



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UNA DIETA BASADA EN
PROPILENGLICOL SOBRE CETOSIS E INDICADORES ZOOTÉCNICOS
VS UNA DIETA NORMAL EN VACAS LECHERAS POSTPARTO EN EL
CHAUPI

AUTOR

CAMILA STEFANNY MERA CADENA

AÑO

2020



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UNA DIETA BASADA EN PROPILENGLICOL
SOBRE CETOSIS E INDICADORES ZOOTÉCNICOS VS UNA DIETA
NORMAL EN VACAS LECHERAS POSTPARTO EN EL CHAUPI

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Médico Veterinario y Zootecnista

Profesor Guía

Cristian Fernando Cárdenas Aguilera

Autor

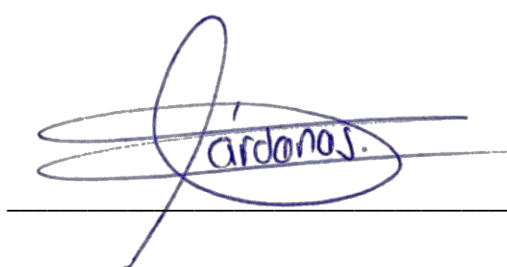
Camila Stefanny Mera Cadena

Año

2020

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, evaluación del efecto de una dieta basada en propilenglicol sobre cetosis e indicadores zootécnicos vs una dieta normal en vacas lecheras postparto en El Chaupi, a través de reuniones periódicas con el estudiante Camila Stefanny Mera Cadena, en el semestre 2020-20, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”



Cristian Fernando Cárdenas Aguilera

Médico Veterinario Zootecnista

C.I.1718185778

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Evaluación del efecto de una dieta basada en propilenglicol sobre cetosis e indicadores zootécnicos vs una dieta normal en vacas lecheras postparto en El Chaupi, del estudiante Camila Stefanny Mera Cadena, en el semestre 2020-20, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”



Joar Marcelino García Flores

Médico Veterinario Zootecnista

C.I. 1708655475

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Camila M.", is positioned above a horizontal line. The signature is written in a cursive style with a large initial 'C'.

Camila Stefanny Mera Cadena

C.I.1725677825

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Familia Miranda por darme la oportunidad de realizar este proyecto, a mi guía Dr. Cristian Cárdenas por orientarme en este camino, a mi madre, padre, Arturo y Pablo por su apoyo.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi familia, en especial a mis padres por ser pilar fundamental en mi vida, a mi Sophia quien es mi motor y a Francisco por el apoyo incondicional.

RESUMEN

La cetosis es una enfermedad relacionada al déficit energético presente en vacas de producción de leche por la disminución de cuerpo cetónicos en sangre, como efecto de la disminución de consumo de materia seca y mayor requerimiento de energía, en el periodo de transición. El propósito de esta investigación fue evaluar el efecto de una dieta energética (propilenglicol) sobre cetosis y parámetros zootécnicos en vacas lecheras de alta producción en puerperio en El Chaupi, provincia de Pichincha. Se realizó en un predio dedicado a la producción lechera, que maneja un total de 691 vacas, de las cuales se utilizaron 20 vacas de parto seleccionadas a través de los criterios de inclusión y exclusión, de segundo parto en adelante, las cuales entraron al estudio el día 1 postparto y se las dividió 10 al grupo experimental y 10 al grupo testigo. Los dos grupos fueron muestreados (β -hidroxibutirato, peso y condición corporal) el día 1, 7 y 14 postparto y al grupo experimental se le añadió propilenglicol a la dieta con una toma diaria vía oral a las 14:00 horas antes del ordeño con una dosis de 350ml, por otro lado, la producción de leche se midió en litros diariamente desde el día 1 al 14 postparto en los dos grupos. Los resultados se analizaron en primer lugar determinando la normalidad de los datos, determinando que los datos siguen una distribución normal en todas las variables, después se analizaron las medidas de tendencia central, y para analizar si los datos tuvieron cambios en los diferentes grupos y muestreo, se utilizó t-test y ANOVA (para variables paramétricas) mientras que U de Mann-Whitney y Kruskal Wallis (para variables no paramétricas) con un intervalo de confianza del 95%, de esta manera se obtuvo como resultado que el uso de propilenglicol no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$) para ninguna variable. En conclusión, el uso de este suplemento energético (propilenglicol) no tiene efecto sobre β -hidroxibutirato, peso, condición corporal y producción de leche.

Palabras clave: β -hidroxibutirato, propilenglicol, cetosis, vacas, puerperio, producción lechera.

ABSTRACT

Ketosis is a disease related to the energy deficit found in milk production cows due to the decrease of the body's ketones in the blood, as an effect of the decrease in the consumption of dry matter and a higher energy requirement, in the transition period. The purpose of this investigation was to evaluate the effect of an energy diet (propylene glycol) about ketosis and zootechnical parameters in high-production milk cows in the puerperium in El Chaupi, Pichincha province. It was carried out on a farm dedicated to milk production, which manages a total of 691 cows, of which 20 pre-calving selected cows will be used through the inclusion and exclusion criteria, from the second calving on, which will enter the study on day 1 postpartum where 10 were divided to the experimental group and 10 to the control group. The two groups were sampled (β -hydroxybutyrate, weight, and body condition) on postpartum days 1, 7, and 14 and the experimental group was given propylene glycol to the diet with a daily oral intake at 14:00 hours before milking with a 350 ml dose, on the other hand, milk production was measured in liters per day from postpartum day 1 to 14 in the two groups. The results are analyzed first by determining the data normality, where the data follows a normal distribution on all the variables, then we analyze the measures of central tendency, and to analyze if the data have changes in the different groups and samples, we used t-test and ANOVA (for parametric variables) and U of Mann-Whitney and Kruskal Wallis (used for non-parametric variables) resulting in a confidence interval of 95%, this way It was obtained as a result that the use of propylene glycol did not show significant differences ($P > 0.05$) for any variable. In conclusion, the use of this energy supplement (propylene glycol) has no effect on β -hydroxybutyrate, weight, body condition and milk.

Keywords: β -hydroxybutyrate, propylene glycol, ketosis, cows, puerperium, milk production.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. Objetivo General.....	2
1.1.2. Objetivos Específicos.....	2
1.2. Hipótesis.....	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Puerperio en bovinos de alta producción.....	4
2.1.1 Balance energético negativo (BEN).....	5
2.1.2 Metabolismo de los ácidos grasos en puerperio	6
2.1.3 Primer tercio de producción de leche	8
2.1.4 Condición Corporal (CC) de bovinos en puerperio	10
2.1.5 Peso de bovinos en puerperio.....	12
2.2 Cetosis.....	13
2.2.1 Diagnóstico de cetosis	15
2.2.2 Rangos de referencia.....	16
2.3 Estrategias para balance energético negativo	17
2.3.1 Propilenglicol (PPG).....	18
2.3.1.1 Administración de propilenglicol.....	20
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1. Ubicación.....	22
3.2. Población y muestra.....	23
3.3. Materiales.....	24
3.3.1 De campo	24
3.3.2 De laboratorio.....	25
3.4. Metodología	25
3.4.1 Levantamiento de información y selección de animales	25
3.4.2 Toma de muestra y administración de propilenglicol.....	25
3.4.3 Análisis de muestra	26
3.5. Análisis estadístico.....	26
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1. Resultados	28
4.1.1 β-hidroxiacetato.....	30

4.1.2	Peso	32
4.1.3	Condición Corporal.....	33
4.1.4	Producción de leche.....	36
4.2.	Discusión.....	39
4.3.	Limitantes.....	41
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		42
5.1.	Conclusiones	42
5.2.	Recomendaciones.....	43
REFERENCIAS		44
ANEXOS.....		49

Índice de figuras

Figura 1 Periodo de transición y puerperio en vacas de leche	5
Figura 2 Cetogénesis.....	8
Figura 3 Curva de lactancia, consumo de MS y peso vivo	9
Figura 4 Condición corporal para vacas de leche con puntos anatómicos	10
Figura 5 Consumo de MS, producción de leche y reservas corporales.....	11
Figura 6 Metabolismo del propilenglicol.....	19
Figura 7 Delimitación de la propiedad	22
Figura 8 Curva de medias de β -Hidroxibutirato de grupo experimental y testigo en los muestreos 1, 2 y 3.....	31
Figura 9 Curva de medias de peso de grupo experimental y testigo en los muestreos 1, 2 y 3	33
Figura 10 Curva de medias de volumen de producción de leche de grupo experimental y testigo.....	37

Índice de tablas

Tabla 1 Valores de referencia de β -hidroxibutirato en vacas en puerperio.....	16
Tabla 2 Rangos de referencia de cetosis clínica y subclínica.....	17
Tabla 3 Ficha técnica del propilenglicol.....	18
Tabla 4 Dosis de propilenglicol según diferentes autores.....	20
Tabla 5 Coordenadas geográficas.....	22
Tabla 6 Grupos de bovinos en hacienda	23
Tabla 7 Criterios de inclusión y exclusión.....	23
Tabla 8 Materiales de protección y vestimenta.....	24
Tabla 9 Toma de muestras.....	24
Tabla 10 Materiales otros	24
Tabla 11 Materiales de laboratorio	25
Tabla 12 Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para β HB y peso en muestreo 1, 2 y 3 de grupo experimental y grupo testigo	28
Tabla 13 Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para producción de leche en semana 1 y 2 de grupo experimental y grupo testigo	29
Tabla 14 Medidas de tendencia central de grupo testigo de muestreo 1,2 y 3 para β HB, peso y semana 1 y 2 para volúmen de producción de leche.....	29
Tabla 15 Medidas de tendencia central de grupo experimental de muestreo 1,2 y 3 para β HB, peso y semana 1 y 2 para volúmen de producción de leche	30
Tabla 16 T test para β HB de grupo experimental vs. Testigo en muestreo 1, 2 y 3.....	31
Tabla 17 ANOVA para β HB entre muestreo 1, 2 y 3 de grupo experimental y grupo testigo.....	32
Tabla 18 T test para peso de experimental vs. Testigo en muestreo 1, 2 y 3...32	
Tabla 19 ANOVA para peso entre muestreo 1,2 y 3 de grupo experimental y grupo testigo	33
Tabla 20 U de Mann-Whitney para condición corporal de primer muestreo experimental vs. testigo	34
Tabla 21 U de Mann-Whitney para condición corporal de segundo muestreo experimental vs. testigo	34

Tabla 22 U de Mann-Whitney para condición corporal de tercer muestreo experimental vs. testigo	35
Tabla 23 Kruskal-Wallis para condición corporal de grupo testigo en el muestreo 1, 2 y 3	35
Tabla 24 Kruskal-Wallis para condición corporal de grupo experimental en el muestreo 1, 2 y 3	36
Tabla 25 T test para volumen de producción de leche grupo experimental vs. testigo	36
Tabla 26 Contraste de resultados	37

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La cetosis es una enfermedad relacionada al déficit de energía que afecta a las vacas de alta producción lechera en la etapa final de la preñez y en el inicio de la lactancia, ya que existe una mayor exigencia de glucosa y ácidos grasos, lo que produce balance energético negativo (BEN). Como resultado se puede observar la pérdida de peso y a su vez, condición corporal. A pesar de la presencia de esta enfermedad, es deficiente el diagnóstico de cetosis dentro de los hatos lecheros.

Los primeros días de lactancia son cruciales para el diagnóstico de cetosis subclínica, ya que causa la caída de producción de leche, la predisposición de los animales a presentar esta patología tiene como efecto pérdidas económicas dentro del predio.

Un método de prevención y tratamiento de la cetosis es la administración de una dieta energética como el propilenglicol (PPG) a los animales. Con el propósito de reducir la presencia de este trastorno metabólico en bovinos de alta producción, disminuyendo la concentración de β -hidroxibutirato. Esta dieta energética tiene el objetivo de reducir el BEN y ser una fuente rápida de energía con mayor efecto en una sola toma diaria, lo que estimula que la insulina se libere, la cual inhibirá que la grasa del tejido adiposo se movilice (Castro Ruiz, 2011).

Lammoglia-Villagómez et al., (2019) estudiaron el efecto del propilenglicol sobre cetosis subclínica, en el que se administra esta dieta energética (250ml vía oral) 21 días preparto hasta 21 días postparto, obtuvieron como resultado que la condición corporal mejoró en los animales con PPG en comparación al grupo testigo al igual que los niveles de β -hidroxibutirato.

La finalidad del presente estudio fue evaluar el efecto del propilenglicol sobre la cetosis subclínica midiendo β -hidroxibutirato en la etapa del puerperio con un

protocolo de administración de PPG a partir del día 1 al día 14 postparto, determinando también si este tiene efecto sobre parámetros zootécnicos como producción de leche, peso y condición corporal, considerando que esta es una etapa ligada a grandes modificaciones como el incremento de la necesidad de nutrientes.

El diagnóstico de cuerpos cetónicos se realizó mediante un equipo diagnóstico de campo que mide los niveles de β -hidroxibutirato con el fin de determinar según rangos de referencia si existe o no cetosis subclínica.

Se espera que, a largo plazo, la hacienda se beneficie en el grupo de animales experimentales, factores como reproducción, aumento del volumen de leche producida y mejora en la condición corporal (CC) y peso producto de la dieta energética y aportando a su vez, con un protocolo de administración de propilenglicol al predio, siendo beneficioso también en el aspecto económico.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Determinar el efecto de una dieta basada en el propilenglicol sobre la cetosis en vacas de producción lechera en puerperio en comparación a un grupo testigo midiendo la concentración de β -hidroxibutirato en sangre, evaluando peso y condición corporal en una Hacienda en El Chaupi.

1.1.2. Objetivos Específicos

Evaluar la movilización de grasas del tejido adiposo en vacas para diagnosticar cetosis subclínica mediante el análisis de β -hidroxibutirato en vacas que estén del día 1 al 14 postparto.

Determinar el efecto de la administración de propilenglicol en el puerperio sobre parámetros zootécnicos para determinar la eficacia del propilenglicol en vacas que estén del día 1 al 14 postparto.

1.2. Hipótesis

La administración de propilenglicol tiene efecto sobre cetosis y parámetros zootécnicos en vacas de 1-14 días postparto en El Chaupi.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Puerperio en bovinos de alta producción

En bovinos, durante el final de la gestación la disminución de consumo de alimento sucede por el crecimiento del feto, ocupando un gran espacio en la cavidad abdominal, dejando poco espacio para el rumen, también la concentración de ácidos grasos libres incrementan, lo que genera una disminución de las señales de hambre, reduciendo el consumo de alimento en esta etapa (Ninabanda, 2018).

La etapa del puerperio bovino se describe como el periodo entre la expulsión de la placenta y el retorno del aparato reproductor a su estado anatómico, fisiológico e histológico con el fin de iniciar nuevamente el ciclo estral (Olguin & Bernal, s/f).

El puerperio en vacas está ligado a ciertos cambios del sistema digestivo y metabólico a los cuales el animal debe adaptarse, un fallo en este proceso conduce a que se presenten problemas metabólicos y enfermedades como hipocalcemia, hígado graso y cetosis (Fernández, 2009).

Las vacas disminuyen el consumo de materia seca (MS) aproximadamente 45 días preparto y este mejora en el segundo mes postparto, incrementando a su vez el requerimiento de energía, lo cual conduce a presentar BEN, ya que el animal necesita equilibrar la deficiencia de nutrientes a partir de la movilización de reservas grasas (energéticas) que dan como resultado cuerpos cetónicos (Torres Artunduaga, s/f).

Como consecuencia de que los animales disminuyan el consumo de MS pierden peso y condición corporal, durante el principio de la lactancia, los animales deben tener el manejo correcto en cuanto a nutrición y sanidad para que lleguen a

presentar el primer celo postparto a los 30 días y a su vez se preñen (Lara Durango, 2011).

2.1.1 Balance energético negativo (BEN)

Balance energético es el vínculo que existe entre la energía requerida y la energía ingerida por el animal, las vacas de producción lechera en la etapa de puerperio están sujetas a presentar BEN debido al incremento de la necesidad de nutrientes como efecto del volumen de leche producida y la disminución de consumo de MS, lo que da como consecuencia que el organismo utilice sus reservas energéticas aumentando la concentración en plasma de ácidos grasos no esterificados por sus siglas en inglés (NEFA, non esterified fatty acids) (Cucunubo, Strieder-Barboza, Wittwer, & Noro, 2013).

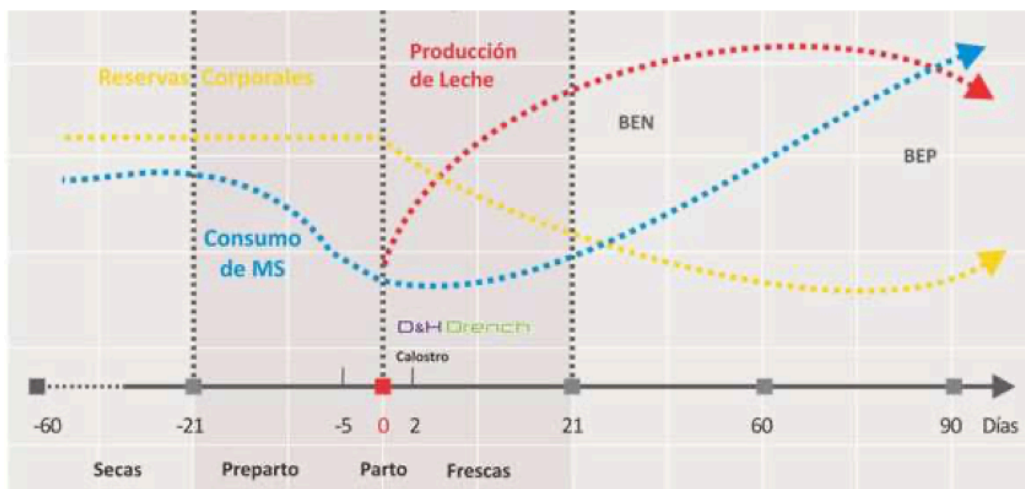


Figura 1 Periodo de transición y puerperio en vacas de leche. Tomado de: (Gómez, 2015).

Nota. Dentro del periodo de transición los animales presentan una serie de cambios como la caída de consumo de MS en el preparto que se extiende a las primeras semanas postparto aumentando paulatinamente, por otro lado, a partir del parto inicia la curva de producción de leche, considerando que en los primeros 100 días de lactancia (primer tercio) hay un máximo de producción de leche. En el día del parto ocurre también el inicio de la movilización de las

reservas de grasa del cuerpo que aumentan a su vez los ácidos grasos no esterificados causando que los animales entren en BEN. El BEN inicia al momento del parto hasta aproximadamente el día 90 en el cual empieza el balance energético positivo (Gómez, 2015).

En el periodo del postparto las vacas de alta producción lechera están obligadas a producir más leche de la que están dispuestas por la energía que se requiere, siendo necesario que basen su producción de leche en sus reservas energéticas como se observa en la Figura 1 (Gómez, 2015).

Según reportes de Castro, Galvis, López, & Giraldo, (2017) animales de alta producción (30kg/leche/día) están predispuestos a presentar deficiencia de energía por tiempos prolongados debido al alto volumen de leche producida y la baja MS consumida en el preparto.

La CC es una herramienta utilizada como método para determinar si el animal está en un BEN según diferentes puntos anatómicos como base de la cola, fosa del ijar, apófisis transversas de las vertebrae lumbares con el fin de identificar si ha existido reducción grasa debido a la movilización grasa (lipidosis) (Bach, 2015).

2.1.2 Metabolismo de los ácidos grasos en puerperio

El hígado juega un papel fundamental, ya que metaboliza ácidos grasos y se ocupa de la producción de cuerpos cetónicos durante el BEN a partir de ácidos grasos como efecto de la abundante cantidad de NEFA (Marín Martínez, Hernández Pérez, Pérez Alba, Gómez Castro, & Carrión Pardo, 2010).

Los cuerpos cetónicos son la fuente de producción de energía para ciertos tejidos como músculo esquelético y cardíaco sobre todo cuando se reduce el aporte de glucosa (Noro & Strieder-Barboza, 2012).

Cuando los ácidos grasos libres aumentan en sangre los tejidos los utilizan como fuente de energía y la concentración de glucosa caen (Cucunubo et al., 2013).

En inanición o eventos fisiológicos como el parto, los cuerpos cetónicos reemplazan a la glucosa como principal fuente de energía (Devlin, 2004).

Los cuerpos cetónicos aportan con energía, pero esta cantidad es menor comparada con el ciclo de Krebs, sin embargo, la cetogénesis permite al organismo la metabolización de una mayor cantidad de ácidos grasos en comparación a este ciclo (Marín Martínez et al., 2010).

Como se observa en Figura 2 los NEFA provienen de la degradación de los triglicéridos de los adipocitos durante la movilización de las grasas, de esta manera puede haber un aumento de grasa en la leche si estos NEFA ingresan a la glándula mamaria, o al contrario pueden ser absorbidos por el hígado en donde se oxida hasta convertirse en acetil-CoA (Herbón & Fidalgo, 1999).

En el ciclo de Krebs el acetil-CoA es oxidado, si hay el aporte necesario de oxalacetato el cual es formado por precursores glucogénicos, principalmente de propionato, de otro modo puede ser metabolizado hasta convertirse en acetoacetil-CoA, permitiendo que se formen cuerpos cetónicos como el β -hidroxibutirato (Herbón & Fidalgo, 1999).

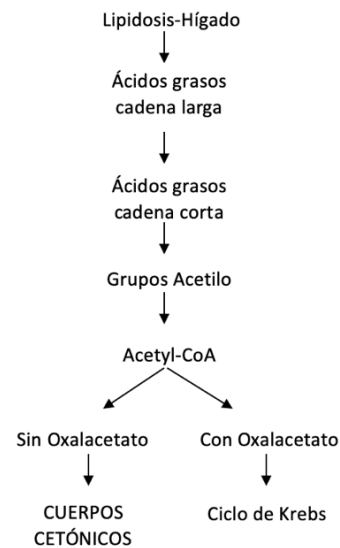


Figura 2 Cetogénesis

Adaptado de: (Miguel & Yagve, 2002)

2.1.3 Primer tercio de producción de leche

La época de lactancia empieza el día del parto y dura en promedio 305 días (10 meses), el primer tercio de la lactancia es una etapa en la cual hay que poner énfasis en la nutrición de los animales, ya que en este período se produce aproximadamente 45% de leche de toda la lactancia y se alcanza el pico de producción (Lara Durango, 2011).

El primer tercio va desde el momento del parto hasta el día 100 de lactancia, siendo el período en el cual el animal tienen mayor exigencia de energía y la MS consumida no es suficiente para satisfacer el requerimiento de nutrientes en esta etapa según se observa en la Figura 3 (Vásquez Requena, 2017).

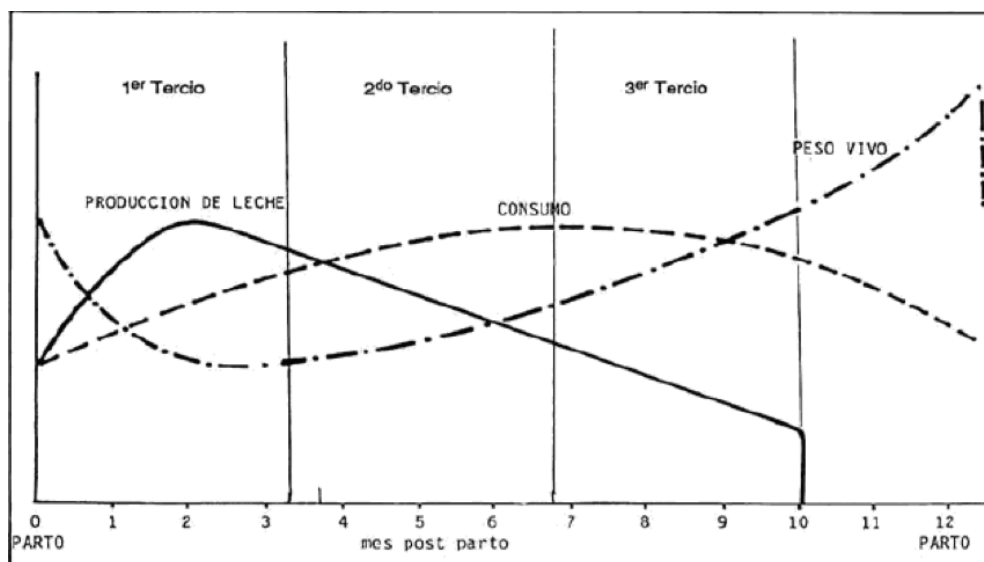


Figura 3 Curva de lactancia, consumo de MS y peso vivo. Tomado de: (Hazard, s/f).

Nota. En la curva de lactancia, la producción láctea, peso vivo y consumo de MS varía según la fase en la que se encuentre, en el primer tercio de lactancia el consumo de materia seca aumenta paulatinamente, sin embargo, no es suficiente para el volumen de producción de leche (Hazard, s/f).

La producción de leche está estrechamente relacionada con la cantidad de nutrientes que demanda y que ingiere el animal, es decir, una vaca que esté en el primer tercio de la curva de lactancia, el pico del volumen de producción lechera tendrá un mayor requerimiento de nutrientes, especialmente energía (Vásquez Requena, 2017).

La regulación homeorrética es el mecanismo que se responsabiliza de la distribuir la energía hacia los órganos para cumplir las diferentes funciones del metabolismo, la cual utiliza los nutrientes priorizando la producción de leche antes que otras funciones como la reproductiva en el puerperio (Bach, 2015).

Las vacas con puntaje óptimo en el estado corporal (3,5 al parto) basan la producción de leche en la energía del alimento consumido y no en la

movilización grasa, alcanzando el balance energético positivo más rápido (Maza, Salgado, & Vergara, 2001).

2.1.4 Condición Corporal (CC) de bovinos en puerperio

La condición corporal es una herramienta que mide la proporción de grasa subcutánea (reservas energéticas), por lo tanto la producción de leche, el aporte de nutrientes y la capacidad del animal de asimilarlos es lo que determina la pérdida de este tejido graso en el postparto (Gúzman Ortiz, 2017).

La condición corporal se mide según la escala para vacas lecheras en la cual se clasifica el estado corporal en 5 categorías, siendo 1 vaca muy flaca y 5 vaca obesa, observándose específicamente en la Figura 4 (Romero & Solís, 2017).

Grado de condición corporal	Vértebra en la espalda	Aspecto posterior del hueso pélvico	Aspecto lateral de la línea entre las caderas	Cavidad entre cota y la tuberosidad isquiática	
				Aspecto posterior	Aspecto lateral
1 Subcondicionamiento severo					
2 Esqueleto obvio					
3 Buen balance de esqueleto y tejidos superficiales					
4 Esqueleto no tan obvio como tejidos superficiales					
5 Sobrecondicionamiento severo					

Figura 4 Condición corporal para vacas de leche con puntos anatómicos. Tomado de: (Romero & Solís, 2017).

Nota. Escala de condición corporal de 1-5 (1=muy flaca; 2=flaca; 3=Ideal; 4=Gorda; 5=Obesa) (Romero & Solís, 2017).

Los animales que llegan al parto con una CC mayor a 3,5 tienen una mayor limitación en el consumo de MS lo cual puede incrementar la movilización grasa y a su vez provocar un balance energético negativo (Grigera & Bargo, 2005).

Como se puede observar en la Figura 5 en el período del postparto los animales incrementan lentamente el consumo de materia seca siendo insuficiente la energía obtenida para producir leche, lo cual lleva a que las vacas entren en BEN, utilizando las reservas energéticas mediante la movilización del tejido adiposo, este proceso no es perjudicial, sin embargo si ocurre en exceso puede traer consecuencias (Grigera & Bargo, 2005).

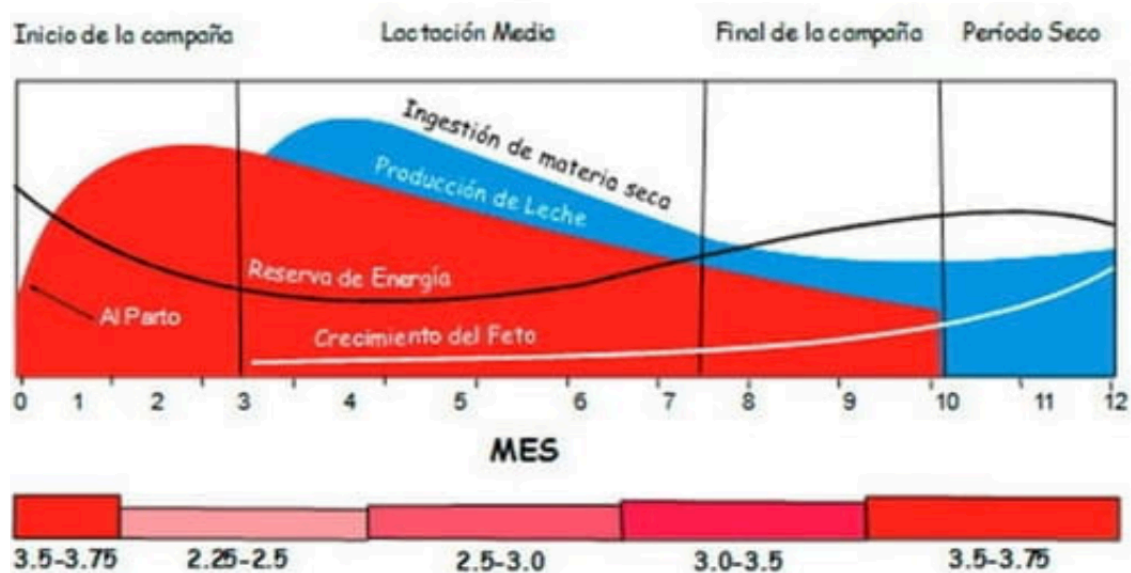


Figura 5 Consumo de MS, producción de leche y reservas corporales. Tomado de: (Grigera & Bargo, 2005).

Nota. La CC que se debe alcanzar para ingresar al seco es de 3,25 para terminar esta etapa en 60 días con una condición corporal de 3,5. En el primer tercio de lactancia la condición corporal baja a 2,75 debido a la utilización de las reservas de grasa del animal y por el bajo consumo de materia seca (Grigera & Bargo, 2005).

El pico del volumen de producción lechera se da entre la cuarta y sexta semana postparto y el consumo máximo de materia seca se alcanza entre la octava y décima semana postparto, de manera que, para equilibrar los bajos niveles de glucosa se inicia la movilización grasa como triglicéridos (Herbón & Fidalgo, 1999).

Debido al déficit de energía las reservas grasas del tejido adiposo se movilizan lo cual aumenta los niveles del cuerpo cetónico β -hidroxibutirato (Aguilar, 2011).

La movilización de reservas energéticas se produce a partir de que los NEFA son liberados, estos NEFA son el resultado de la hidrólisis de triglicéridos provenientes del tejido adiposo (Duque, Olivera, & Rosero, 2011).

Los NEFA ingresan al ciclo de Krebs para producir energía (ATP) oxidando el acetil-CoA en combinación con oxalacetato, sin embargo, si no hay suficiente oxalacetato formado a partir de precursores glucogénicos serán convertidos en cuerpos cetónicos (Duque et al., 2011).

2.1.5 Peso de bovinos en puerperio

Dentro de la etapa del puerperio los animales deben recuperar la deficiencia de nutrientes debido al BEN y como consecuencia hay pérdida de peso (Grigera & Bargo, 2005).

El peso del animal esta relacionado con la condición corporal, ya que depende del grado de grasa en el subcutáneo, es así que una unidad de condición corporal equivale de 50-60kg de peso vivo (Aguilar, 2011).

La medición constante de peso y CC en el preparto y postparto sirve como una herramienta que indica si los animales están sujetos a tener un aumento en los niveles de β -hidroxibutirato (Saborío-Montero & Sánchez, 2013).

Es normal que los animales de alta producción estén en BEN y que presenten cetosis subclínica en el primer tercio de lactancia como resultado del pico del volumen de producción lechera y el bajo consumo de MS, de este modo, aunque los animales estén suplementados con alimentos especiales para el puerperio es posible que pierdan de 30-100kg (Herbón & Fidalgo, 1999).

Las vacas que tienen un alto puntaje en la condición corporal al terminar el periodo del seco pueden realizar el proceso de movilización de grasas según los requerimientos energéticos, pero la caída del consumo de MS es más marcada como consecuencia que la cantidad de ácidos grasos libres, los kilogramos de peso vivo disminuyen y aumenta el BEN (Maza et al., 2001).

Las vacas con mejor estado corporal tienen una mayor pérdida de peso en la etapa del puerperio, los animales con una CC de ≥ 3.5 presentan pérdidas de peso y condición corporal durante períodos más prolongados (Maza et al., 2001).

2.2 Cetosis

La cetosis es conocida como una enfermedad de origen metabólico que se presenta principalmente en la etapa del postparto en vacas de alta producción lechera, esta se describe por el aumento de cuerpos cetónicos y disminución de glucemia (Cucunubo et al., 2013).

Normalmente, la producción de acetoacetato y β -hidroxibutirato en el hígado es baja, de esta manera, los niveles en sangre de estos son muy bajos (Garzón Audor & Oliver Espinosa, 2018). En el balance energético negativo (desequilibrio entre la energía ingerida y la energía consumida) se acelera la síntesis de cuerpos cetónicos como respuesta del organismo a la escasez de glúcidos (Devlin, 2004).

Al principio de la lactancia, el músculo cardíaco y esquelético utilizan cuerpos cetónicos reservando así el uso de glucosa para el mantenimiento del sistema

nervioso, posteriormente, cuando el BEN se ha prolongado la concentración de acetoacetato y β -hidroxibutirato aumenta en la sangre (Devlin, 2004).

Durante el BEN las vacas tienen una gran demanda de energía como efecto de la alta producción de leche, por este motivo la glucosa resulta insuficiente y empieza la movilización grasa del tejido adiposo, sin embargo no es posible que esta grasa sea transformada a energía a través de las rutas de metabolización comunes como la glucogénesis, ocurriendo una vía alternativa llamada cetogénesis (Sepúlveda & Wittwer, 2017).

La demanda de glucosa aumenta por el incremento en la necesidad de lactosa de la mama para producir leche, de este modo, si no existen suficientes recursos para suplir esta demanda se presenta cetosis subclínica (Herbón & Fidalgo, 1999).

Los niveles de cuerpos cetónicos (β -hidroxibutirato) aumentan en animales que presentan cetosis subclínica y clínica, sobre todo en animales de alta producción lechera lo que produce pérdidas económicas a causa de la caída de kg/leche/vaca/día (Aguilar, 2011).

La cetosis se puede presentar de manera clínica o subclínica, teniendo en cuenta que en ambas hay un aumento de β -hidroxibutirato (Saborío-Montero & Sánchez, 2013).

La cetosis subclínica se presenta al existir altos niveles de cuerpos cetónicos pero no presenta signos clínicos, causa que la producción de leche disminuya y consecuentemente un impacto económico (Saborío-Montero & Sánchez, 2013).

La cetosis clínica es aquella que se presenta con signos clínicos evidentes y se puede presentar en dos formas: digestiva y nerviosa (Saborío-Montero & Sánchez, 2013).

La cetosis clínica en forma digestiva presenta signos como la inapetencia, pica y estreñimiento como consecuencia de la motilidad del intestino, consecuencia de esto pérdida de CC, reducción en la producción de leche, depresión y hasta debilidad al caminar (Noro & Strieder-Barboza, 2012).

La cetosis clínica en forma nerviosa presenta signos con un curso agudo como: salivación, disminución de la propiocepción, incoordinación, hiperestesia, apegan la cabeza a objetos, como causa de que el β -hidroxibutirato se oxida a alcohol isopropílico en el sistema nervioso central (Noro & Strieder-Barboza, 2012).

2.2.1 Diagnóstico de cetosis

El diagnóstico de cetosis se realiza a partir de la evaluación de cuerpos cetónicos en diferentes fluidos como sangre entera, suero sanguíneo, leche y orina, siendo la prueba de oro (gold standard) el análisis β -hidroxibutirato en suero a través de espectrofotometría (Garzón Audor & Oliver Espinosa, 2018).

El análisis de β -hidroxibutirato con equipos de campo como el BHBcheck® para diagnosticar cetosis utilizando muestras de sangre entera o leche del animal, que funciona mediante tiras reactivas que reaccionan con la muestra y proporcionan el resultado de β -hidroxibutirato en mmol/l (Noro, 2012).

El análisis de este cuerpo cetónico se realiza colocando en la tira reactiva una gota de sangre, la que comprende la enzima β -hidroxibutirato deshidrogenasa, la cual se encarga de oxidar el β -hidroxibutirato, siendo una prueba sensible y específica para el diagnóstico de hipercetonemia (Garzón Audor & Oliver Espinosa, 2018).

La medición del β -hidroxibutirato en sangre se lo realiza 5 horas después de la ingesta de la dieta, porque el pico de este cuerpo cetónico se da a las 4 horas

después de administrada la ración, para no obtener falsos positivos relacionados a la producción de butirato en el rumen (Noro & Strieder-Barboza, 2012).

El diagnóstico de la cetosis se comienza al momento del parto, hasta los 21 días postparto, ya que en este periodo los animales están predispuestos a presentar esta enfermedad metabólica (Garzón Audor & Oliver Espinosa, 2018).

2.2.2 Rangos de referencia

Los rangos de referencia según el perfil metabólico realizado en el Laboratorio de Patología Clínica Veterinaria de la Universidad Austral de Chile son de 0,06 a 0,54 mmol/L de β -hidroxibutirato como niveles normales de este metabolito en sangre en animales que no se encuentran en producción (Kaneko, Harvey, & Bruss, 1993).

El β -hidroxibutirato se encuentra normalmente en niveles basales a causa de la fermentación en el rumen (Aguilar, 2011), sin embargo los valores difieren según el autor como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1 *Valores de referencia de β -hidroxibutirato en vacas en puerperio*

Niveles normales de β-hidroxibutirato	Autor
<1.0 mmol/L	(Duque et al., 2011)
\leq 1.2 mmol/L	(Aguilar, 2011)
<1,4 mmol/L	(Saborío-Montero & Sánchez, 2013)

Los niveles de β -hidroxibutirato indican la movilización de grasas en el periodo de puerperio, por lo tanto, su análisis con el fin de diagnosticar si los animales están en BEN, cetosis subclínica o cetosis clínica comparando con los niveles de referencia descritos en la Tabla 2.

Tabla 2 Rangos de referencia de cetosis clínica y subclínica

Balance Energético Negativo	0,6 - 1,0 mmol/L
Cetosis Subclínica	1,1 - 2,3 mmol/L
Cetosis Clínica	≥2,4 mmol/L

Adaptado de: (Cucunubo et al., 2013)

2.3 Estrategias para balance energético negativo

En el primer tercio de la curva de producción de leche los animales aún no han alcanzado la ingesta suficiente de MS para producir leche, ocurriendo en esta etapa un aumento en los requerimientos nutricionales sobre todo de energía, es por esto que la suplementación en el puerperio está dirigida únicamente a satisfacer los requerimientos nutricionales de la producción de leche (Irigoyen & Ripoll, 2011).

Las vacas que no pueden adaptarse a los cambios metabólicos y fisiológicos del postparto están sujetas a presentar no solo enfermedades que comprometan al animal, sino que también afectan la producción de leche y reproducción, lo cual implica mayores inversiones y menores ganancias (Gómez Ortiz & Campos Ganoa, 2016).

Apoyar el desbalance energético dentro del metabolismo es el propósito de las estrategias nutricionales en los bovinos de producción láctea durante el puerperio (Gómez, 2015).

La disminución de consumo de MS en el periodo de transición (21 días antes del parto) ha llevado a crear diferentes alternativas que tengan como objetivo reducir el balance energético negativo y disminuir la movilización grasa para prevenir enfermedades metabólicas en el periodo del postparto (Gómez, 2015).

La energía es el combustible del organismo para realizar sus funciones vitales de mantenimiento, de esta manera, la energía que se metaboliza es utilizada para el crecimiento, producción, reproducción (Irigoyen & Ripoll, 2011).

Se describen diferentes estrategias que disminuyan los efectos negativos en el puerperio como el propionato de calcio y PPG, suplementos que ayudan al control de la movilización de reservas grasas del tejido adiposo con el fin de no tener un BEN muy marcado (Gómez Ortiz & Campos Ganoa, 2016).

2.3.1 Propilenglicol (PPG)

El propilenglicol es un hidrato de carbono que se utiliza en vacas de producción lechera que tiene un metabolismo semejante al propionato como fuente de energía de rápida absorción, aplicado como prevención y tratamiento para la cetosis en dosificación oral diaria de 350ml/día (Durango Morales, Ruiz Díaz, & Galvis Góez, 2010; Molina-Coto, Arroyo-Oquendo, Carballo-Guerrero, & Elizondo-Salazar, 2018).

El PPG es un líquido que aporta energía de rápida absorción debido al gran aporte de kcal con diferentes propiedades fisicoquímicas descritas en la *Tabla 3*.

Tabla 3 *Ficha técnica del propilenglicol*

Nombre Químico	1,2-Propanediol
Fórmula	C ₃ H ₈ O ₂
Masa Molecular	76,09
(g/mol)	
Apariencia	Viscoso, líquido, amarillento
Solubilidad	Agua, alcoholes y agentes orgánicos
Humedad	0,2 máximo

Densidad 25° C, 1.035-1.038
(g/cm³)

Valor nutricional 570kcal/100g

Adaptado de: (Romero Salazar, 2016)

El PPG tiene el objetivo de aumentar los niveles de propionato a nivel del rumen en el periodo del postparto, durante la administración de PPG una parte se metaboliza a propionato en el rumen y se transporta al hígado, después a piruvato y como producto final glucosa a través del oxalacetato pero la gran mayoría es direccionado directamente (sin transformar) al hígado en donde se convierte a glucosa como se explica en la Figura 6 (Hidalgo, Tamargo, Gómez, Facal, & Díez, 2007).

Como precursor de la gluconeogénesis el PPG aumenta los niveles de glucosa y a su vez de insulina, disminuye los niveles de NEFA, reduce los niveles de triglicéridos en el hígado y cuerpos cetónicos lo cual ayuda a que el animal entre en BEN moderado, sin presentar enfermedades metabólicas relacionadas con el periodo del postparto (Gómez Ortiz & Campos Ganoa, 2016)

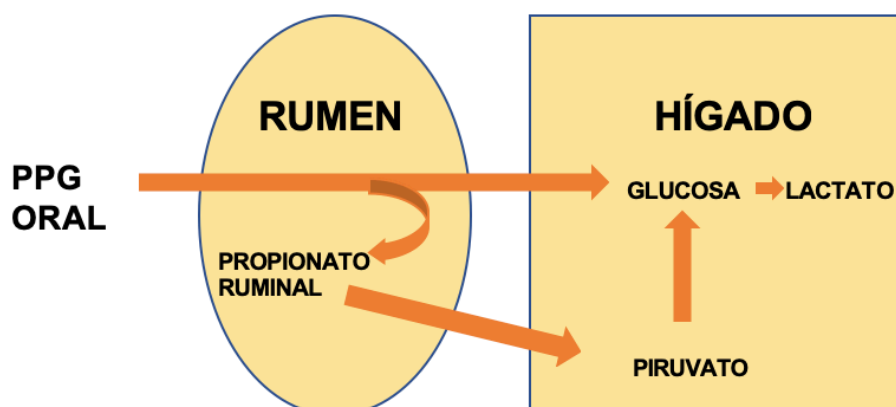


Figura 6 Metabolismo del propilenglicol

PPG: Propilenglicol. Adaptado de: (Hidalgo et al., 2007)

El PPG es un suplemento energético que tiene efectos positivos sobre el balance energético negativo, ya que, tiene efecto sobre la movilización de grasa por

su facultad de estimular que la insulina se libere, lo cual inhibe el transporte de grasas del tejido adiposo, esto se debe a que su absorción es rápida en el rumen y posteriormente utilizado para realizar la gluconeogénesis por el hígado (Molina-Coto et al., 2018).

El propilenglicol reduce el riesgo de que los animales presenten cetosis clínica y subclínica ya que disminuye la movilización de reservas energéticas, a su vez los niveles de NEFA y β -hidroxibutirato en plasma (Castro Ruiz, 2011).

2.3.1.1 Administración de propilenglicol

La forma de administración del propilenglicol influye sobre el efecto de la movilización de grasas, con distintas dosis según diferentes autores como se observa en la Tabla 4, administrándose normalmente una dosis única diaria (300 a 350ml/vaca/día) en los 10 días preparto, reduciendo la presencia de cetosis (Molina-Coto et al., 2018).

Tabla 4 *Dosis de propilenglicol según diferentes autores*

Dosis de propilenglicol	Período	Autor
250ml/vaca/día	Postparto	(Christensen, Grummer, Rasmussen, & Bertics, 1997)
300 a 350ml/vaca/día	Preparto	(Molina-Coto et al., 2018)
150ml/vaca/día	15 preparto hasta 75 días postparto	(Gómez, 2015)
300ml/vaca/día	Primer tercio de la lactancia	(Romero Salazar, 2016)
250g/vaca 2 veces al día por 3días	Desde el día 45 al día postparto	(Durango Morales et al., 2010)

400ml/vaca una sola dosis	En las primeras 24 horas postparto	(Rosales Santamaría & Santamaría Rodríguez, 2016)
250ml/animal/día (toro de engorde) durante 60 días	Etapas de engorde	(Revelo Salazar, 2017)

El mayor reto es la correcta dosificación del PPG en el período de transición, preparto o postparto para el desarrollo correcto de protocolos que cumplan con el objetivo de este aditivo (Castro Ruiz, 2011).

La administración de PPG en una sola toma diaria reduce de manera significativa la movilización de grasas, sin embargo, el aditivo al no ser palatable causa desperdicio de la comida si es incorporado a la ración (Christensen et al., 1997).

La consecuencia de las altas concentraciones de propilenglicol (administración en tiempos prolongados) es que suele ser tóxico para algunas especies de bacterias necesarias en el rumen (Christensen et al., 1997).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

La investigación fue realizada en una hacienda ubicada en la Provincia de Pichincha, Cantón Mejía, Parroquia “El Chaupi”, que cuenta todo el año con precipitaciones irregulares. La temperatura es variable, entre 8 a 18°C, teniendo como temperatura mínima 6°C y la máxima de 20°C y las coordenadas mencionadas en la Tabla 5 (Weather, 2018).

Tabla 5 *Coordenadas geográficas*

Coordenadas Geográficas	
Altitud	3.300 m.s.n.m.
Longitud	78° 37' 53"
Latitud	0° 34' 59" (S)

Tomado de: (Weather, 2018)

El área total de la propiedad es de 120 ha que son distribuidas a los tres grupos de animales según su producción de leche, se puede observar esta delimitación en la Figura 7, 46ha para vacas de alta producción No.1, 33ha para vacas de alta producción No.2 y 31ha para animales de media-baja producción No.3. La mezcla forrajera que se maneja es Rye Grass más trébol blanco de la zona.



Figura 7 Delimitación de la propiedad

3.2. Población y muestra

El número total de animales es de 865 distribuidos en diferentes grupos según la Tabla 6. La muestra fue seleccionada teniendo en cuenta los criterios de exclusión e inclusión descritos en la Tabla 7, según los cuales se tuvo como resultado 20 vacas de producción lechera que estén en periodo de parto el mes de febrero del 2020. Formando dos grupos de forma aleatoria, distribuyendo 10 animales al grupo experimental y 10 animales al grupo testigo.

Tabla 6 *Grupos de bovinos en hacienda*

Grupos		#Animales
	Alta producción	266
Vacas en producción	Media-Baja producción	211
	Hospital	59
Secas		103
Próximas		52
Terneritas (2-3 meses)		30
Machos		144
Total		865

Tabla 7 *Criterios de inclusión y exclusión*

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
-Bovinos de producción lechera hembras	-Bovinos machos
-Que estén en período de parto en el mes de febrero del 2020.	-Hembras que no estén en periodo de parto de febrero del 2020.
-Animales con cetosis subclínica al momento del parto	-Animales que no tienen cetosis subclínica al momento del parto.
-Vacas en segundo parto en adelante	-Vacas con distocia en el parto
	-Vacas enfermas

3.3. Materiales

3.3.1 De campo

Tabla 8 *Materiales de protección y vestimenta*

Material	Cantidad
Botas de caucho	1
Overol	1
Guantes de nitrilo	50 pares

Tabla 9 *Toma de muestras*

Material	Cantidad
Jeringuillas 3ml	70
60 aguja de 23G x 1- ¼	70
Alcohol (70%)	500ml Alcohol
Algodón	
Agua	

Tabla 10 *Materiales otros*

Material	Cantidad
Báscula electrónica para bovinos	1
Registros de partos y producción de leche	
Cuerda de 3/8"	5m
Cuerda de ½ pulgada	10m
Jarra medidora de 400ml	1
Cánulas	2
Cable rojo de identificación	50m

3.3.2 De laboratorio

Tabla 11 *Materiales de laboratorio*

Material	#
-BHBcheck® lector electrónico	1
-BHBcheck tiras reactivas	60

3.4. Metodología

3.4.1 Levantamiento de información y selección de animales

El levantamiento de información se realizó basándose a los registros reproductivos de la hacienda y la selección de animales será tomando en cuenta los criterios de exclusión e inclusión. Identificando a los animales como se muestra en el ítem a del *Anexo 8*, considerando que los animales ingresan al estudio y se los identifica desde el día 1 postparto, descrito el protocolo en el *Anexo 1*.

3.4.2 Toma de muestra y administración de propilenglicol

El protocolo de toma de muestras se realizó con una adecuada sujeción como se observa en el ítem b, c y d del *Anexo 8* con el fin de desempeñar una correcta toma de muestras sanguíneas para el diagnóstico de cetosis subclínica basándose en el “Manual de toma y envío de muestras” de la PANAFTOSA como se describe en el *Anexo 2*.

La administración de propilenglicol se realizó diariamente desde el día 1 al 15 como se observa en el ítem e del *Anexo 8*, basándose en el protocolo de administración de una tesis de la Universidad de Nuevo León, México descrito en el *Anexo 4*.

El pesaje se realiza con el fin de determinar la ganancia de peso como efecto del suplemento de una dieta energética como se muestra en los ítems a, b, c y d del *Anexo 11*, basándose en el protocolo de una tesis de la Universidad Nacional de Formosa, Argentina descrito en el *Anexo 5*.

La condición corporal se realiza con la finalidad de evaluar el efecto del PPG sobre la reserva energética almacenada en los tejidos los días 1, 7 y 14 como se observa en el ítem e del *Anexo 11* guiándonos en la evaluación de condición corporal vacas lecheras de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Agroindustriales de la Universidad Politécnica Salesiana descrito en el *Anexo 6* y *Anexo 7*.

3.4.3 Análisis de muestra

El protocolo de análisis de muestras se realizó con el fin de medir los niveles de β -hidroxibutirato como se muestra en el Anexo 9 basándose en el manual de indicaciones de BHBcheck® como se observa en el Anexo 10 y descritos en el Anexo 3, seguido de los rangos de referencia obtenidos del Laboratorio de Patología Clínica Veterinaria de la Universidad Austral de Chile (Kaneko et al., 1993).

3.5. Análisis estadístico

La tabulación de datos se realizó en Microsoft® Excel para Mac versión 16.16.21.

El programa IBM® SPSS® Statistics versión 25 edición 64 bits fue utilizado para realizar las pruebas de normalidad (Shapiro Wilk) y comprobar si los datos para variables paramétricas, siguen distribuciones normales y posteriormente medidas de tendencia central: media, mediana, varianza, desviación estándar, mínimo y máximo.

En este mismo programa tanto para variables paramétricas como no paramétricas se trabajó al 95% de confianza; para variables paramétricas, se realizó ANOVA que permite comparar más de dos medias de distintos grupos y como prueba post hoc “método tukey” para resolver si las medias son significativamente diferentes; se ejecutó T Test para determinar si hay diferencia significativa entre la media de dos grupos.

Para variables no paramétricas se utilizó U de Mann-Whitney para determinar si dos grupos son heterogéneos; se utilizó Kruskal-Wallis que permite comparar mas de dos medias de diferentes grupos para este tipo de variables.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

En la Tabla 12 se especifican los resultados de normalidad utilizando la prueba de Shapiro Wilk, en los que se evidencia que tanto para el grupo experimental como para el grupo testigo en los diferentes muestreos de β HB y peso, el *p valor* es mayor a 0,05, lo cual toma la hipótesis nula, que significa que los datos tienen una distribución normal, con excepción del β HB en el segundo muestreo, que tiene un *p valor* menor a 0,05, lo cual indica que se toma la hipótesis nula, es decir, los datos no tienen una distribución normal.

Tabla 12 *Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para β HB y peso en muestreo 1, 2 y 3 de grupo experimental y grupo testigo*

Tratamiento	Muestra		Estadístico	gl	Sig.
Testigo	Muestreo 1	β HB	,901	10	,227
		Peso	,963	10	,815
	Muestreo 2	β HB	,729	10	,002
		Peso	,941	10	,565
	Muestreo 3	β HB	,981	10	,970
		Peso	,939	10	,539
Experimental	Muestreo 1	β HB	,868	10	,094
		Peso	,929	10	,436
	Muestreo 2	β HB	,941	10	,568
		Peso	,953	10	,700
	Muestreo 3	β HB	,887	10	,157
		Peso	,957	10	,747

β HB: β -hidroxibutirato

En la Tabla 13 se describen los resultados de normalidad utilizando el test de Shapiro Wilk, en los que se evidencia que el *p valor* es mayor a 0,05 tanto del

grupo testigo como del grupo experimental en la primera y segunda semana, de esta manera, se interpreta que los datos siguen una distribución normal.

Tabla 13 *Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para producción de leche en semana 1 y 2 de grupo experimental y grupo testigo*

Tratamiento	Muestra	Estadístico	gl	Sig.
Testigo	Semana 1	,881	10	,135
	Semana 2	,960	10	,782
Experimental	Semana 1	,963	10	,814
	Semana 2	,943	10	,582

En la *Tabla14* se muestran las medidas de tendencia central del grupo testigo, en las que se puede apreciar que en el segundo muestreo de β HB según la desviación estándar se observa que los datos se encuentran más dispersos con respecto a la media; en peso esto ocurre en el primer muestreo; en producción de leche la desviación estándar es similar.

Tabla14 *Medidas de tendencia central de grupo testigo de muestreo 1,2 y 3 para β HB, peso y semana 1 y 2 para volúmen de producción de leche*

	Muestreo	Media	95% de intervalo de confianza para la media		Varianza	Desviación	Rango
			Inferior	Superior			
β HB	1	1,060	,9122	1,2078	,043	,20656	0,70
	2	1,360	,7786	1,9414	,660	,81268	2,60
	3	1,250	,9386	1,5614	,189	,43525	1,50
Peso	1	621,70	572,61	670,79	4709,789	68,628	223
	2	620,90	578,52	663,28	3510,322	59,248	200
	3	606,40	567,67	645,13	2930,489	54,134	164
Volumen	Semana 1	154,4200	122,1392	186,7008	2036,305	45,12544	133,58
	Semana 2	190,8540	154,0563	227,6517	2646,041	51,43968	163,88

β HB: β -Hidroxibutirato

En la *Tabla 15* se muestran las medidas de tendencia central del grupo experimental, en las que se evidencia que en el segundo muestreo de β HB según la desviación estándar se observa que los datos se encuentran más dispersos con respecto a la media; en peso esto ocurre en el primer muestreo; en producción de leche la desviación estándar es mayor en la primera semana.

Tabla 15 Medidas de tendencia central de grupo experimental de muestreo 1, 2 y 3 para β HB, peso y semana 1 y 2 para volúmen de producción de leche

	Muestreo	Media	95% de intervalo de confianza para la media		Varianza	Desviación	Rango
			Inferior	Superior			
β HB	1	1,430	1,0514	1,8086	,280	,52926	1,50
	2	1,6500	1,1383	2,1617	,512	,71531	2,10
	3	1,3000	1,0240	1,5760	,149	,38586	1,40
Peso	1	686,00	627,83	744,17	6611,556	81,311	242
	2	664,40	609,46	719,34	5897,600	76,796	210
	3	647,11	593,33	701,07	5670,400	75,302	232
Volumen de leche	Semana1	179,5950	156,1182	203,0118	1077,041	32,8183	108,70
	Semana2	217,5920	201,3073	233,8767	518,218	22,76439	84,41

β HB: β -Hidroxibutirato

4.1.1 β -hidroxibutirato

En la *Tabla 16* se describen los resultados del estudio de T test para β HB en los que se comparó el grupo testigo con el grupo experimental en el muestreo 1, muestreo 2 y muestreo 3, obteniendo como resultado que el *p valor* es mayor a 0,05 en los tres muestreos, por lo tanto, no existe diferencia significativa, es decir, los grupos son iguales.

Tabla 16 T test para β HB de grupo experimental vs. Testigo en muestreo 1, 2 y 3

		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
							Inferior	Superior
β HB	Muestreo 1	7,346	,014	-2,059	18	,054	-,74745	,00745
	Muestreo 2	,030	,865	-,847	18	,408	,34236	-1,00927
	Muestreo 3	,345	,565	-,272	18	,789	-,43644	,33644

β HB: β -Hidroxibutirato

En la Figura 8 se describe la curva de β HB del grupo testigo (naranja) y grupo experimental (azul) teniendo en cuenta los tres muestreos, por otro lado también se muestra las líneas de tendencia de cada grupo (líneas punteadas), siendo en el grupo experimental la tendencia negativa y en el grupo testigo la tendencia positiva.

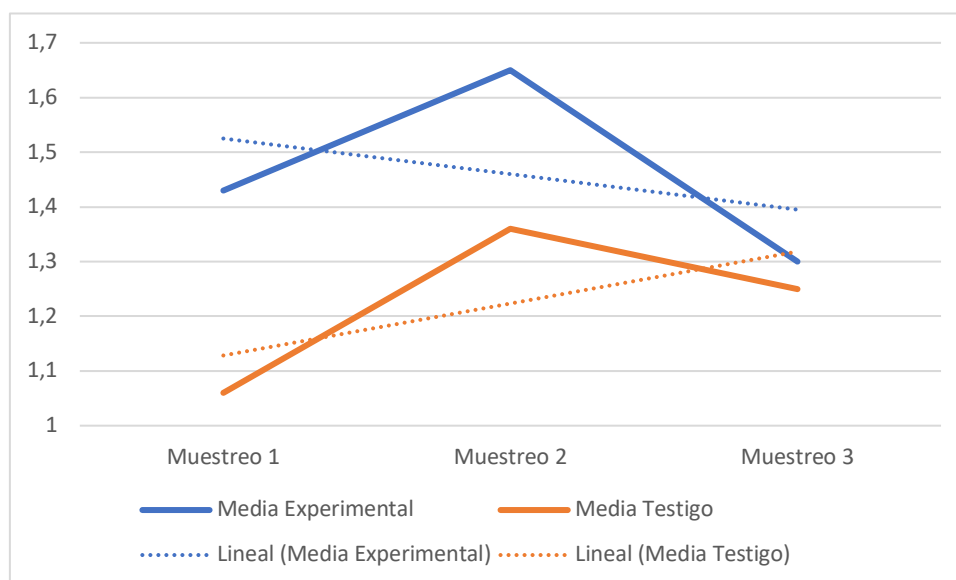


Figura 8 Curva de medias de β -Hidroxibutirato de grupo experimental y testigo en los muestreos 1, 2 y 3

En la Tabla 17 se describe la prueba ANOVA en los tres muestreos del grupo testigo y en los tres muestreos del grupo experimental, se obtuvo como resultado que tanto en los dos grupos el p valor es mayor a 0,05, por lo tanto no hay

diferencia significativa, es decir, las medias de β HB entre los tres muestreos de cada grupo son iguales.

Tabla 17 ANOVA para β HB entre muestreo 1, 2 y 3 de grupo experimental y grupo testigo.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
β HB	Testigo	,461	2	,230	,774	,471
	Experimental	,626	2	,313	,998	,382

β HB: B-Hidroxibutirato

4.1.2 Peso

En la Tabla 18 se describen los resultados del análisis T test para peso en los que se comparó el grupo testigo con el grupo experimental en el muestreo 1, 2 y 3, obteniendo como resultado que el *p valor* es mayor a 0,05 en los tres muestreos, por lo tanto, no existe diferencia significativa, es decir, los grupos son iguales.

Tabla 18 T test para peso de experimental vs. Testigo en muestreo 1, 2 y 3

		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
								Inferior	Superior
Peso	Muestreo 1	,162	,692	-1,911	18	,072	-134,99016	6,39016	
	Muestreo 2	1,172	,293	-1,418	18	,173	-107,94019	20,94019	
	Muestreo 3	1,022	,326	-1,391	18	,181	-102,414	20,814	

En la Figura 9 se describe la curva de peso del grupo testigo (naranja) y grupo experimental (azul) teniendo en cuenta los tres muestreos, por otro lado también se muestra las líneas de tendencia de cada grupo (líneas punteadas), siendo en el grupo experimental como en el grupo testigo la tendencia negativa.

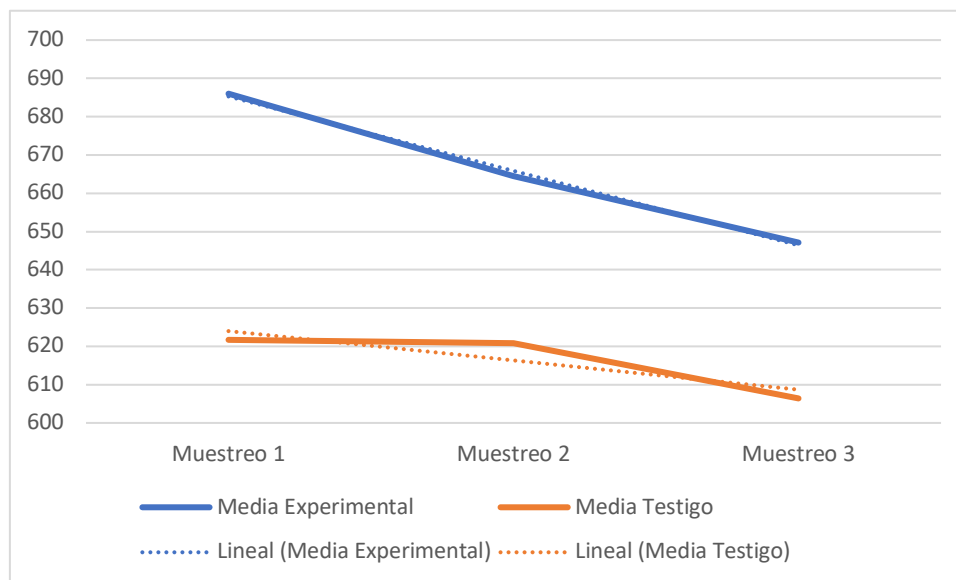


Figura 9 Curva de medias de peso de grupo experimental y testigo en los muestreos 1, 2 y 3

En la Tabla 19 se describe la prueba ANOVA en los tres muestreos del grupo testigo y en los tres muestreos del grupo experimental, en la cual se obtuvo como resultado que en los dos grupos el p valor es mayor a 0,05, por lo tanto, no hay diferencia significativa, es decir, las medias de los pesos entre los tres muestreos de cada grupo son iguales.

Tabla 19 ANOVA para peso entre muestreo 1,2 y 3 de grupo experimental y grupo testigo

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso	Testigo	1483,267	2	741,633	,200	,820
	Experimental	7559,467	2	3779,733	,624	,543

4.1.3 Condición Corporal

En la Tabla 20 se describe la prueba U de Mann-Whitney para condición corporal comparando el grupo experimental vs. testigo en el primer muestreo, teniendo como resultado que el p valor es mayor a 0,05, por lo tanto, no hay diferencia significativa, es decir, los dos grupos en el primer muestreo son iguales.

Tabla 20 *U de Mann-Whitney para condición corporal de primer muestreo experimental vs. testigo*

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de CC es la misma entre las categorías de "Tratamiento 1=Testigo 2=Experimental".	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,089 ¹	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

¹Se muestra la significación exacta para esta prueba.

En la Tabla 21 se describe el test U de Mann-Whitney para condición corporal comparando el grupo experimental vs. Testigo en el segundo muestreo, teniendo como resultado que el p valor es mayor a 0,05 en el segundo muestreo, por lo tanto, no hay diferencia significativa, es decir, los dos grupos en el segundo muestreo son iguales.

Tabla 21 *U de Mann-Whitney para condición corporal de segundo muestreo experimental vs. testigo*

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de CC es la misma entre las categorías de Tratamiento.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,280 ¹	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

¹Se muestra la significación exacta para esta prueba.

En la Tabla 22 se describe la prueba U de Mann-Whitney para condición corporal comparando el grupo experimental vs. Testigo en el tercer muestreo, teniendo como resultado que el *p valor* es mayor a 0,05 en el tercer muestreo, por lo tanto, no hay diferencia significativa, es decir, los dos grupos en el tercer muestreo son iguales.

Tabla 22 *U de Mann-Whitney para condición corporal de tercer muestreo experimental vs. testigo*

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de CC es la misma entre las categorías de "Tratamiento 1=Testigo 2=Experimental".	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,075 ¹	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

¹Se muestra la significación exacta para esta prueba.

En la Tabla 23 se describe la prueba Kruskal-Wallis, en la cual se obtuvo como resultado para condición corporal en el grupo testigo en los tres muestreos, que el *p valor* es mayor a 0,05, por lo tanto, no hay diferencia significativa entre los tres muestreos, es decir, son iguales.

Tabla 23 *Kruskal-Wallis para condición corporal de grupo testigo en el muestreo 1, 2 y 3*

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de CC es la misma entre las categorías de Muestra.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,528	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

En la Tabla 24 se describe la prueba Kruskal-Wallis, en la cual se obtuvo como resultado para condición corporal en el grupo experimental en los tres muestreos

que el *p* valor es mayor a 0,05, por lo tanto, no hay diferencia significativa entre los tres muestreos, es decir, son iguales.

Tabla 24 *Kruskal-Wallis para condición corporal de grupo experimental en el muestreo 1, 2 y 3*

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de CC es la misma entre las categorías de Muestra.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,535	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

4.1.4 Producción de leche

Para el análisis del volumen de leche producida se sumó la producción lechera en litros de la primera y de la segunda semana, y se comparó mediante t-test la semana 1 y la semana 2 entre los dos grupos.

En la Tabla 25 se describen los resultados del análisis T test de producción lechera en el que se comparó el grupo testigo con el grupo experimental la semana 1 y la semana 2, obteniendo como resultado que el *p* valor es mayor a 0,05 en las dos semanas, por lo tanto, existe diferencia significativa, es decir, los grupos ambas semanas son iguales.

Tabla 25 *T test para volumen de producción de leche grupo experimental vs. testigo*

		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
							Inferior	Superior
Volumen	Semana 1	,852	,368	-1,427	18	,171	-62,24509	11,89509
	Semana 2	4,595	,046	-1,503	18	,150	-64,10996	10,63396

En la Figura 9Figura 10 se describe el gráfico de barras de volumen de producción de leche del grupo testigo y grupo experimental, teniendo en cuenta la semana 1 (naranja) y la semana 2 (azúl), observándose el aumento del volumen en la semana dos con respecto a la primera semana en los dos grupos.

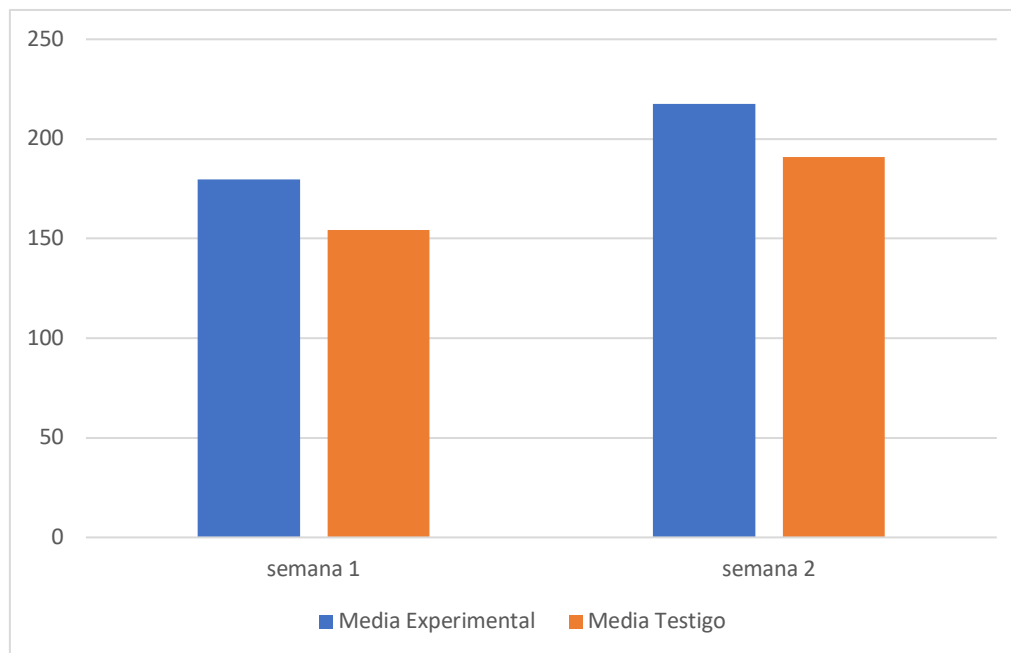


Figura 10 Barras de medias de volumen de producción de leche de grupo experimental y testigo

Tabla 26 *Contraste de resultados*

Variable	Resultado	Hipótesis seleccionada
β -hidroxibutirato	En T-test no hubo diferencias significativas entre cada muestreo del grupo experimental vs testigo, los dos grupos son iguales.	La variable β -hidroxibutirato en el muestreo 1, 2 y 3 de ambos grupos son iguales.
	En ANOVA no hubo diferencias significativas	La variable β -hidroxibutirato en el

	entre los 3 muestreos de cada grupo, los tres muestreos son iguales.	muestreo 1, 2 y 3 de cada grupo son iguales.
Peso	En T-test o hubo diferencias significativas entre cada muestreo del grupo experimental vs testigo, los dos grupos son iguales.	La variable peso en el muestreo 1, 2 y 3 de ambos grupos son iguales.
	En ANOVA no hubo diferencias significativas entre los 3 muestreos de cada grupo, los tres muestreos son iguales.	La variable peso en el muestreo 1, 2 y 3 de cada grupo son iguales.
Condición Corporal	En U de Mann-Whitney no hubo diferencia significativa entre el grupo experimental y testigo, los dos grupos son iguales.	La variable condición corporal en el muestreo 1, 2 y 3 de ambos grupos son iguales.
	En Kruskal-Wallis no hubo diferencias significativas entre los 3 muestreos de cada grupo, los tres muestreos son iguales.	La variable condición corporal en el muestreo 1, 2 y 3 de cada grupo son iguales.
Producción de leche	En T-test no hubo diferencias significativas entre la semana 1 y semana 2 entre grupo experimental vs testigo, en las dos semanas el volumen de producción de leche fue igual.	La variable producción de leche en la semana 1 y 2 de ambos grupos son iguales.

4.2. Discusión

Según los resultados alcanzados en la investigación se evidencia que suplementar con 350ml de propilenglicol durante los 14 días postparto, a vacas de alta producción lechera de segundo parto en adelante no tiene diferencia significativa en β -hidroxibutirato y parámetros productivos. Romero Salazar, (2016) realizó una investigación evaluando el propilenglicol en el primer tercio de lactancia, y obtuvo como resultado diferencia significativa en la variable peso en los animales que fueron suplementados con esta dieta energética durante los primeros 21 días postparto lo cual difiere con los resultados de esta investigación, ya que, puede estar ligado a la alta producción de los animales.

En un estudio en el que se comparan dos dietas energéticas sobre BEN se evidenció el peso no obtuvo diferencias significativas en ninguna de las dos dietas en relación al grupo testigo (Gómez, 2015) al igual que en este estudio, pudiendo interpretar que el peso varía notablemente según la edad y raza de los animales.

La administración de PPG en la investigación en Veracruz de los beneficios del propilenglicol sobre cetosis y parámetros reproductivos, obtuvo que el volumen de leche producido aumentó en las primeras semanas postparto en relación al grupo testigo, es decir, hubo diferencia significativa, de esta manera difiere con este estudio, ya que, la variable producción de leche no tuvo diferencia significativa. La diferencia de resultados entre los estudios puede ser por la ubicación en la que se los realizó, el efecto favorable de la suplementación con PPG fue en una zona del Subtrópico en México con una temperatura de 22°, mientras que esta investigación se la realizó en la Sierra Ecuatoriana con una temperatura de 13° (Lammoglia-Villagómez et al., 2019).

(Christensen et al., 1997) en la Universidad de Wisconsin obtuvieron como resultado que el β -Hidroxibutirato no fue afectado con el tratamiento de PPG, es decir, que aunque los NEFA en esta investigación si disminuyeron, no fue

suficiente para bajar los niveles de este cuerpo cetónico, al estudiar el efecto del suministro del propilenglicol sobre metabolitos plasmáticos en ganado bovino, realizando adicionalmente una restricción de alimento, de esta manera, no encontrar diferencia significativa en ambos estudios, puede estar ligado al tiempo de administración de PPG y al número de muestreos.

Lammoglia-Villagómez et al., (2019) las vacas del grupo experimental (suplementadas con PPG en el periparto y semanas después del parto) tuvieron una menor concentración de β -hidroxibutirato en leche en comparación al grupo testigo. Sin embargo, en esta investigación se obtuvo como resultado que no hay diferencia significativa en β -hidroxibutirato en el grupo experimental en relación al grupo testigo, dado que, la dosis y los tiempos de administración de propilenglicol en cada estudio varía.

Gómez, (2015) indica en su estudio comparando la suplementación con dos aditivos energéticos en el periodo de transición que el grupo al cual se administraba propilenglicol tiene diferencia significativa en β -hidroxibutirato a partir del día 45 postparto, es decir, antes de esto, el grupo experimental y control eran iguales, obteniéndose el mismo resultado en esta investigación, ya que, no se obtuvo diferencia significativa en esta variable en los primeros 14 días postparto. Por lo tanto, se puede evidenciar que la administración de PPG en un tiempo más prolongado puede tener diferencias significativas en cuanto al β -Hidroxibutirato.

La condición corporal no tuvo diferencias estadísticas relacionando el grupo experimental con el grupo testigo, lo cual puede haberse dado por el tiempo de administración de PPG a los animales sumado de que fue únicamente a partir del día 1 postparto, (Lomander, Frössling, Ingvarsen, Gustafsson, & Svensson, 2012) realizaron un estudio suplementando a los animales durante el periodo de transición con glicerol o propilenglicol, de esta manera, la condición corporal tanto en el grupo control como en los dos grupos experimentales (glicerol y propilenglicol) fue estadísticamente igual.

4.3. Limitantes

Este estudio tuvo algunas limitantes, entre estas el número de animales, ya que, se trabajó únicamente con 10 animales en el grupo testigo y 10 animales en el grupo experimental debido al tiempo. Por otro lado, el presupuesto también influyó en los resultados, puesto que por este motivo se realizaron únicamente 3 muestreos y no se pudo ampliar el tiempo de administración de propilenglicol.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El efecto de la administración de una dieta basada en propilenglicol en una dosis de 350ml diarios, empezando el día 1 y terminando el día 14 postparto resultó en que tanto el grupo experimental y el grupo testigo fueron iguales tanto en β -hidroxibutirato como en peso, CC y volumen de leche.

El propilenglicol es una dieta energética de rápida absorción, es un precursor de la gluconeogénesis y como efecto de esto estimula la liberación de insulina que provoca la inhibición de la movilización del tejido adiposo, sin embargo, en este estudio mediante la evaluación de β -hidroxibutirato en sangre, con 3 muestreos cada 7 días, se comprobó que la administración de PPG en esta dosis durante los 14 días postparto no disminuyó esta movilización de grasas, sin prevenir la cetosis subclínica y clínica.

La CC y el volumen de leche producida tienen una relación estrecha, las vacas deben entrar con un buen estado corporal al parto con el fin de que en este proceso que requiere un gran gasto de energía al igual que el inicio de la producción láctea, el BEN no sea muy marcado, no obstante, en el estudio se observó que suplementar a los animales en el periodo del puerperio con esta dosis no provoca que los animales mejoren su condición corporal y a su vez aumenten la producción de leche frente al grupo testigo por el aumento de energía en sus dietas. Por otro lado, el peso no cambió frente a la suplementación con propilenglicol, dado que la movilización de grasa no disminuyó, no se pudo observar que los kg de peso vivo aumentaron, a pesar de esto, también puede estar relacionado a que los animales eran de distintas edades lo que pudo influenciar a que no se vieran diferencias significativas en esta variable.

5.2. Recomendaciones

Evaluar el efecto del propilenglicol en zonas de altura como El Chaupi en vacas en preparto y primer tercio de lactancia, con el fin de determinar el efecto sobre cetosis y parámetros zootécnicos.

Evaluar la movilización de grasas en el preparto a partir de un perfil metabólico midiendo NEFA y triglicéridos como diagnóstico de cetosis previo al parto.

Formar un protocolo de administración de propilenglicol en vacas sobre condicionadas en el preparto como método de prevención de cetosis.

Comparar dos suplementos energéticos en el preparto y postparto en vacas de alta producción lechera.

REFERENCIAS

- Aguilar, Á. (2011). *Universidad de cuenca facultad de ciencias agropecuarias escuela de medicina veterinaria y zootecnia. Tesis De Grado.*
- Bach, A. (2015). LA REPRODUCCIÓN DEL VACUNO LECHERO : NUTRICIÓN Y FISIOLOGÍA. *FEDNA*, (January 2002).
- Castro, M., Galvis, R., López, A., & Giraldo, J. (2017). Efecto del nivel de suplementación con propilenglicol durante el período de transición a la lactancia sobre actividad ovárica y desempeño reproductivo en vacas. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 14(2), 30–40. <https://doi.org/10.22507/rli.v14n2a3>
- Castro Ruiz, S. M. (2011). *EFFECTO DEL NIVEL DE SUPLEMENTACIÓN CON PROPILENGLICOL DURANTE EL PERIODO DE TRANSICIÓN A LA LACTANCIA SOBRE ACTIVIDAD OVÁRICA, SALUD UTERINA Y DESEMPEÑO REPRODUCTIVO EN VACAS HOLSTEIN.* Universidad Nacional de Colombia.
- Christensen, J. O., Grummer, R. R., Rasmussen, F. E., & Bertics, S. J. (1997). Effect of Method of Delivery of Propylene Glycol on Plasma Metabolites of Feed-Restricted Cattle. *Journal of Dairy Science*, 80(3), 563–568. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)75971-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)75971-X)
- Cucunubo, L. G., Strieder-Barboza, C., Wittwer, F., & Noro, M. (2013). DIAGNÓSTICO DE CETOSIS SUBCLÍNICA Y BALANCE ENERGÉTICO NEGATIVO EN VACAS LECHERAS MEDIANTE EL USO DE MUESTRAS DE SANGRE, ORINA Y LECHE. *Revista Científica FCV, XXIII.*
- Devlin, T. (2004). *Bioquímica.* (S. A. Editorial Reverté, Ed.) (4ta edición). España.
- Duque, M., Olivera, M., & Rosero, R. (2011). Metabolismo energético en vacas durante la lactancia temprana y el efecto de la suplementación con grasa protegida. *Revista Colombiana de Cancerología*, 17(2), 642–647. Recuperado de <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-colombiana-cancerologia-361-articulo-obstruccion-intestinal-maligna-revision-tema-X0123901513239265>
- Durango Morales, S. G., Ruiz Díaz, J. I., & Galvis Góez, R. D. (2010). Efecto Del Propilenglicol Sobre La Uremia, Glicemia Y La Producción De Componentes De

- La Leche Effect of Propyleneglycol on Uraemia, Glycaemia and Milk Components Production. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 63(2), 5621–5628.
- Fernández, G. (2009). *EL PERIODO DE TRANSICIÓN EN LA LECHERA*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Garzón Audor, A. M., & Oliver Espinosa, O. J. (2018). Epidemiología de la cetosis en bovinos : una revisión. *Rev. CES Med. Zootec.*, 13, 42–61.
- Gómez, L. (2015). *Efecto de dos suplementos energéticos sobre el control del balance energético negativo en vacas de producción de leche*. Universidad Nacional de Colombia.
- Gómez Ortiz, L., & Campos Ganoa, R. (2016). Control del balance energético negativo y comportamiento productivo y metabólico en vacas doble propósito bajo suplementación energética. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 7.
- Grigera, J., & Bargo, F. (2005). EVALUACIÓN DEL ESTADO CORPORAL EN VACAS, (Figura I), 1–9.
- Gúzman Ortiz, A. (2017). *CONDICIÓN CORPORAL EN VACAS LECHERAS HOLSTEIN ALIMENTADAS CON TRITICALE (X Triticosecale Wittmack) EN SUBSTITUCIÓN DE AVENA (Avena sativa L .)*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Hazard, S. (s/f). *ALIMENTACIÓN DE VACAS LECHERAS*. Chile: INIA CARRILLANCA.
- Herbón, D., & Fidalgo, L. (1999). Correlación entre condición corporal y cetosis . Parte III. *Cysb*, 17, 62–66. Recuperado de http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/17/cys_17_condicion_corporal_y_cetosis_i.pdf
- Hidalgo, C., Tamargo, C., Gómez, E., Facal, N., & Díez, C. (2007). El propilenglicol mejora los resultados de la transferencia de embriones. *Tecnología Agropecuaria, Boletín informativo del SERIDA*, 4, 33–37.
- Irigoyen, A., & Ripoll, G. (2011). Alimentación postparto de la vaca lechera. *Revista de Producción Animal*, 1–8. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/37-Alimentacion_postparto.pdf

- Kaneko, J., Harvey, J., & Bruss, M. (1993). *Clinical Biochemistry of Domestic Animal* (5ta edición). California.
- Lammoglia-Villagómez, M., Cabrera-Nuñez, A., Alarcón-Zapata, M., Rojas-Ronquillo, R., Chagoya-Fuentes, J., & Daniel-Rentería, I. (2019). Beneficios del Propilenglicol en el Periparto en Cetosis Subclínica y Parámetros Productivos en el Trópico Veracruzano, 9, 1–7. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/av/v9/2448-6132-av-9-01-e97-es.pdf>
- Lara Durango, D. M. (2011). *EFEECTO DE DOS ALTERNATIVAS DE SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA, BALANCEADO VS. RACIÓN PARCIALMENTE MEZCLADA EN EL PRIMER TERCIO DE LACTANCIA EN GANADO HOLSTEIN*. ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO.
- Lomander, H., Frössling, J., Ingvarsen, K. L., Gustafsson, H., & Svensson, C. (2012). Supplemental feeding with glycerol or propylene glycol of dairy cows in early lactation-Effects on metabolic status, body condition, and milk yield. *Journal of Dairy Science*, 95(5), 2397–2408. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4535>
- Marín Martínez, A. L., Hernández Pérez, M., Pérez Alba, L., Gómez Castro, G., & Carrión Pardo, D. (2010). Metabolismo de los lípidos en los rumiantes - Lipid metabolism in ruminants Metabolismo de los lípidos en los rumiantes - Lipid metabolism in ruminants. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 11(July 2014).
- Maza, L., Salgado, R., & Vergara, O. (2001). Comportamiento Reproductivo Y Variación De Peso Corporal Postparto De Vacas Mestizas Lecheras. *Revista MVZ Córdoba*, 6(2), 75–80.
- Miguel, L., & Yagve, C. (2002). Suplem diagnóstico y tratamientos.
- Molina-Coto, R., Arroyo-Oquendo, C., Carballo-Guerrero, D., & Elizondo-Salazar, J. A. (2018). Respuesta a la suplementación con propilenglicol en vacas multiovuladas, 29(3), 519–533. <https://doi.org/10.15517/ma.v29i3.30837>
- Ninabanda, J. J. (2018). Impacto del balance energético negativo en vacas lecheras tratadas con somatotropina recombinante bovina. *Revista Veterinaria*, 29(1), 68–72.
- Noro, M., & Strieder-Barboza, C. (2012). Cetosis en rebaños lecheros : presentación y control. *Revista Spei Domus*, 8(17), 48–58.
- Olguin, A., & Bernal. (s/f). PARTO Y PUERPERIO.

- PANAFTOSA -OPS/OMS. (2017). *Manual Veterinario de Toma y Envío de Muestras 2017* (1era edici). Rio de Janeiro.
- PortaCheck. (s/f). Guia de uso BHBCheck.
- Ramirez, U. (2014). *USO DE SOLUCIONES ELECTROLÍTICAS Y GLICEROL PARA REDUCIR EL ESTRÉS Y LAS MERMAS DEL GANADO DURANTE EL TRANSPORTE*. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN.
- Revelo Salazar, R. A. (2017). *Comparación del efecto de propilenglicol vs grasas by pass en toros normando en etapa e finalización sobre parámetros zooténicos e indicadores de laboratorio en Montúfar-Carchi*. Universidad de las Américas.
- Romero, J. J., & Solís, C. (2017). Revisión de los aspectos para la evaluación de la nutrición y alimentación en programas de salud de hato de ganado lechero I: evaluación del hato. *Revista de Ciencias Veterinarias*. <https://doi.org/DOI:> <http://dx.doi.org/10.15359/rcv.35-1.1>
- Romero Salazar, L. M. (2016). *EVALUACIÓN DEL USO DE PROPILENGLICOL EN VACAS HOLSTEIN EN EL PRIMER TERCIO DE LACTANCIA MEDIDA EN PESO, PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE*. Universidad Central del Ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10240/1/T-UCE-0014-003-2016.pdf>
- Rosales Santamaría, S. S., & Santamaría Rodríguez, J. O. (2016). *Efectos del suministro de propilenglicol y sales aniónicas sobre la condición corporal e incidencia de enfermedades posparto en vacas lecheras de alta producción*.
- Saborío-Montero, A., & Sánchez, J. (2013). Prevalencia y factores DE RIESGO relacionados con la cetosis clínica y subclínica tipo I y II en un hato de vacas Jersey en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 37(2), 17–29.
- Sepúlveda, P., & Wittwer, F. (2017). *Periodo de transicion: Importancia en la salud y bienestar de vacas lecheras*. Valdivia. Recuperado de <https://www.consorciolachero.cl/industria-lactea/wp-content/uploads/2017/11/periodo-de-transicion.pdf>
- Torres Artunduaga, M. A. (s/f). *IMPORTANCIA DEL PERÍODO DE TRANSICIÓN EN LA VACA DE LECHE*. Universidad de la Salle.
- Universidad Politécnica Salesiana. (2003). Que nos dice la condicion corporal de las

vacas lecheras.pdf. Quito.

Vásquez Requena, A. G. (2017). *CURVA DE LACTACIÓN EN GANADO BOVINO LECHERO CON MODELOS NO LINEALES EN UN ESTABLO DEL VALLE DE HUAURA*. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Weather. (2018). Pronóstico para El Chaupi.

ANEXOS

Anexo 1 POE de Selección de Animales

Objetivo	Incluir animales al estudio mediante los criterios de inclusión y exclusión
Procedimiento	Consideraciones generales -Los animales deben ser seleccionados el día 0 (parto). Metodología 1) Seleccionar los animales a partir de los registros reproductivos 2) Elegir bovinos en base a criterios de inclusión y exclusión 3) Formar un grupo experimental de 10 animales y un grupo testigo de 10 animales que estén bajo las mismas condiciones. 4) Identificar a los animales con un cable de identificación color rojo en el cuello. Registros -Registro de cuerpos cetónicos y parámetros zootécnicos
Materiales	-Registros de inseminación y partos -Criterios de inclusión y exclusión -Cable de identificación color rojo -Manga de manejo de animales
Responsables	Camila Mera

Anexo 2 POE de Toma de muestras

Objetivo	Realizar correcta toma de muestras para el diagnóstico de cetosis subclínica.
Procedimiento	Consideraciones generales

-Los materiales deben estar listos para la toma de muestras antes de la selección de los animales.

-Los animales deben estar correctamente sujetos

-Se realiza a los días 1, 7 y 14.

Metodología

Seleccionar los animales identificados con cinta amarilla

Ingresar a los animales a la manga de manejo

Inmovilizar al animal realizando una jáquima y posteriormente amarrándolo con una cuerda de 10m de ½ pulgada

Ponerse guantes de nitrilo

Levantar la cola (90 grados) sujetándola del tercio medio

Retirar los residuos de materia fecal con una gasa húmeda

Localizar por palpación la vena coccígea en la línea media entre el espacio intervertebral 6-7

Limpiar la zona con alcohol antiséptico (70%) en dirección al pelo

Asegurar aguja de 23G x 1- ¼ en la jeringuilla de 3ml e insertarla con el bisel hacia arriba con una profundidad de 8mm a 12mm en ángulo recto

)Tirar el émbolo de la jeringa lentamente y extraer 1ml de sangre

)Retirar aguja y separarla de la jeringuilla

Registros

-Registro de cuerpos cetónicos y parámetros zootécnicos

Materiales

-Manga de manejo de animales

-Cuerda de 5m de 3/8"

-Cuerda de 10m de ½ pulgada

-Gasas

-Agua

-
- Alcohol antiséptico (70%)
 - Aguja de 23G x 1- ¼
 - Jeringuillas de 3ml
 - Guantes de nitrilo
-

Responsables Camila Mera

Tomado de: (PANAFTOSA -OPS/OMS, 2017)

Anexo 3 POE de Análisis de muestra

Objetivo Medir los niveles de β -hidroxibutirato en muestras sanguíneas.

Procedimiento **Consideraciones generales**

- Se realiza a los días 1, 7 y 14.
- El análisis se realiza en el medidor de β -hidroxibutirato BHBcheck.
- Se utiliza una tira reactiva por muestra de sangre

Metodología

Colocarse guantes de nitrilo

Insertar la tira reactiva para encender medidor BHBcheck

Aplicar una gota de sangre en el orificio absorbente de la tira reactiva en ángulo inclinado

La ventana de confirmación debe estar completamente llena

Esperar 5 segundos (cuenta regresiva en el medidor)

Registrar el resultado de β -hidroxibutirato en el registro de cuerpos cetónicos y parámetros zootécnicos

Retirar la tira reactiva y desecharla

Comparar los resultados con los rangos de referencia descritos en la bibliografía

Registros

- Registro de cuerpos cetónicos y parámetros zootécnicos

Materiales

- Guantes de nitrilo
- Medidor BHBcheck
- Tiras reactivas de BHBcheck
- Muestras sanguíneas
- Rangos de referencia

Responsables Camila Mera

Tomado de: (PortaCheck, s/f)

Anexo 4 POE de Administración de propilenglicol

Objetivo Realizar la administración de propilenglicol diariamente desde el día 1 al 15 postparto

Procedimiento

Consideraciones generales

La administración debe realizarse de forma diaria en la dosis indicada por animal.

Metodología

Seleccionar el animal identificado con cinta amarilla (día 1 postparto)

Realizar el procedimiento una vez al día, después de ordeñar al animal

Inmovilizar al animal realizando una jáquima con cuerda de 10m de ½ pulgada

Dosificar 350ml de propilenglicol con jarra medidora de 400ml

Administrar la dosis de propilenglicol vía oral con ayuda de una cánula

La cabeza del animal debe estar sujeta hacia arriba hasta estar seguros de que ingirió todo el producto

Registrar la administración de propilenglicol de cada animal en los registros de administración de propilenglicol animal/día

Registros

-Registros de administración de propilenglicol animal/día

Materiales

- Propilenglicol
- Jarra medidora de 400ml
- Cuerda de 10m de ½ pulgada
- Jeringuilla de 60ml
- Cánula

Responsables

Camila Mera

Tomado de: (Ramirez, 2014)

Anexo 5 POE de Pesaje

Objetivo

Evaluar la ganancia de peso como efecto del suplemento de una dieta energética

Procedimiento

Consideraciones generales

Se debe tomar el peso de los animales los días 1, 7 y 14.

Metodología

- Realizar procedimiento por la mañana
 - Instalar báscula electrónica para bovinos en la manga
 - Seleccionar animales identificados con cinta amarilla
 - Ingresar los animales a la manga
 - Dirigir animales uno por uno a la báscula
 - Esperar aproximadamente 3 minutos por animal hasta que se registre el peso en la báscula
 - Ingresar el peso de cada animal en los registros
-

	Registros Registros de Pesaje
Materiales	-Báscula electrónica para bovinos
Responsables	Camila Mera






Tomado de: (Grigera & Bargo, 2005)

Anexo 6 POE de Condición corporal

Objetivo	Evaluar el efecto del propilenglicol sobre la reserva energética almacenada en los tejidos
Procedimiento	<p>Consideraciones generales</p> <p>Se debe tomar la condición de los animales los días 1, 7 y 14.</p> <p>Metodología</p> <p>Realizar procedimiento por la mañana</p> <p>Seleccionar animales identificados con cinta amarilla</p> <p>Ingresar los animales a la manga</p> <p>Evaluar condición corporal palpando a los animales y por medio de visualización tomando en cuenta escala del 1-5</p> <p>Ingresar el peso de cada animal en los registros</p> <p>Registros</p> <p>Registros de Condición corporal</p>
Materiales	-Escala de evaluación de condición corporal del 1-5
Responsables	Camila Mera

Tomado de: (Universidad Politécnica Salesiana, 2003)

Anexo 7 Escala de condición corporal vacas lecheras

1	Muy Flaca	<ul style="list-style-type: none"> -Profunda cavidad en la base de la cola -Huesos de cadera y costillas prominentes (fácilmente palpables) -Huesos de pelvis son agudos (escaso tejido muscular) -Piel de la zona elástica (se separa con facilidad) -Lomo presenta una profunda depresión 	
2	Regular	<ul style="list-style-type: none"> -Base de la cola tiene cavidad pero es menos profunda -Huesos de la pelvis prominentes -Últimas costillas algo redondeadas, se las puede palpar en su parte superior con una muy leve depresión -Lomo presenta depresión 	
3	Condición Promedio	<ul style="list-style-type: none"> -No hay cavidad en la base de la cola -Las caderas pueden detectarse ejerciendo una leve presión y son redondeadas al tacto -Moderada capa de tejido graso cubre la parte superior de las últimas costillas (un poco de presión para palparlas) -No se ve con facilidad depresión del lomo 	
4	Gordas	<ul style="list-style-type: none"> -Se observan y palpan con facilidad las cubiertas de grasa la rededor de la cola -Los huesos de las caderas se detectan con presión firme y su aspecto es netamente redondeado -La piel está tensa y es imposible separarla -Gruesa capa de tejido cubre la parte superior de las últimas costillas (mayor presión para palparlas). -No hay depresión en el área del lomo 	
5	Obesas	<ul style="list-style-type: none"> -Base e la cola sumergida en una gruesa capa de grasa -Difícil la palpación de huesos de la cadera aún con una fuertes depresión -Huesos de la pelvis con aspecto totalmente redondeado -Piel tensa y es imposible separarla -Los huesos del área del lomo están cubiertos por una densa capa de grasa, no se pueden palpar aún con fuertes presiones 	

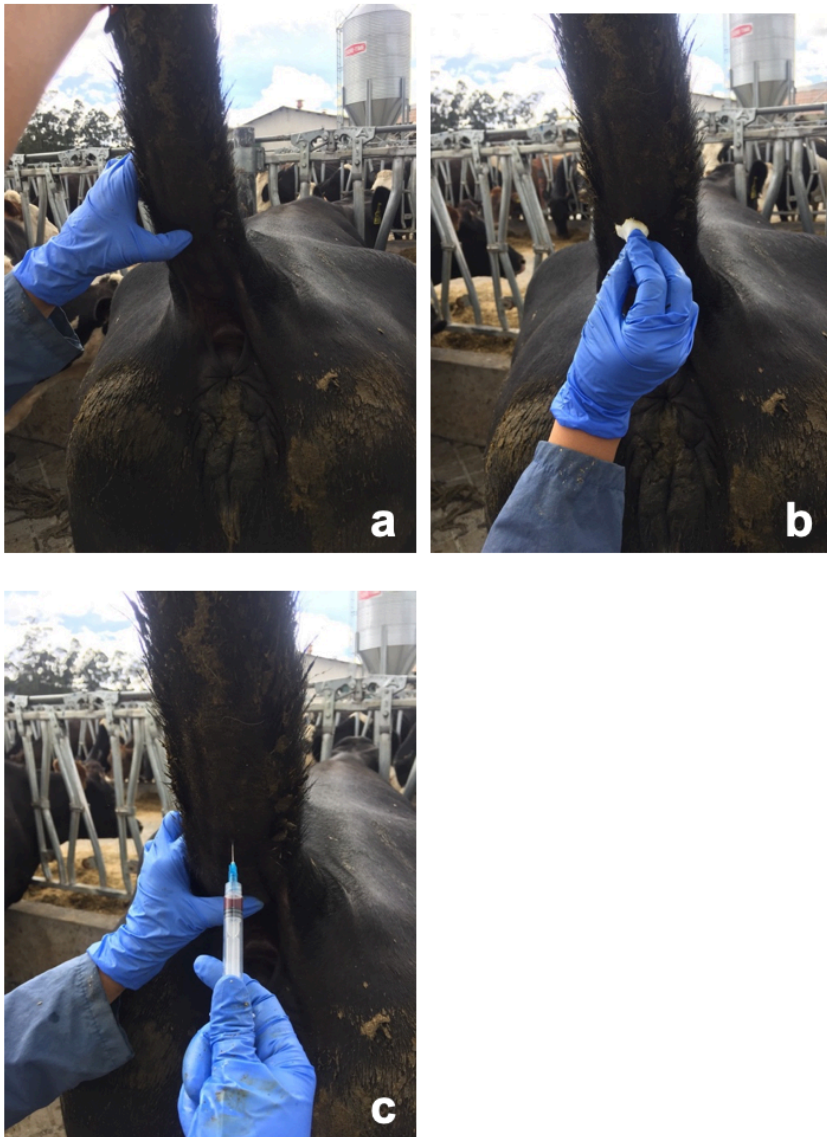
Tomado de: (Universidad Politécnica Salesiana, 2003)

Anexo 8 Manejo de animales previo al ordeño



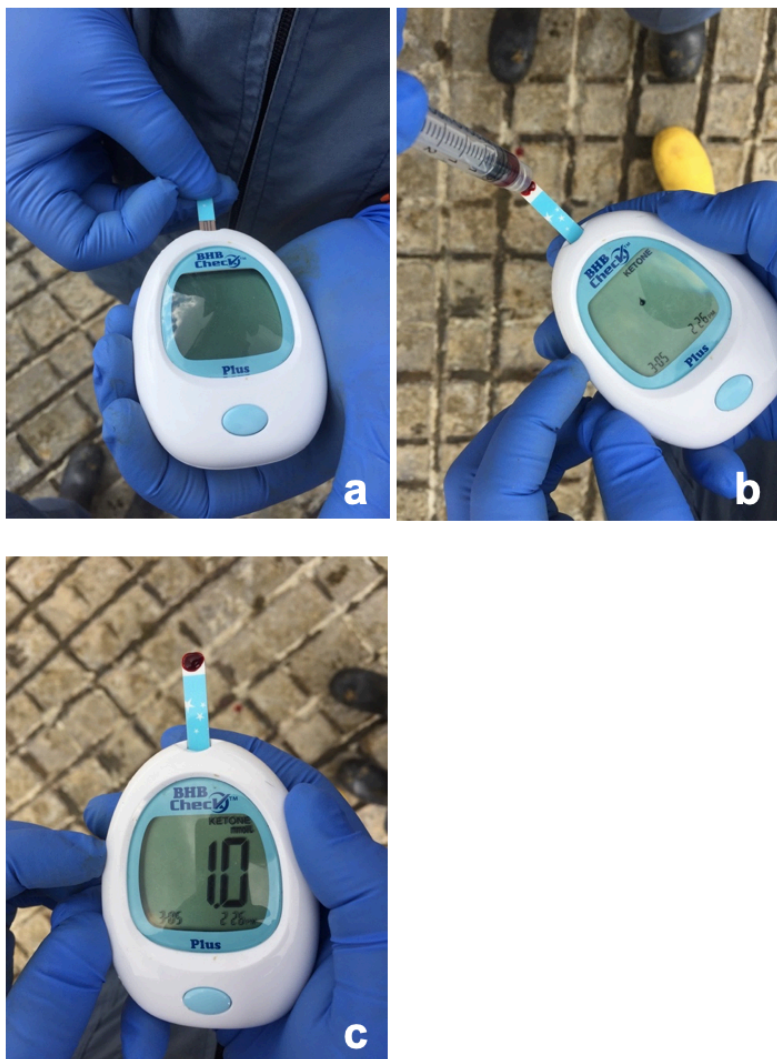
Nota. a) Identificación de animales con cable rojo, b) Nudo de chanco, c) Sujeción de mandíbula, d) Sujeción con la cuerda en el collarín, e) Administración de propilenglicol

Anexo 9 Toma de muestras



Nota. a) Cola a 90° y palpación de vena coccígea, b) Desinfección de la zona con alcohol, c) Punción y toma de muestra (3ml)

Anexo 10 Análisis de muestra en BHBcheck®



Nota. a) Tira reactiva en BHBcheck®, b) Gota de sangre en tira reactiva, c) Conteo regresivo de 5seg y resultado en mmol/L

Anexo 11 Pesaje y condición corporal



Nota. a) Báscula en la manga, b) Báscula con base, c) Ingreso de animales en la manga, d) Entra animal por animal a la báscula

