajes durante los períodos de relativa abundancia (Rodríguez y Pulido, 2018). Este, como lo señalan Borroto et al. (2018), posee propiedades de textura y dureza tipo piedra, tales que, para su consumo por los animales, solamente sea mediante el uso de su lengua, lo que

permite un consumo controlado, de manera limitada y progresiva, llegando a ser en bovinos de 250 a 500 gramos por animal por día (p. 45).

#### **a. Componentes básicos**

**Melaza.** - como fuente energética, su sabor dulce la hace muy apetecible a los animales. Es aglutinante (Acosta, 2018, p. 34).

**Alimentos nitrogenados.** - Estos nutrientes, a consideración de Rodríguez et al. (2022), no proteicos como la urea y el sulfato de amonio y proteicos como las harinas extractadas de oleaginosas (p. 186).

**Minerales.** - En este grupo se incluyen sales de calcio, fósforo, y magnesio, en casos necesarios por deficiencia de estos elementos en suelos y pastos, además la sal común que aporta sodio y cloro (Portilla et al., 2021, p. 4).

**Alimentos fibrosos.** - Con respecto a los alimentos fibrosos, López et al. (2021), indican que estos comprenden algunos insumos agrícolas e industriales, como los rastrojos, pajas, cascarillas y bagazos (p. 65).

**Calhida.** - como material solidificante. En varias raciones alimenticias formuladas con diferentes alimentos fibrosos. Se observa que la melaza se incluye en niveles del 45 al 50% y los forrajes del 20 al 25%. La sal común, los minerales traza y el ortofosfato de calcio se incluye en cantidades iguales y variables las fuentes de proteína, urea y pasta de soya. En todos los casos el nivel de calhida es del 10% (Villalobos y González, 2018, p. 17).

## Capítulo dos

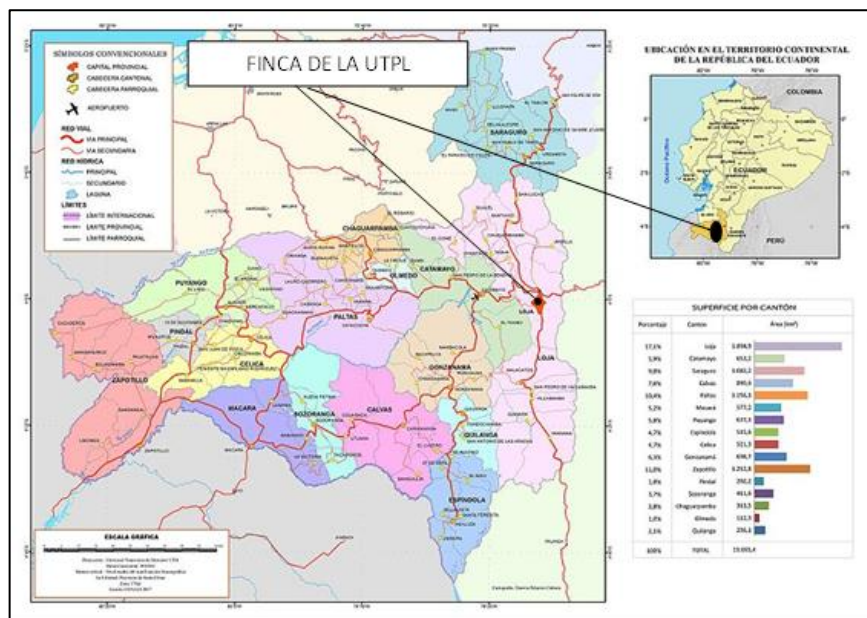
### Materiales y métodos

#### 2.1. Ubicación del ensayo

El presente trabajo investigativo se desarrollado en la Finca de la UTPL en la Estación Agropecuaria, que se localiza la provincia de Loja, cantón Loja, sector Cajanuma, con las siguientes coordenadas geográficas  $4.0853672^{\circ}$  S  $79.2069036^{\circ}$  W, a una altitud de 2.300 m s n m.

**Figura 1**

*Localización del sitio de estudio*



**Nota:** La figura muestra el mapa donde se ubica la Finca de la UTPL que es el sitio de estudio, ubicada en la ciudad de Loja, cantón Loja.

Tomado de Wikipedia (2022)

**Elaborado por:** Edison José Ortiz Colaizaca

La temperatura media anual del cantón Loja, corresponde a los  $15^{\circ}\text{C}$ , en tanto que el valor máximo es de  $23^{\circ}\text{C}$ , y el más bajo de  $9^{\circ}\text{C}$  que se adentra más en Loja.

Para llevar a cabo el presente estudio, se seleccionaron 15 vacas lecheras, las cuales pastorearon en condiciones naturales durante un periodo de 8 horas al día, sin interferir en su horario de alimentación. Una vez que finalizaba el periodo de pastoreo, se procedió a distribuirles el bloque nutricional correspondiente, en un esfuerzo por mantener un manejo

dietético constante.

A continuación, se implementaron los tres tratamientos nutricionales (bagazo de caña, alfalfa, y heno) en un lapso de 23 días cada uno, durante el cual se evaluó la producción diaria de leche en kg. con el fin de realizar comparaciones y determinar cuál es el más efectivo para mejorar la producción y calidad de leche.

## 2.2. Elaboración de bloques nutricionales

Antes de iniciar la distribución de cada bloque nutricional a las vacas, se realizó el siguiente proceso:

### 2.2.1. Determinación de requerimiento nutricional de las vacas

En lo que se refiere al requerimiento nutricional, este fue calculado basándonos en el peso vivo promedio inicial para ganar 1 kg de peso al día (tabla 3), a partir del cual, se estableció si las formulaciones de cada dieta, satisfizo los requerimientos nutricionales de las vacas.

**Tabla 3**

*Requerimiento nutricional para aumentar 1Kg de peso vivo en vacas*

| <b>P.V. <math>\bar{X}_i</math></b> | <b>G.D.P.</b> | <b>C.MS.</b> | <b>C. de MS<sub>cal</sub></b> | <b>Total, EM (Mcal/día)</b> | <b>Proteína total (g)</b> |
|------------------------------------|---------------|--------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| <b>388</b>                         | 1.000         | 2,5          | 9,7                           | 21,68                       | 788                       |

P.V.  $\bar{X}_i$  = peso vivo promedio inicial; G.D.P.= ganancia de peso diario; C.MS = consumo de materia seca, EM = energía metabolizable

*Nota.* La tabla detalla el requerimiento nutricional para el aumento de 1 kg de peso vivo en vacas, datos tomados de estudio elaborado por Laínez (2021)

**Elaborado por:** Edison José Ortiz Colaizaca

### 2.2.2. Determinación de composición nutricional de las especies forrajeras y la materia prima

Se consideró como base, la composición química obtenida del análisis bromatológico de la materia prima para el desarrollo de cada bloque, lo que permitió establecer la cantidad de proteína y energía que aportó cada uno, lo que se expone en la tabla 4, 5 y 6.

**Tabla 4***Composición química de bagazo de caña y alfalfa*

| En húmedo      |        |     |          |      |       |       |       |       |       |
|----------------|--------|-----|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Especie        | H      | PB  | EM<br>MS | EE   | Fc    | C     | FDN   | FDA   | ELN   |
| Bagazo de caña | 4      | 333 | 97,,78   | 0,4  | 10,93 | 42,21 | 71,8  | 40,7  | 7,10  |
| Alfalfa        | 67,,24 | 8,1 | 0,53     | 1,69 | 7,96  | 2,53  | 58,54 | 30,01 | 12,48 |

H= Humedad, PB= Proteína, EM= energía metabolizable; EE= Extracto etéreo, Fc= Fibra cruda, C= cenizas, FDN= Fibra detergente neutro, FDA= fibra detergente ácido, ELN= Extracto libre de nitrógeno

*Nota.* La tabla especifica la composición química del bagazo de caña y alfalfa, datos tomados de estudio elaborado por Laínez (2021)

**Elaborado por:** Edison José Ortiz Colaizaca

**Tabla 5***Composición química del Heno en MS seco*

| Especie | MS | PB   | EM   | FB | C  | Ca  | P    |
|---------|----|------|------|----|----|-----|------|
| Heno    | 20 | 24,8 | 2,20 | 18 | 12 | 0,7 | 0,20 |

MS= Materia seca, PB= proteína bruta, EM= energía metabolizable, FB: Fibra bruta, C = Cenizas, Ca= calcio, P= Fósforo

*Nota.* La tabla detalla la composición química del heno en MS seco, datos tomados de estudio elaborado por Laínez (2021)

**Elaborado por:** Edison José Ortiz Colaizaca

**Tabla 6***Composición química de las materias primas*

| Materia prima    | H    | PB   | EM   | EE   | Fc   | C    | FDN   | FDA  | Ca   | P    |
|------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| Maíz             | 14   | 7,69 | 3,36 | 3,90 | 1,73 | 1,31 | 11,64 | 3,36 | 0,07 | 0,24 |
| Melaza           | 26,3 | 4,3  | 20,6 | 0,1  | 2,62 | 10   |       |      | 0,65 | 0,07 |
| Cal              |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |
| Úrea             |      | 276  |      |      |      |      |       |      |      |      |
| Sal mineralizada |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |

*Nota:* En esta tabla se describe la composición química de las materias secas, donde: H= humedad, PB= proteína bruta, EM= energía metabolizable, EE= extracto etéreo, Fc= Fibra cruda, C= cenizas, FDN = Fibra detergente neutro, FDA= Fibra detergente ácido, Ca= calcio, P= Fósforo; datos tomados de estudio elaborado por Laínez (2021)

**Elaborado por:** Edison José Ortiz Colaizaca

### 2.2.3. Descripción de los bloques nutricionales

Este proceso fue aplicado para implementar tres tipos de bloques nutricionales que se detallan en la tabla 7.

**Tabla 7***Descripción de bloques nutricionales*

| <b>Tratamientos</b>      | <b>Descripción</b>                                      |
|--------------------------|---|
| <b>T<sub>1</sub> = A</b> | Pastoreo y bloque nutricional con 30% de bagazo de caña |
| <b>T<sub>2</sub> = B</b> | Pastoreo y bloque nutricional con 20% de alfalfa        |
| <b>T<sub>3</sub> = C</b> | Pastoreo y bloque nutricional con 20% de heno           |

*Nota.* La tabla detalla cada bloque nutricional que será elaborado en la presente investigación, datos tomados de estudio elaborado por Laínez (2021)

**Elaborado por:** Edison José Ortiz Colaizaca

#### **2.2.4. Determinación de porcentaje de implementación de materia prima por cada bloque multinutricional**

En la tabla 8 se describe el porcentaje de implementación de materia prima y su equivalencia en libras con las que se trabajará para formar cada bloque multinutricionales con un peso de 2,27 kg.

**Tabla 8***Porcentaje de implementación de materia prima por cada bloque multinutricionales*

| <b>Materia prima</b> | <b>Dieta (kg)</b> |                |                | <b>Dieta (%)</b> |                |                |
|----------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|
|                      | D <sub>1</sub>    | D <sub>2</sub> | D <sub>3</sub> | D <sub>1</sub>   | D <sub>2</sub> | D <sub>3</sub> |
| Maíz molido          | 0,23              | 0,23           | 0,23           | 10               | 10             | 10             |
| Melaza               | 1,02              | 1,02           | 1,02           | 45               | 45             | 45             |
| Cal                  | 0,23              | 0,23           | 0,23           | 10               | 10             | 10             |
| Sal mineralizada     | 0,11              | 0,11           | 0,11           | 5                | 5              | 5              |
| Úrea                 | 0,23              | 0,23           | 0,23           | 10               | 10             | 10             |
| Leucaena             | 0,45              |                |                | 20               |                |                |
| Alfalfa              |                   | 0,45           |                |                  | 20             |                |
| Heno                 |                   |                | 0,45           |                  |                | 20             |
|                      | 2,27              | 2,27           | 2,27           | 100              | 100            | 100            |

*Nota.* La tabla especifica el porcentaje de implementación de materia prima por cada bloque nutricional, datos tomados de estudio elaborado por Laínez (2021)

**Elaborado por:** Edison José Ortiz Colaizaca

#### **2.2.5. Determinación de aporte de energía y proteína de bloques nutricionales elaborados**

Conforme al porcentaje de inclusión de materia prima que se utilizó para la elaboración de los bloques, se determinó el aporte nutricional por cada bloque de la T1, T2 y T3, más el aporte diario, lo que describe en la tabla 9, 10 y 11.

**Tabla 9***Aporte nutricional del bloque del T1*

| Materia prima en composición |      |       |       | Aporte nutricional de la T1 |             |             |               |                  |
|------------------------------|------|-------|-------|-----------------------------|-------------|-------------|---------------|------------------|
| Bloque                       | MS   | Pc    | EM    | Inclusión                   | Verde<br>Kg | Ms<br>Kg    | Pc<br>(g)     | EM<br>(Mcal/día) |
| Maiz molido                  |      | 7,69  | 3,36  | 0,5                         | 0           | 0,05        | 3,73          | 0,16             |
| Melaza                       |      | 4,3   | 20,60 | 2,25                        | 0           | 0,22        | 9,38          | 4,5              |
| Cal                          |      |       |       | 0,5                         | 0           | 0,05        | 0             | 0                |
| Sal mineralizada             |      |       |       | 0,25                        | 0           | 0,02        | 0             | 0                |
| Úrea                         |      | 276   |       | 0,5                         | 0           | 0,05        | 133,86        | 0                |
| Bagazo de caña               | 95,5 | 11,38 | 97,78 | 28,5                        | 4,44        | 4,30        | 2,88          | 13,97            |
| Aporte del bloque            |      |       |       | <b>32,50</b>                | <b>4,44</b> | <b>4,69</b> | <b>149,85</b> | <b>18,63</b>     |

*Nota:* En esta tabla se describe el aporte nutricional del bloque de la D1; datos tomados de estudio elaborado por Laínez (2021)

**Elaborado por:** Edison José Ortiz Colaizaca

**Tabla 10***Aporte nutricional del bloque del T2*

| Materia prima en composición |    |       |       | Aporte nutricional de la T2 |             |             |               |                  |
|------------------------------|----|-------|-------|-----------------------------|-------------|-------------|---------------|------------------|
| Bloque                       | MS | Pc    | EM    | Inclusión                   | Verde<br>Kg | Ms<br>Kg    | Pc<br>(g)     | EM<br>(Mcal/día) |
| Maiz molido                  |    | 7,69  | 3,36  | 0,5                         | 0,00        | 0,05        | 3,73          | 0,16             |
| Melaza                       |    | 4,3   | 20,60 | 2,25                        | 0,00        | 0,22        | 9,38          | 4,50             |
| Cal                          |    |       |       | 0,5                         | 0,00        | 0,05        | 0,00          | 0,00             |
| Sal mineralizada             |    |       |       | 0,25                        | 0,00        | 0,02        | 0,00          | 0,00             |
| Úrea                         |    | 276   |       | 0,5                         | 0,00        | 0,05        | 133,86        | 0,00             |
| Alfalfa                      | 28 | 24,72 | 2,32  | 1                           | 0,35        | 0,10        | 23,98         | 0,23             |
| Aporte del bloque            |    |       |       | <b>5,00</b>                 | <b>0,00</b> | <b>0,49</b> | <b>170,95</b> | <b>4,88</b>      |

*Nota:* Los datos de esta tabla, muestran el aporte nutricional del bloque de la D2; datos tomados de estudio elaborado por Laínez (2021)

**Elaborado por:** Edison José Ortiz Colaizaca

Tabla 11

*Aporte nutricional del bloque del T3*

| Materia prima en composición |    |      |       | Aporte nutricional de la T3 |             |             |               |                  |
|------------------------------|----|------|-------|-----------------------------|-------------|-------------|---------------|------------------|
| Bloque                       | MS | Pc   | EM    | Inclusión                   | Verde<br>Kg | Ms<br>Kg    | Pc<br>(g)     | EM<br>(Mcal/día) |
| Maiz molido                  |    | 7,69 | 3,36  | 0,5                         | 0,00        | 0,05        | 3,73          | 0,16             |
| Melaza                       |    | 4,3  | 20,60 | 2,25                        | 0,00        | 0,22        | 9,38          | 4,50             |
| Cal                          |    |      |       | 0,5                         | 0,00        | 0,05        | 0,00          | 0,00             |
| Sal mineralizada             |    |      |       | 0,25                        | 0,00        | 0,02        | 0,00          | 0,00             |
| Úrea                         |    | 276  |       | 0,5                         | 0,00        | 0,05        | 133,86        | 0,00             |
| Heno                         | 20 | 24,8 | 2,2   | 1,0                         | 0,49        | 0,10        | 24,06         | 0,21             |
| Aporte del bloque            |    |      |       | <b>5,00</b>                 | <b>0,00</b> | <b>0,49</b> | <b>171,03</b> | <b>4,87</b>      |

*Nota:* En esta tabla se describe el aporte nutricional del bloque de la D3; datos tomados de estudio elaborado por Laínez (2021)

**Elaborado por:** Edison José Ortiz Colaizaca

### 2.2.6. Tamizado

En esta fase se procedió a separar las partículas finas de las gruesas al tamizar la sal mineralizada y la cal, hasta lograr que el aspecto de los materiales, se torne homogéneo y polvoriento, lo que facilitará una mejor agregación.

En el caso de las hojas secas de especies arbóreas y el maíz molido, se revisó y se eliminó los componentes que afecten a los órganos de la vaca o al rumen.

### 2.2.7. Pesado de los componentes

En esta fase se pesó cada materia prima conforme al porcentaje indicado en la tabla 7 antes de elaborar caca bloque nutricional.

### 2.2.8. Mezcla de componentes para obtención del bloque nutricional

En esta etapa se mezcló los materiales tamizados y pesados, lo cual se efectuó sobre un plástico resistente con la finalidad de evitar que estos toquen el suelo, y en una base lisa y plana. Para ello, primeramente, se mezcló los componentes sólidos como la sal y la cal, con la el bagazo de caña, alfalfa o heno. Posteriormente, a esta mezcla se le agregó la urea al mismo tiempo que la melaza, lo que permitió obtener una mejor solución, para luego agregarle a la composición sólida, hasta lograr obtener una masa de tipo pastoso, que fue colocada en un molde, que finalmente será compactado. Finalmente, se desmontó cada bloque y se lo dejó expuesto al sol para que se endurezca.

Al respecto, cada bloque multinutricional tuvo un peso de 2,2 kg, en tanto que el peso de las vacas se determinó con una cinta volumétrica, antes y luego de distribuirse bloque.

### **2.3. Aplicación de alimentación mediante bloques a las vacas**

En esta fase del estudio, se distribuyeron los bloques nutricionales específicos a cada una de las vacas lecheras en un periodo de 23 días consecutivos para cada uno de los tratamientos (T1, T2 y T3). Cada vaca recibió solo un tratamiento nutricional y no hubo cambios en el régimen alimentario durante el estudio para obtener una mayor precisión en los resultados obtenidos.

### **2.4. Pesado**

Al finalizar la implementación de la T1, la T2 y la T3 se pesó a cada vaca, así como también, la cantidad de leche obtenida por día, lo que luego fue sumado al finalizar cada dieta, obteniendo el total de leche por periodo. Esta cantidad de leche fue analizada, procediendo a determinar las variables analizadas.

### **2.5. Variables**

Las variables que fueron analizadas en la presente investigación se describen a continuación:

**Variable independiente:** Cantidad producida de leche (T1, T2, T3)

**Variables dependientes:**

- Grasa
- Proteína
- Lactosa

Sólidos totales

- Calcio
- Sodio
- Potasio

## 2.6. Diseño experimental y tratamientos

El diseño que se aplicó, corresponde al diseño cruzado, que radicó en analizar tres tipos de dieta con la misma cantidad de muestra de observación (especies), los cuales fueron utilizados en un orden, tiempo y consecución, es decir, en tres fases que se desglosa de la siguiente manera:

- Fase I: 15 vacas: aplicación de primer tratamiento por 23 días
- Fase II: 15 vacas: aplicación de segundo tratamiento por 23 días
- Fase III: 15 vacas: aplicación de tercer tratamiento por 23 días

Con respecto al manejo y distribución de cada dieta por cada unidad de especie observada, durante las tres fases, se expresa en la tabla 12.

**Tabla 12**

*Esquema del diseño cruzado, que se utilizó en las tres fases*

| Fases | Vacas |   |   |   |   |   |
|-------|-------|---|---|---|---|---|
|       | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1     | B     | A | C | A | B | C |
| 2     | C     | B | A | B | C | A |
| 3     | A     | C | B | C | A | B |

*Nota:* La información de esta tabla especifica el diseño cruzado que se utilizó en cada fase, el significado de la letra A, B y C, se detalla en la tabla 3, mostrada posteriormente; datos tomados de estudio elaborado por Laínez (2021)

**Elaborado por:** Edison José Ortiz Colaizaca

## 2.7. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de la varianza, la prueba de Tukey y el 5% del nivel de significancia, utilizando el Software Estadístico IBM SPSS Statistics 24.

## 2.8. Análisis de la leche

**a. Pesado de la leche.** - Una vez que se ha ordeñado a las vacas, se pesó la leche total recolectada por cada vaca

**b. Análisis de la leche.** - Una vez que se recolectó la leche de cada vaca y que fue pesada, se procedió a analizarla, aplicando el método de Babcock, cuyo procedimiento comprenderá las siguientes fases:

- Medición de nivel de grasa

- Determinación de porcentaje de sólidos totales.
- Cálculo de porcentaje de proteína y lactosa

## 2.9. Cálculo de costos de producción

Para la determinación del costo de un litro de leche mensual, se tomó en cuenta el costo de oportunidad producir por mes, es decir:

$$CP = \frac{\text{costo de oportunidad(mes)} + \text{costos de extracción leche (mes)}}{\text{Total de leche producida(l por mes)}}$$

**Donde:**

**TI.** = Tasa de inflación (mes)

**TA** = Tasa activa (mes)

**TRP=** Tasa riesgo país (mes)

Para calcular el costo de producción se procede a determinar el costo de oportunidad por el mes que corresponde a cada tratamiento, considerando que Agosto (T1) y septiembre para T2 y T3.

Para calcular la rentabilidad de los ingresos generados por venta de leche al mes, se aplica la siguiente fórmula.

$$RP = ((PV - CP) * 100)/CP$$

**Donde:**

**RP** = Rentabilidad del producto

**PV** = Precio de venta

**CP=** Costo de producción

## Capítulo tres

### Resultados

Los resultados que se detallan a continuación, fueron encontrados al implementar tres bloques nutricionales que incluían la adición del bagazo de caña, alfalfa y heno, en tres periodos diferentes.

#### 3.1. Análisis de producción diaria de leche

En la tabla 13, se indica los datos obtenidos por aplicación de bloque nutricional, cuyos datos revelan que el T2, fue el que obtuvo las mayores producciones de leche, seguido de T1 y finalmente T3.

**Tabla 13**

*Producción diaria de leche*

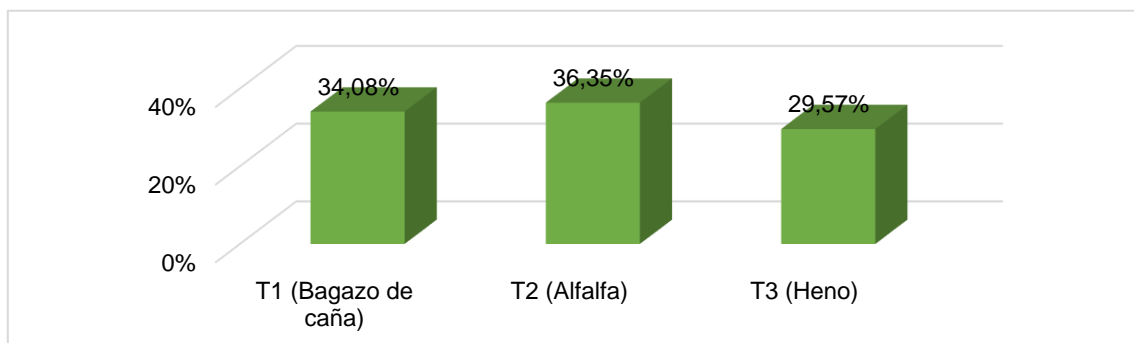
| Descripción         | Tiempo de aplicación de bloque nutricional | Litros producidos antes de aplicar cada bloque nutricional en 23 días | Litros producidos por día | Litros producidos en el periodo |
|---------------------|--|---|---------------------------|---------------------------------|
| T1 (Bagazo de caña) | 23   | 90,75   | 4,59                      | 105,6                           |
| T2 (Alfalfa)        | 23   | 89,36   | 4,90                      | 112,65                          |
| T3 (Heno)           | 23   | 75,36   | 3,98                      | 91,65                           |
| <b>TOTAL</b>        |  | <b>255,47</b>   | <b>13,47</b>              | <b>309,9</b>                    |

*Nota.* Los datos de la tabla exponen los resultados de aplicación de D1, D2 y D3 en 15 vacas

**Elaborado por:** Edison José Ortiz Colaizaca

**Figura 2**

*Producción diaria de leche por cada tratamiento*



*Nota.* Los resultados de esta figura exponen la producción diaria de leche por cada tratamiento en porcentaje

**Elaborado por:** Edison José Ortiz Colaizaca

Los resultados de la figura 2 indican que el T2 (Alfalfa) tuvo el mayor porcentaje de producción de leche. Le siguió el T1 (Bagazo de caña) y finalmente con menor producción, el T3 (Heno). Esto demuestra que el tratamiento T2 tuvo un efecto positivo en la producción de leche en las vacas lecheras, superando a los otros tratamientos en términos de producción.

### 3.2. Análisis de la composición de leche (grasa, proteína, lactosa y sólidos totales)

La tabla 14 muestra que la leche obtenida en los tres tratamientos (T1, T2 y T3) presentan un porcentaje de grasa similar de 3.33%. Esto indica que los tratamientos no tuvieron un impacto significativo en el contenido de grasa de la leche. Sin embargo, es importante mencionar que el estudio se enfocó en producción y calidad de leche y no en contenido de grasa.

**Tabla 14**

*Media de la grasa obtenida en leche producida por cada dieta en cada periodo analizado*

| Descripción de dieta | Media             | Tiempo de medición |
|----------------------|-------------------|--------------------|
| T1                   | 3,33 <sub>a</sub> | mensual            |
| T2                   | 3,33 <sub>a</sub> | mensual            |
| T3                   | 3,33 <sub>a</sub> | mensual            |

*Nota.* - T1: Tratamiento basado en la implementación del bagazo de caña, T2: Tratamiento basado en la implementación de la alfalfa, T3: Tratamiento basado en la implementación de heno

**Elaborado por:** Edison José Ortiz Colaizaca

La tabla 15 muestra que el porcentaje de proteína de la leche producida después de aplicar los tres tratamientos es similar en los tres, con un equivalente al 3,33% y no mostrando diferencias estadísticas significativas en los tres tratamientos. Mediante la aplicación de la prueba de Tukey (tabla 16), se observa que los tratamientos en cuestión, no afectan significativamente la cantidad de proteína presente en la leche.

**Tabla 15**

*Media de la proteína obtenida por dieta en el periodo analizado*

| Descripción de dieta | Media             | Tiempo de medición |
|----------------------|-------------------|--------------------|
| T1                   | 3,33 <sub>a</sub> | mensual            |
| T2                   | 3,33 <sub>a</sub> | mensual            |
| T3                   | 3,33 <sub>a</sub> | mensual            |

*Nota.* - T1: Tratamiento basado en la implementación del bagazo de caña, T2: Tratamiento basado en la implementación de la alfalfa, T3: Tratamiento basado en la implementación de heno

**Elaborado por:** Edison José Ortiz Colaizaca

**Tabla 16**

*Prueba de Tukey de proteína obtenida en leche producida con la mezcla de los T1, T2 y T3*

HSD Tukey

| Variable dependiente |    |    | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig.  | Intervalo de confianza al 95% |                 |
|----------------------|----|----|----------------------------|-------------|-------|-------------------------------|-----------------|
|                      |    |    |                            |             |       | Límite inferior               | Límite superior |
| PROTEÍNA             | T1 | T2 | 0,00000                    | 0,00000     | 1,000 | 0,0000                        | 0,0000          |
|                      |    | T3 | 0,00000                    | 0,00000     | 1,000 | 0,0000                        | 0,0000          |
|                      | T2 | T1 | 0,00000                    | 0,00000     | 1,000 | 0,0000                        | 0,0000          |
|                      |    | T3 | 0,00000                    | 0,00000     | 1,000 | 0,0000                        | 0,0000          |
|                      | T3 | T1 | 0,00000                    | 0,00000     | 1,000 | 0,0000                        | 0,0000          |
|                      |    | T2 | 0,00000                    | 0,00000     | 1,000 | 0,0000                        | 0,0000          |

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

*Nota.* - T1: Tratamiento basado en la implementación del bagazo de caña, T2: Tratamiento basado en la implementación de la alfalfa, T3: Tratamiento basado en la implementación de heno

**Elaborado por:** Edison José Ortiz Colaizaca

Los datos presentados en la tabla 17 muestran los resultados obtenidos en la medición del porcentaje de lactosa presente en la leche producida en los diferentes tratamientos. Se observa que el T2 tiene el mayor porcentaje de lactosa, seguido del T1 y finalmente el T3 con 13,50%. La aplicación de la prueba de Tukey (tabla 18), permite detectar que el T2 difiere significativamente del resto de tratamientos. Estos resultados indican que la implementación del tratamiento T2 tiene un efecto positivo en el porcentaje de lactosa en la leche producida; en cambio, el tratamiento T3 resulta en un menor porcentaje de lactosa en comparación con los otros tratamientos. Es importante mencionar que los datos obtenidos son

estadísticamente significativos y podría ser importante explorar las razones detrás de esta diferencia en lactosa.

**Tabla 17**

*Media de la lactosa obtenida por dieta en el periodo analizado*

| Descripción de dieta | Media              | Tiempo de medición |
|----------------------|--------------------|--------------------|
| <b>T1</b>            | 15,55 <sub>a</sub> | mensual            |
| <b>T2</b>            | 16,59 <sub>a</sub> | mensual            |
| <b>T3</b>            | 13,50 <sub>a</sub> | mensual            |

*Nota.* - T1: Tratamiento basado en la implementación del bagazo de caña, T2: Tratamiento basado en la implementación de la alfalfa, T3: Tratamiento basado en la implementación de heno

**Elaborado por:** Edison José Ortiz Colaizaca

**Tabla 18**

*Prueba de Tukey de lactosa obtenida en leche producida con la mezcla de los T1, T2 y T3*

HSD Tukey

| Variable dependiente |    |    | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig.  | Intervalo de confianza al 95% |                 |
|----------------------|----|----|----------------------------|-------------|-------|-------------------------------|-----------------|
|                      |    |    |                            |             |       | Límite inferior               | Límite superior |
| LACTOSA GRAMOS       | T1 | T2 | -22,09000*                 | 0,00000     | 0,000 | -22,0900                      | -22,0900        |
|                      |    | T3 | 43,71000*                  | 0,00000     | 0,000 | 43,7100                       | 43,7100         |
|                      | T2 | T1 | 22,09000*                  | 0,00000     | 0,000 | 22,0900                       | 22,0900         |
|                      |    | T3 | 65,80000*                  | 0,00000     | 0,000 | 65,8000                       | 65,8000         |
|                      | T3 | T1 | -43,71000*                 | 0,00000     | 0,000 | -43,7100                      | -43,7100        |
|                      |    | T2 | -65,80000*                 | 0,00000     | 0,000 | -65,8000                      | -65,8000        |

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

*Nota.* - T1: Tratamiento basado en la implementación del bagazo de caña, T2: Tratamiento basado en la implementación de la alfalfa, T3: Tratamiento basado en la implementación de heno

**Elaborado por:** Edison José Ortiz Colaizaca

Con respecto a los sólidos totales, se observa en la tabla 19 que el T1 y T3, son mayores al T2, mientras que los resultados de la aplicación de la prueba de Tukey (tabla 20) indican que no se encontraron diferencias significativas en cuanto a los tres tratamientos evaluados.

Tabla 19

Media de los sólidos totales obtenidos por dieta en el periodo analizado

| Componente   | Media                   |                         |                         | Tiempo de valoración | Media             |
|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------|
|              | T1                      | T2                      | T3                      |                      |                   |
| Calcio       | 0,13 <sub>a</sub>       | 0,12 <sub>a</sub>       | 0,13 <sub>a</sub>       | Mensual              | 0,12 <sub>a</sub> |
| Hierro       | 0,000040 <sub>a</sub>   | 0,000040 <sub>a</sub>   | 0,000040 <sub>a</sub>   | Mensual              | 0,00 <sub>a</sub> |
| Sodio        | 0,05 <sub>a</sub>       | 0,05 <sub>a</sub>       | 0,05 <sub>a</sub>       | Mensual              | 0,05 <sub>a</sub> |
| Potasio      | 0,17 <sub>a</sub>       | 0,17 <sub>a</sub>       | 0,17 <sub>a</sub>       | Mensual              | 0,17 <sub>a</sub> |
| <b>TOTAL</b> | <b>0,34<sub>a</sub></b> | <b>0,34<sub>a</sub></b> | <b>0,34<sub>a</sub></b> |                      |                   |

Nota. - T1: Tratamiento basado en la implementación del bagazo de caña, T2: Tratamiento basado en la implementación de la alfalfa, T3: Tratamiento basado en la implementación de heno

Elaborado por: Edison José Ortiz Colaizaca

Tabla 20

Prueba de Tukey de sólidos totales obtenidos en leche producida con la mezcla de los T1, T2 y T3

HSD Tukey

| Variable dependiente |    |    | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig.  | Intervalo de confianza al 95% |                 |
|----------------------|----|----|----------------------------|-------------|-------|-------------------------------|-----------------|
|                      |    |    |                            |             |       | Límite inferior               | Límite superior |
| SODIO                | T1 | T2 | 0,00000000                 | 0,00000000  | 1,000 | 0,00000000                    | 0,00000000      |
|                      |    | T3 | 0,00000000                 | 0,00000000  | 1,000 | 0,00000000                    | 0,00000000      |
|                      | T2 | T1 | 0,00000000                 | 0,00000000  | 1,000 | 0,00000000                    | 0,00000000      |
|                      |    | T3 | 0,00000000                 | 0,00000000  | 1,000 | 0,00000000                    | 0,00000000      |
|                      | T3 | T1 | 0,00000000                 | 0,00000000  | 1,000 | 0,00000000                    | 0,00000000      |
|                      |    | T2 | 0,00000000                 | 0,00000000  | 1,000 | 0,00000000                    | 0,00000000      |
| POTASIO              | T1 | T2 | 0,00000000                 | 0,00000000  | 1,000 | 0,00000000                    | 0,00000000      |
|                      |    | T3 | 0,00000000                 | 0,00000000  | 1,000 | 0,00000000                    | 0,00000000      |
|                      | T2 | T1 | 0,00000000                 | 0,00000000  | 1,000 | 0,00000000                    | 0,00000000      |
|                      |    | T3 | 0,00000000                 | 0,00000000  | 1,000 | 0,00000000                    | 0,00000000      |
|                      | T3 | T1 | 0,00000000                 | 0,00000000  | 1,000 | 0,00000000                    | 0,00000000      |
|                      |    | T2 | 0,00000000                 | 0,00000000  | 1,000 | 0,00000000                    | 0,00000000      |

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Nota. - T1: Tratamiento basado en la implementación del bagazo de caña, T2: Tratamiento basado en la implementación de la alfalfa, T3: Tratamiento basado en la implementación de heno

Elaborado por: Edison José Ortiz Colaizaca

### 3.3. Análisis de los costos de producción y rentabilidad durante el periodo de producción de los bloques nutricionales

De acuerdo a los datos presentados en la tabla 21, se observa que existe una variación en los costos implicados en la producción de leche utilizando cada uno de los tratamientos evaluados. Los resultados indican que el tratamiento T3 tiene el costo más elevado, con un valor de \$ 116,61 por 15 vacas, seguido del tratamiento T2 con \$ 103,61, y finalmente el tratamiento T1 con \$ 101,61.

**Tabla 21**

*Costos de elaboración de bloques nutricionales*

| <b>COSTO DE TRATAMIENTO 1 (15 VACAS)</b> |                       |                       |                    |
|--|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| <b>Detalle</b>                           | <b>Cantidad horas</b> | <b>Costo de hora</b>  | <b>Costo total</b> |
| Mano de obra                             | 2,5                   | \$19,31               | \$48,28            |
| Insumos                                  | <b>Cantidad</b>       | <b>Costo Unitario</b> | <b>Costo total</b> |
| Melaza (kg)                              | 3,33                  | \$1,50                | \$5,00             |
| Urea (kg)                                | 16,67                 | \$0,56                | \$9,34             |
| Cal (kg)                                 | 15                    | \$0,07                | \$1,05             |
| Sal mineral (Kg)                         | 1,82                  | \$1,35                | \$2,46             |
| Harina de maíz (libra)                   | 2,19                  | \$0,99                | \$2,17             |
| Bagazo de caña (porción)                 | 1                     | \$3,00                | \$3,00             |
| Materiales                               | <b>Cantidad</b>       | <b>Costo Unitario</b> | <b>Costo total</b> |
| Recipiente plástico                      | 10                    | \$3,00                | \$30,00            |
| Plástico grande                          | 1                     | \$0,33                | \$0,33             |
| <b>COSTO TOTAL</b>                       |                       |                       | <b>\$101,61</b>    |
| <b>COSTO DE TRATAMIENTO 2 (15 VACAS)</b> |                       |                       |                    |
| <b>Detalle</b>                           | <b>Cantidad horas</b> | <b>Costo de hora</b>  | <b>Costo total</b> |
| Mano de obra                             | 2,5                   | \$19,31               | \$48,28            |
| Insumos                                  | <b>Cantidad</b>       | <b>Costo Unitario</b> | <b>Costo total</b> |
| Melaza (kg)                              | 3,33                  | \$1,50                | \$5,00             |
| Urea (kg)                                | 16,67                 | \$0,56                | \$9,34             |
| Cal (kg)                                 | 15                    | \$0,07                | \$1,05             |
| Sal mineral (Kg)                         | 1,82                  | \$1,35                | \$2,46             |
| Harina de maíz (libra)                   | 2,19                  | \$0,99                | \$2,17             |
| Alfalfa (saco)                           | 1                     | \$5,00                | \$5,00             |
| Materiales                               | <b>Cantidad</b>       | <b>Costo Unitario</b> | <b>Costo total</b> |
| Recipiente plástico                      | 10                    | \$3,00                | \$30,00            |
| Plástico grande                          | 1                     | \$0,33                | \$0,33             |
| <b>COSTO TOTAL</b>                       |                       |                       | <b>\$103,61</b>    |

**COSTO DE TRATAMIENTO 3 (15 VACAS)**

| <b>Detalle</b>         | <b>Cantidad horas</b> | <b>Costo de hora</b>  | <b>Costo total</b> |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| Mano de obra           | 2,5                   | \$19,31               | \$48,28            |
| <b>Insumos</b>         | <b>Cantidad</b>       | <b>Costo Unitario</b> | <b>Costo total</b> |
| Melaza (kg)            | 3,33                  | \$1,50                | \$5,00             |
| Urea (kg)              | 16,67                 | \$0,56                | \$9,34             |
| Cal (kg)               | 15                    | \$0,07                | \$1,05             |
| Sal mineral (Kg)       | 1,82                  | \$1,35                | \$2,46             |
| Harina de maiz (libra) | 2,19                  | \$0,99                | \$2,17             |
| Heno (paca)            | 1                     | \$18,00               | \$18,00            |
| <b>Materiales</b>      | <b>Cantidad</b>       | <b>Costo Unitario</b> | <b>Costo total</b> |
| Recipiente plástico    | 10                    | \$3,00                | \$30,00            |
| Plástico grande        | 1                     | \$0,33                | \$0,33             |
| <b>COSTO TOTAL</b>     |                       |                       | <b>\$116,61</b>    |

**Tabla 22**

*Costo de oportunidad periodo agosto-septiembre 2022*

| <b>Descripción</b>          | <b>Agosto</b> | <b>Septiembre</b> | <b>Promedio</b> |
|-----------------------------|---------------|-------------------|-----------------|
| Tasa de inflación           | 3,8           | 4,1               | 3,95            |
| Tasa activa                 | 10,18         | 10,49             | 10,34           |
| Tasa riesgo país            | 1,55          | 1,73              | 1,64            |
| <b>Costo de oportunidad</b> | <b>15,53</b>  | <b>16,32</b>      | <b>15,93</b>    |

*Nota.* Datos obtenidos de Banco central

El costo de oportunidad promedio del tiempo en que duró la aplicación de los tres tratamientos, fue de 15,93 que equivale al 0,1593. En cuanto al valor de la extracción de leche, se considera que se adquirió la máquina de extracción de leche valorada en 688,47.

Por su parte, el valor de leche producida corresponde a un total de 309,9 litros en dos meses, por lo que al dividirse para 2, arroja un total de 154,95.

$$CP = \frac{0,1593 + 57,37}{154,95}$$

$$CP = \frac{57,53}{154,95}$$

$$CP = 0,37$$

El costo de producción de 154,95 litros de leche por mes, es de \$ 0,37.

El costo de producción es de \$ 0,37 por cada litro de leche, pero como se producen 154,95 litros, se obtiene un costo de producción de \$ 57,33.

Para calcular el precio de venta del producto se considera que cada litro de leche en Ecuador cuesta \$ 0.80, ahora si se vende 154.95 litros producidos por mes, arroja un total de \$ 123.96, con estos datos se procede a aplicar la fórmula para determinar la rentabilidad de la producción de leche con la implementación de los bloques nutricionales.

$$RP = \frac{(193,96 - 57,33) * 100}{57}, 33$$

$$RP = \frac{136,63 * 100}{57}, 33$$

$$RP = 238,32\%$$

La rentabilidad que genera la producción de 154,95 litros al mes es del 238,32%.

## Discusión

Mediante la investigación desarrollada se pudo determinar que la utilización de un tratamiento basado en el uso de la alfalfa en la alimentación de vacas al pastoreo, optimiza la producción de leche, estos resultados difieren de los encontrados en un estudio realizado en Perú por Gogoy et al. (2020), ya que ellos revelaron que la implementación de un bloque nutricional basado en el uso de alfalfa permite producir 4,02 litros de leche por día y, con una dieta con el uso del bagazo de caña producen 3,97 litros de leche diarios, datos un poco menores a los obtenidos en el presente trabajo con la aplicación de estos dos tratamientos nutricionales, la diferencia en la producción de leche de ambos estudios se debe a que en Ecuador, hay una mayor cantidad de tierra destinada a la producción de alfalfa y caña de azúcar a diferencia de Perú, que es menor.

En otro trabajo realizado en Colombia por Oyola (2018), sus resultados fueron superiores a los presentados aquí, ellos revelaron que al aplicar una dieta basa en el empleo del bagazo de caña se producen 6,31 litros de leche al día y mediante la implementación de una dieta basada en el uso de la alfalfa, la producción de leche diaria es de 6,66, lo cual posiblemente se debe a las condiciones de clima y manejo de cada lugar de estudio, lo cual, también en estos casos influye en la producción de leche de los animales, por otro lado, la diferencia de resultados se explican porque en Colombia se producen cerca de 782 toneladas de alfalfa y en Ecuador, solamente 30 toneladas.

Ricaurte y Santos (2017), desarrollaron un estudio en Riobamba, logrando determinar que la implementación de la gallinaza como suplemento en la ingesta de un bloque nutricional del ganado vacuno, permite producir 7,06 litros de leche al día, habiendo notable diferencia con los resultados de la presente investigación, posiblemente esto se deba a que las condiciones agroclimáticas de Riobamba a diferencia del de Loja, son más apropiadas para una mejor producción y conservación del buen estado de salud de las vacas, y así también, la otra explicación a esta diferencias, puede ser el tipo de suplemento utilizado en la

investigación de Ricaurte y Santos, la cual estaría aportando un mayor beneficio alimenticio y por tanto mayor rendimiento en cuanto a producción de leche.

En cuanto a la presencia de grasas, si se compara estos resultados con los de un estudio en Perú realizado por Gálvez (2022), mismo que incluyó la implementación de una dieta fundamentada en el uso de la materia seca como el bagazo de caña y el heno. Los resultados encontrados dieron a conocer que la implementación de este tratamiento permitió producir leche con un 3.88%, porcentaje mayor al obtenido aquí para los tres tratamientos aplicados (3,33%). De la misma forma, Altamirano y Flores (2021), desarrollaron una investigación en Latacunga, enfocada a implementar un bloque nutricional basado en el empleo de selenio quelatado, comprobando que el porcentaje de grasas presentado en la leche luego de aplicar esta dieta fue del 5,39%, la diferencia en los resultados de esta investigación con los obtenidos en Perú y en Latacunga, responden a que el selenio permite elevar la producción de leche debido a que influye en la reducción del estrés en las vacas, que beneficia para que se sientan relajadas y puedan optimizar su producción de leche, a divergencia del bagazo de caña y el heno, considerando que por ser materia seca, ya no poseen el mismo valor nutricional que cuando están en estado natural.

Por otra parte, se llevó a cabo un estudio en Ambato por Holguín (2018), para implementar un bloque nutricional basado en la utilización de forraje procesado y balanceado en 10 vacas, cuyos resultados revelaron que la leche producida luego de aplicarse la dieta presentaba un 2.88% de grasa, que es menor al encontrado en la presente investigación desarrollada en Loja, debido a que el uso de la alfalfa aporta mayores niveles de proteínas, minerales y vitaminas de calidad, en tanto que el balanceado solamente aporta con proteína y fibra, que también es necesario para optimizar la producción de leche, pero es importante promover el aumento de los minerales también y las vitaminas para que mejore el estado de salud de la vaca, su peso y por ende, su nivel de producción.

Con respecto a la proteína que presentó la leche producida con la implementación de los tres tratamientos, en todos del 3.33% de proteína. Con relación a ello, en el estudio realizado por Gálvez (2022), en Perú, él indica que luego de aplicarse un bloque nutricional basado en el empleo de materia seca como heno y bagazo de caña, se puede producir leche con un 3.11% de proteína, lo que difiere del presente estudio considerando en este estudio se experimentó con 30 vacas, en comparación con las de la presente investigación. Así mismo, se realizó un estudio en Latacunga por Altamirano y Flores (2021), logrando determinar que la leche producida luego de aplicar el selenio quelatado en la alimentación de las vacas, posee un 18.45% de proteína, esta diferencia significativa con los resultados del presente estudio se explican porque el selenio es un producto procesado que está elaborado propiamente para mejorar el aporte nutricional en las vacas lecheras y por ende, incrementar su producción de leche, por lo que al ser un producto tecnificado, permite mejorar el estado nutricional de las vacas y esto conlleva a elevar la cantidad de leche producida en relación con la alfalfa, el bagazo de caña y el heno.

De otra manera, Holguín (2018), efectuó una investigación en Ambato que consistió en la implementación de una dieta que incluía el forraje procesado y el balanceado, cuyos resultados permitieron conocer que la leche obtenida presentaba un 3,41% de proteína, que es mayor al obtenido al implementarse los tres tratamientos en la presente investigación, no obstante, pese a que los productos procesados aumentan el valor nutricional de las vacas en un tiempo menor que los forrajes elaborados de materia seca o alfalfa, que lo hacen en un tiempo mayor y en menor porcentaje, el uso continuo del balanceado y productos procesados en la alimentación de los animales puede acarrear el desarrollo de enfermedades y aumentar el índice de mortalidad que terminaría por afectar la producción a largo plazo.

Luego de aplicarse el T1 (Bagazo de caña), se produjo leche que presenta un 15,55% de lactosa, mientras que al implementarse el T2 (alfalfa), se obtuvo leche con un 16,59% de lactosa y mediante la ingesta del T3(heno), se produjo leche con un 13,50%, lo que indica que el T2 aporta el mejoramiento del aumento de la calidad de leche, mientras que en el

estudio efectuado en Perú por Gálvez (2022), se comprobó que luego de aplicarse la materia seca como bloque nutricional en 30 vacas, se produjo leche con un 4.68% de lactosa, dato menor al obtenido en este trabajo en comparación con los tres tratamientos aplicados. Por su parte, Altamirano y Flores (2021), al efectuar una investigación en Latacunga, donde procedieron a implementar un bloque nutricional basado en la utilización del selenio quelatado, encontraron que la leche producida por 4 vacas, contiene un 19.70% de lactosa.

Relativamente, se elaboró un estudio por Holguín (2018), en Ambato, corroborando que al aplicarse una dieta alimenticia basa en el uso de forraje procesado y balanceado, la leche producida por 10 vacas contiene un 4.63% de lactosa, más bajo que el obtenido con la implementación del T1, T2 y T3 aplicadas al desarrollar la presente investigación en Loja, demostrando que la calidad de la leche se mejora al utilizarse productos naturales.

Los resultados de la investigación realizada en la tesis indican que al implementar el T1 (Bagazo de caña) como bloque multinutricional para bovinos, se observó un aumento en los sólidos totales de la leche producida. Este hallazgo concuerda con los estudios realizados por autores como Rodríguez et al. (2020) y García (2019), quienes también encontraron un incremento en los niveles de calcio, sodio y potasio en la leche cuando se empleó el bagazo de caña como fuente de alimentación para los animales..

De forma divergente, Gálvez (2022), efectuó un estudio en Perú, logrando determinar que la leche producida presentaba un 1.77% de sólidos totales, ya que la materia seca implementada en los bloques nutricionales fue maíz, torta de soya y soya, la diferencia de estos resultados con los encontrados en el presente estudio radica en que el maíz y la soya no son muy consumidos por las vacas, ya que estas prefieren consumir materia verde como la alfalfa. De igual manera, en la investigación ejecutada en Latacunga por Altamirano y Flores (2021), permitió determinar que luego de implementarse una dieta basada en el uso del selenio quelatado, la leche producida posee un 13.7%, que era el mismo que presentaba antes de aplicarse la dieta en las especies, teniendo en cuenta que en el experimento llevado

a cabo en Latacunga no se cambió el tipo de alimentación suministrado a las vacas ni se varió el porcentaje de selenio, por lo que el resultado obtenido fue el mismo, aunque es mayor al obtenido en el presente estudio, ya que

Los resultados obtenidos en el estudio de Holguín (2018) en Ambato, sugieren que el uso de forraje procesado y alimentación balanceada en vacas lecheras, pueden llevar a un aumento en los sólidos totales de la leche producida. Sin embargo, es importante mencionar que estos beneficios a corto plazo pueden tener efectos negativos a largo plazo en la salud de las especies y en la calidad de la leche. Por lo tanto, es fundamental considerar los posibles efectos a largo plazo al utilizar bloques multinutricionales en la alimentación de los bovinos.

Con referencia al costo de producción, se pudo determinar que él en promedio, es de \$ 107,28. En referencia a ello, Molavian et al (2020), ejecutaron un estudio en Canadá orientado a determinar el costo de producción de la implementación del tratamiento basado en el bagazo de caña, que resultó ser de \$ 102,00, que es menos costoso que de la presente investigación si se considera que en este último trabajo, solamente se empleó el bagazo de caña que tiene un costo de \$ 1,00 por porción en el país canadiense, por lo tanto, a esto se debe a que en esta investigación hayan recurrido al uso de este insumo.

De igual forma, se llevó a cabo una investigación en Estados Unidos por Trotta y Swanson (2019), con la finalidad de calcular el costo de producción al emplear un bloque nutricional basado en el uso de la alfalfa en la alimentación de vacas, cuyos resultados revelaron que el costo de este es de \$ 3,60 por porción de 300kg, debido a que en este país, la producción de alfalfa es de 53.1 toneladas por hectárea, mientras que en Ecuador, alcanza 35 toneladas por hectárea. Coincidiendo con ello, en una investigación realizada por Zhao et al (2022), en China con el propósito de elaborar y aplicar un bloque para lamer (LB) que es una mezcla solidificada de melaza, urea, minerales y alfalfa para implementar en la alimentación de bovinos, se pudo establecer que el costo del bloque llega a los \$ 500,00, siendo muy elevado considerando que en este país, la alfalfa es muy difícil de conseguir, ya

que solamente se cultiva en los meses de mayo y abril porque es el tiempo más apropiado, mientras que en Ecuador, este insumo puede cultivarse en cualquier periodo del año, ya que en Ecuador abundan las lluvias con mayor frecuencia que en China, lo que permite obtener un mayor rendimiento en su producción.

Por otra parte, en el presente estudio se comprobó que la implementación de los bloques nutricionales permitió generar 13.47 litros diarios a \$ 0,37, mientras que el margen de rentabilidad fue del 238.32%. Dando referencia a ello, Araujo (2017), efectuó una investigación en Perú con el objetivo de diseñar y proponer la implementación de una línea de producción de Pancamel y bloques nutricionales para poder incrementar la producción de leche y carne del ganado criollo, cuyos resultados dieron a conocer que el costo de litro de leche producido es de 4.75 soles que corresponde a \$ 1.25 y que el margen de rentabilidad es del 15.20%, que es menor al calculado en la presente investigación realizada en Loja, considerando que en Perú se utilizó la panca y melaza para el diseño de los bloques nutricionales que tiene mayor costo en el mercado agropecuario, ya que la melaza es un producto elaborado propiamente para ser utilizado en la alimentación de rumiantes, mientras que las técnicas de producción son más costosas que en Ecuador porque la alfalfa es un insumo que se puede comprar fácilmente, al igual que el bagazo de caña y el heno.

Con base a los resultados obtenidos en el estudio realizado por Oyola (2018) en Colombia, se puede observar que la inclusión de bloques nutricionales de harina de nacedero y Botón de oro en la alimentación de ganado criollo tiene un impacto positivo en la producción de leche, con un costo de producción de 3,85 por litro y un margen de rentabilidad del 10%. Sin embargo, es importante mencionar que estos resultados podrían variar en función de la disponibilidad y el costo de los ingredientes usados para la elaboración de los bloques nutricionales. En este caso, se puede comparar con la presente investigación realizada en Loja, la cual se enfocó en el uso de la alfalfa y el bagazo de caña como ingredientes para la elaboración de los bloques nutricionales, ya que son componentes de bajo costo y fácilmente

disponibles en Ecuador, lo que permite una mayor eficiencia en el costo de producción y una mayor rentabilidad.

Bajo el mismo enfoque, Gálvez (2022), realizó una investigación en Perú con el propósito de determinar el efecto de los bloques multinutricionales sobre parámetros productivos y evaluación económica suplementados a vacas Holstein Friesian, cuyos resultados condujeron a determinar que el costo de producción de cada litro de leche es de 4,19 soles correspondientes a \$ 1,10, que es mayor al precio encontrado en el presente trabajo investigativo efectuado en Ecuador, mientras que el margen de rentabilidad correspondió a 20,05%, la diferencia de estos resultados se debe a que en la muestra de bovinos peruanos, se utilizaron bloques elaborados con chala craqueada y heno de alfalfa con camote, tomando en cuenta que la chala craqueada que implica un producto procesado al igual que el heno obtenido del procesamiento de la alfalfa, lo que por ende aumenta su costo final para ser adquiridos con fines de uso en la alimentación de vacas, y su margen de rendimiento es menor al que se obtuvo en el estudio realizado en las 15 vacas de la Finca de la UTPL en Ecuador, porque la disminución de costos como resultado del menor valor de insumos utilizados en la elaboración de los bloques multinutricionales, permite aumentar el margen de rentabilidad en consecuencia.

## Conclusiones

Después de aplicar las tres dietas en la alimentación de las vacas lecheras al pastoreo en la Finca de la UTPL, se determinó que:

El bloque nutricional T2 (alfalfa) fue el que obtuvo las mayores producciones de leche, seguido de T1 (bagazo de caña) y finalmente T3 (heno). Esto sugiere que el uso del bloque nutricional T2 como fuente de alimentación para bovinos puede ser una opción eficaz para aumentar la producción de leche.

Los resultados sugieren que los tratamientos T1, T2 y T3 no tuvieron un impacto significativo en el contenido de grasa de la leche obtenida, ya que todos presentaron un porcentaje similar de 3.33%. Estos resultados indican que los tratamientos multinutricionales no afectaron significativamente el contenido de grasa de la leche.

El tratamiento T2 tiene un efecto positivo en el porcentaje de lactosa en la leche producida, mientras que el tratamiento T3 resulta menor en comparación con los otros tratamientos. Estos hallazgos son estadísticamente significativos y podrían ser importantes de explorar con futuros estudios para entender las razones detrás de esta diferencia en el contenido de lactosa en la leche.

Los resultados de esta investigación sugieren que existe una variación en los costos de producción de la leche al utilizar diferentes tipos de bloques multinutricionales. El tratamiento T3 presenta el costo más elevado, mientras que el T1 es el que tiene menor costo.

## **Recomendaciones**

Realizar futuras investigaciones en producción bovina en las diferentes etapas fisiológicas, como novillos, engorde y reproducción, así mismo en otros sistemas de producción pudiendo ser el estabulado, así se podrá obtener una mejor y ampliada información sobre el uso de los bloques multinutricionales como suplemento en la alimentación diaria del ganado.

En las próximas investigaciones, hacer uso de testigos y prolongar los tiempo de evaluación de los bloques multinutricionales, para obtener mejores resultados, incluso se recomienda hacer combinaciones entre las mismas especies de materia seca, o mezclarlas con otras materias primas diferentes a las presentadas en el presente trabajo.

Diseñar esquemas de alimentación animal basados en bloques nutricionales con otros rumiantes considerando el propósito productivo y estado fisiológico.

## Referencias

- Acosta, R. (2018). *Alimentación animal con ensilaje de desechos agroindustriales: una opción para los pequeños productores agropecuarios*. San Carlos-Venezuela: Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora.
- Altamirano, C., & Flores, L. (2021). *Elaboración de bloques nutricionales a base de dos fuentes de selenio (quelatado y no quelatado) para vacas lecheras*. Latacunga-Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Angulo, J. (2022). Producción, calidad de leche y análisis económico de vacas Holstein suplementadas con ensilaje de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) o ensilaje de maíz. *Biología En El Sector Agropecuario Y Agroindustrial*, 20(1), 27-40.
- Araujo, D. (2017). *Diseño y propuesta de implementación de una línea de producción de pancamel y bloques nutricionales para incrementar la producción de leche y carne del ganado criollo en el departamento de Cajamarca – distrito de La Encañada*. Cajamarca-Perú: Universidad Privada del Norte.
- Áreas, L., Alpizar, A., Camacho, N., Arronis, V., & Padilla, J. (2018). Producción, calidad bromatológica de la leche y los costos de suplementación con *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, en vacas Jersey. *A. Gray, en vacas Jersey. Pastos y Forrajes*, 41(4), 266-272.
- Arguello, J., Mahecha, L., & Anguio, J. (2019). Arbustivas forrajeras: importancia en las ganaderías de trópico bajo Colombiano. *Agronomía Mesoamericana*, 30(3), 899-915.
- Arteaga, T., Vélez, M., & Murillo, J. (2019). Raciones suplementarias con follaje de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en la alimentación de vacas lecheras Brown Swiss. *Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 3(19), 10-15.
- Batallas, C. (2020). El sistema de pastoreo intensivo en la alimentación de vacas lecheras. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 3(3), 14-23.

- Belanche, A., Martín, A., Jiménez, E., & Johnson, N. Y. (2021). *Evaluación de un nuevo tratamiento de cereal con urea como estrategia para optimizar la función ruminal en ovino*. Reino Unido: Universidad de Glasgow.
- Benítez, E., Chamba, H., Calderon, A., & Cordero, F. (2019). Evaluación de bloques nutricionales en la alimentación de cobayos (*Cavia porcellus*) en etapas de crecimiento y engorde. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 6(2), 66-73.
- Binachini, G., Savia, C., Márquez, N., Rinaudo, A., & Marini, P. (2019). Efecto de glutatión peroxidasa en la salud uterina y performance productiva de vacas lecheras suplementadas con selenio. *SPERMOVA*, 9(1), 28-34.
- Borrero, A., Cujía, K., & Gutiérrez, C. (2017). *Ensilado de mango y lactosuero: una alternativa de alimentación en vacas lecheras*. Barranquilla-Colombia: Universidad Libre de Barranquilla.
- Borroto, O., Valdés, L., Sotolongo, J., Jameg, G., Díaz, A., & Sierra, M. (2018). Bloques multinutricionales a partir del contenido ruminal seco. Una contribución a la alimentación animal y la descontaminación ambiental. *RECUS: Revista Electrónica Cooperación Universidad Sociedad*, 3(2), 44-48.
- Castro, N., Moreno, R., Calderón, F., Moreno, A., & Tamariz, J. (2018). Metales pesados en leche de vacas alimentadas con alfalfa producida en suelos irrigados con aguas residuales en Puebla y Tlaxcala, México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 9(3), 466-485.
- Cevallos, H. G. (2018). Ganadería de precisión en la provincia de El Oro Diagnostico situacional. *Espirales revista multidisciplinaria de investigación*(2), 17.
- Chaiña, F., Salas, D., Hermoza, M., Salas, D., & Quispe, W. (2021). Comunicación Horizontal: Identificación de la Demanda Social de Tecnología Agropecuaria en el Altiplano Peruano, Puno. *Comuni@cción*, 12(4), 282-295.
- Del Águila, R., Reyes, C., Suárez, W., Rondón, J., Delgado, A., & Clavo, Z. (2018). Efecto de la utilización de subproducto de cervecería y sales minerales en vacas cruzadas en

- ordeño en el trópico peruano. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(2), 706-712.
- Dubny, S. (2017). *Riesgo ambiental para el ganado vacuno por el consumo de agua superficial y subterránea contaminada en la cuenca del arroyo del Azul*. Buenos Aires-Argentina: Universidad Tecnológica Nacional.
- Elizondo, J. (2020). Estimación de la energía calórica en alimentos para ganado de leche según el modelo del NRC (2001). *Nutrición Animal Tropical*, 14(2), 39-50.
- Elizondo, J., & Marin, D. (2019). Uso de agua para limpieza en una lechería del Valle Central de Costa Rica. *Nutrición Animal Tropical*, 13(2), 43-57.
- Fernández, M., Zumba, L., & López, G. (2018). Evaluación de la calidad nutritiva de un ensilado para la alimentación de ganado lechero a partir de los residuos provenientes del trillado de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) y sangorache (*Amaranthus hybridus* L.) (original). *Roca. Revista científico-educacional de la provincia Granma*, 13(4), 1-13.
- Gálvez, O. (2022). *Efecto de la suplementación con bloques multinutricionales sobre parámetros productivos y perfil sanguíneo de vacas Holstein Friesian en Agropecuaria Los Luises S.R.L.* Trujillo-Perú: Universidad Nacional de Trujillo.
- Gamboa, L. (2021). *Estrategias de suplementación alimenticia no convencional para ganado bovino*. Pamplona-España: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Graillet, E., Arieta, R., Aguilar, M., Alvarado, L., & Orozco, N. (2017). Ganancia de peso diario en toretes de iniciación en pastoreo suplementados con bloques nutricionales. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(1), 1-16.
- Gutiérrez, E., Rojo, A., Salas, G., Villalba, C., Juárez, J., & García, A. (2018). Avances de la Investigación Sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México. *Avances de la Investigación Sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México*, 17(1), 375.
- Gutiérrez, F., Estrella, A., Irazábal, E., Quimiz, V., Portilla, A., & Bonifaz, M. (2018). Mejoramiento de la eficiencia de la proteína de los pastos en bovinos de leche

- utilizando cuatro formulaciones de balanceados. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 28(2), 115-122.
- Herra, Y., Brunal, E., Campillo, J., Rugeles, C., & Martínez, N. (2018). Perfil proteico en vacas lactantes y novillas de vient. *Revista colombiana de ciencia animal recia*, 10(2), 179-183.
- Holguín, E. (2018). *Evaluación comparativa con dos sistemas de alimentación complementaria (silopack, balanceado) sobre el metabolismo hepático y producción de leche*. Ambato-Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Hurtado, W., Álvarez, H., Mouso, J., Rodríguez, L., Montes, R., & Pedraza, R. (2019). Caracterización de sistemas de producción agrícolas con ganado vacuno en la cuenca baja del río Guayas, provincia de Los Ríos, Ecuador. *Revista de producción animal*, 31(1), 1-10.
- Lagos, E., & Castro, E. (2019). Caña de azúcar y subproductos de la agroindustria azucarera en la alimentación de rumiantes. *Agronomía Mesoamericana*, 30(3), 917-934.
- Laínez, L. (2021). *Comportamiento productivo de bovinos con la adición de bloques nutricionales formados de especies arbóreas forrajeras en Manglaralto, Santa Elena*. Santa Elena-Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Lastre, G., Carreo, C., Delgado, F., Suárez, M., Granadillo, V., & Oróstegui, M. (2020). Concentraciones de los oligoelementos cobre y zinc en leche materna, de vaca y de cabra. *Revista Cubana de Pediatría*, 92(2), 1-16.
- López, R., Gutiérrez, D., Orozco, L. L., & Villagomez, M. (2021). Evaluación del suplemento protéico-energético en vacas siboney en sistemas a pastoreo en el trópico cubano. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 9(1), 65-73.
- Lozano, M., Gómez, J., Morán, D., & Galarza, G. (2021). Alimentación alternativa de rumiantes con residuos de cosecha. *Journal of Science and Research*, 6(4), 1-10.
- Manjarres, M., & Vilchis, B. (2021). *Aprovechamiento de fósforo y nitrógeno en vacas lecheras con alto contenido de forraje y sus efectos ambientales*. Toluca de Lerdo-México: Universidad Autónoma del Estado de México.

- Martínez, J. (2022). Producción de bloques nutricionales para ganado ovino. *Ciencia y Filosofía*, 7(7), 20-36.
- Maruelli, J. (2017). *Valoración nutritiva de los alimentos: importancia de la fibra en la alimentación animal*. Santa Rosa-Argentina: Universidad Nacional de La Pampa.
- Mendoza, G., Martínez, J., Hernández, P., & Lee, H. (2018). Uso de productos herbales nutracéuticos en la alimentación de rumiantes. *Avances de la Investigación Sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México*, 5(69), 15-69.
- Molavian, M., Ghorbani, G., Rafiee, H., & Beauchemin, K. (2020). Substitution of wheat straw with sugarcane bagasse in low-forage diets fed to mid-lactation dairy cows: Milk production, digestibility, and chewing behavior. *Journal of dairy science*, 103(9), 8034-8047.
- Montoya, J., Múnera, O., & Cerón, M. (2017). Factores relacionados con nitrógeno ureico en leche de vacas lecheras. *Livestock Research for Rural Development*, 29(10), 1-9.
- Morales, C., Vyeira, L., Domínguez, I., López, F., & Arriaga, C. (2021). Perfil mineral sérico de vacas Holstein en lactación en sistemas mixtos de estabulación-pastore. *Agronomía Mesoamericana*, 32(1), 45-62.
- Núñez, O., & Rodríguez, M. (2019). Subproductos agrícolas, una alternativa en la alimentación de rumiantes ante el cambio climático. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 6(1), 24-37.
- Ordóñez, M., Bravo, M., & Saldaña, D. (2019). Rol de las enzimas en la alimentación de monogástricos, con énfasis en pollos de engorde. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 2(3), 25-42.
- Oyola, V. (2018). *Elaboración de bloques nutricionales de harina de nacedero "trichanthera gigantea" y botón de oro "tithonia diversifolia" para la alimentación de ganado criollo y su efecto en la producción de leche como ejercicio académico*. Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Pérez, E., Sánchez, F., Vera, J., Monforte, J., & Flores, J. (2019). Producción de leche y carne en sistemas silvopastoriles. *Bioagrociencias*, 12(1), 1-8.

- Ponce, L., Acuña, I., Proaño, W., & Orellana, K. (2018). El sistema agroforestal cafetalero. Su importancia para la seguridad agroalimentaria y nutricional en Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 6(1), 116-129.
- Portilla, E., reyes, B., Cardona, J., & Monter, D. (2021). Relación calcio, fosforo, magnesio y selenio sobre la reproducción en vacas lecheras durante el periodo de transición. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*, 13(2), 1-8.
- Quintero, M., & Velásquez, R. (2018). La nutrición mineral: selenio y zinc como inmunomoduladores en la alimentación de los bovinos. *Revista Sinergia*, 1(1), 27-35.
- Ricaurte, P., & Santos, C. (2017). "Mejoramiento de la competitividad de la asociación Ñukanchik Ñan a través del incremento de producción de materia prima por el eficiente balance alimentario del bovino". Chimborazo-Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo.
- Roca, A., Lascano, P., Arcos, C., Cueva, N., Molina, E., Curbelo, L., & Serpa, G. (2018). Balance forrajero, de energía y nitrógeno en pastizales arborizados con Algarrobo (*Prosopis juliflora* (SW) DC.) bajo pastoreo de vacas lecheras. *Revista de Producción Animal*, 30(1), 38-46.
- Rodríguez, C., & Pulido, N. (2018). Determinación del valor nutricional de bloques nutricionales con diferentes porcentajes de *Sambucus peruviana* y *Zea mays*. *Ciencia y Agricultura*, 15(1), 93-100.
- Rodríguez, M., Vargas, L., & Díaz, H. (2022). Parámetros productivos de vacas doble propósito suplementadas con alimentos no convencionales en el caribe húmedo colombiano. *Latin American Archives of Animal Production*, 30(3), 179-190.
- Romero, H., & Sandoval, L. (2021). Caracterización de bloques multinutricionales con bovinaza enriquecidos con un preparado a base de bacterias ácido lácticas. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 12(2), 115-126.
- Royón, F. (2017). Importancia de la calidad en los forrajes en dietas de alta producción. *Frisona española*, 37(218), 88-89.

- Susicley, M., Teixeira, L., & Oliveira, C. (2019). Dinámica de los Cambios en la Concentración de Yodo en la Leche de las Vacas Lecheras. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 29(5), 1381-1386.
- Trotta, R., & Swanson, K. (2019). Trotta, R. J., & Swanson, K. C. (2019). Effects of dietary supplement sources on the rate and extent of in vitro ruminal degradation of alfalfa-based diets for cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 100(2), 244-252.
- Úsuga, C., Zuluaga, J., & López, A. (2018). El virus de la leucosis bovina disminuye la producción y calidad de leche en ganado Holstein. *Archivos de zootecnia*, 67(258), 254-259.
- Valderrama, F. (2019). *La energía y su importancia en el desempeño reproductivo de vacas lecheras*. Bogotá-Colombia: Universidad de La Salle.
- Vásquez, G., Martínez, R., Razo, S., Juárez, J., & Hernández, J. G. (2018). *Complementación con bloques multinutricionales de melaza y urea en vacas anestrícas* (Primera ed.). Michoacán, México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Veneciano, J., Tarenti, O., & Privitello, M. (2020). Maíz diferido. producción de materia seca, composición de la planta y calida. *Semiárida*, 8(1), 1-8.
- Villalobos, L., & González, J. (2018). Contenido macro y micromineral del pasto ryegrass (*Lolium spp.*) en la zona alta de Cartago, Costa Rica. *Nutrición animal tropical*, 12(2), 1-19.
- Zhao, X., Degen, A., & Hao, L. L. (2022). Ruminant Lick Blocks, Particularly in China. *Sustainability*, 14(13), 7620.

## Apéndice

**Apéndice 1. Datos de producción de cada vaca con la implementación del T1 (bagazo de caña)**

| Bloque nutricional | Peso (gramos)    | Cantidad de bloque consumido en gramos | Cantidad de leche producida en litros | Leche producida en gramos | Grasa (porcentaje) | Sólidos totales (porcentaje) |                 |             |             |             | Proteína    | Lactosa       |              |
|--------------------|------------------|--|---------------------------------------|---------------------------|--------------------|------------------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|--------------|
|                    |                  |  |                                       |                           |                    | Calcio                       | Hierro          | Sodio       | Potasio     | TOTAL       |             | Gramos        | Porcentaje   |
| V1                 | 170097,10        | 22000                                  | 7,04                                  | 7040                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 330,88        | 15,55        |
| V2                 | 170097,10        | 22000                                  | 7,04                                  | 7040                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 330,88        | 15,55        |
| V3                 | 164427,20        | 22000                                  | 7,04                                  | 7040                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 330,88        | 15,55        |
| V4                 | 164427,20        | 22000                                  | 7,04                                  | 7040                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 330,88        | 15,55        |
| V5                 | 164427,20        | 22000                                  | 7,04                                  | 7040                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 330,88        | 15,55        |
| V6                 | 164427,20        | 22000                                  | 7,04                                  | 7040                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 330,88        | 15,55        |
| V7                 | 164427,20        | 22000                                  | 7,04                                  | 7040                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 330,88        | 15,55        |
| V8                 | 164427,20        | 22000                                  | 7,04                                  | 7040                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 330,88        | 15,55        |
| V9                 | 164427,20        | 22000                                  | 7,04                                  | 7040                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 330,88        | 15,55        |
| V10                | 164427,20        | 22000                                  | 7,04                                  | 7040                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 330,88        | 15,55        |
| V11                | 164427,20        | 22000                                  | 7,04                                  | 7040                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 330,88        | 15,55        |
| V12                | 164427,20        | 22000                                  | 7,04                                  | 7040                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 330,88        | 15,55        |
| V13                | 164427,20        | 22000                                  | 7,04                                  | 7040                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 330,88        | 15,55        |
| V14                | 164427,20        | 22000                                  | 7,04                                  | 7040                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 330,88        | 15,55        |
| V15                | 164427,20        | 22000                                  | 7,04                                  | 7040                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 330,88        | 15,55        |
| <b>TOTAL</b>       | <b>165183,19</b> | <b>22000</b>                           | <b>105,6</b>                          | <b>105600</b>             | <b>3,33</b>        | <b>0,13</b>                  | <b>0,000040</b> | <b>0,05</b> | <b>0,17</b> | <b>0,34</b> | <b>3,33</b> | <b>330,88</b> | <b>15,55</b> |

**Apéndice 2. Datos de producción de cada vaca con la implementación del T2 (Alfalfa)**

| Bloque nutricional | Peso (gramos)    | Cantidad de bloque consumido | Cantidad de leche producida en litros | Leche producida en gramos | Grasa (porcentaje) | Sólidos totales (porcentaje) |                 |             |             |             | Proteína    | Lactosa      |              |
|--------------------|------------------|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|--------------------|------------------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
|                    |                  |                              |                                       |                           |                    | Calcio                       | Hierro          | Sodio       | Potasio     | TOTAL       |             | Gramos       | Porcentaje   |
| V1                 | 170097,10        | 22000                        | 7,51                                  | 7510                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 352,97       | 16,59        |
| V2                 | 170097,10        | 22000                        | 7,51                                  | 7510                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 352,97       | 16,59        |
| V3                 | 164427,20        | 22000                        | 7,51                                  | 7510                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 352,97       | 16,59        |
| V4                 | 164427,20        | 22000                        | 7,51                                  | 7510                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 352,97       | 16,59        |
| V5                 | 164427,20        | 22000                        | 7,51                                  | 7510                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 352,97       | 16,59        |
| V6                 | 164427,20        | 22000                        | 7,51                                  | 7510                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 352,97       | 16,59        |
| V7                 | 164427,20        | 22000                        | 7,51                                  | 7510                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 352,97       | 16,59        |
| V8                 | 164427,20        | 22000                        | 7,51                                  | 7510                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 352,97       | 16,59        |
| V9                 | 164427,20        | 22000                        | 7,51                                  | 7510                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 352,97       | 16,59        |
| V10                | 164427,20        | 22000                        | 7,51                                  | 7510                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 352,97       | 16,59        |
| V11                | 164427,20        | 22000                        | 7,51                                  | 7510                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 352,97       | 16,59        |
| V12                | 164427,20        | 22000                        | 7,51                                  | 7510                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 352,97       | 16,59        |
| V13                | 164427,20        | 22000                        | 7,51                                  | 7510                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 352,97       | 16,59        |
| V14                | 164427,20        | 22000                        | 7,51                                  | 7510                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 352,97       | 16,59        |
| V15                | 164427,20        | 22000                        | 7,51                                  | 7510                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 352,97       | 16,59        |
| <b>TOTAL</b>       | <b>165183,19</b> | <b>22000</b>                 | <b>112,65</b>                         | <b>112650</b>             | <b>3,33</b>        | <b>0,12</b>                  | <b>0,000040</b> | <b>0,05</b> | <b>0,17</b> | <b>0,34</b> | <b>3,33</b> | <b>352,9</b> | <b>16,59</b> |

### Apéndice 3. Datos de producción de cada vaca con la implementación del T3 (Heno)

| Bloque nutricional | Peso (gramos)   | Cantidad de bloque consumido | Cantidad de leche producida en litros | Leche producida en gramos | Grasa (porcentaje) | Sólidos totales (porcentaje) |                 |             |             |             | Proteína    | Lactosa      |              |
|--------------------|-----------------|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|--------------------|------------------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
|                    |                 |                              |                                       |                           |                    | Calcio                       | Hierro          | Sodio       | Potasio     | TOTAL L     |             | Gramos       | Porcentaje   |
| V1                 | 170097,10       | 22000                        | 6,11                                  | 6110                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 287,17       | 13,50        |
| V2                 | 170097,10       | 22000                        | 6,11                                  | 6110                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 287,17       | 13,50        |
| V3                 | 164427,20       | 22000                        | 6,11                                  | 6110                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 287,17       | 13,50        |
| V4                 | 164427,20       | 22000                        | 6,11                                  | 6110                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 287,17       | 13,50        |
| V5                 | 164427,20       | 22000                        | 6,11                                  | 6110                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 287,17       | 13,50        |
| V6                 | 164427,20       | 22000                        | 6,11                                  | 6110                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 287,17       | 13,50        |
| V7                 | 164427,20       | 22000                        | 6,11                                  | 6110                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 287,17       | 13,50        |
| V8                 | 164427,20       | 22000                        | 6,11                                  | 6110                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 287,17       | 13,50        |
| V9                 | 164427,20       | 22000                        | 6,11                                  | 6110                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 287,17       | 13,50        |
| V10                | 164427,20       | 22000                        | 6,11                                  | 6110                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 287,17       | 13,50        |
| V11                | 164427,20       | 22000                        | 6,11                                  | 6110                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 287,17       | 13,50        |
| V12                | 164427,20       | 22000                        | 6,11                                  | 6110                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 287,17       | 13,50        |
| V13                | 164427,20       | 22000                        | 6,11                                  | 6110                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 287,17       | 13,50        |
| V14                | 164427,20       | 22000                        | 6,11                                  | 6110                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 287,17       | 13,50        |
| V15                | 164427,20       | 22000                        | 6,11                                  | 6110                      | 3,33               | 0,1250                       | 0,000040        | 0,0520      | 0,1670      | 0,34        | 3,33        | 287,17       | 13,50        |
| <b>TOTAL</b>       | <b>165183,1</b> | <b>22000</b>                 | <b>91,65</b>                          | <b>91650</b>              | <b>3,33</b>        | <b>0,13</b>                  | <b>0,000040</b> | <b>0,05</b> | <b>0,17</b> | <b>0,34</b> | <b>3,33</b> | <b>287,1</b> | <b>13,50</b> |

9

7

#### Apéndice 4. Cálculo de producción de leche por día

| Descripción  | Tiempo de aplicación de bloque nutricional | Litros producidos antes de aplicar cada bloque nutricional | Litros producidos en el periodo | Litros producidos por día |
|--------------|--|--|---------------------------------|---------------------------|
| D1           | 23   | 90,75  | 105,6                           | 4,59                      |
| D2           | 23   | 89,36  | 112,65                          | 4,90                      |
| D3           | 23   | 75,36  | 91,65                           | 3,98                      |
| <b>TOTAL</b> |  | <b>255,47</b>  | <b>309,9</b>                    | <b>13,47</b>              |

## Apéndice 5. Evidencia empírica



