



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y**  
**ZOOTECNIA**



**PERFIL METABÓLICO ENERGÉTICO DE VACAS BROWN  
SWISS EN RELACIÓN AL NÚMERO DE PARTOS, CONDICIÓN  
CORPORAL Y NIVEL DE PRODUCCIÓN**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. ROGER WILLIAM CHAMBI VEGA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**PUNO – PERÚ**

**2021**



## DEDICATORIA

A William Gabriel y Américo, mis hijos quienes me dan fortaleza para continuar con mis objetivos, a Liz, por su comprensión y apoyo en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto de mi vida.

*William*



## AGRADECIMIENTOS

- Mi sincero agradecimiento a los docentes de la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por la gran labor desempeñada en la educación universitaria y por ende en mi formación profesional.
- Al Dr. Pedro Ubaldo Coila Añasco quien con su experiencia, conocimiento y motivación me oriento en la investigación.
- Al M.V.Z. Freddy Guerra Aguilar por su amistad y su gran aporte científico en el desarrollo del trabajo de investigación
- Al Laboratorio de Bioquímica y al personal que laboran en dicha instalación Srs. Martin Chayña y Vicente Flores, más conocidos como los “huantinos”.
- A todos mis amigos, compañeros, aquellas personas que directa o indirectamente apoyaron en la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.



# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE GRÁFICOS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN .....	9
ABSTRACT.....	10

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCION

1.1. Objetivo general .....	12
1.2. Objetivos específicos .....	12

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El perfil metabólico en la producción, importancia e interpretación .....	13
2.2 Metabolitos del perfil metabólico .....	14
2.3 Metabolismo energético del rumiante .....	15
2.4 Metabolismo de las vacas lecheras .....	16
2.5 Biomoléculas del perfil energético.....	19
2.5.1. Glucosa (GLU).....	19
2.5.3. Triglicéridos (TG) .....	23
2.5.4. Bilirrubina total (BT) .....	23

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización y tiempo .....	24
3.2. Material experimental .....	24
3.3. Métodos .....	26
a) Selección de animales .....	26
b) Obtención de sangre, suero y conservación.....	27
c) Determinación del perfil energético.....	27
d) Determinación de la condición corporal .....	31
e) Determinación de la producción de leche .....	32



3.4.	Análisis de datos y diseño estadístico .....	32
<b>CAPÍTULO IV</b>		
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>		
4.1	Perfil del metabolismo energético.....	34
4.2	Correlación entre la condición corporal y el nivel de producción y los parámetros bioquímicos .....	43
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>45</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>46</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>52</b>

**Área: Producción animal**

**Tema: Parámetros bioquímicos en vacas Brown Swiss.**

**FECHA DE SUSTENTACIÓN: 19 de marzo de 2021**



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Distribución de vacas Brown Swiss según número de partos. ....	24
<b>Tabla 2.</b> Caracterización del índice de condición corporal de la vaca lechera .....	31
<b>Tabla 3.</b> Niveles séricos de GLU, TG, CT en mg/dL. y BT en mg/L. según número de lactaciones. ....	34
<b>Tabla 4.</b> Correlaciones de Spermán para condición corporal y GLU, TG, CT y BT ....	43
<b>Tabla 5.</b> Correlaciones de Pearson entre producción de leche y GLU, TG, CT, BT.....	44



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Glucosa sérica según número de partos .....	35
<b>Gráfico 2.</b> Triglicéridos séricos según número de partos .....	38
<b>Gráfico 3.</b> Colesterol sérico según número de partos .....	40
<b>Gráfico 4.</b> Bilirrubina sérica según número de partos .....	42



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

GLU = Glucosa

TG = Triglicéridos

CT = Colesterol total

BT = Bilirrubina total

mg/Dl = Miligramos por decilitro

mg/L. = Miligramos por litro

mmol/L = Milimol por litro





## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el metabolismo energético de vacas Brown Swiss en producción según el número de partos a través de la medición de los niveles séricos de glucosa (GLU), triglicéridos (TG), colesterol (CT) y bilirrubina total (BT); así como la determinación de la correlación de éstos con la condición corporal y el nivel de producción. Para ello, se tomaron muestras sanguíneas de 30 vacas en producción al inicio de la época lluviosa en el distrito de Vilque, Puno: 10 de primer, 10 de segundo y 10 de tercer parto a más. Para la medición de los parámetros bioquímicos séricos se utilizaron kits de reactivos de Wiener Lab® mediante técnicas colorimétricas-espectrofotométricas en el Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano. Los datos fueron analizados en un diseño completo al azar, para la correlación entre GLU, TG, CT Y BT y nivel de producción el Coeficiente de Pearson y para la condición corporal el Coeficiente de Spearman. Los resultados muestran una media general de  $40.24 \pm 06.06$ ,  $15.12 \pm 2.35$ ,  $152.67 \pm 23.24$  mg/dL. y  $0.48 \pm 0.06$  mg/L para GLU, TG, CT y BT, respectivamente ( $p > 0.05$ ). Las correlaciones entre los cuatro indicadores metabólicos son muy bajas y no significativas ( $P > 0.05$ ). Asimismo, las correlaciones entre el nivel diario de producción de leche y los niveles de GLU, BT y TG son muy bajos ( $p > 0.05$ ), pero con CT es mediana y negativa ( $-0.411$ ) ( $p \leq 0.05$ ). Por otro lado, la correlación entre condición corporal y los niveles de GLU, TG, CT son también bajos y positivos ( $p > 0.05$ ) y con BT bajo y negativo ( $-0.14$ ) ( $p > 0.05$ ). Se concluye, que los niveles séricos de GLU, TG, CT y BT no son influenciados por el número de partos; y, en la mayoría de los casos la correlación entre el nivel de producción diaria de leche y la condición corporal del animal con los parámetros bioquímicos estudiados son bajos y no significativos.

**Palabras clave:** Vacas, lactación, glucosa, triglicéridos, colesterol, bilirrubina, producción, condición corporal



## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the energy metabolism of Brown Swiss cows in production according to the number of births through the measurement of serum levels of glucose (GLU), triglycerides (TG), cholesterol (TC) and total bilirubin (BT); as well as the determination of the correlation of these with the body condition and the level of production. For this, blood samples were taken from 30 cows in production at the beginning of the rainy season in the district of Vilque, Puno: 10 from the first, 10 from the second, and 10 from the third births or more. For the measurement of serum biochemical parameters, Wiener Lab® reagent kits were used using colorimetric-spectrophotometric techniques in the Biochemistry Laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics of the National University of the Altiplano. The data were analyzed in a complete random design, for the correlation between GLU, TG, CT and BT and production level the Pearson Coefficient and for the body condition the Spearman Coefficient. The results show a general mean of  $40.24 \pm 06.06$ ,  $15.12 \pm 2.35$ ,  $152.67 \pm 23.24$  mg/L. and  $0.48 \pm 0.06$  mg/L for GLU, TG, CT and BT, respectively ( $p > 0.05$ ). The correlations between the four metabolic indicators are very low and not significant ( $P > 0.05$ ). Likewise, the correlations between the daily level of milk production and the levels of GLU, BT and TG are very low ( $p > 0.05$ ), but with TC it is medium and negative ( $-0.411$ ) ( $p \leq 0.05$ ). On the other hand, the correlation between body condition and the levels of GLU, TG, TC are also low and positive ( $p > 0.05$ ) and with low and negative BT ( $-0.14$ ) ( $p > 0.05$ ). It is concluded that the serum levels of GLU, TG, CT and BT are not influenced by the number of deliveries; and, in most cases the correlation between the level of daily milk production and the body condition of the animal with the biochemical parameters studied are low and not significant.

**Keywords:** Cows, lactation, glucose, triglycerides, cholesterol, bilirubin production, body condition



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCION

En el departamento de Puno, la producción de leche mantiene una tendencia creciente como producto de la selección, del mejoramiento genético y de la alimentación. Por ejemplo, la producción de leche de vaca se incrementó de 74,263.90 TM (2018) a 78,153.90 (2019), con un incremento de 5.24% (DEAI-DRA-Puno, 2019). Este aumento en la producción ha traído como consecuencia, un alza en la incidencia de enfermedades metabólicas, conocidos como enfermedades metabólicas de la producción (Álvarez, 2008), las cuales suponen un freno a la industria láctea por las pérdidas económicas. Al respecto, Correa (2002) indica que en la medida en que se incrementa la producción de leche, las condiciones fisiológicas y nutricionales se alteran en el periodo denominado transición; es en este periodo en el que se define en buena medida el futuro productivo, reproductivo, metabólico y sanitario del animal.

En las vacas lecheras en el periparto ocurren cambios importantes en los niveles nutricionales y metabólicos, la demanda de energía para mantener las condiciones corporales, productivas y reproductivas excede la disponibilidad de los nutrientes que se obtienen de la dieta y esto trae como consecuencia un balance energético negativo (Ortuño et al, 2017).

La glucosa, por ejemplo, es esencial en el metabolismo de la vaca y puede ser un factor limitante para la secreción máxima de leche, este nutriente es requerido en grandes cantidades por la glándula mamaria para la síntesis de lactosa, proteínas, grasa para la leche y reserva de energía, colesterol como precursor de muchas hormonas y bilirrubina. La determinación de estos metabolitos es muy importante en hatos de alta producción lechera.



Entonces, es muy importante cuidar de la salud, nutrición y manejo de las vacas lecheras; siendo una de las formas de conocer su estado de salud. Afortunadamente, los avances científicos y tecnológicos en el campo de la sanidad animal y, específicamente, en el diagnóstico de laboratorio, permiten realizar una serie de análisis bioquímicos con el fin de determinar el estado de salud del animal. En ese sentido, el propósito de la presente investigación, fue contribuir con el conocimiento del perfil metabólico energético del ganado lechero predominante en la Región Puno, el Brown Swiss tomando en cuenta las variables número de partos, condición corporal y nivel de producción del animal.

En vacunos, no existen estudios en la región con referencia a estos metabolitos; tampoco está bien establecido un perfil metabólico en función al número de lactaciones y a sus requerimientos productivos. Por estas razones el presente trabajo de investigación tuvo los siguientes objetivos.

### **1.1. Objetivo general**

- Evaluar el metabolismo energético de la vaca lechera de raza Brown Swiss según el número de partos y la correlación existente con la condición corporal y la producción diaria de leche del animal.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Determinar los niveles de glucosa, colesterol, triglicéridos y bilirrubina en suero sanguíneo de vacas lecheras Brown Swiss de primer, segundo y tercer parto a más.
- Determinar la correlación entre los niveles séricos de glucosa, triglicéridos, colesterol y bilirrubina con la condición corporal y la producción diaria de leche de la vaca.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 El perfil metabólico en la producción, importancia e interpretación

El perfil metabólico es un conjunto de determinaciones de laboratorio que permiten la caracterización de un individuo o grupo de ellos y tiene por objeto aportar una ayuda clínica para estudiar la naturaleza de los trastornos metabólicos (Vargas, 2009; Cevallos 2002). El perfil metabólico ayuda a valorar el estatus nutricional y refleja la dinámica metabólica del animal (Campos et al, 2007). Es un examen paraclínico empleado en el diagnóstico de las enfermedades de la producción, mediante el cual se determina, en grupos representativos de animales, la concentración de varios constituyentes orgánicos, indicadores del balance de algunas vías metabólicas y se comparan sus resultados con los valores de referencia de la población (Alvarez, 2008).

Los perfiles metabólicos se empezaron a desarrollar desde hace aproximadamente 40 años en Inglaterra. Donde un análisis de sangre (mediciones hematoquímicas), le permite al Médico Veterinario obtener la información relacionada con la nutrición y salud y determinar la presencia de uno o más factores de riesgo que puedan incidir en el desempeño productivo del rebaño (Cevallos et al, 2002).

En ganado de leche se puede hacer los perfiles metabólicos los diferentes estadios reproductivos o productivos del animal (gestación, lactancia, antes del parto, después del parto, etc.) o cuando una combinación de factores nutricionales y metabólicos contribuye a menudo al desarrollo de trastornos (Bradford, 2010).

Las enfermedades de la producción son provocadas por un desequilibrio entre el ingreso de elementos al organismo (ingestión), su biotransformación (metabolismo), y los egresos (orina, leche). Los perfiles metabólicos tienen como objetivo proporcionar



tempranamente la interpretación en un estudio de un grupo de vacas sobre sus dietas, en términos de energía, proteína, minerales y elementos de traza (Oblitas, 2008).

La interpretación de los perfiles metabólicos es uno de los aspectos más difíciles e importantes. Es el médico veterinario quien debe juzgar la trascendencia que puede tener las alteraciones detectadas, en relación a los problemas específicos y de manejo del predio. Sin embargo, se debe tener presente que los resultados de estos perfiles no tienen valor en forma aislada; es decir, para el correcto diagnóstico del estado nutricional de un rebaño, deben confrontarse, con los datos provenientes del análisis de los animales, su comportamiento productivo y el manejo al cual han sido sometidos (Viamonte y Fajardo, 2010).

Las variaciones en los analitos de los bovinos se han atribuido a distintos estados fisiológicos, sexo, edad, época del año, lactación, gestación, raza, el nivel de producción y la alimentación. (Vargas, 2009).

El número de animales que se acepta para los perfiles metabólicos dentro de cada grupo es pequeño. En general, se recomienda un mínimo de siete animales ya que una con una cantidad menor los promedios y desvíos tiende a caer fuera de los límites estándares, y a influenciar sensiblemente la significación estadística (Hincapie, 2012).

## **2.2 Metabolitos del perfil metabólico**

En la realización de un perfil metabólico se determinan los diferentes metabolitos sanguíneos relacionados con el estado funcional de las vías metabólicas (biotransformación) las que están determinadas por el consumo de nutrientes al seguir diferentes vías después de su ingestión en el organismo, el estado de estas vías puede verse afectados por los desbalances en el ingreso, transformación o egreso de los ingredientes de la ración consumida por los animales (Hincapie, 2012).



Se conoce dos grandes grupos de indicadores metabólicos: los convencionales y los no convencionales (Alvarez, 2008):

- Metabolitos convencionales: Son las constantes hematoquímicas comúnmente establecidas, tales como: volumen globular aglomerado, hemoglobina, glucosa, urea, proteínas totales, albuminas, globulinas, calcio, fosforo inorgánico, magnesio, potasio y sodio. Estas variables son las principales representantes de las vías metabólicas más importantes involucradas con la producción. Sus concentraciones sanguíneas en la mayoría de los casos, están regulados por el balance entre aporte de la dieta y sus productos o vías de eliminación
- Metabolitos no convencionales: Son los indicadores hematoquímicos incluidos por el médico veterinario de acuerdo con la problemática que se sospecha. Así entre otras variables, están los oligoelementos como cobre y zinc, PBI (proteína ligada al yodo) y tiroxina; algunos indicadores del fundamento hepático, como las transaminasas y la bilirrubina, el colesterol, la glutatión peroxidasa y los cuerpos cetónicos.

Los niveles sanguíneos de glucosa,  $\beta$ -hidroxibutirato y colesterol, así como una adecuada evaluación del puntaje de la condición corporal son considerados buenos indicadores del status energético en bovinos (Campos et al, 2004).

### **2.3 Metabolismo energético del rumiante**

Los rumiantes son herbívoros caracterizados por tener un proceso de digestión fermentativo microbiano. Los microorganismos hacen uso de los carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa) y de los carbohidratos no estructurales como son los almidones y azúcares. Estos carbohidratos, junto con el nitrógeno no proteico y proteína verdadera del forraje, les permite a los microorganismos proliferar y producir



ácidos grasos volátiles (AGV) como el acetato y butirato que son precursores lipogénicos, y propionato como precursor glucogénico (Campos et al, 2004).

Algo del almidón de la dieta, es capaz de sobrepasar la digestión microbiana, siendo absorbidos en el duodeno. De esta forma, constituyen otra fuente de glucosa para el rumiante; sin embargo, no es suficiente para suplir las necesidades energéticas. Por esto el hígado hace gluconeogénesis a partir de propionato y de glicerol. Éste último, proveniente del tejido adiposo durante la lipólisis (Laguna y Piña, 2007).

El suministro de propionato al hígado es el principal determinante de la síntesis de glucosa y a medida que éste disminuye, la importancia de otros sustratos glucogénicos como el lactato, aminoácidos y glicerol aumenta. El glicerol, puede provenir de la hidrólisis que hacen los microorganismos ruminales a los triglicéridos consumidos en la dieta, el cual es transformado en propionato o de la movilización de reservas corporales desde el tejido adiposo (Ayala et al, 2001; Laguna y Piña, 2007).

## **2.4 Metabolismo de las vacas lecheras**

Los perfiles metabólicos energéticos incluyen las determinaciones de glucosa, triglicéridos, colesterol total, ácidos grasos no esterificados (AGNE),  $\beta$ -hidroxibutirato y bilirrubina (Vargas, 2009).

El perfil metabólico energético tiene una alta correlación con el nivel de producción de leche, estado productivo, época del año, tipo de dieta y tipo de manejo, por lo que, es una herramienta útil para el diagnóstico del estado metabólico y nutricional de las vacas (Ayala et al, 2001).

Después del parto la vaca enfrenta un desequilibrio energético que la obliga a realizar un ajuste metabólico, la misma que se caracteriza por la movilización de sus reservas, y por los cambios en las concentraciones plasmáticas de algunos metabolitos





lípidos involucrados en el proceso del restablecimiento de la actividad reproductiva de la vaca (Vargas, 2009).

Generalmente, los animales en producción tienden a un déficit de energía, que puede alcanzar cierta severidad dependiendo de la producción de leche, la adaptación al medio ambiente y la cantidad y calidad del alimento. El costo energético para lograr la adaptación a temperaturas y humedades críticas se refleja en problemas nutricionales y enfermedades metabólicas, elevando los costos de producción y generan menor volumen de leche por lactación (Campos et al, 2004).

En caso de balance energético negativo se presenta un rápido incremento en la utilización de glucosa para generar lactosa ocasionando hipoglicemia y, por ende, hipoinsulinemia que como se sabe, conduce rápidamente a una lipólisis (movilización de las reservas corporales) y estimula intensamente el apetito, a través de una mayor disponibilidad de AGV para la oxidación hipotalámica (Rugeles, 2001).

En animales de alta producción láctea se desencadenan importantes cambios homeostáticos en el postparto temprano afectando la relación proteico-energético, con la consecuente disminución de la producción de leche en la siguiente lactancia y retardo de la recuperación ovárica postparto, marcada por una relación inversa entre glicemia y algunos índices de los parámetros reproductivos (número de servicios por concepción, intervalo entre parto, periodo abierto y el seco). Durante la gestación, las necesidades de todos los nutrientes esenciales, se incrementan en el último tercio, en especial la demanda energética, donde la glucosa constituye el 50% del sustrato energético para el feto, el 25% lactato y el 25% restante proviene de los aminoácidos con unos requerimientos de 500 g de glucosa al final de la gestación (Rugeles, 2001).



Durante la lactancia la prioridad metabólica que alcanza la glándula mamaria en la época que rodea al parto se acrecienta con el aumento en el nivel de leche producida en el primer mes, así pues; si los nutrientes disponibles no cubren la demanda para este estado fisiológico se retardará en el reinicio de la ciclicidad ovárica (Galvis et al, 2005).

La demanda de nutrientes durante la lactancia, parto e inicio de la lactancia, cambian los requerimientos (mantenimiento y producción) que no son suplidos con el consumo de materia seca. El aumento de la producción causa alteraciones en la homeostasis, por lo que se considera un factor determinante para la aparición de enfermedades metabólicas, agravado por la reducción del consumo de materia seca al inicio de la lactancia. Por ejemplo, una vaca lechera de 500 kg de peso vivo requiere 500 g de glucosa por día sólo para mantenerse viva y sin perder peso, mientras que cuando produce 30 kg de leche por día los requerimientos se elevan a 2500 g diarios de glucosa (Cevallos et al, 2002).

El principal sustrato que requiere la glándula mamaria para la producción de leche es la glucosa, la cual puede requerir hasta un 80% del total de glucosa producida. Por consiguiente, la importancia de la gluconeogénesis hepática se destaca, incrementándose su tasa por el hecho de que los requerimientos se incrementan cuatro veces en animales con una genética alta en la lactancia. Algunos autores indican que el hígado de la vaca debe más que duplicar su producción de glucosa en el parto con el fin de satisfacer esta demanda (Valdes et al, 2010).

La glucosa puede ser utilizada como fuente de energía para las células, como unidades de edificación de la galactosa y subsecuentemente lactosa o como fuente de glicerol necesario para la síntesis de la grasa (Quinteros et al, 2017). Por otra parte, para la producción de grasa en la leche se utiliza sustratos como ácido acético y butírico provenientes de la fermentación ruminal, si los requerimientos de glucosa y grasa para la



producción de leche, no son suministrados en la dieta, se induce a la lipólisis; es decir, la movilización de reservas corporales con el fin de obtener energía a través de la  $\beta$ -oxidación mitocondrial de las células hepáticas; y, por otra parte, para exportar TG desde el hígado para la formación de grasa en la glándula mamaria (Viamonte et al, 2010).

## **2.5 Biomoléculas del perfil energético**

### **2.5.1. Glucosa (GLU)**

La GLU es el primer representante del metabolismo energético. En el organismo animal todos los tejidos requieren de un mínimo de GLU, pero para otros ésta es imprescindible como el cerebro, eritrocitos y glándula mamaria. Los primeros antecedentes con relación a la evaluación del metabolismo energético en bovinos hacen referencia a la determinación de la concentración de GLU en muestras de sangre. La glicemia es regulada por un complejo y eficiente control endocrino que el organismo mantiene sobre su concentración, lo que permite que se mantenga siempre muy constante, independiente de factores asociados a la dieta. Sin embargo, se pueden encontrar animales hipoglucémicos, principalmente en el inicio de la lactancia, porque los animales pueden no estar aptos para enfrentar el déficit energético que ocurre en este periodo (Oblitas, 2008).

La GLU representa la primera línea del nivel de energía basal en ganado bovino. Normalmente, la concentración de GLU en la sangre es regulada por las hormonas insulina y glucagón. En el ganado lechero el promedio de GLU en suero sanguíneo oscilan alrededor de 51 mg/dL (Campos et al, 2004).

En vacas los niveles de GLU sanguínea antes del parto están entre 55-70 mg/dL, en el postparto hasta la quinta semana es de 40 mg/dL y a partir de la sexta semana postparto > 50 mg/dL (Hincapie, 2012).



La hipoglucemia es un signo razonablemente compatible con la cetosis primaria y el síndrome de la vaca gorda. Valores inferiores a 50 mg/dL a partir de la sexta semana indican acetonemia subclínica y déficit energético en la dieta. Valores >70 mg/dL en periodo no lactante indican exceso energético y predisposición a la acumulación de cuerpos cetónicos (Bradford, 2010).

Estudios cubanos indican que valores inferiores a 43 mg/dL en vacas lecheras; está dado, por bajo pastoreo y baja suplementación de concentrado. Los valores más bajos de GLU fueron hallados en vacas secas acompañadas con mayor puntuación de condición corporal, pueden estar relacionados con sus menores requerimientos energéticos, aunque hay autores que indican que el ganado en pastoreo no sufre mayores cambios en la glucemia durante la lactación (Campos et al, 2004).

Los bajos niveles de GLU afecta la actividad hipotálamo, inhibiendo o retardando la liberación de la GnRH, por lo tanto, afectando la producción de FSH y LH (Campos et al, 2004). Valores inferiores a 40 mg/dL se relacionan con anovulación, degeneración de óvulos, celos prolongados y ovulación retardada (Hincapie, 2012).

### **2.5.2. Colesterol total (CT)**

El colesterol es el principal representante de los esteroides en el organismo, y es considerado esencial, por las funciones que realiza, precursor de las hormonas esteroideas y de los ácidos biliares. Además, es un elemento estructural de las lipoproteínas, también está en íntima relación con la glándula tiroides y esta a su vez con el metabolismo del calcio y los carotenos (Vargas, 2009; Campos et al, 2004; Galvis et al, 2005).

El colesterol es un indicador del perfil metabólico, básicamente sintetizado por el hígado, cuando se encuentra un incremento del colesterol en el plasma puede deberse a razones fisiológicas como la hiperlipidemia, o podría deberse a causas patológicas como



en el caso de colestasis. En cuanto a la hipocolesterolemia se presenta cuando los rumiantes son alimentados con dietas deficientes en fibra y energía (Maldonado, 2015).

En la sangre, el colesterol total existe en forma libre o esterificada con ácidos grasos, siendo esta última la predominante. Para ser transportado en el plasma o linfa, el colesterol se une a las lipoproteínas que lo solubilizan en el agua intravascular (Vargas, 2009).

Los procesos de la lactación y gestación, donde intervienen hormonas del metabolismo, como somatotropina, insulina y cortisol, son responsables por la movilización de reservas energéticas y de la disponibilidad de colesterol para la síntesis de hormonas esteroidales (Campos et al, 2004).

Los lípidos tienen importancia tanto en el aspecto nutricional como en el estado reproductivo en que se encuentra el bovino. Ya que el colesterol es el precursor para la esteroidogénesis en todos los tejidos secretores de esteroides. La cantidad de lípidos consumidos en la dieta están relacionados con los cambios en las concentraciones sanguíneas de colesterol y pueden mejorar la biosíntesis lútea de progesterona, modular la dinámica folicular y acelerar la actividad lútea en el posparto (Vargas, 2009)

La puntuación de la condición corporal es una herramienta útil para evaluar las reservas de grasa en el ganado. El rango de referencia de las concentraciones plasmáticas de colesterol en vacunos es de  $167 \pm 55$  mg/dL (Campos et al, 2007).

En vacas hasta la cuarta semana antes del parto los niveles de colesterol sanguíneo son de  $130 \pm 30$  mg/dL; tres semanas antes del parto hasta las dos semanas postparto de  $85 \pm 15$  mg/dL, y a partir de la tercera semana postparto de  $160 \pm 15$  mg/dL (Hincapie, 2012).



La vaca presenta una serie de adaptaciones metabólicas previo al inicio a la lactancia; encontrando dentro de estas una intensa movilización de grasa como consecuencia de un déficit energético, producido por una disminución en el consumo voluntario de la materia seca, el crecimiento fetal, el crecimiento de la glándula mamaria y el inicio en la preparación para la lactancia. Lo que con lleva a la hipocolesterolemia, entre otros (Cevallos et al, 2002).

Mediante la determinación del colesterol antes del parto se pueden reconocer oportunamente a las vacas que se encuentra en condiciones de sufrir fiebre de leche y así tomar los correctivos necesarios. Las vacas caídas por hipocalcemia cursan con hipocolesterolemia y estos valores se pueden detectar desde antes del parto (Hincapie, 2012; Bradford, 2010).

Los valores más altos de colesterol en vacas lecheras al final de la lactación son un hallazgo común en vacas lecheras (Campos et al, 2004).

Fisiológicamente, el colesterol es necesario para la síntesis de sales biliares, vitamina D y hormonas gonadales y cortico adrenales, además participa en la composición de tejido y secreciones. Patológicamente, se eleva en el hipotiroidismo, diabetes mellitus, obesidad, síndrome, nefrótico, pancreatitis aguda entérica, trastornos que disminuye en la insuficiencia hepática mala absorción en hipertiroidismo (Vargas, 2009).

Tanto la hipocolesterolemia como el hipercolesterolemia producen alteraciones quísticas en los ovarios. Los bajos valores de colesterol se asocian con menor síntesis de hormonas esteroidales, entre ellas, estrógenos y progesterona, lo cual estaría influyendo en el comportamiento reproductivo de las vacas de alta producción normalmente por deficientes índices productivos (Campos et al, 2007).



### **2.5.3. Triglicéridos (TG)**

Los TG son ésteres de los ácidos grasos con el glicerol. Son los principales componentes de los depósitos en el tejido adiposo y predominan en la grasa de la leche. Los TG plasmáticos son los principales precursores de los ácidos grasos de cadena larga de la grasa de la leche. La concentración de TG en sangre disminuye en la medida que se produce un déficit energético, al producirse la movilización de grasas y alcanzar el hígado, los ácidos grasos libres son reesterificados a TG y enviados de nuevo a los tejidos extrahepáticos dentro de las VLDL. Sin embargo, en los casos de un déficit energético éstos compuestos se almacenan en el hígado produciendo su engrasamiento, que será proporcional a la cantidad de lípidos movilizada (Grummer, 1993).

La concentración de TG varía con la etapa de la lactancia debido a su utilización por la glándula mamaria (Laguna y Piña, 2007; Viamonte et al, 2010).

### **2.5.4. Bilirrubina total (BT)**

La bilirrubina está estrechamente relacionada con el metabolismo energético. Sus niveles denotan fallas en la alimentación y estados estresantes agudos. Su determinación es muy importante en hatos de alta producción lechera, durante las tres primeras semanas del puerperio se diagnosticaría de cetosis subclínica (falta de energía) (Hincapie, 2012).

Los niveles de bilirrubina en suero sanguíneo de vacas son: antes del parto <0,30 mg/dL; entre la primera y segunda semana postparto <0,45 mg/dL y a partir de la tercera semana postparto <0,30 mg/dL (Alvarez, 2008).

Bilirrubina alta con GLU baja conducen a una acetonemia clínica o subclínica. Bilirrubina alta con GLU normal indicio de acidosis ruminal y calcio disminuido (Hincapie, 2012).



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización y tiempo

El trabajo se realizó en el Fundo Sutuca, ubicado en la jurisdicción del distrito de Vilque, provincia de Puno, departamento de Puno, localizado entre las coordenadas 15° 45' 50'' de Latitud Sur, 70° 15' 30'' de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich, una temperatura promedio de 8.4°C y una precipitación pluvial anual de 636.1 mm, a una altitud de 3950 m (SENAMHI, 2019). El estudio fue realizado entre los meses de noviembre y diciembre del año 2019.

Los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, Perú.

#### 3.2. Material experimental

##### a) Animales

Para el estudio se utilizaron vacas Brown Swiss en producción, de los cuales se eligieron 30 animales con diferente número de partos (Tabla 2).

**Tabla 1.** Distribución de vacas Brown Swiss según número de partos.

Número de partos	Tamaño (n)
Primer parto	10
Segundo parto	10
Tercer parto	10
<b>Total</b>	<b>30</b>





Se incluyeron animales que se encontraban en el rango del segundo y quinto mes de producción (pico de producción de leche). Por tratarse de estudios en sistemas biológicos, en donde los mecanismos de homeostasis están finamente regulados, el método de selección fue el muestreo aleatorio por conveniencia.

Entre los criterios de exclusión se consideraron animales con problemas reproductivos, animales enfermos y animales con signos visibles de daño en las glándulas mamarias (mastitis, mamitis, viruela entre otras). Tampoco se consideraron en el estudio, animales muy viejos.

### **b) Alimentación y sistema de crianza**

La alimentación de las vacas en producción seleccionadas está dada a base de pasturas naturales en las horas de la mañana, alfalfa forrajera en las horas de la tarde en forma rotativa controladas con el uso de cercos eléctricos, completadas con heno de avena en el momento del ordeño y ensilado de avena forrajera en una cantidad aproximada de 4 Kg/vaca, con acceso a agua por tres veces consecutivos en la mañana, medio día y en la tarde, estas vacas no fueron alimentadas con alimento balanceado debido a que no son puros por cruce ni puros por pedigrí y no muestran alta producción de leche por día.

Las vacas seleccionadas fueron criadas en un sistema semi-extensivo, en pastoreo rotativo con acceso a pastos cultivados, y que cuentan con acceso a riego por gravedad, además los animales tienen acceso a dormideros (cobertizos de adobe) en las horas de la noche y son ordeñadas 2 veces por día en forma manual.

### **c) Materiales y equipos**

#### **De muestreo**

- Tubos y agujas Vacutainer de 10 ml.



- Caja tecnopor conteniendo hielo.
- Alcohol yodado.
- Algodón.
- Cinta masking type
- Registros

### **De laboratorio**

- Congeladora
- Centrífuga
- Espectrofotómetro vis/UV
- Baño María
- Pipetas y micropipetas
- Material de vidrio diverso
- Gradillas
- Cronómetro

### **Reactivos**

- Kits para determinación de glucosa, triglicéridos, colesterol total y bilirrubina total (Wiener Lab ®, Buenos Aires, Argentina)

## **3.3. Métodos**

### **a) Selección de animales**

Los 30 animales considerados para el estudio se eligieron por el método aleatorio por conveniencia. Los animales se encontraron bajo las mismas condiciones ambientales, de alimentación y de manejo. A los animales seleccionados se les realizó un examen clínico a fin de incluir animales en aparente buen estado de salud. Además, se utilizaron los registros de producción y reproducción, y se contó con la ayuda del propietario del fundo.



### **b) Obtención de sangre, suero y conservación**

Las muestras de sangre se obtuvieron a tempranas horas de la mañana mediante punción de la vena yugular utilizando agujas y tubos vacutainer sin anticoagulante. Se obtuvo un volumen aproximado de 5 mL los que fueron colocados en caja tecknoport con hielo para su conservación y transporte hasta el laboratorio.

En el laboratorio las muestras fueron centrifugadas a 3000 rpm por 15 minutos, para luego decantarlos en viales de plástico de 2 mL con su rótulo respectivo. Los viales fueron congelados a (-20°C) hasta el momento de su procesamiento bioquímico.

### **c) Determinación del perfil energético**

Las determinaciones del perfil de GLU, TG, CT y BT se realizaron mediante técnicas colorimétricas- espectrofotométricas utilizando kits de Wiener Lab ®.

#### **GLUCOSA (método colorimétrico-enzimático)**

Fundamento: La glucosa es determinada después de su oxidación enzimática en presencia de una enzima GLU oxidasa (GOD). El peróxido de hidrógeno formado, reacciona bajo la acción catalítica de la enzima peroxidasa (POD), con fenol y 4-aminofenazona hacia una quinonimina de color rojo-violáceo el cual es proporcional a la concentración de GLU.

#### Procedimiento

Se procedió con el siguiente protocolo:

- Preparar el siguiente juego de tubos y colocar en ellos:



Reactivo	Blanco	Estándar	Muestra
Estándar ( $\mu\text{L}$ )	-	10	-
Suero ( $\mu\text{L}$ )	-	-	10
Reactivo enzimático (mL)	1	1	1

- Mezclar suavemente
- Incubar por 10 minutos a  $37^{\circ}\text{C}$
- Leer en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 546 nm.
- Realizar el cálculo con la siguiente fórmula:

$$[\text{Glucosa}] = \frac{[\text{St}]}{A_{st}} \times A_m$$

[St] = Concentración del estándar = 100 mg/dL

Los resultados se expresan en mg de GLU por 100 mL de suero (mg/dL).

### **TRIGLICÉRIDOS (método colorimétrico-enzimático)**

Fundamento: Los TG presentes en la muestra son hidrolizados por la enzima lipoprotein lipasa (LPL) a glicerol y ácidos grasos libres; luego, el glicerol formado es fosforilado por la enzima glicerol kinasa (GK) a glicerol-1-fosfato, el que luego es oxidado por la glicerol fosfato oxidasa (GPO) formándose dihidroxiacetona fosfato +  $\text{H}_2\text{O}_2$  (peróxido de hidrógeno). Finalmente, el  $\text{H}_2\text{O}_2$  formado reacciona con la 4-aminofenazona y el clorofenol dando lugar a una quinonimina roja, cuya intensidad es proporcional a la cantidad de TG presentes. Esta última reacción es catalizada por la peroxidasa (POD).

### **Procedimiento**

- Preparar el siguiente juego de tubos y colocar en ellos:



	<b>Blanco</b>	<b>Estándar</b>	<b>Muestra</b>
Suero (μL)	---	---	20
Estándar (μL)	---	20	---
Reactivo (mL)	1	1	1

- Se mezcló.
- Se incubó a 25°C por 10 minutos
- Se leyó la absorbancia a 505 nm.

El cálculo de la concentración de triacilglicéridos se realizó con la siguiente formula:

$$[\text{Triglicéridos}] = \frac{[\text{St}]}{A_{st}} \times A_m$$

[St] = Concentración del estándar = 200 mg/dL

Los resultados se expresan en mg de TG por 100 mL de suero (mg/dL).

### **COLESTEROL TOTAL (método colorimétrico-enzimático)**

Fundamento: Primeramente, los ésteres de colesterol son hidrolizados por la colesterol estearasa (CHE) a colesterol y ácidos grasos, luego la colesterol oxidasa (CHOD) oxida al colesterol a colestén-3-ona + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Finalmente, el peróxido de hidrógeno formado reacciona con la 4-aminofenazona y el clorofenol dando lugar a una quinonimina roja, cuya intensidad es proporcional a la cantidad de colesterol presente en la muestra, reacción que es catalizada por la peroxidasa (POD).

#### Procedimiento

Se procedió con el siguiente protocolo:

- Preparar el siguiente juego de tubos y colocar en ellos:



Reactivo	Blanco	Estándar	Muestra
Estándar ( $\mu\text{L}$ )	-	10	-
Suero ( $\mu\text{L}$ )	-	-	10
Reactivo enzimático (mL)	1	1	1

- Se mezcló utilizando el vórtex y llevar a Baño María por 15 minutos a una temperatura de  $37^{\circ}\text{C}$ .
- Se llevó al espectrofotómetro para la lectura de la absorbancia del estándar y de las muestras a una longitud de onda de luz de 505 nm de longitud de onda.
- Realizar el cálculo con la siguiente fórmula:

$$[\text{Colesterol}] = \frac{[\text{St}]}{A_{st}} \times A_m$$

$$[\text{St}] = \text{Concentración del estándar} = 200 \text{ mg/dL}$$

Los resultados se expresan en mg de colesterol por 100 mL de suero (mg/dL).

### **BILIRRUBINA TOTAL (método DPD colorimétrico)**

Fundamento: La bilirrubina indirecta, unida a la albúmina, es liberada por el tensioactivo. La BT reacciona con la sal de diclorofenildiazonio (DPD) formando un azocompuesto de color rojo en solución ácida el cual se lee en el espectrofotómetro a 546 nm de longitud de onda.

#### Procedimiento

Se procedió con el siguiente protocolo:

- Preparar el siguiente juego de tubos y colocar en ellos:



Reactivo	Blanco del reactivo	Blanco de la muestra	Muestra
Reactivo A	1 mL	1,2 mL	1 mL
Agua destilada	80 $\mu$ L	-	-
Muestra	-	80 $\mu$ L	80 $\mu$ L
Mezclar e incubar por 5 minutos			
Reactivo B	0,2 mL	-	0,2 mL

- Mezclar e incubar 5 minutos
- Inmediatamente después, leer en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 546 nm.
- Realizar los cálculos

Los resultados se expresan en mg de bilirrubina por litro de suero (mg/L).

#### d) Determinación de la condición corporal

Para la caracterización de la condición corporal de la vaca lechera se siguió la técnica descrita por Wildman et al. (1982) (Tabla 2).

**Tabla 2.** Caracterización del índice de condición corporal de la vaca lechera

Índice	Caracterización	Descripción
1	Muy flaco	Área alrededor de la cola totalmente descamada y vértebras totalmente prominentes. Apariencia física emaciada.
2	Flaco	Huesos visibles de la cadera, pero no prominentes. Vértebras no visibles pero palpables al tacto.



3	Moderado	Huesos de cadera discernibles mediante ligera presión. Área alrededor del nacimiento de la cola, llena; pero sin señales de deposición de grasa.
4	Grueso	Hueso de cadera discernibles, solamente con la palpación fuerte. Área del nacimiento de la cola cubierta de tejido adiposo.
5	Muy grueso	No se observan huesos y el nacimiento de la cola aparece totalmente lleno de tejido adiposo. Evidencias fuertes de tejido adiposo en todo el cuerpo.

#### e) Determinación de la producción de leche

Para obtener el promedio de producción de leche de cada vaca en estudio se recurrió a los registros de producción individual de los últimos 30 días.

#### 3.4. Análisis de datos y diseño estadístico

Los parámetros bioquímicos del perfil metabólico energético se reportan con los estadísticos descriptivos: promedio y desviación estándar.

El estudio fue conducido en un diseño completamente al azar (DCA), donde los tratamientos son el número de partos (primero, segundo y tercer parto a más). El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  : Niveles séricos de GLU, TG, CT y BT obtenidos en el i-ésimo número de partos en la j-ésima vaca.

$\mu$  : Media general de la variable en estudio





$\alpha_i$  : Efecto del i-ésimo número de partos (i=1, 2 y 3)

$\varepsilon_{ij}$  : Efecto del error experimental en el i-ésimo número de parto, j-ésima vaca

(j=1, 2, ..., 10)

Para la comparación de medias se utilizó la prueba de significancia de Tukey con un nivel de significancia del 0.05.

Para determinar el grado de relación entre las la producción lechera y niveles de los analitos estudiados, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, cuya fórmula es:

$$r = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2} * \sqrt{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

Para la determinación del grado de relación de condición corporal y los niveles de los analitos estudiados, se usó el coeficiente de correlación de Sperman, cuya fórmula es:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Donde  $D$  es la diferencia entre los correspondientes estadísticos de orden de  $x - y$ .  $N$  es el número de parejas de datos.

El procesamiento de datos y el análisis estadístico se realizó utilizando el software InfoStat 2020.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características de los animales en estudio (condición corporal y nivel de producción diaria de leche), los resultados individuales de los parámetros bioquímicos estudiados y sus estadísticos en función al número de partos, se presentan en los Anexos A, B y C.

#### 4.1 Perfil del metabolismo energético

Los niveles séricos de GLU, TG, CT y BT en sangre (anexo A.) en vacunos Brown swiss en primera, segunda y tercera a más lactaciones, se presentan en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Niveles séricos de GLU, TG, CT en mg/dL. y BT en mg/L. según número de lactaciones.

Variables	Número de partos					
	Primer		Segundo		Tercero a más	
	Promedio ±	D.S.	Promedio ±	D.S.	Promedio ±	D.S.
GLU	41.30 <sup>a</sup> ±	7.04	39.21 <sup>a</sup> ±	5.57	40.20 <sup>a</sup> ±	5.95
TG	15.84 <sup>a</sup> ±	2.14	14.85 <sup>a</sup> ±	2.29	14.65 <sup>a</sup> ±	2.67
CT	158.43 <sup>a</sup> ±	24.48	151.15 <sup>a</sup> ±	20.89	148.43 <sup>a</sup> ±	25.40
BT	0.48 <sup>a</sup> ±	0.06	0.49 <sup>a</sup> ±	0.05	0.47 <sup>a</sup> ±	0.06

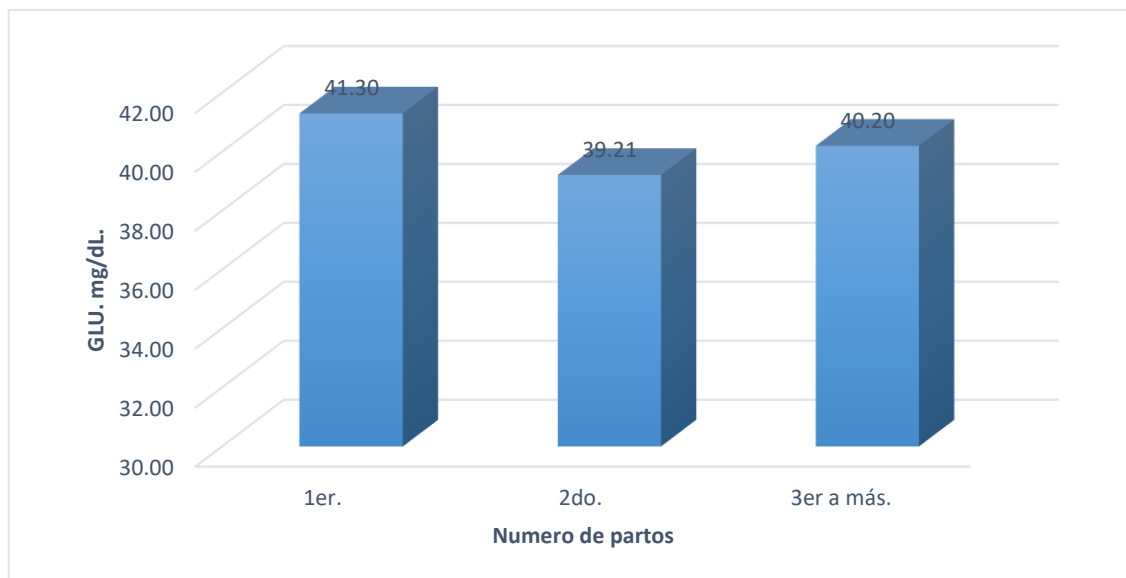
(a,b) medias con letras diferentes en la misma fila, indican diferencias estadísticas significativas.

El análisis de varianza (ANVA) para los niveles séricos de GLU, TG, CT y BT, en sangre (anexo D), indica que no existen diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre el número de partos para todas las variables en estudio. La prueba de comparación múltiple de Tukey (anexo E) corrobora estos resultados.

### a) Glucosa

El gráfico uno ilustra los niveles de glucosa sérica encontrada en el presente estudio, en donde las diferencias entre el número de partos son sólo numéricas ( $P>0.05$ ). Esta similitud, se debería probablemente a que el nivel de producción de las vacas en estudio es similar, a su vez que el volumen producido es reducido, condiciones de alimentación, manejo y medio ambientales similares en las que se crían las vacas utilizadas en el presente estudio.

*Gráfico 1. Glucosa sérica según número de partos*



Scaglione (2006); Ayala et al. (2001), en estudios en vacas Holstein de alta producción de primer parto y multíparas, no encuentran diferencias significativas ( $p>0.05$ ), para niveles séricos de GLU para grupos, en lactación temprana, intermedia y final, corroborando nuestros resultados.

Estudios realizados en Cuba manifiestan que valores inferiores a 43 mg/dL en vacas lecheras; está dado, por bajo pastoreo y baja suplementación de concentrado, existen reportes que indican que el ganado en pastoreo no sufre mayores cambios en la glucemia durante la lactación, al existir menor cantidad de precursores de la



gluconeogénesis a partir de propionato, existente en concentrados en vacas lecheras suplementadas (Campos et al, 2004).

Verdes (2003) indica que, en los rumiantes, el ácido propiónico, uno de los ácidos grasos volátiles provenientes de la fermentación ruminal, es el principal sustrato para la gluconeogénesis. Aunque el ácido propiónico es eficientemente convertido en carbohidratos, de todas formas, existe una pérdida neta de los carbohidratos provenientes de la dieta asociada con la fermentación ruminal. Esto es debido a que el ácido propiónico no es más que la tercera parte del total de energía disponible de los carbohidratos fermentados en el rumen, las restantes 2/3 partes están representadas por los ácidos acético y butírico. Estos dos últimos no son capaces de mantener la gluconeogénesis.

Los niveles cuantificados para glucosa plasmática (tabla 3) están comprendidos dentro de los valores reportados por Meyer y Harvey (2000) quienes señalan un rango de 36.03 – 70.26 mg/dL; (Blum et al., 1983) 49.36 – 58.37 mg/dL; (Corbellini, 1983) 41.44 – 68.46 mg/dL; (Coppo, 2001) 48.64 – 61.25 mg/dL., todos ellos determinados en plasma de bovinos lecheros. Asimismo, niveles séricos de GLU, similares a nuestro estudio son reportados por Campos et al. (2007), en vacas criadas en un sistema semiextensivo en condiciones tropicales al suroeste de Colombia, de primer parto y multíparas, en al inicio y final de lactación, de razas Pardo Suizo, Simmental y Lucerna, con 46.84, 46.84 y 43.24 mg/dL. respectivamente, no encontrando diferencias significativas entre razas ni periodo de lactación. Ayala et al. (2001), reportan valores de 41.5 y 44.4 mg/dL. para 60 y 90 días de lactación respectivamente, no encontrando diferencias, en 30 vacas Holstein multíparas (del tercero al quinto parto), en lactación 30 días postparto, en San Luis Potosí, México.

Valores superiores a nuestro estudio es reportado por Scaglione (2006), quien reporta valores para GLU en vacas Holstein de primer parto y multíparas, al inicio, media



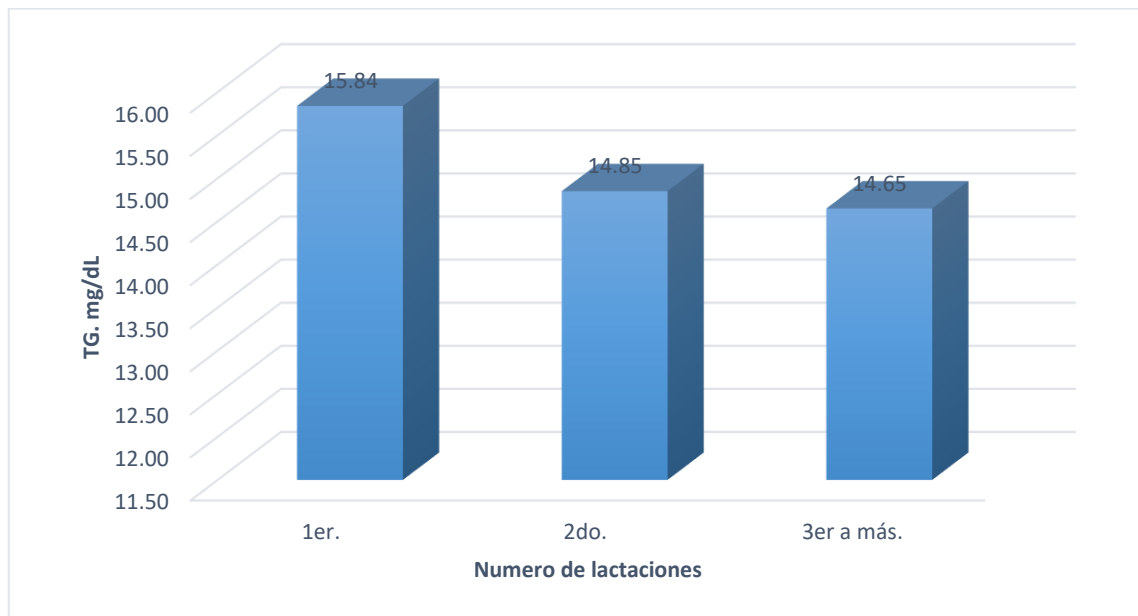
y final de lactación niveles séricos de 63.78, 66.3 y 64.59 mg/dL. respectivamente, no encontrando diferencias significativas entre el periodo de lactación ni entre el número de partos. Asimismo, Verdes (2003) reporta valores de GLU de  $61.7 \pm 0.7$  mg/dL. en 161 vacas Holstein multíparas, con un nivel de producción en promedio de 29 Litros/día, mantenidos en estabulación y alimentados de manera continua a base de concentrados, en Lugo España. Esta superioridad en los niveles séricos de GLU se debería probablemente al sistema de crianza intensiva, nivel de producción y alimentación a base de concentrados.

Ayala et al. (2001), reporta niveles plasmáticos de GLU inferiores a nuestro estudio con un valor promedio de 33.5 mg/dL. en 30 vacas Holstein multíparas (del tercero al quinto parto), en lactación 30 días postparto, en San Luis Potosi, México. Esta inferioridad se debería probablemente a factores medio ambientales diferentes, volumen de producción y composición de la ración.

### **b) Triglicéridos**

Los niveles de TG según el número de partos obtenido en el estudio se muestran en el gráfico 2, donde las diferencias son aritméticas solamente. Esta similitud se debería también a qué el nivel de producción de las vacas en estudio es casi similar, además las condiciones de alimentación, manejo y medio ambientales al cual son sometidos los animales son las mismas.

**Gráfico 2.** Triglicéridos séricos según número de partos



Scaglione (2006), en un estudio en vacas Holstein de alta producción de primer parto y multíparas, no encuentra diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), para niveles séricos de TG para ambos grupos, en lactación temprana, intermedia y final. Asimismo, Bitman et al. (1989), reportan valores de 6.3 mg/dL. en vacas Holstein en lactación, quienes no encuentran diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), entre número de parto. Ayala et al. (2001), reportan valores séricos de TG de 13.9, 12.5 y 11.8 mg/dL. en 30 vacas Holstein multíparas en 30, 60 y 90 días de lactación respectivamente, quienes no encuentran diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), entre número de parto. Estos reportes corroboran nuestros resultados.

Los TG plasmáticos son los principales precursores de los ácidos grasos de cadena larga de la grasa de la leche. La concentración de TG en sangre disminuye en la medida que se produce un déficit energético, al producirse la movilización de grasas y alcanzar el hígado, los ácidos grasos libres son reesterificados a TG y enviados de nuevo a los tejidos extrahepáticos dentro de las VLDL. Sin embargo, en los casos de un déficit



energético éstos compuestos se almacenan en el hígado produciendo su engrasamiento, que será proporcional a la cantidad de lípidos movilizada (Grummer, 1993).

Los niveles cuantificados para TG en plasma están comprendidos dentro de los valores reportados por Meyer y Harvey (2000) quienes señalan un promedio de 13.48 mg/dL; (Ayala et al., 2001) 13.5, 12.5 y 11.8 mg/dL. para 30, 60 y 90 días de lactación respectivamente encontrando diferencias significativas solo para 90 días de lactación, en 30 vacas Holstein multíparas (del tercero al quinto parto), en lactación 30 días postparto, en San Luis Potosí, México. Estos reportes corroboran los resultados del presente estudio.

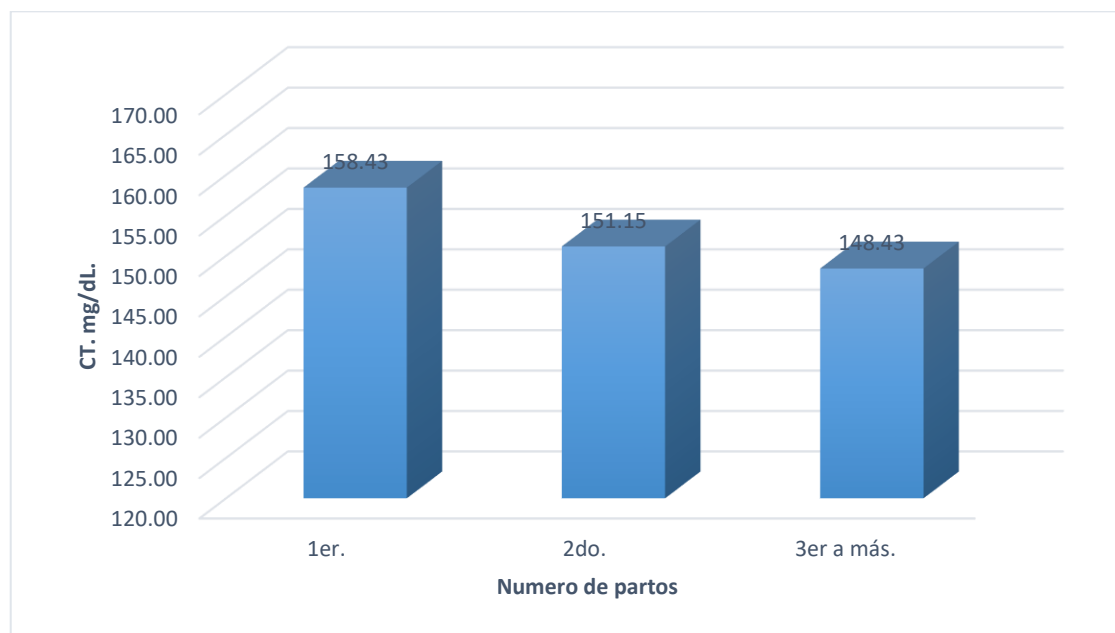
Valores superiores al estudio son reportados por Mohamed et al. (2016), en Sudan África, en vacas primíparas y multíparas (Holstein, Jersey × Kenana, Butana), en vacas repetidoras y con ciclo normal con valores de 68.9 y 62.4 mg/dL, respectivamente, no encontrando diferencias significativas ( $p>0.05$ ) para ambos grupos, ni en número de partos. Estas superioridades se deberían probablemente a factores medio ambientales diferentes, volumen de producción y composición de la ración.

Valores inferiores a nuestro estudio es reportado por Scaglione (2006), quien en reporta valores para TG en vacas Holstein de primer parto y multíparas, al inicio, media y final de lactación niveles séricos de 8.85, 6.20 y 9.73 mg/dL. respectivamente, encontrando diferencias significativas entre el periodo de lactación, mas no entre el número de partos. Asimismo, Weber et al. (2013), reporta valores promedio pata TG de 8.85 mg/dL. en 27 vacas Holstein en producción multíparas, criadas en un sistema intensivo y suplementadas con concentrados, en Alemania. Esta inferioridad en los niveles séricos de TG se debería probablemente al lugar geográfico, sistema de crianza, nivel de producción y alimentación a base de concentrados.

### c) Colesterol total

Como se indicó el número de partos no influye en los niveles séricos de CT (Gráfico 3). Esta similitud se debería probablemente a que el nivel de producción de las vacas en estudio es similar, a su vez que el volumen producido es reducido, condiciones de alimentación, manejo y medio ambientales similares en las que se crían las vacas utilizadas en el presente estudio.

**Gráfico 3.** Colesterol sérico según número de partos



Vargas (2009), señala que los lípidos tienen importancia tanto en el aspecto nutricional como en el estado reproductivo en que se encuentra el bovino y que el colesterol es el precursor para la esteroidogénesis en todos los tejidos secretores de esteroides. Campos et al. (2004), mencionan que los procesos de la lactación y gestación, donde intervienen hormonas del metabolismo, como somatotropina, insulina y cortisol, son responsables por la movilización de reservas energéticas y por la disponibilidad de colesterol para la síntesis de hormonas esteroidales, fundamentales en esos procesos metabólicos.





Niveles séricos similares de CT corroboran nuestros resultados y son reportados por Hincapie (2012), en vacunos en la tercera semana postparto, de  $160 \pm 15$  mg/dL. Ceballos et al. (2001), reporta valores para niveles séricos de CT de 150.79 mg/dL. al final de la lactación, en bovinos de 13 rebaños lecheros del trópico alto de la zona cafetera colombiana.

Valores ligeramente inferiores y corroborativos a nuestro estudio son reportados por Ceballos et al. (2001), reporta valores para niveles séricos de CT de 127.59 mg/dL. al inicio de la lactación, en bovinos de 13 rebaños lecheros del trópico alto de la zona cafetera colombiana. Verdes (2003) reporta valores de CT de  $104.4 \pm 3$  mg/dL. en 161 vacas Holstein multíparas, con un nivel de producción en promedio de 29 Litros/día, mantenidos en estabulación y alimentados de manera continua a base de concentrados, en Lugo España. Scaglione (2006), reporta valores para CT en vacas Holstein de primer parto y multíparas, al inicio, media y final de lactación niveles séricos de 105.75, 118.12 y 133.39 mg/dL. respectivamente, no encontrando diferencias significativas entre el periodo de lactación ni entre el número de partos. Campos et al. (2007), en 7 razas de vacas criadas en un sistema semiextensivo en condiciones tropicales al suroeste de Colombia, de primer parto y multíparas, al inicio y final de lactación, reporta niveles de CT de  $99.37 \pm 19.33$  y  $124.88 \pm 65.73$  mg/dL, respectivamente, no encontrando diferencias significativas en el periodo de lactación, pero si entre razas.

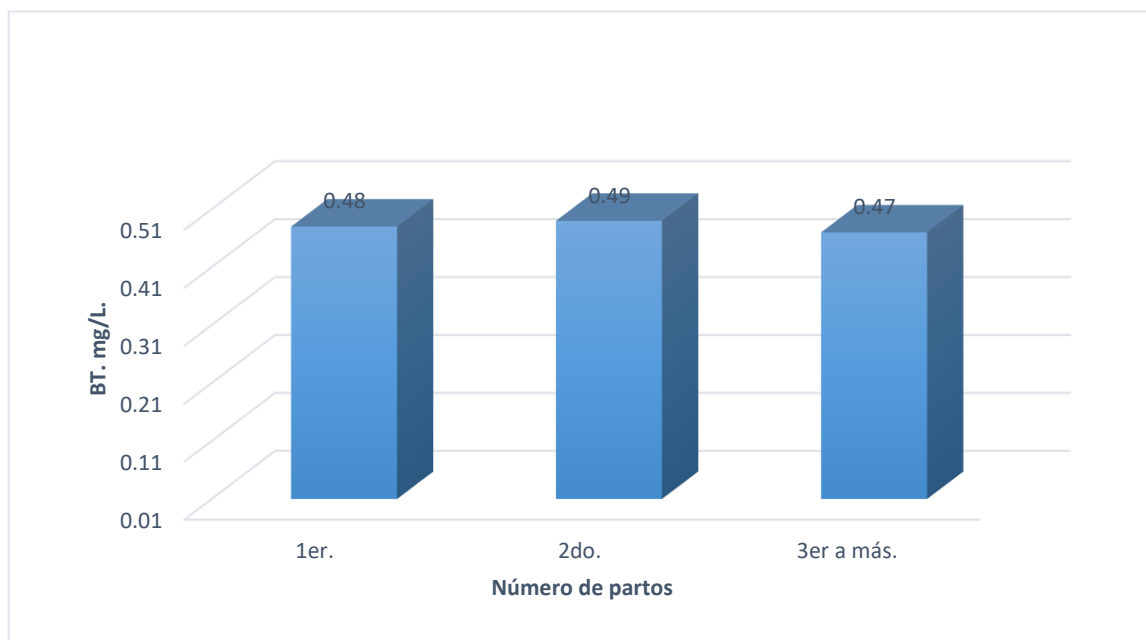
Mohamed et al. (2016), en Sudan África, en vacas primíparas y multíparas (Holstein, Jersey  $\times$  Kenana, Butana), en vacas repetidoras y con ciclo normal con valores promedio de 87.94 y 74.5 mg/dL, respectivamente, encontrando diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) para ambos grupos, mas no entre número de partos. Meyer y Harvey (2000) quienes señalan un rango fisiológico de 40.72 – 118.90 mg/dL. para CT. Esta inferioridad en los niveles séricos de CT se debería probablemente a la técnica bioquímica utilizada,

lugar geográfico, sistema de crianza, nivel de producción y alimentación a base de concentrados.

#### d) Bilirrubina total

El Los tratamientos número de partos no presenta diferencias significativas para los niveles séricos de BT, esta similitud se debería posiblemente a qué el nivel de producción de las vacas en estudio es similar y a que el volumen producido es bajo. Además, las condiciones de alimentación, manejo y medio ambientales son similares.

**Gráfico 4.** Bilirrubina sérica según número de partos



Valores superiores de BT a los nuestros son reportados por Scaglione (2006), reporta valores para BT en vacas Holstein de primer parto y multíparas, al inicio, media y final de lactación niveles séricos de 1.30, 2.05 y 1.15 mg/L. respectivamente, no encontrando diferencias significativas entre el periodo de lactación, pero si entre el número de partos. Asimismo, Cattaneo (2013), reporta valores de BT de  $1.70 \pm 0.6$  mg/L.

en 13 rebaños de vacas en lactación de las razas Holstein y Normando, criados en un sistema de pastoreo intensivo más suplementación, en el trópico de Colombia.

Valores inferiores a nuestro estudio son reportados por Verdes (2003), quien reporta valores de BT de  $0.18 \pm 0.06$  mg/L. en 161 vacas Holstein multíparas, con un nivel de producción en promedio de 29 Litros/día, mantenidos en estabulación y alimentados de manera continua a base de concentrados, en Lugo España. Campos et al. (2007), en 7 razas de vacas criadas en un sistema semiextensivo en condiciones tropicales al suroeste de Colombia, de primer parto y multíparas, al inicio y final de lactación, reporta niveles séricos de BT de  $0.12 \pm 0.10$  y  $0.13 \pm 0.08$  mg/dL. respectivamente, no encontrando diferencias significativas en el periodo de lactación, pero si entre razas.

#### **4.2 Correlación entre la condición corporal y el nivel de producción y los parámetros bioquímicos**

Las correlaciones de Sperman para condición corporal y los parámetros bioquímicos estudiados se detallan en la Tabla 4, en la cual se considera el grado de asociación y la significancia.

**Tabla 4.** Correlaciones de Sperman para condición corporal y GLU, TG, CT y BT

	<b>GLU</b>	<b>TG</b>	<b>CT</b>	<b>BT</b>
<b>Condición corporal</b>	0.244	0.343	0.208	-0.140

La correlación entre condición corporal y GLU, TG, CT es positiva débil y no significativa ( $p > 0.05$ ). La condición corporal y el BT muestra una correlación negativa insignificante no significativa ( $p > 0.05$ ), la falta de significancia en todos los casos nos



indicaría que la muy baja relación que guardan la condición corporal y las variables en estudio se deberían al azar.

Por otro lado, las correlaciones de Pearson entre la producción de leche y los niveles de GLU, TG, CT y BT, se detallan en la Tabla 5 donde se muestran el grado de asociación y la significancia.

**Tabla 5.** Correlaciones de Pearson entre producción de leche y GLU, TG, CT, BT

	<b>GLU</b>	<b>TG</b>	<b>CT</b>	<b>BT</b>
<b>Producción de leche (L/día)</b>	- 0.211	0.086	- 0.411*	-0.103

\* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

Los resultados indican una correlación negativa débil, insignificante para producción de leche y GLU y BT ( $p > 0.05$ ). Sin embargo, existe una correlación negativa media alta entre producción de leche y CT ( $p \leq 0.05$ ). Por otro lado, existe una correlación positiva muy baja para producción de leche y TG sin mostrar significancia ( $p > 0.05$ ). La correlación negativa media alta y significativa ( $p \leq 0.05$ ), entre producción de leche y CT, nos indica que existe relación inversa entre la producción de leche y los niveles séricos de CT, cuando sube la producción de leche baja los niveles séricos de CT. Algunos autores mencionan “que los procesos de la lactación y gestación, donde intervienen hormonas del metabolismo, como somatotropina, insulina y cortisol, son responsables por la movilización de reservas energéticas y por la disponibilidad de colesterol para la síntesis de hormonas esteroidales, fundamentales en esos procesos metabólicos” (Campos et al, 2004).



## V. CONCLUSIONES

- El número de partos no influyen en la concentración sérica de glucosa, triglicéridos, colesterol y bilirrubina en vacas Brown Swiss en el distrito de Vilque, encontrándose estos niveles dentro de los rangos reportados en la literatura.
- Las correlaciones entre los parámetros bioquímicos y la condición corporal y el nivel de producción de leche del animal son muy bajos y no significativos, con excepción del nivel producción y el colesterol, en donde hay una correlación mediana negativa.



## VI. RECOMENDACIONES

- Proseguir estudios del metabolismo energético considerando otras variables y factores influyentes, como raza, edad, época del año, nivel de alimentación, y otros.
- Considerar dentro de los variables de estudio otros marcadores bioquímicos, enzimáticos y hematológicos.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarez J. 2008. Bioquímica y metabólica del bovino en el trópico. Universidad de Antioquia, Medellín.
- Ayala J., Pinos J., Sabas J. y Salinas P. 2001. Perfil metabólico sanguíneo de vacas lecheras alimentadas con dietas contenido lasalocida y cultivos de levaduras. Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim. Vol. 16 (1).
- Bitman, J., Wood, D., y A. Lefcourt, 1989. Rhythms in cholesterol, cholesteryl esters, free fatty acids, and triglycerides in blood of lactating dairy cows. J Dairy Sci. 73:948-955.
- Blood D. 2012. Tratado de las enfermedades de los animales del ganado bovino.: McGraw Hill, Buenos Aires.
- Blum J., Kunz P. y Leuenberger H. 1983. Thyroid hormones, blood plasma metabolites and haematological parameters in relationship to milk yield in dairy cows. Anim Prod 36:93-104.
- Bouda J., Gutierrez A., Salgado G., Kawabata C. 2010. Monitoreo, diagnóstico y prevención de trastornos metabólicos en vacas lecheras. UNAM. En <http://biofarmar.com.mx/pdf/monitoreo.pdf>
- Bradford P. S. 2010. Medicina Interna de Grandes Animales. Cuarta Edition, Publisher Elsevier Mosbi
- Campos R., Carreño E.S. y Gonzales F. D. 2004. Perfil metabólico de vacas nativas colombianas. Redalyc. En <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/896/89680203.pdf>.0121-3709.



- Campos G. R., Cubillos C. y Rodas G. A. 2007 Indicadores metabólicos en razas lecheras especializadas en condiciones tropicales en Colombia. *Acta Agron (Colombia)* Vol. 52 (2), p 85-92.
- Cattaneo L., Barberis F., Stangaferro M., Signorini M., Ruiz M., Zimmermann R., Bo G., Hein G., y Ortega H. 2013. Evaluación de indicadores metabólicos y bioquímicos sanguíneos en vacas en lactancia con Enfermedad Quística Ovárica. *InVet.* 2013, 15(1-2): 7-15.
- Cevallos A., Villa N., Bohorquez A., Quiceno J., Jaramillo M. y Giraldo G. 2002 Análisis de los resultados de perfiles metabólicos en lecherías. *Rev Col Cienc Pec* Vol. 15: I.
- DEAI-DRA-Puno (Dirección de Estadística Agraria e Informática-Dirección Regional Agraria de Puno). 2019. Síntesis Agraria. Boletín de Información de la DRA-Puno.
- Coppo, J. 2001. *Fisiología Comparada del Medio Interno*, Ed. Dunken, Buenos Aires, p. 212–217; 289–290.
- Corbellini, C. 1983. La bioquímica sanguínea aplicada al diagnóstico en bovinos lecheros. *Prod. Anim. (Bs Aires)* 10:43-53.
- Correa H. 2002. La vaca en transición: metabolismo y manejo nutricional. Documento de trabajo para la Línea de Profundización en Evaluación de Recursos Alimenticios y Sistemas de Alimentación Animal. Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Pg. 17-20.
- Deiros J, Quintela LA, Peña AI, Becerra JJ, Barrio M., Galvis R., Muñera E. y Marín A. 2005. Relación entre el mérito genético para la producción de leche y el desempeño metabólico y reproductivo en la vaca de alta producción. *Rev Col Cienc Pec* Vol. 18:3,





- Goff J., Horst R. Physiology changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *J Dairy Sci* 80(1997):1260-1268.
- Grummer R.R. 1993. Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows, *J. Dairy Sci.* 76: 3882.
- Hincapie I. 2012. Perfiles metabólicos. Curso de Graduación de "Buiatría Cuenca, Ecuador.
- Laguna J. y Piña E. 2007. *Bioquímica de Laguna*. Editorial el Manual Moderno, México.
- Maldonado V. 2015. Evaluación metabólica de vacas crianceras de parto de primavera durante el periodo invernal. Tesis para optar el Título de Médico Veterinario, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile.
- Meyer D. y Harvey J. 2000. *El laboratorio en medicina veterinaria. Interpretación y diagnóstico*, Ed. Inter-Médica, Buenos Aires, Argentina, pp. 385.
- Mohamed A., Faisal A., Ehab F. y Imadeldin E. (2016). Blood biochemical profile of Sudanese crossbred repeat breeder cows. *African Journal of Biotechnology*. Vol. 16(8): 366-370. En <https://www.researchgate.net/publication/313870272>
- Oblitas G. F. 2012. Uso de los perfiles metabólicos en el diagnóstico y prevención de trastornos metabólicos nutricionales en vacas lecheras. Sistema de Revisiones en Investigación. En [http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/Oblitas\\_perfiles\\_metabolicos1.pdf](http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/Oblitas_perfiles_metabolicos1.pdf).
- Ortuño C., Narváez J., Loja J., Maldonado H., Enríquez M., Andrade O. (2017). Evaluación de la función ovárica y del perfil metabólico en vacas lecheras suplementadas con grasa sobre pasante en el periparto. *Maskana, producción animal*, p.13-16.



- Quinteros O., Vargas J., Barbona I., Marini P. 2017. Indicadores metabólicos sanguíneos de genotipos lecheros en pastoreo en la provincia de Napo-Ecuador. La Granja: Revista de ciencias de vida. Universidad Politécnica Salesiana.
- Rugeles C. 2001. Interrelaciones entre nutrición y fertilidad en bovinos. REDALYC. En. <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/693/69360104.pdf>. 19090544.
- Scaglione M. 2006. Variaciones cronobiológicas de parámetros sanguíneos en bovinos. Tesis Postgrado Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe Argentina.
- Senamhi. 2019. Caracterización hidroclimática del distrito de Vilque, Puno. Estudio Hidrológico.
- Valdes B., Alberto J. y Alvarez J. 2010. Evaluación de las causas de anestro en rebaños bovinos lecheros. En <http://www.reduc.edu.cu/147/05/1/14705114.pdf>.
- Vargas J. 2009. Evaluación del perfil metabólico y condición corporal y su relación con el estado reproductivo de vacas en el trópico seco Michoacano. Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo.
- Verdes J. 2003. Estudio del metabolismo energético peripartal en vacas lecheras: asociaciones entre el balance energético y el desarrollo de enfermedades metabólicas. Trabajo experimental tutelado que para optar al diploma de estudios avanzados. Facultad de veterinaria de Lugo departamento de ciencias clínicas veterinarias Universidad de Santiago de Compostela – España.
- Viamonte M y Fagardo H. 2010. Comportamiento de algunos indicadores metabólicos en hembras bovinas criollas anéstricas en el Valle del Cauto. Revista Electrónica Granma Ciencia. En [http://www.grciencia.granma.inf.cu/vol14/3/2010\\_14\\_n3.a2.pdf](http://www.grciencia.granma.inf.cu/vol14/3/2010_14_n3.a2.pdf). ISSN 1027-975X.



- Wildman E.E., Jones G.M., Wagner P.E., Boman R.L., Trout H.F., Lesch T.N. 1982. A dairy cow body condition scoring system and its relationships to standard production characteristics. *J. Dairy Sci.* 65:495-501.
- Weber C., Hametner C., Tuchscherer A., Losand B., Kanitz E., Otten W., Singh S., Bruckmaier R., Becker F., Kanitz W., and Hammon H. 2013. Variation in fat mobilization during early lactation differently affects feed intake, body condition, and lipid and glucose metabolism in high-yielding dairy cows. *American Dairy Science Association®. J. Dairy Sci.* 96 :165–180. En <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5574>
- Wiener Lab. (2000). Información del producto, Métodos para determinación de Ca, P y Mg en plasma o suero. Rosario – Argentina.



## ANEXOS



### Anexo A. Concentración de GLU, TG, CT y BT en vacas 1er. parto

CONCENTRACION						GLU	TG	CT	BT	
N°	N° DE MUESTRA	NOMBRE VACA	PROMEDIO PRODUCCION KG	ESTADO CORPORAL	PROPIETARIO	mg/dL	mg/dL	mg/dL	mg/L	
1	38	LUCIA	6.6	REGULAR	G.C.	46.64	16.83	179.57	0.54	
2	28	LUCY	8.8	REGULAR	G.C.	48.22	16.83	177.29	0.54	
3	20	MORENA	8.2	REGULAR	G.C.	35.57	12.87	127.29	0.44	
4	14	SARITA	8.5	BUENO	G.C.	47.83	17.82	147.75	0.44	
5	39	ROCIO	6.7	BUENO	G.C.	49.41	15.84	181.84	0.50	
6	13	ELENA	7	BUENO	G.C.	33.99	17.82	131.83	0.42	
7	16	MOYITA	5.5	BUENO	G.C.	43.87	12.87	168.20	0.46	
8	7	DANIELA	9.5	REGULAR	H.Y.	32.02	13.86	120.47	0.60	
9	11	LULU	9.4	BUENO	H.Y.	32.41	18.81	184.11	0.40	
10	26	PATY	5.9	REGULAR	G.C.	43.08	14.85	165.93	0.42	
Estadísticos						<b>PROM</b>	41.30	15.84	158.43	0.48
						<b>D.S.</b>	7.04	2.14	24.48	0.06
						<b>CV</b>	17.04	13.50	15.45	13.28
						<b>MIN</b>	32.02	12.87	120.47	0.40
						<b>MAX</b>	49.41	18.81	184.11	0.60



### Anexo B. Concentración de GLU, TG, CT y BT en vacas 2do. parto

CONCENTRACION						GLU	TG	CT	BT	
Nº	Nº DE MUESTRA	NOMBRE VACA	PROMEDIO PRODUCCION KG	ESTADO CORPORAL	PROPIETARIO	mg/dL	mg/dL	mg/dL	mg/L	
1	37	ANGELICA	6.8	REGULAR	G.C.	35.57	16.83	188.66	0.50	
2	21	LUNA	12	MALO	G.C.	35.18	14.85	134.11	0.40	
3	23	YAQUI	7.9	MALO	G.C.	42.29	15.84	156.84	0.52	
4	30	ELSA	6.7	REGULAR	G.C.	45.45	13.86	147.75	0.58	
5	15	NORA	7.5	REGULAR	G.C.	48.22	11.88	131.83	0.46	
6	25	LONLA	9.5	REGULAR	G.C.	35.57	14.85	125.02	0.48	
7	24	ELIANA	10.2	MALO	G.C.	34.78	11.88	143.20	0.44	
8	3	VALENTINA	11	REGULAR	H.Y.	45.85	18.81	159.11	0.50	
9	5	MOROCHA	10.5	REGULAR	H.Y.	33.99	12.87	143.20	0.50	
10	32	DIANA	5.6	REGULAR	G.C.	35.18	16.83	181.84	0.56	
Estadísticos						<b>PROM</b>	39.21	14.85	151.15	0.49
						<b>D.S.</b>	5.57	2.29	20.89	0.03
						<b>CV</b>	14.21	15.40	13.82	10.33
						<b>MIN</b>	33.99	11.88	125.02	0.46
						<b>MAX</b>	48.22	18.81	188.66	0.58



### Anexo C. Concentración de GLU, TG, CT y BT en vacas 3er. parto a más

CONCENTRACION						GLU	TG	CT	BT
Nº	Nº DE MUESTRA	NOMBRE VACA	PROMEDIO PRODUCCION KG	ESTADO CORPORAL	PROPIETARIO	mg/dL	mg/dL	mg/dL	mg/L
1	27	BLANCA	8.3	REGULAR	G.C.	35.57	13.86	186.39	0.40
2	1	LUZ	9.9	MALO	H.Y.	35.57	11.88	120.47	0.44
3	33	YULI	9.9	REGULAR	G.C.	49.01	12.87	181.84	0.46
4	17	MARIA	9.3	REGULAR	G.C.	45.06	13.86	125.02	0.54
5	19	MISKI	7.9	REGULAR	G.C.	32.41	12.87	138.65	0.44
6	18	NADINE	8.9	BUENO	G.C.	45.45	11.88	177.29	0.42
7	9	MAGDA	11.3	REGULAR	H.Y.	33.60	14.85	150.02	0.46
8	8	FATIMA	11.7	REGULAR	H.Y.	39.53	17.82	134.11	0.44
9	4	MARY LUZ	10.4	BUENO	H.Y.	46.64	19.80	120.47	0.46
10	2	NIEVES	11.6	REGULAR	H.Y.	39.13	16.83	150.02	0.60
Estadísticos					<b>PROM</b>	40.20	14.65	148.43	0.47
					<b>D.S.</b>	5.95	2.67	25.40	0.06
					<b>CV</b>	14.81	18.24	17.11	12.28
					<b>MIN</b>	32.41	11.88	120.47	0.40
					<b>MAX</b>	49.01	19.80	186.39	0.60



**Anexo D. Análisis de varianza para concentración de GLU, TG, CT y BT en suero de vacas.**

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

	Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
GLUCOSA mg/dL	,897	2	27	,420
TRIGLICERIDOS mg/dL	,264	2	27	,770
COLESTEROL mg/dL	,532	2	27	,594
BILIRRUBINA TOTAL mg/dL	,599	2	27	,557

**ANOVA**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
GLUCOSA mg/dL	Entre grupos	21,989	2	10,995	,284	,755
	Dentro de grupos	1044,539	27	38,687		
	Total	1066,528	29			
TRIGLICERIDOS mg/dL	Entre grupos	8,102	2	4,051	,717	,497
	Dentro de grupos	152,504	27	5,648		
	Total	160,606	29			
COLESTEROL mg/dL	Entre grupos	534,413	2	267,207	,477	,626
	Dentro de grupos	15130,463	27	560,388		
	Total	15664,876	29			
BILIRRUBINA TOTAL mg/dL	Entre grupos	,004	2	,002	,562	,577
	Dentro de grupos	,097	27	,004		
	Total	,101	29			





Anexo E. Prueba de significancia de Tukey

Variable dependiente	(I) NUMERO DE PARTOS	(J) NUMERO DE PARTOS	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza		
						Límite inferior	Límite superior	
GLUCOSA mg/dL	HSD Tukey	PRIMER	SEGUNDO	2,09600	2,78160	,734	-4,8008	8,9928
			TERCER	1,10700	2,78160	,917	-5,7898	8,0038
		SEGUNDO	PRIMER	-2,09600	2,78160	,734	-8,9928	4,8008
			TERCER	-,98900	2,78160	,933	-7,8858	5,9078
		TERCER	PRIMER	-1,10700	2,78160	,917	-8,0038	5,7898
			SEGUNDO	-,98900	2,78160	,933	-5,9078	7,8858
TRIGLICERIDOS mg/dL	HSD Tukey	PRIMER	SEGUNDO	,99000	1,06285	,626	-1,6453	3,6253
			TERCER	1,18800	1,06285	,512	-1,4473	3,8233
		SEGUNDO	PRIMER	-,99000	1,06285	,626	-3,6253	1,6453
			TERCER	,19800	1,06285	,981	-2,4373	2,8333
		TERCER	PRIMER	-1,18800	1,06285	,512	-3,8233	1,4473
			SEGUNDO	-,19800	1,06285	,981	-2,8333	2,4373
COLESTEROL mg/dL	HSD Tukey	PRIMER	SEGUNDO	7,27200	10,58667	,773	-18,9768	33,5208
			TERCER	10,00000	10,58667	,617	-16,2488	36,2488
		SEGUNDO	PRIMER	-7,27200	10,58667	,773	-33,5208	18,9768
			TERCER	2,72800	10,58667	,964	-23,5208	28,9768
		TERCER	PRIMER	-10,00000	10,58667	,617	-36,2488	16,2488
			SEGUNDO	-2,72800	10,58667	,964	-28,9768	23,5208
BILIRRUBINA TOTAL mg/dL	HSD Tukey	PRIMER	SEGUNDO	-,01800	,02677	,781	-,0844	,0484
			TERCER	,01000	,02677	,926	-,0564	,0764
		SEGUNDO	PRIMER	,01800	,02677	,781	-,0484	,0844
			TERCER	,02800	,02677	,555	-,0384	,0944
		TERCER	PRIMER	-,01000	,02677	,926	-,0764	,0564
			SEGUNDO	-,02800	,02677	,555	-,0944	,0384



**Anexo G. Correlaciones de Pearson para producción de leche y concentración de GLU, TG, CT mg/dL y BT mg/L en suero de vacas.**

**Correlaciones**

		Producción de leche	Glucosa mg/dL	Triglicéridos mg/dL	Colesterol mg/dL	Bilirrubina total mg/L
Producción de leche	Correlación de Pearson	1	-,211	,086	-,411*	-,103
	Sig. (bilateral)		,264	,652	,024	,587
	N	30	30	30	30	30
Glucosa mg/dL	Correlación de Pearson	-,211	1	,119	,248	,177
	Sig. (bilateral)	,264		,531	,187	,350
	N	30	30	30	30	30
Triglicéridos mg/dL	Correlación de Pearson	,086	,119	1	,170	,116
	Sig. (bilateral)	,652	,531		,370	,542
	N	30	30	30	30	30
Colesterol mg/dL	Correlación de Pearson	-,411*	,248	,170	1	,004
	Sig. (bilateral)	,024	,187	,370		,984
	N	30	30	30	30	30
Bilirrubina total mg/L	Correlación de Pearson	-,103	,177	,116	,004	1
	Sig. (bilateral)	,587	,350	,542	,984	
	N	30	30	30	30	30

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).



**Anexo H. Correlaciones de Spearman condición corporal y concentración de GLU, TG, CT mg/dL y BT mg/L en suero de vacas.**

**Correlaciones no paramétricas**

			Condicí n corporal	Glucosa mg/dL	Triglicérido s mg/dL	Colesterol mg/dL	Bilirrubina total mg/L
Rho de Spearman	Condición corporal	Coefficiente de correlación	1,000	,244	,343	,208	-,140
		Sig. (bilateral)	.	,194	,063	,270	,459
		N	30	30	30	30	30
Glucosa mg/dL		Coefficiente de correlación	,244	1,000	,097	,212	,224
		Sig. (bilateral)	,194	.	,611	,260	,235
		N	30	30	30	30	30
Triglicéridos mg/dL		Coefficiente de correlación	,343	,097	1,000	,201	,128
		Sig. (bilateral)	,063	,611	.	,286	,501
		N	30	30	30	30	30
Colesterol mg/dL		Coefficiente de correlación	,208	,212	,201	1,000	,007
		Sig. (bilateral)	,270	,260	,286	.	,971
		N	30	30	30	30	30
Bilirrubina total mg/L		Coefficiente de correlación	-,140	,224	,128	,007	1,000
		Sig. (bilateral)	,459	,235	,501	,971	.
		N	30	30	30	30	30