



**Evaluación de grasa sobrepasante en la primera etapa de lactancia de vacas lecheras en el
subtrópico**

Ramos Vivanco, Luis Miguel

Departamento de Ciencias de la Vida y de Agricultura

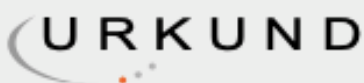
Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Lucero Borja, Jorge Omar MSc.

Santo Domingo - Ecuador

26 de Julio del 2021



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Trabajo de titulación LR Corregido.pdf (D110775908)
Submitted: 7/26/2021 11:01:00 PM
Submitted By: jolucero@espe.edu.ec
Significance: 8 %

Sources included in the report:

<https://1library.co/document/zgrm3dvq-efectos-suplementacion-sobrepasante-produccion-composicion-municipio-matagalpa-semester.html>
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/30205/JLOTALORAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
https://www.researchgate.net/publication/273003408_RESPUESTA_PRODUCTIVA_Y_REPRODUCTIVA_AL_USO_DE_LA_GRASA_SOBREPASANTE_CON_ALTOS_NIVELES_DE_ACIDOS_GRASOS_POLI-INSATURADOS_EN_RUMIANTES
<https://core.ac.uk/download/pdf/11056618.pdf>
https://www.researchgate.net/publication/338436167_Suplementacion_de_grasa_sobrepasante_en_la_fertilidad_y_produccion_de_vacas_mestizas_con_cria_al_pie
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7440784.pdf>
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1743/1/CPA-2013-059.pdf>

Instances where selected sources appear:

14

Firma:

Ing. Lucero Borja Jorge Omar, MSc.

DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación, **“EVALUACIÓN DE GRASA SOBREPASANTE EN LA PRIMERA ETAPA DE LACTANCIA DE VACAS LECHERAS EN EL SUBTRÓPICO”**, fue realizado por el señor Ramos Vivanco, Luis Miguel el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustenten públicamente.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 26 de julio de 2021

Firma:

Ing. Lucero Borja Jorge Omar, MSc.

C.C.: 171185319-0



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

Responsabilidad de autoría

Yo, **Ramos Vivanco, Luis Miguel**, con cédula de ciudadanía N.º 172495232-8, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DE GRASA SOBREPASANTE EN LA PRIMERA ETAPA DE LACTANCIA DE VACAS LECHERAS EN EL SUBTRÓPICO”**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 26 de julio de 2021

Firma:

Ramos Vivanco, Luis Miguel

C.C.: 172495232-8



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

Autorización de publicación

Yo, **Ramos Vivanco, Luis Miguel**, con cédula de ciudadanía N.º 172495232-8, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DE GRASA SOBREPASANTE EN LA PRIMERA ETAPA DE LACTANCIA DE VACAS LECHERAS EN EL SUBTRÓPICO”**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 26 de julio de 2021

Firma:

Ramos Vivanco, Luis Miguel

C.C.: 172495232-8

Dedicatoria

Este trabajo de titulación va dedicado a mi creador, a Dios por ser la fuente de inspiración, por estar conmigo en los momentos más complicados y siempre mostrarme que sus planes son mejores que los míos.

A mis padres, Luis Ramos y Fanny Vivanco, por brindarme su amor, apoyo, guía y sacrificio todos estos años, sin ustedes nada de esto fuera posible.

A mis hermanos Claudia, Stalin y Eliana, por brindarme su apoyo y confianza para alcanzar este logro.

A Emily Uribe por ser mi compañera de vida, por permanecer incondicionalmente a mi lado y motivarme a ser mejor día a día.

A mis amigos, por brindarme su amistad y apoyo para que este logro sea posible.

Luis Miguel Ramos Vivanco

Agradecimientos

A Dios por darme la vida, sabiduría y fuerza para alcanzar este logro tan anhelado.

A mis padres y hermanos por ser un pilar fundamental en mi vida.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Santo Domingo, a la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, a todos sus docentes por sus conocimientos y experiencias impartidas.

A mi director de tesis Ing. Jorge Lucero por su amistad, guía y aporte durante el desarrollo de mi carrera profesional y de este proyecto.

Al Ing. Javier Romero e Ing. Vinicio Uday por su aporte en la ejecución de este proyecto.

Al Ing. Mario Ordoñez, Dr. José Jiménez y a la empresa Nutrimixes por haberme brindado la confianza y el apoyo para llevar a cabo este proyecto de investigación.

A todas las personas que de una u otra forma han contribuido a mi formación profesional.

Luis Miguel Ramos Vivanco

Tabla de contenido

| | |
|--|-----------|
| Carátula | 1 |
| Análisis urkund..... | 2 |
| Certificación..... | 3 |
| Responsabilidad de autoría | 4 |
| Autorización de publicación | 5 |
| Dedicatoria | 6 |
| Agradecimientos..... | 7 |
| Resumen..... | 13 |
| Abstract | 14 |
| Capítulo I | 15 |
| Introducción | 15 |
| Capitulo II | 17 |
| Revisión de literatura..... | 17 |
| <i>Balance energético</i> | <i>17</i> |
| <i>Requerimientos energéticos de la vaca en producción</i> | <i>17</i> |
| <i>Condición corporal.....</i> | <i>18</i> |
| <i>Hidrólisis y Bio-Hidrogenación</i> | <i>20</i> |
| <i>Metabolismo de los lípidos en rumiantes</i> | <i>20</i> |

| | |
|--|----|
| <i>Grasa Sobrepasante</i> | 22 |
| <i>Cantidad de Energía que aportan las grasas sobrepasantes</i> | 23 |
| <i>Adición de grasa sobrepasante en la dieta</i> | 23 |
| <i>Efectos de la grasa sobrepasante en la Producción y Reproducción.</i> | 24 |
| Capitulo III | 26 |
| Materiales y métodos | 26 |
| <i>Ubicación del lugar de investigación</i> | 26 |
| Ubicación Política | 26 |
| Ubicación Geográfica..... | 26 |
| Ubicación Ecológica | 28 |
| <i>Materiales</i> | 28 |
| <i>Biológicos</i> | 28 |
| <i>Físicos</i> | 28 |
| <i>Químicos</i> | 28 |
| <i>Métodos</i> | 29 |
| <i>Área de estudio</i> | 29 |
| <i>Características de la Unidad de Análisis</i> | 29 |
| <i>Análisis Estadístico</i> | 30 |
| <i>Metodología de la Investigación</i> | 30 |
| <i>Descripción de la grasa sobrepasante a emplear</i> | 30 |
| <i>Administración de la grasa sobrepasante</i> | 30 |
| <i>VARIABLES A MEDIR</i> | 30 |
| <i>Parámetros zootécnicos</i> | 30 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| <i>Producción de leche</i> | 30 |
| <i>Peso</i> | 30 |
| <i>Condición corporal</i> | 31 |
| <i>Calidad de la leche</i> | 31 |
| Capítulo IV | 32 |
| Resultados y discusión | 32 |
| <i>Parámetros zootécnicos</i> | 32 |
| Producción de leche | 32 |
| Condición Corporal..... | 33 |
| Peso | 34 |
| <i>Composición de la leche</i> | 35 |
| Grasa..... | 35 |
| Proteína | 36 |
| Sólidos Totales | 37 |
| <i>Análisis económico</i> | 38 |
| Capítulo V | 40 |
| Conclusiones..... | 40 |
| Recomendaciones..... | 41 |
| Bibliografía | 42 |

Índice de tablas

| | |
|--|-----------|
| <i>Tabla 1. Valores de energía sugeridos para fuentes de grasa para vacas</i> | <i>23</i> |
| <i>Tabla 2. Ubicación política de la zona donde se llevó a cabo el proyecto.....</i> | <i>26</i> |
| <i>Tabla 3. Resumen de los grupos experimentales.....</i> | <i>29</i> |
| <i>Tabla 4 Composición de la dieta de los tratamientos.....</i> | <i>31</i> |
| <i>Tabla 5 Composición de la grasa sobrepasante</i> | <i>31</i> |
| <i>Tabla 6 Composición de costos en la alimentación por tratamientos.</i> | <i>38</i> |
| <i>Tabla 7 Rentabilidad del uso de la grasa sobrepasante</i> | <i>39</i> |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| <i>Figura 1 Grados de Condición Corporal en Bovinos</i> | 19 |
| <i>Figura 2 Metabolismo de lípidos en rumiantes</i> | 22 |
| <i>Figura 3. Ubicación geográfica donde se desarrollará la investigación</i> | 27 |
| <i>Figura 4 Producción promedio de leche por semana</i> | 32 |
| <i>Figura 5 Condición corporal promedio por semana</i> | 33 |
| <i>Figura 6 Peso promedio por semana</i> | 34 |
| <i>Figura 7 Porcentaje de grasa promedio por semana</i> | 35 |
| <i>Figura 8 Porcentaje de proteína promedio por semana</i> | 36 |
| <i>Figura 9 Porcentaje de sólidos totales promedio por semana</i> | 37 |

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la suplementación con grasa sobrepasante en vacas lecheras sobre los parámetros zootécnicos (peso, condición corporal y producción de leche) y sobre la composición de leche (grasa, proteína y sólidos totales), además se realizó un análisis económico. El estudio se realizó en la Ganadería Elianita donde se utilizaron 14 vacas de las razas Gyr, Jersey, Holstein y sus cruces. Se dividieron en 2 grupos t0 = 7 vacas y t1 = 7 vacas, el grupo t1 fue el que recibió 200 g/día de grasa sobrepasante adicional a la dieta normal de la hacienda. La investigación tuvo 60 días de duración, los parámetros zootécnicos se registraron todas las semanas y la composición de la leche cada 15 días. Se empleó regresiones lineales para el análisis de los tratamientos con y sin grasa sobrepasante. Se determinó que en la producción de leche existió una diferencia estadística significativa con una producción a la semana 8 de 9,71 litros/vaca/día para el grupo t1, frente a una producción a la semana 8 de 7,50 litros/vaca/día para el grupo t0; de la misma manera en la condición corporal, donde a la semana 8 el grupo t1 ganó 0,5 puntos en condición. No existió diferencia significativa en el peso, porcentaje de grasa, proteína y sólidos totales. La utilidad neta /vaca /día que fue de \$ 2,29 para t1 y \$ 1,59 para t0, además una rentabilidad del 35,50% y 6,71% respectivamente.

Palabras clave:

- **GRASA SOBREPASANTE**
- **PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS**
- **COMPOSICIÓN DE LA LECHE**

Abstract

The present research work aimed to evaluate the effect of overrun fat supplementation in dairy cows on zootechnical parameters (weight, body condition and milk production) and on the composition of milk (fat, protein and total solids), an economic analysis was also carried out. The study was conducted in the Elianita Livestock where 14 cows of the Gyr, Jersey, Holstein breeds and their crosses were used. They were divided into 2 groups t0 = 7 cows and t1 = 7 cows, group t1 was the one that received 200 g / day of overrun fat on additional to the normal diet of the farm. The investigation lasted 60 days, the zootechnical parameters were recorded all the weeks and the composition of the milk every 15 days. Linear regressions was used for the analysis of the treatments with and without overrun fat. It was determined that in the production of milk there was a statistically significant difference with a production at week 8 of 9,71 liters / cow / day for group t1, compared to a production at week 8 of 7,50 liters / cow / day for group t0; in the same way in body condition, where at week 8 the t1 group gained 0,5 points in body condition. Did not exist significant difference in the weight, percentage of fat, protein and total solids. utility / cow / day which was \$ 2,29 for t1 and \$ 1,59 for t0, in addition to a profitability of 35,50% and 6,71% respectively.

Keywords:

- **OVERRUN FAT**
- **ZOOTECHNICAL PARAMETERS**
- **MILK COMPOSITION**

Capítulo I

Introducción

Entre los factores determinantes para el éxito de toda explotación ganadera se encuentra la nutrición, además tiene mayor incidencia en la producción de leche, una correcta alimentación mejora la producción, la fertilidad y la sanidad de la vaca.

De manera usual, en las dietas que consumen las vacas lecheras, los niveles de inclusión de lípidos van del 4 a 6%, sin embargo, los lípidos son parte importante de la dieta de una vaca lechera porque contribuyen directamente a casi 50% de la grasa en la leche y son la fuente más concentrada de energía en los alimentos (Wattiaux, 2005).

Comúnmente las vacas lecheras llegan al parto con una baja condición corporal, ocasionada por la baja calidad de los pastos y su disponibilidad, además el bajo consumo de materia seca durante los primeros meses de lactancia, ocasionando un desbalance energético y se movilizan sus reservas corporales, por lo tanto los días abiertos se alargan (Diaz, 2009).

Las vacas lecheras al comer pastos con poca energía y contenido de materia seca (MS) pobre, entran a un balance energético negativo, inicialmente en el primer tercio de la lactancia. Frente a esto la grasa sobrepasante aparece como una solución por su alto contenido de energía para rumiantes, dicha grasa mejora la producción, fertilidad y sanidad (Duarte & Ramirez, 2016).

Una alternativa de suplemento de energía de origen vegetal es la grasa sobrepasante, ayudando a la vaca post parto tanto en la reproducción, como en la producción de leche diaria, además mejorará los porcentajes de grasas en leche (Salvador & Hernandez, 2011).

Al poseer un alto contenido energético las grasas sobrepasantes, también se ocasiona un impacto sobre la respuesta inmunológica, hormonal y el metabolismo (Diaz, 2009).

(Mendez, 2013) afirma que al usar grasas sobrepasantes en la alimentación de vacas lecheras la producción de leche aumentó 2.84 litros/vaca/día a partir de la semana 6 de lactancia.

(Ceballos & Gomez, 2001) afirman que el requerimiento energético aumenta hasta en un 23% en el último mes de gestación, además en el mismo período de tiempo el consumo de materia seca disminuye hasta en un 30%, por lo tanto un mes antes del parto inicia el balance energético negativo y se acentúa en la primera semana postparto extendiéndose hasta la séptima semana postparto, por lo tanto la producción, la fertilidad y la sanidad se ven comprometidas.

En esta investigación se evaluó el efecto de la suplementación con grasa sobrepasante sobre los parámetros zootécnicos (peso, condición corporal y producción de leche) y sobre la composición de leche (grasa, proteína y sólidos totales), además se realizó un análisis económico sobre el uso de grasa sobrepasante como suplemento en la alimentación.

Capítulo II

Revisión de literatura

Balance energético

La relación entre la cantidad de energía consumida y la requerida tanto para el mantenimiento como para la producción láctea se conoce como balance energético (Giuliodori, 2011). Si el gasto de energía requerida es mayor que la energía consumida, el balance energético es negativo (García & Montiel, 2011). Si la energía ingerida es superior a la energía que se necesita para cubrir las demandas energéticas de los animales el balance es positivo (Giuliodori, 2011).

En vista de que antes del parto comienza la disminución del consumo de materia seca y aumenta la demanda energética para la producción de leche en el posparto, en vacas lecheras desde el parto hasta la octava semana posparto aparece un balance energético negativo (BEN), la vaca responde a esto movilizándolo lípidos para cubrir sus requerimientos energéticos (Cucunubo, Strieder, Wittwer, & Noro, 2013), ocasionando una baja condición corporal en las vacas lecheras (Saborio & Sanchez, 2014).

Existen indicadores indirectos como la condición corporal para evaluar el balance energético en condiciones de producción animal (Giuliodori, 2011).

Requerimientos energéticos de la vaca en producción

Los carbohidratos, las proteínas y grasas de la dieta de los animales proporcionan energía, la cual es medida en calorías y la unidad básica es la megacaloría (Mcal) (Gasque, 2008).

Las necesidades de energía para producción suelen ser entre 2 a 3 veces más que para el mantenimiento de las vacas de alta producción. Las necesidades energéticas de

mantenimiento se determinan por la siguiente ecuación: $(0,085 \times PV^{0,75} \text{ Mcal de ENL/día})$ PV= Peso Vivo ENL= Energía Neta de Lactancia (NRC, 2001).

La energía contenida en la leche producida es la energía requerida para lactancia y está determinada por la concentración de los componentes sólidos (grasa, proteína y lactosa) (Maiztegui, 2001).

La actividad que realizan los animales en sistemas de estabulación o pastoreo son gastos energéticos adicionales, que representa un 10% extra del mantenimiento, este incremento de energía tiene que ver a la distancia caminada, topografía del terreno y peso vivo (Maiztegui, 2001).

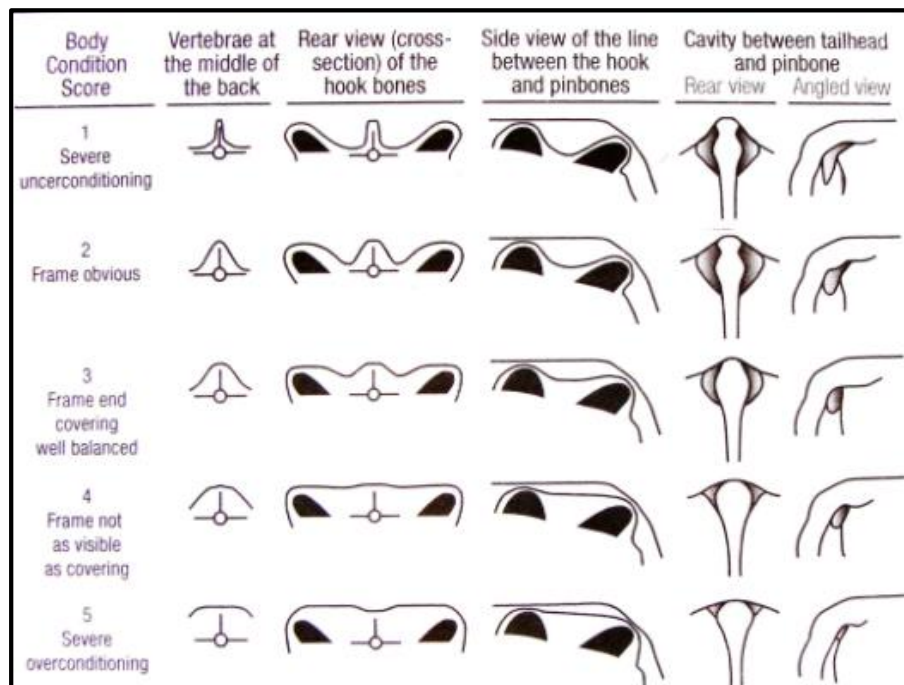
Condición corporal

La condición corporal es una estimación del estado de carnes en que se encuentra la vaca en alguna etapa productiva, considerando la cantidad de grasa en reservas que posee (Escobosa & Avila, 2010). Es una herramienta fácil, económico, pero subjetivo que permite evaluar visualmente las reservas de tejido corporal en las vacas, sin tomar en cuenta el peso o el tamaño (Sakaguchi, 2009).

Esta evaluación visual se realiza mediante la asignación de puntos a la cantidad de grasa observada en varias partes del esqueleto de la vaca, fundamentalmente el área comprendida por la tuberosidad coxal, la tuberosidad isquiática y la base de la cola. Observando también la cantidad de grasa sobre las vértebras de la espalda (Frasinelli, Casagrande, & Veneciano, 2004), de 1 a 5 es el rango de la puntuación (1= flaca, 5=gorda) con aumentos de 0,1 a 0,25; 100 a 140 libras de ganancia de peso corporal equivale a un punto de condición corporal (Kellogg, 2010).

Figura 1

Grados de Condición Corporal en Bovinos



Nota: La figura representa la escala para valorar la condición corporal en bovinos.

Tomado de (Kellogg, 2010).

Las reservas energéticas del animal reflejan la condición corporal; fundamentalmente después del parto, cuando dichas reservas son útiles para satisfacer la demanda energética (Maza, Salgado, & Vergara, 2001). Varios estudios afirman que la condición corporal en vacas lecheras tiene un efecto directo sobre la producción de leche, en el comportamiento reproductivo y en el estado de salud (Maza, Salgado, & Vergara, 2001).

Las vacas emplean las reservas para producción de leche después del parto, la grasa se sintetiza a partir de las reservas grasas movilizadas, disminuyendo considerablemente su condición corporal (Grijera & Bargo, 2005) y retrasando la reactivación ovárica posparto, ya

debido a que es más importante producir leche que la presencia de celo para la vaca (Montiel & Ahuja, 2005).

Al movilizar la vaca sus reservas corporales pierde condición corporal, esto permite mantener más del 30 % de la producción durante el primer mes de lactancia (Grijera & Bargo, 2005).

Hidrólisis y Bio-Hidrogenación

Los triglicéridos alimenticios son hidrolizados en el rumen, mediante la acción de “lipasas microbianas”, dando como consecuencia ácidos grasos (AG) libres y glicerol. Los AG libres, son insoluble en el medio ruminal y se adhieren a la superficie de las partículas alimenticias, son sometidos a bio-hidrogenación por medio de la acción de “hidrogenasas extracelulares bacterianas” en el caso de ser de tipo insaturado. Al final de estos procesos es la casi completa transformación de los AG insaturados libres, en AG saturados (Casals, 1992).

Metabolismo de los lípidos en rumiantes

Los microorganismos transforman veloz y ampliamente a los lípidos de la dieta en el rumen y en condiciones normales poca grasa pasa sin biohidrogenarse en el rumen (Van Lier & Regueiro, 2008). Los lípidos se saponifican formando jabones no solubles de calcio y de magnesio debido al pH ácido del rumen y de esta manera el 70 a 80 % de los lípidos salen del rumen. Los lípidos que restan llegan al abomaso como fosfolípidos, especialmente de origen microbiano (Relling & Mattioli, 2003).

La síntesis de grasas a nivel ruminal depende de la cantidad de ácidos grasos consumidos, ocurren cuatro procesos dentro del rumen con los lípidos: 1) hidrólisis, 2)

biohidrogenación, 3) síntesis y 4) saponificación de ácidos grasos que realizan siempre y en forma sucesiva (Relling & Mattioli, 2003).

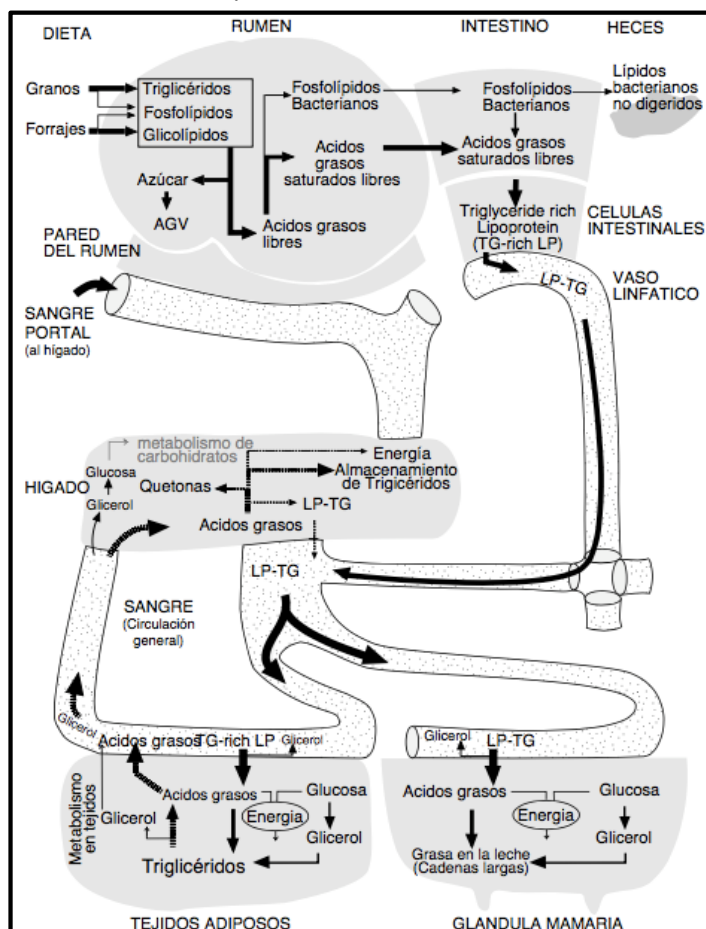
Del rumen salen del 85 al 90% de lípidos, los cuales son ácidos grasos saturados que se unen a microorganismos y a partículas de alimento, entre los cuales se encuentra el palmítico y el esteárico, los fosfolípidos microbianos que salen formando parte de la pared celular de los microorganismos para posteriormente ser digeridos y absorbidos en el intestino delgado van del 10 al 15% restantes (García A. , 2012).

Las secreciones pancreáticas (ricas en enzimas y bicarbonato), la bilis secretada por el hígado, se mezclan con el contenido del intestino delgado, formando partículas mezclables con agua para que accedan a las células intestinales, una porción importante de ácidos grasos son ligados con glicerol (proveniente de la glucosa de la sangre) para formar triglicéridos en la pared del intestino delgado (Gramal, 2012).

Componentes como el colesterol, ácidos grasos libres y sustancias relacionadas con lípidos más los triglicéridos son cubiertos con proteínas dando lugar a las lipoproteínas de baja densidad, llamadas también proteínas ricas en triglicéridos, más conocidas como quilomicrones, estas entran en los vasos linfáticos, pasando por el canal torácico y llegando a la sangre para ser utilizadas por todos los tejidos del cuerpo (García A. , 2012).

Figura 2

Metabolismo de lípidos en rumiantes



Nota: La figura representa el metabolismo de los lípidos en los rumiantes.

Tomado de Universidad de Wisconsin-Madison.

Grasa Sobrepasante

Es un producto que pasa por muchos procesos de protección y al final se vuelve "inerte al rumen", evadiendo la saturación por biohidrogenación ruminal, pasando sin interrumpir con la fermentación de la fibra y libre en el abomaso, después es digerida en el intestino con una

eficiencia, en la alimentación animal se utiliza como concentrado energético y se disocia en un medio ácido (pH 3) (Herrera & Calleja, 2011).

Cantidad de Energía que aportan las grasas sobrepasantes

Produce alrededor de 9,45 Kcal de energía bruta la combustión completa de un gramo de grasa, por otro lado un carbohidrato básico produce alrededor de 4,4 Kcal. Aportan 2,25 veces más energía los lípidos que las fuentes tradicionales (Hernandez & Diaz, 2011).

Tabla 1

Valores de energía sugeridos para fuentes de grasa para vacas

| Fuente de grasa | % | Digestibilidad,% | La energía neta, Mcal /kg de grasa |
|--|----|------------------|---------------------------------------|
| Las sales de calcio de ácidos grasos (bypass) | 84 | 86 | 8,12 |
| Los ácidos grasos de sebo hidrolizadas (especial) | 98 | 79 | 7,46 |

Nota: Esta tabla representa los valores de energía sugeridos para fuentes de grasa para vacas. Tomado de (Hernandez & Diaz, 2011).

Adición de grasa sobrepasante en la dieta

No debe exceder del 6% del total de la materia seca en la ración la cantidad de grasa total en la dieta. Debido a que puede producir una disminución en el consumo de alimentos y afectar la digestión de la fibra (Portilla, 2001).

Es recomendable suministrar de 200-500 g/vaca/día para vacas de producción lechera y como fuente de ácidos grasos de 50- 200 g antes del parto y posterior durante el primer tercio de lactancia se puede aumentar la cantidad hasta llegar a los 400-900 g día (Norel, 2013).

Las moléculas fundamentales en la estructura de un lípido son los ácidos grasos (AG), estos AG son cadenas de carbono hidrogenadas que finalizan en un grupo ácido o grupo carboxilo en un extremo y un grupo metilo en el otro. Comprenden de 2 átomos de carbono a 24 o más la longitud de las cadenas de los AG. Se los nombra según la presencia de dobles enlaces y la cantidad de átomos presentes. Esto permite clasificar a los ácidos grasos en saturados o insaturados (Jenkins, 2004).

No pueden ser sintetizados por los tejidos animales los ácidos grasos linoleico y linolénico (Omega 6 y Omega 3, respectivamente), por tal razón deben ser añadidos en la dieta. Son conocidos como esenciales en la alimentación animal estos dos AG, debido a que son necesarios para muchos procesos metabólicos. Los ácidos grasos Omega pertenecen a una de las tres familias Omega (ω): ω -9, ω -6 y ω -3. Cada familia tiene un ácido graso parental, que puede ser convertido en otros ácidos biológicamente activos dentro de la misma familia ω . Así, para la familia ω -9 el ácido parental es el oleico, para la ω -6 es el linoleico y para la omega-3 es el ácido linolénico (Jenkins, 2004).

Efectos de la grasa sobrepasante en la Producción y Reproducción.

Los lípidos cumplen muchas funciones en el organismo animal, desde funciones estructurales hasta funciones hormonales, sobresalen hormonas de naturaleza lipídica como estradiol, progesterona, testosterona (Hernandez & Thais, 2011).

Mejora aspectos productivos y reproductivos la utilización de grasas protegidas, fundamentalmente en ganado de leche, como son: el incremento del porcentaje de sólidos

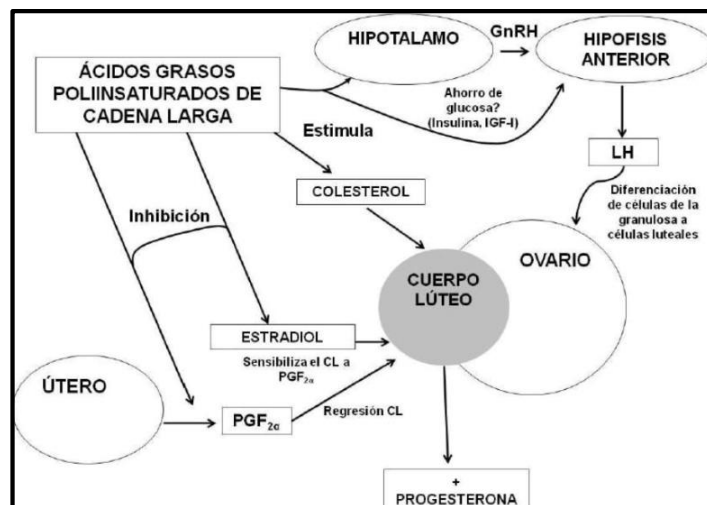
totales en leche, el mantenimiento de la condición corporal y mejoras en las tasas de preñez un 30% (Moyano & Rodriguez, 2014).

La suplementación de grasa a vacas lecheras mejora la fertilidad de los hatos. No solo mejora la concentración de LH, sino el desarrollo, número y tamaño de los folículos ováricos durante el período postparto temprano (Portilla, 2001).

Es una buena alternativa la suplementación de grasa sobrepasane en vacas postparto con el fin incrementar la densidad energética de la dieta y mejorar el comportamiento productivo y reproductivo (Zarate, Vinay, Carballo, Hernandez, & Villagomez, 2011).

Figura 3

Mecanismos de acción propuestos a través de los cuales la suplementación con ácidos grasos poli-insaturados puede afectar la función reproductiva.



Nota: Tomado de (Hernandez & Thais, 2011).

Capítulo III

Materiales y métodos

Ubicación del lugar de investigación

Ubicación Política

Tabla 2

Ubicación política de la zona donde se llevó a cabo el proyecto

| | |
|-----------|---------------------------------------|
| País | Ecuador |
| Provincia | Santo Domingo de los Tsáchilas |
| Cantón | Santo Domingo |
| Parroquia | Santo Domingo |
| Predio | Ganadería Elianita |
| Dirección | km 7 Vía Santo Domingo – Las Mercedes |

Nota: Esta tabla muestra la ubicación política donde se desarrolló el proyecto.

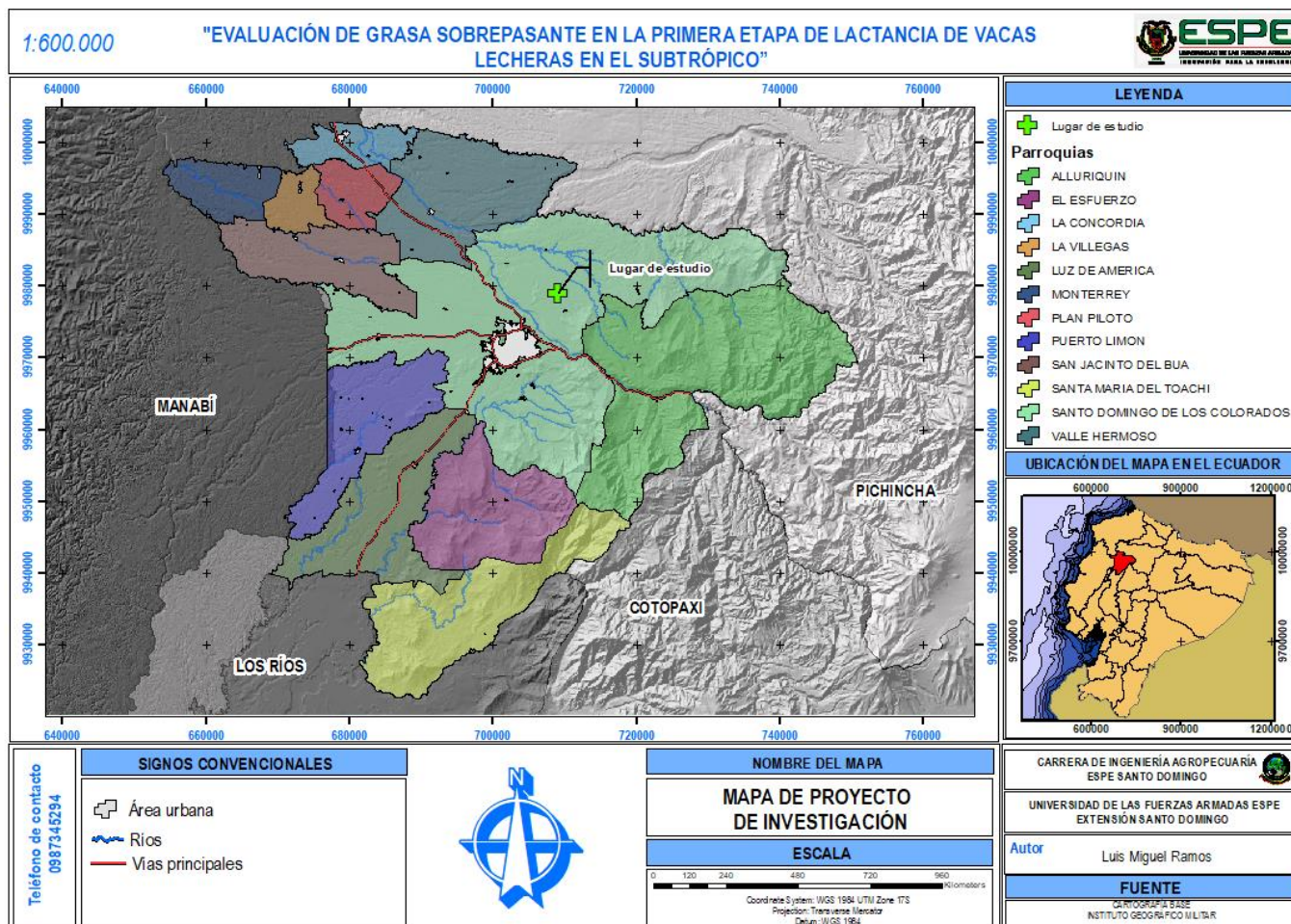
Ubicación Geográfica

La investigación se desarrolló en la ganadería Elianita, en el km 7 Vía Santo Domingo – Las Mercedes, en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas cantón Santo Domingo (Figura 3).

- Latitud: 0° 11' 20" S
- Longitud: 79° 07' 14" W
- Altitud: 560 msnm

Figura 3

Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación



Nota: Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación.

Ubicación Ecológica

- Zona de vida: Bosque húmedo Subtropical
- Altitud: 587 msnm
- Temperatura media: 22 °C
- Humedad relativa: 95%

Fuente: Estación Agro meteorológica "Santo Domingo".

Materiales

Biológicos

- 14 vacas de las razas Gyr, Jersey, Holstein y sus cruces

Físicos

- Cuaderno de campo
- Recipientes de plástico estériles
- Cinta bovino métrica

Químicos

- Grasa sobrepasante enriquecida con omega 3, 6 y 9. (Toco BP)
- Sal mineral
- Melaza

Métodos

Área de estudio

La investigación se realizó en la Ganadería Elianita ubicada en el km 7 Vía Santo Domingo – Las Mercedes, en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas cantón Santo Domingo.

Características de la Unidad de Análisis

En esta investigación se seleccionaron 14 vacas de las razas Gyr, Jersey, Holstein y sus cruces, con un peso homogéneo, recién paridas, con la misma alimentación y libres de enfermedades.

Los animales serán divididos en dos grupos, un testigo T0 (n0=7), y un experimental T1 (n1=7), donde T0 serán alimentados únicamente con la dieta normal de la hacienda y el T1 recibirá un adicional de 200 g/vaca/día de grasa sobrepasante a la dieta normal post parto.

Tabla 3

Resumen de los grupos experimentales.

| Tratamiento | Descripción | Nº de animales |
|-------------|--|----------------|
| T0 | Dieta normal | 7 |
| T1 | Dieta normal + 200 g de grasa sobrepasante | 7 |

Nota: Esta tabla muestra el resumen de los grupos experimentales.

Análisis Estadístico

Se realizaron regresiones lineales de las variables con una significancia del 5%.

Metodología de la Investigación

Descripción de la grasa sobrepasante a emplear

La grasa de sobrepaso que se empleó es un compuesto de sales de calcio a partir de ácidos grasos vegetales. Su energía disponible es de 30 MJ/kg y una digestibilidad del 95%. Tiene un contenido mínimo de grasa de 80%, un contenido de calcio máximo de 9,5%. Dentro de los ácidos grasos insaturados que lo conforman se encuentran el oleico, linoleico y linolénico.

Administración de la grasa sobrepasante

La grasa sobrepasante se añadió a la dieta después del parto, se adicionó 200 g/vaca/día durante 60 días al grupo T1 mientras que el grupo testigo T0 no recibió en ningún momento la grasa sobrepasante y siguió con la dieta normal.

VARIABLES A MEDIR

Parámetros zootécnicos

Producción de leche Para poder cuantificar el incremento de leche en los 2 grupos de estudio, se midió la producción diaria en 2 ordeños, 5:00 am y 15:00 pm una vez por semana durante todo el proyecto. Estos datos se registraron en un libro de producción al igual que en una tabla de Excel.

Peso Se pesó mediante el empleo de una cinta bovino métrica, a todos los animales se les midió el perímetro torácico y se transformó a su equivalencia en Kg, se realizó desde el inicio desde el inicio hasta el final del ensayo, una vez por semana.

Condición corporal Se realizó una evaluación de la condición corporal de los animales con la tabla de medición del 1 al 5 que es usada para ganaderías lecheras. Estas evaluaciones se realizaron una vez por semana durante todo el proyecto.

Composición de la leche Se tomó 8 muestras de leche de las vacas lactantes, al azar durante todo el proyecto cada 15 días, es decir 4 muestras por cada grupo.

Tabla 4

Composición de la dieta de los tratamientos.

| Ingrediente | Tratamiento con grasa sobrepasante | Tratamiento sin grasa sobrepasante |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | Kg/Vaca/Día | Kg/Vaca/Día |
| Pasto (<i>Brachiaria decumbens</i>) | 31 | 31 |
| Ensilaje de Maíz | 8 | 8 |
| Melaza | 1 | 1 |
| Grasa sobrepasante toco BP | 0,2 | 0 |
| Kormegasal leche costa | 0,2 | 0,2 |

Nota: Esta tabla muestra la composición de la dieta de los tratamientos.

Tabla 5

Composición de la grasa sobrepasante

| Análisis Cuantitativo | % | Valor Energético |
|-----------------------|------|---------------------------------------|
| Grasa | 80,0 | Energía Neta de Lactación 4,8 Mkal/Kg |
| Calcio | 9,5 | |
| Humedad | 8,0 | |

Nota: Esta tabla muestra la composición de la grasa sobrepasante Toco BP.

Tomado de (Nutrimixes;, 2019).

Capítulo IV

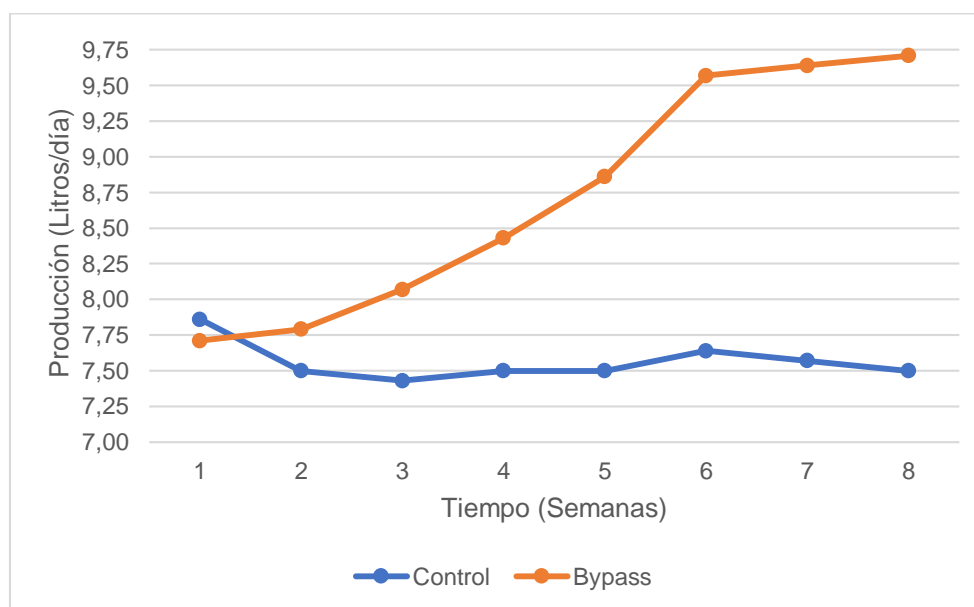
Resultados y discusión

Parámetros zootécnicos

Producción de leche

Figura 4

Producción promedio de leche por semana.



Nota: La figura representa los valores de producción de leche obtenidos en ambos tratamientos.

En la producción de leche, el ensayo inició sin diferencia estadística entre los tratamientos con un promedio de 7,78 litros/vaca/día, el grupo control no modificó su producción ($p = 0,8380$) durante las 8 semanas que duró el ensayo. Los animales que recibieron

grasa bypass incrementaron su producción un 23% a la sexta semana y no se modificó hasta el final del ensayo ($p = 0,02003$).

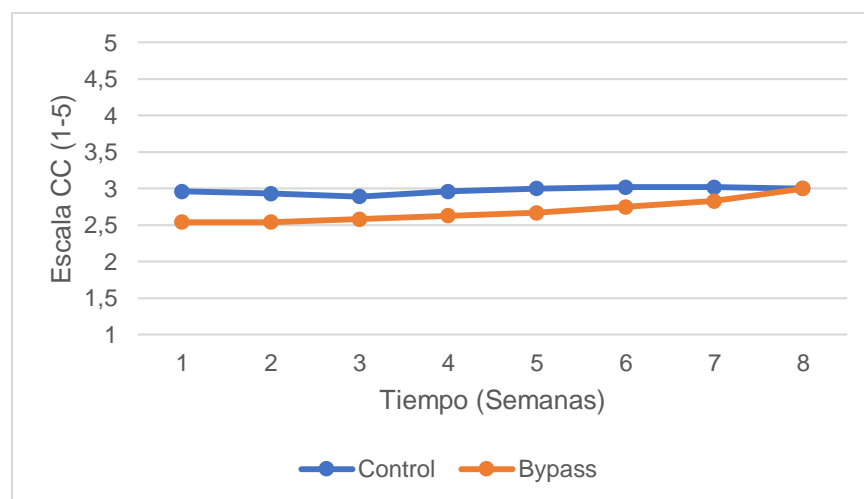
Los datos obtenidos en el estudio coinciden con los obtenidos por (Mendez, 2013), donde afirma que al usar grasas sobrepasantes en la alimentación de vacas lecheras aumentó la producción de leche en 2.84 litros/vaca/día a partir de la semana 6 de lactancia.

Además (Nutrimixes;, 2019) afirma que uno de los beneficios al suministrar grasa sobrepasante es incrementar el consumo de energía para una mayor producción de leche, lo que se comprobó en esta investigación.

Condición Corporal

Figura 5

Condición corporal promedio por semana.



Nota: La figura representa los valores promedio de la condición corporal obtenidos en ambos tratamientos.

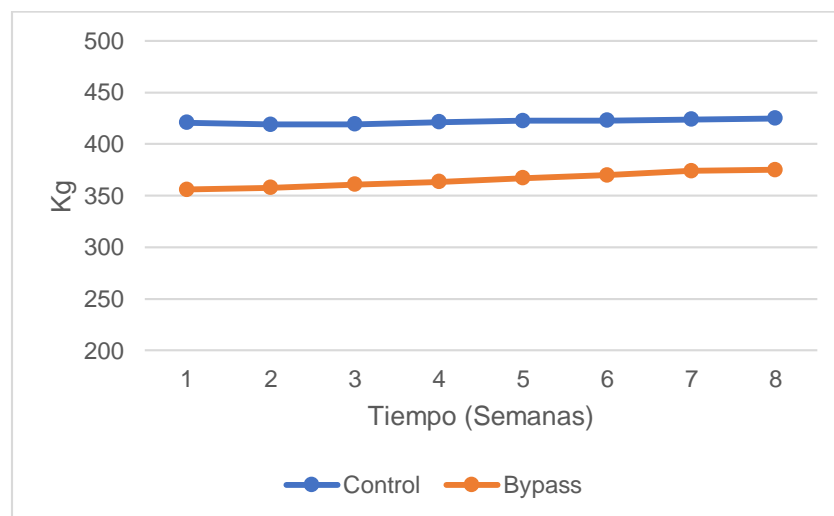
La condición corporal tuvo una diferencia entre los tratamientos al inicio del ensayo ($p < 0,001$) el grupo control inició con 0,5 puntos mayor en cc. El grupo control tuvo una diferencia estadística significativa en su condición corporal ($p = 0,0296$) pero no fue relevante. El grupo de animales que recibieron la suplementación con grasa sobrepasante cambió su condición corporal de manera significativa ($p < 0,001$) finalizando con 0,5 puntos en condición corporal más que al inicio, igualando la condición corporal del grupo control.

Otro de los beneficios al suministrar grasa sobrepasante según (Nutrimixes, 2019) es ayudar a recuperar rápidamente la condición corporal de las vacas, lo que se comprobó en esta investigación.

Peso

Figura 6

Peso promedio por semana



Nota: La figura representa los valores promedio de los pesos obtenidos en ambos tratamientos.

El peso tuvo una diferencia entre los tratamientos ($p < 0,001$) al inicio del ensayo del 18% mayor para el grupo control. La diferencia se mantuvo durante todo el ensayo con un 15 % para el grupo control. Tanto para el grupo control como para el grupo bypass no se presentaron ninguna diferencia estadística significativa en el peso ($p = 0,409$) y ($p = 0,938$) respectivamente.

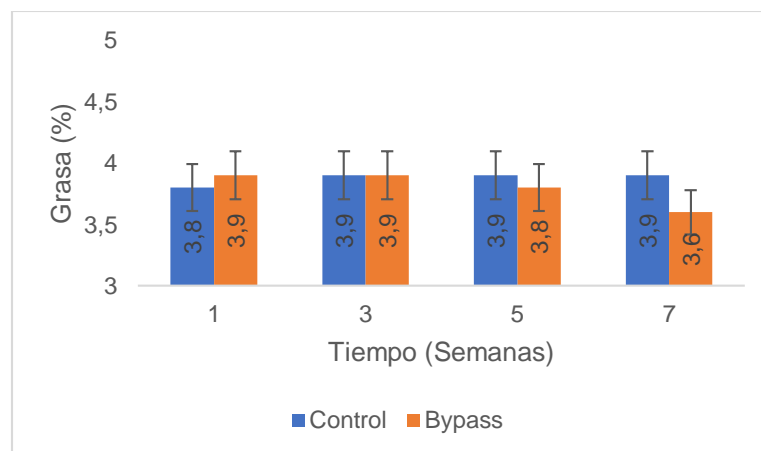
Según (Kellogg, 2010) la ganancia de 100 a 140 libras de peso corporal equivale a un punto de condición corporal, en esta investigación el grupo bypass ganó un promedio de 50 libras, pero dicho valor no incidió para que haya diferencia estadística significativa.

Composición de la leche

Grasa

Figura 7

Porcentaje de grasa promedio por semana



Nota: La figura representa los valores promedios del porcentaje de grasa en ambos tratamientos.

El porcentaje de grasa promedio por semana no presentó ninguna diferencia significativa en ninguna de las semanas de tratamiento, tanto el grupo control como el grupo bypass presentaron una uniformidad en el porcentaje de grasa en leche.

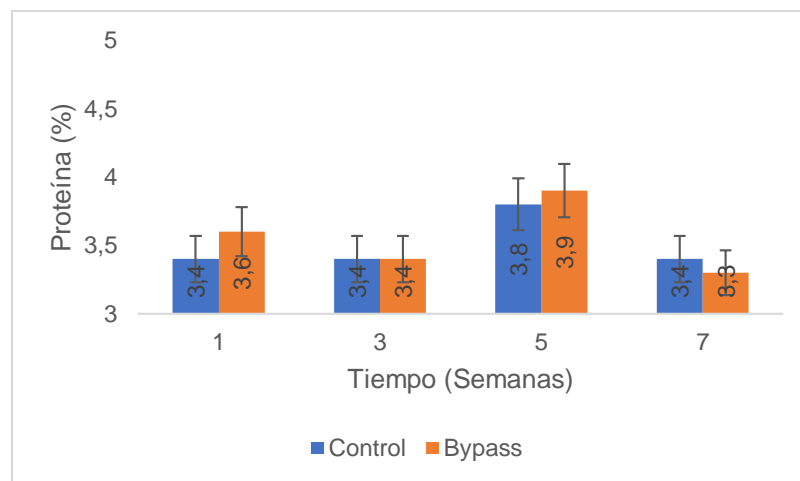
(Duque, y otros, 2013) Evaluaron la suplementación con grasa sobrepasante sobre el porcentaje de grasa de la leche de vaca Holstein, afirmaron que este tipo de suplementación no afecta al porcentaje de grasa en leche, datos que coinciden con esta investigación.

A la semana séptima se presentó una disminución en el porcentaje de grasa en el grupo bypass pero sin significancia ($P = 0,572$), esta tendencia podría estar relacionado con un aumento de 23% en la producción de leche, según (Herrera & Calleja, 2011) la adición de grasa en niveles de 5 a 6% de la dieta en base de materia seca para aumentar el consumo de energía y la producción de leche, tiene un efecto variable en el porcentaje de grasa en leche.

Proteína

Figura 8

Porcentaje de proteína promedio por semana



Nota: La figura representa los valores promedios del porcentaje de proteína obtenidos en ambos tratamientos.

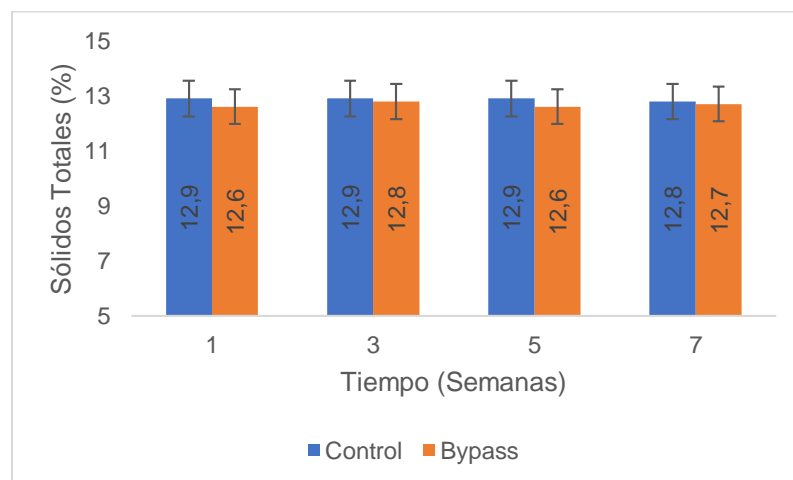
En el porcentaje de proteína promedio por semana no se presentó ninguna diferencia significativa en ninguna de las semanas de tratamiento, tanto el grupo control como el grupo bypass presentaron una uniformidad en el porcentaje de proteína en leche con un promedio general de 3,53%.

En el estudio que realizaron (Duque, y otros, 2013) evaluando la suplementación con grasa sobrepasante sobre el porcentaje de proteína de la leche de vaca Holstein, afirmaron que este tipo de suplementación no afecta al porcentaje de proteína en leche, datos que coinciden con esta investigación.

Sólidos Totales

Figura 9

Porcentaje de sólidos totales promedio por semana



Nota: La figura representa los valores promedios del porcentaje de sólidos totales obtenidos en ambos tratamientos.

En el porcentaje de sólidos totales promedio por semana no se presentó ninguna diferencia significativa en ninguna de las semanas de tratamiento, tanto el grupo control como el grupo bypass presentaron una similitud en el porcentaje de sólidos totales en leche con un promedio general de 12,78%.

(Duque, y otros, 2013) Evaluaron la suplementación con grasa sobrepasante sobre el porcentaje de sólidos totales de la leche de vaca Holstein, donde afirmaron que este tipo de suplementación no afecta al porcentaje de sólidos totales en leche, datos que coinciden con esta investigación.

Análisis económico

Tabla 6

Composición de costos en la alimentación por tratamientos.

| Ingrediente | Costo unitario/kg (\$) | Tratamiento con grasa sobrepasante | | Tratamiento sin grasa sobrepasante | |
|------------------------------|------------------------|------------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|
| | | Kg/Vaca /Día | Subtotal (\$) | Kg/Vaca/Día | Subtotal (\$) |
| Pasto (Brachiaria decumbens) | 0,001 | 31 | 0,031 | 31 | 0,031 |
| Ensilaje de Maíz | 0,11 | 8 | 0,88 | 8 | 0,88 |
| Melaza | 0,4 | 1 | 0,4 | 1 | 0,4 |
| Grasa sobrepasante toco BP | 1 | 0,2 | 0,2 | 0 | 0 |
| Kormegasal leche costa | 0,9 | 0,2 | 0,18 | 0,2 | 0,18 |
| Total | | | 1,69 | | 1,49 |

Nota: Esta tabla muestra la composición de los costos en la alimentación por tratamientos.

En el grupo de tratamiento con grasa sobrepasante registrado en la tabla 6 muestra que el costo total de alimentación fue de \$ 1,69/vaca/día, mientras que para el grupo de tratamiento sin grasa sobrepasante fue de \$ 1,49/vaca/día; una diferencia de 0,20 centavos.

Tabla 7

Rentabilidad del uso de la grasa sobrepasante

| Tratamiento | Promedio producción (litros/vaca) | Precio de venta el litro de leche (\$) | Ingreso por venta (\$) | Costo (\$/vaca/alimentada/día) | Utilidad neta (\$/vaca) | Rentabilidad (%) |
|-------------|-----------------------------------|--|------------------------|--------------------------------|-------------------------|------------------|
| Bypass | 9,71 | 0,41 | 3,98 | 1,69 | 2,29 | 35,50% |
| Control | 7,5 | 0,41 | 3,08 | 1,49 | 1,59 | 6,71% |

Nota: Esta tabla muestra la rentabilidad del uso de la grasa sobrepasante.

En la tabla 7 se muestra la utilidad neta/vaca /día que fue de \$ 2,29 para el grupo de tratamiento con grasa sobrepasante, mientras que para el grupo de tratamiento sin grasa sobrepasante fue de \$ 1,59; una diferencia de \$0,70 centavos/vaca/día y una rentabilidad del 35,50% y 6,71% respectivamente.

Capítulo V

Conclusiones

La suplementación con grasa sobrepasante provocó el aumento en la producción de leche.

Las vacas que fueron suplementadas con grasa sobrepasante aumentaron su condición corporal de manera significativa.

El consumo de grasa sobrepasante no causó ninguna diferencia en el peso vivo, porcentaje de grasa, proteína y sólidos totales en la leche.

La suplementación con grasa sobrepasante aumentó la utilidad neta por vaca y la rentabilidad general.

Recomendaciones

Evaluar la utilización de grasa sobrepasante durante el período de pre-parto en vacas lecheras.

Comprobar el uso de grasa sobrepasante en animales destinados a la producción de carne.

Realizar un análisis lipídico de la leche para determinar qué ácidos grasos beneficiosos para la salud humana se encuentran.

Evaluar los beneficios de la suplementación de grasa sobrepasante sobre los parámetros reproductivos.

Bibliografía

Casals, R. (1992). *Efecto de la utilización de lípidos protegidos en la alimentación.*

Ceballos, A., & Gomez, P. (2001). *Variación de los indicadores bioquímicos del balance de energía según el estado productivo en bovinos lecheros de Manizales, Colombia.* Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/45161167_Variacion_de_los_indicadores_bioquimicos_del_balance_de_energia_segun_el_estado_productivo_en_bovinos_lecheros_de_Manizales_Colombia

Cucunubo, Strieder, Wittwer, & Noro. (2013). *Diagnóstico de cetosis subclínica y balance energético de muestras de sangre.*

Díaz, T. (2009). *El efecto de las grasas omega 3 y omega 6 sobre la reproducción de vacas de primera lactancia pastoreando en los llanos venezolanos.* Obtenido de <http://www.nutribasicos.com.ve/documentos/EL%20EFECTO%20DE%20LAS%20GRASAS%20OMEGA%203%20Y%20OMEGA%206%20SOBRE%20LA%20REPRODUCCION%20DE%20VACAS%20DE%20PRIMERA%20LACTANCIA%20PASTOREANDO%20EN%20LOS%20LLANOS%20VENEZOLANOS.pdf>

Duarte, J., & Ramirez, G. (2016). *Grasa sobrepasante.* Obtenido de <file:///Users/luismiguelramosvivanco/Downloads/192-Texto%20del%20art%C3%ADculo-645-1-10-20161210.pdf>

Duque, Olivera, & Rosero. (2007). *Protected fat supplementation and energy metabolism in cows during early lactation*. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias.

Duque, M., Rosero, N., Ricardo, Gallo, Jorge, Olivera, A., & Martha. (2013). Obtenido de Efecto de la suplementación con grasa protegida conteniendo ácidos omega 6 y 3 sobre el perfil de ácidos grasos de la leche de vacas Holstein. Livestock Research for Rural Development. : 281973891_Efecto_de_la_suplementacion_con_grasa_protegida_conteniendo_acidos_omega_6_y_3_sobre_el_perfil_de_acidos_grasos_de_la_leche_de_vacas_Holstein

Escobosa, & Avila. (2010). *Producción de Leche con Ganado Bovino* (Vol. Segundo). México.

Frasinelli, Casagrande, & Veneciano. (2004). *La Condición Corporal Como Herramienta de manejo en rodeos de cria bovina*. Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal: <http://doi.org/0327-425X>

Garcia, & Montiel. (2011). *El período de transición en la vaca lechera*.

Garcia, A. (2012). *Respuesta a la suplementación con grasa sobrepasante en vacas mestizas en posparto en condiciones de trópico*. (U. N. Colombia., Ed.)

Gasque. (2008). *Alimentación en bovinos*. México: Enciclopedia Bovina.

Giuliodori, M. (2011). *El periparto en las vacas lecheras*. Obtenido de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18105/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Gramal, A. (2012). *Efecto del suministro de grasa by pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de posparto (Balance Energético Negativo) en la hacienda San Carlos Tabacundo-Ecuador.*
- Grijera, & Bargo. (2005). *Evaluación Del Estado Corporal En Vacas. Produccion animal.* Buenos Aires.
- Hernandez, R., & Diaz, T. (2011). Obtenido de Las grasas sobrepasantes y su efecto sobre la actividad y reproductiva en rumiantes.
- Hernandez, R., & Thais, D. (2011).
- Herrera, F., & Calleja, F. (2011). *Caracterización de las Grasas de sobrepaso por medio de cromatografía de gases.* (U. Veracruzana., Ed.)
- Jenkins, T. (2004). *Challenges of meeting cow demands for omega fatty acids.* Obtenido de Florida Ruminant Nutrition Symposium: <http://dairy.ifas.ufl.edu/files/rns/2004/Jenkins.pdf>
- Kellogg. (2010). *Body Condition Scoring with dairy Cattle.* Arkansas.
- Maiztegui. (2001). *Necesidades nutritivas del ganado vacuno lechero.* Argentina.
- Maza, Salgado, & Vergara. (2001). *Comportamiento Reproductivo Y Variación De Peso Corporal Postparto De Vacas Mestizas Lecheras.* Revista MVZ Córdoba.
- Mendez, M. (2013). *Desempeño productivo y análisis económico de vacas lecheras primíparas suplementadas con grasa sobrepasante en una ración totalmente mezclada.* Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1743/1/CPA-2013-059.pdf>
- Montiel, & Ahuja. (2005). *Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle.* Obtenido de <http://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2003.11.001>

- Moyano, M., & Rodriguez, C. (2014). *Suplementación energética y su efecto en el nivel de colesterol y el perfil hormonal preovulatorio en vacas*. Revista Salud Animal.
- Norel, C. (2013). *Magnapac*. (Biotay, Ed.) España.
- Nutrimixes;. (2019). *Grasa sobrepasante*. Obtenido de Nutrimixes: <https://nutrimixes.com/grasa-tocobp/>
- Portilla, G. (2001). *Suplementación con lípidos y reproducción en vacas de carne* (Vol. Primera). In Reproducción Bovina.
- Relling, & Mattioli. (2003). Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. En Edulp (Ed.).
- Saborio, & Sanchez. (2014). *Evaluación de la condición corporal en un hato de vacas jersey en pastoreo*. Agronomía Costarricense.
- Sakaguchi. (2009). *Differences between body condition scores and body weight changes in postpartum dairy cows in relation to parity and reproductive indices*. The Canadian Veterinary Journal.
- Salvador, A., & Hernandez, R. (2011). *Respuesta productiva y reproductiva al uso de la grasa sobrepasante con altos niveles de ácidos grasos poliinsaturados en rumiantes*. Obtenido de 273003408_RESPUESTA_PRODUCTIVA_Y_REPRODUCTIVA_AL_USO_DE_LA_GRASA_SOBREPASANTE_CON_ALTOS_NIVELES_DE_ACIDOS_GRASOS_POLI
- Van Lier, & Regueiro. (2008). Digestión En Retículo-Rumen.
- Wattiaux, M. (2005). *Metabolismo de lípidos en las vacas*. Madison, Wisconsin: Universidad de Wisconsin-Madison.
- Zarate, J., Vinay, J., Carballo, O., Hernandez, V., & Villagomez, E. (2011). *Efecto de la alimentación con grasas protegidas en vacas de doble propósito*. Agronomía Mesoamericana.