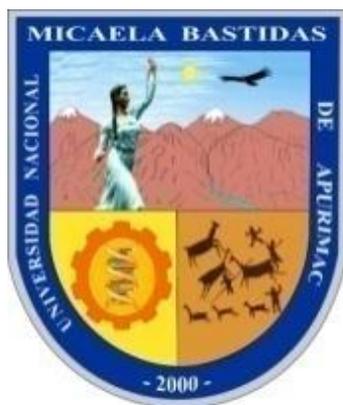


**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA  
VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**METABOLITOS SÉRICOS Y PRODUCCIÓN LÁCTEA EN VACAS**

**BROWN SWISS DE ALTURA EN PERIODO DE TRANSICIÓN,**

**CHUMBIVILCAS – CUSCO**

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

Presentado por:

**Bach. ARMEN VELASQUEZ HUILLCA**

Abancay, febrero de 2015

Perú



**METABOLITOS SÉRICOS Y PRODUCCIÓN LÁCTEA EN VACAS  
BROWN SWISS DE ALTURA EN PERIODO DE TRANSICIÓN,  
CHUMBIVILCAS – CUSCO**

## **DEDICATORIA**

A mis amados padres, TEODORA y JOSÉ por ser el pilar fundamental en todo lo que soy; a mis queridos hermanos BASILIO, DORA, ALAN, SANDRA, MICHAEL Y WILTON por estar siempre conmigo apoyándome y confiar en mí, durante el transcurso de mis estudios.

*Armen*

## AGRADECIMIENTOS

A mi señor padre todopoderoso Jehová por darme paciencia y llenar mi alma de fortaleza en los momentos más difíciles.

A mis padres Teodora y José por su amor y apoyo incondicional.

A mi Alma Mater, la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, por haber contribuido con mi formación profesional.

Al Ing. Fredy Arenas Portugal administrador del fundo Agropecuario Yavi Yavi por permitirme realizar esta investigación en tan hermoso lugar, al Ing. Dennis Silva Calderón por su apoyo, conocimientos y experiencia compartida; a Venancio, Carlos, Glicério, Alicia, José y a todos los chicos que trabajaron en el establo lechero por permitirme ser parte de su familia y apoyarme en todo momento.

Al Ing. Néstor Capatinta Mamani, Dr. Edgar Valdés, Ing. Nancy Mamani, Bach. Mylania Anco, y al personal del Laboratorio Molecular de Kayra de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco por permitirme realizar el procesamiento de todas mis muestras.

A mis asesores M.Sc. MVZ. Oscar Elisban Gómez Quispe y M.Sc. MVZ. Ludwing Ángel Cárdenas Villanueva por su paciencia, acertada dirección y asesoría.

A mis cuñados Santiago, Jaqueline y Darwing por todos sus consejos, su eterna comprensión y apoyo desinteresado; a mis queridos sobrinos Mariam, Eddy, Ruth, Samir, Juliana, Jaqueline, Dana, Ángeles, Joshua y Shamira por su enorme cariño y amor.

*Armen*

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS  
DE APURÍMAC**

**Dr. Manuel Israel HERNÁNDEZ GARCÍA  
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN REORGANIZADORA**

**Dr. German Hernán RIVERA OLIVERA  
VICEPRESIDENTE ACADÉMICO**

**M.Sc. Jaime Raúl PRADA SÁNCHEZ  
VICEPRESIDENTE ADMINISTRATIVO**

**Dr. Nilton César GÓMEZ URVIOLA  
DECANO DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

## ASESORES



.....  
M.Sc. MVZ. Ludwing Ángel CÁRDENAS VILLANUEVA  
ASESOR

.....  
M.Sc. MVZ. Oscar Elisban GÓMEZ QUISPE  
ASESOR

## JURADO EVALUADOR



.....  
MVZ. Martin Equicio PINEDA SERRUTO  
PRESIDENTE



.....  
MVZ. Julio Iván CRUZ COLQUE  
PRIMER MIEMBRO



.....  
MVZ. Juan Roberto SONCCO QUISPE  
SEGUNDO MIEMBRO

## ÍNDICE

	Pág
.	
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.4.1. Glucosa	14
2.4.2. Colesterol	17
2.4.3. Urea	21
2.4.4. Calcio	25
III. MATERIAL Y MÉTODOS	33
3.1. Localización	33
3.2. Material experimental	34
3.3. Análisis estadístico	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. Metabolitos séricos bovinos en el periodo de transición	40
4.1.1. Glucosa sérica	40
4.1.2. Colesterol sérico	41
4.1.3. Nitrógeno ureico en sangre (NUS)	43
4.1.4. Calcio sérico	44
4.2. Relaciones entre los metabolitos séricos y la producción láctea.	46
4.2.1. Relación entre la glucosa sérica y la producción láctea	46
4.2.2. Relación entre el colesterol sérico y la producción láctea	47
4.2.3. Relación entre el nitrógeno ureico y la producción láctea	49
4.2.4. Relación entre el calcio sérico y la producción láctea	50
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
5.1. CONCLUSIONES	53
5.2. RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXOS	59

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Valores séricos de glucosa (mg/dl) en vacas Brown Swiss primíparas y multíparas en la altura.....	40
Tabla 2. Valores séricos de colesterol (mg/dl) en vacas Brown Swiss primíparas y multíparas en la altura.....	42
Tabla 3. Valores séricos de nitrógeno ureico (mg/dl) en vacas Brown Swiss primíparas y multíparas en la altura.....	43
Tabla 4. Valores séricos de calcio (mg/dl) en vacas Brown Swiss primíparas y multíparas en la altura.....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Sub etapas comprendidas en el periodo de transición alrededor del parto en el vacuno.....	6
Figura 2. Fórmula química del colesterol.....	18
Figura 3. Biosíntesis del colesterol.....	19
Figura 4. Fórmula química de la urea.....	22
Figura 5a. Correlación de Pearson entre la concentración de glucosa y la producción láctea en vacas primíparas postparto en la altura.....	46
Figura 5b. Correlación de Pearson entre la concentración de glucosa y la producción láctea en vacas multíparas postparto en la altura.....	47
Figura 6a. Correlación de Pearson entre la concentración de colesterol y la producción láctea en vacas primíparas postparto en la altura.....	48
Figura 6b. Correlación de Pearson entre la concentración de colesterol y la producción láctea en vacas multíparas postparto en la altura.....	48
Figura 7a. Correlación de Pearson entre la concentración de nitrógeno ureico y la producción láctea en vacas primíparas postparto en la altura.....	49
Figura 7b. Correlación de Pearson entre la concentración de nitrógeno ureico y la producción láctea en vacas multíparas postparto en la altura.....	50
Figura 8a. Correlación de Pearson entre la concentración de calcio y la producción láctea en vacas primíparas postparto en la altura.....	51
Figura 8b. Correlación de Pearson entre la concentración de calcio y la producción láctea en vacas multíparas postparto en la altura.....	51

## RESUMEN

La producción lechera en la sierra alto andina presenta un incremento en la incidencia de enfermedades metabólicas en el periodo de transición, las cuales suponen un gran problema, por las pérdidas económicas que genera al productor; es por ello que se determinó por espectrofotometría las concentraciones séricas de glucosa, colesterol, nitrógeno ureico y calcio en vacas primíparas y multíparas en dicho periodo, para luego relacionarlas con la producción de leche; para este propósito, se utilizó muestras de sangre tomadas a los 7, 14 y 21 días antes y después del parto de 18 vacas Brown Swiss del fundo agropecuario Yavi Yavi (Chumbivilcas, Cusco) ubicado a 4150 metros de altitud, en el último semestre de 2013. En preparto la concentración de glucosa para primíparas y multíparas fue 39.15 y 44.98 mg/dl ( $p < 0.05$ ), Colesterol 93.29 y 82.55 mg/dl ( $p < 0.05$ ), nitrógeno ureico 15.00 y 12.92 mg/dl ( $p < 0.05$ ) y Calcio 4.43 y 4.45 mg/dl ( $p > 0.05$ ), respectivamente; mientras que en el postparto la glucosa fue 31.64 y 38.18 mg/dl ( $p < 0.05$ ), colesterol 111.33 y 104.57 mg/dl ( $p > 0.05$ ), nitrógeno ureico 13.95 y 14.93 mg/dl ( $p > 0.05$ ), y calcio 3.89 y 3.90 mg/dl ( $p > 0.05$ ); así mismo, se observó correlaciones bajas entre la producción de leche y la concentración de glucosa ( $r = 0.14$ ;  $p > 0.05$ ) ( $r = -0.19$ ;  $p > 0.05$ ), colesterol ( $r = 0.01$ ;  $p > 0.05$ ) ( $r = -0.15$ ;  $p > 0.05$ ), nitrógeno ureico ( $r = 0.28$ ;  $p > 0.05$ ) ( $r = 0.31$ ;  $p > 0.05$ ) y calcio ( $r = 0.32$ ;  $p > 0.05$ ) ( $r = -0.26$ ;  $p > 0.05$ ) en primíparas y multíparas, respectivamente.

**Palabras clave:** Periodo de transición, Brown Swiss, glucosa.

## SUMMARY

Milk production at Peruvian high Andean shows an increase on metabolic diseases incidence in transition period which has become a big problem because of economic losses. This is why serum glucose, cholesterol, ureic nitrogen and calcium were determined by spectrophotometric in primiparous and multiparous Brown Swiss cows in transition period to relate with milk production during 21 days of lactation. Blood samples were taken at 7, 14 and 21 days before and after partum from 18 Brown Swiss cows at Yavi Yavi farm (Chumbivilcas, Cusco) located at 4150 meters above sea level belonging to second semester 2013. Antepartum glucose concentration for primiparous and multiparous was 39.15 and 44.98 mg/dl ( $p < 0.05$ ), Cholesterol 93.29 and 82.55 mg/dl ( $p < 0.05$ ), urea nitrogen, 15.00 and 12.92 mg/dl ( $p < 0.05$ ) and Calcium 4.43 and 4.45 mg/dl ( $p > 0.05$ ), respectively; while postpartum glucose was 31.64 and 38.18 mg/dl ( $p < 0.05$ ), cholesterol 111.33 and 104.57 mg/dl ( $p > 0.05$ ), ureic nitrogen 13.95 and 14.93 mg/dl ( $p > 0.05$ ), and calcium 3.89 and 3.90 mg/dl ( $p > 0.05$ ); were observed likewise low correlations between milk production and glucose concentration ( $r = 0.14$ ;  $p > 0.05$ ) ( $r = -0.19$ ;  $p > 0.05$ ), cholesterol ( $r = 0.01$ ;  $p > 0.05$ ) ( $r = -0.15$ ;  $p > 0.05$ ), ureic nitrogen ( $r = 0.28$ ;  $p > 0.05$ ) ( $r = 0.31$ ;  $p > 0.05$ ) and calcium ( $r = 0.32$ ;  $p > 0.05$ ) ( $r = -0.26$ ;  $p > 0.05$ ) in primiparous and multiparous respectively.

**Keywords:** Transition period, Brown Swiss, glucose.

## I. INTRODUCCIÓN

La crianza de la raza Brown Swiss en altura implica requerimientos nutricionales muy diferentes a las vacas lecheras a nivel de mar, debido a las condiciones climáticas a las que están expuestas; por lo que, al encontrarse en un medio ambiente con temperaturas inferiores parte de la energía destinada a producir leche se destina a mecanismos de termorregulación. En la ganadería lechera, el aumento de la producción ha traído como consecuencia el incremento de la incidencia de enfermedades metabólicas, las cuales suponen un freno a la industria láctea por las pérdidas económicas. 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 (Correa, 2002a).

La transición entre las tres últimas semanas de la gestación y el inicio de la lactancia (tres primeras semanas), es un periodo crítico para el metabolismo y bienestar de la vaca. Uno de los cambios fisiológicos que experimenta la vaca al acercarse a la lactancia es el aumento en sus requerimientos energéticos, proteicos y minerales, que pueden incrementarse hasta en 23% durante el último mes de gestación lo que conlleva a presentar un balance energético negativo (BEN) que se acentúa en la primera semana postparto, como consecuencia de una variación en las concentraciones sanguíneas de glucosa, nitrógeno ureico, colesterol y calcio (Ceballos *et al.*, 2002b). En este contexto de cambios los metabolitos implicados son la glucosa que 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 no solamente para la síntesis de lactosa, si no, además, para la síntesis de grasa y de proteínas; mientras que para la formación del feto se requieren entre 5 a 7 g de Ca/día, las demandas de este mineral para la formación de calostro en la glándula mamaria pueden ser hasta cuatro veces más altas en el inicio de la lactación de tal manera que si no se reemplaza rápidamente, el animal puede entrar en un estado de hipocalcemia. Por otro lado la urea es un producto final del metabolismo de las proteínas, sin embargo las proteínas que la vaca no utiliza para su mantenimiento y producción se degradan en amoniaco, que es toxico para las células y se convierte en urea en el hígado. La urea posteriormente entra en el flujo sanguíneo para después reciclarse en el rumen o excretarse en la orina. Este metabolito se difunde en todos los tejidos del cuerpo de la vaca y su nivel en la leche tiene una relación directa con la cantidad de proteína ingerida y la concentración en la sangre (Bonifaz *et al.*, 2013). Respecto al colesterol este representa la habilidad de la hembra bovina para movilizar sus reservas corporales de lípidos en pro de la producción láctea y es el sustrato principal para la síntesis de hormonas esteroidales fundamentales para la vida reproductiva de la vaca (Wittwer *et al.*, 1983).

Debido a que los valores del perfil metabólico tienen una alta correlación con el nivel de producción de leche, se ha constituido en una herramienta útil para el diagnóstico del estado metabólico y nutricional del ganado lechero (Payne *et al.*, 1970); es por ello que, la investigación tuvo como objetivo determinar las concentraciones séricas de glucosa, urea, colesterol y calcio, en vacas primíparas y multíparas, y su relación con la producción de leche en ganado Brown Swiss en la sierra alto Andina, lo que permitirá establecer valores de referencia de los metabolitos séricos a fin de mejorar el manejo nutricional en la crianza de vacunos a esta altitud para el periodo de transición.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Los bovinos Brown Swiss y la altura

En el Perú la raza Brown Swiss están extendidos desde el nivel del mar hasta 4500 metros de altitud; su rusticidad y adaptación a diferentes sistemas de crianza la han hecho una raza de elección. A nivel nacional se estima una población 904000 cabezas lo que representa el 17.6% de la población total de ganado vacuno (INEI, 2012).

Se caracteriza por su longevidad, la capacidad de adaptación a diversas condiciones, la facilidad en el momento del parto, la robustez, la resistencia a las enfermedades y por su docilidad. La calidad de leche, tiene un adecuado equilibrio entre cantidad y calidad producida; el contenido de grasa esta entre 3.8 a 4.2% y la proteína entre 3.5 a 3.8%, particularmente idónea para la producción de quesos madurados. Debido al color del pelaje y al cutis pigmentado, consigue una adaptación fácil al estrés térmico de altas y bajas temperaturas, y el rendimiento de las vacas sufren una influencia inferior respecto a otras razas (Asociación Brown Swiss del Perú, 2014).

#### 2.1.1. Termorregulación en bovinos

Los bovinos son animales homeotérmicos y endotérmicos que mantienen la temperatura corporal constante al equilibrar el calor producido con la pérdida o ganancia de calor desde el ambiente que les rodea. Este balance se consigue a corto plazo mediante acciones conjuntas de mecanismos termo regulatorios (físicos y fisiológicos), modificaciones morfológicas y de comportamiento; a largo plazo ocurren cambios en el metabolismo energético. Si el organismo perdiera calor demasiado rápido ocurriría hipotermia (baja temperatura), en cambio el almacenamiento de calor conduciría a la hipertermia (altas

temperaturas). Ninguna de estas situaciones puede mantenerse por demasiado tiempo (Martínez *et al.*, 2006).

### **2.1.2. Respuesta del bovino al estrés por frío**

Las bajas temperaturas incrementan la actividad de la glándula tiroides, afectando la tasa metabólica, e incrementando el consumo de alimentos, sin embargo, hay menor producción de leche. También se afectan los niveles de la hormona glucocorticoide, en especial el cortisol, segregada por el animal como respuesta a las condiciones de estrés estimulando ajustes fisiológicos que permiten generar calor. La glándula tiroides produce hormona tiroxina y triyodotironina, las que influyen diferentes procesos celulares, en particular la termogénesis que representa cerca del 50% de la tasa metabólica basal de animales en condiciones normales (Arias *et al.*, 2008).

Hacia la izquierda de la zona de termo neutralidad ( $< 5^{\circ}\text{C}$ ), hay un incremento del metabolismo para contrarrestar la pérdida de calor (vasoconstricción y erección de los pelos y reducción del flujo sanguíneo periférico), para reducir las pérdidas de calor. El incremento del metabolismo en el animal aumenta el consumo de alimentos y disminuye la producción láctea, adoptando posturas de encogimiento (Dantzer *et al.*, 1983).

En la sierra alto andina a partir de los 3000 metros de altitud, ya se presentan perturbaciones funcionales; pero por encima de esta altitud las condiciones de hipoxia, cambios bruscos de temperatura, frío, helada, la intensa irradiación solar, baja calidad de pastos y forrajes, épocas de estiaje y sobre todo los fuertes vientos que tienen un efecto negativo al incrementar la pérdida de calor que a la vez incrementa los requerimientos nutricionales de energía en las vacas, estos influyen en los valores fisiológicos y

sanguíneos, consecuentemente en la producción y productividad del bovino (Cahuana, 2002).

## **2.2. El periodo de transición en los bovinos**

### **2.2.1. Características de la transición**

Es aquel periodo que transcurre desde tres semanas antes del parto hasta tres o cuatro semanas después del parto (Figura 1), donde se produce modificaciones dramáticas en el estado endocrino de las vacas que las preparan para el parto y la lactogénesis. En el periodo de transición, el animal debe adaptarse a las nuevas condiciones metabólicas y fisiológicas que le exigen el pasar de un estado de preñez y sin producir leche a un estado de no preñez o vacía y producir grandes cantidades de leche. Así mismo, en este periodo de transición tienen lugar una serie de cambios de adaptación del sistema digestivo y del metabolismo a una nueva situación productiva. El fracaso del proceso de adaptación genera alteraciones productivas y patológicas que se conocen como enfermedades del peri parto, entre las que se incluyen la cetosis, el desplazamiento de abomaso, la retención de placenta, la mamitis, la reducción de la producción y los problemas reproductivos (Fernández, 2009).

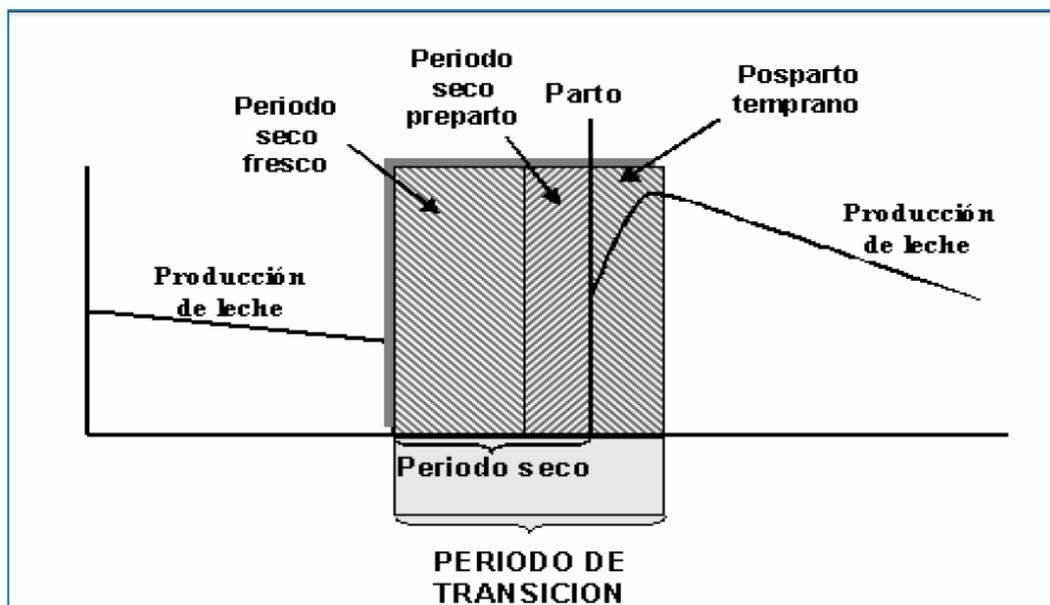


Figura 1. Sub etapas comprendidas en el periodo de transición alrededor del parto en el vacuno (Correa, 2002a).

El aspecto más relevante del periodo de transición tiene que ver con los cambios dramáticos que se presentan en las demandas de nutrientes en un periodo de tiempo tan corto como son las tres últimas semanas antes del parto y las tres primeras semanas de la nueva lactancia. Estos cambios exigen la reorganización completa de metabolismo nutricional del animal de manera que garantice el cubrimiento de los requerimientos de aminoácidos, glucosa, ácidos grasos, minerales y energía del útero grávido al final de la gestación y de la glándula mamaria al inicio de la lactancia. Se estimó que la demanda de glucosa por la glándula mamaria es tres veces más alta al comienzo de la lactancia que en situación de útero grávido al final de la gestación. En el caso de los aminoácidos esta demanda se duplica mientras que la de ácidos grasos puede ser hasta ocho veces más alta (Overton, *et al.*, 2004).

El periodo de transición se ha dividido en varios sub-periodos, de acuerdo a los fenómenos fisiológicos y metabólicos que predominan en cada uno de ellos (Figura 1).

Pero además, sobre la base de la caracterización de estos periodos, se han planteado las pautas de manejo que se han de establecer para minimizar los riesgos de enfrentar a las vacas a las disfunciones metabólicas, sanitarias y productivas que tienen su origen en el desajuste a los cambios que se suceden. Aunque para algunos autores el periodo de transición abarca las tres últimas semanas antes del parto (periodo seco preparto) y las tres a cuatro primeras posparto (posparto temprano), otros consideran que las primeras semanas del periodo seco (periodo seco fresco) han de ser analizadas también (Correa, 2002a).

### **2.2.2. División del periodo de transición**

Para tener una mejor comprensión y hacer un mejor manejo nutricional y alimenticio de las vacas durante su ciclo productivo, además del periodo seco, se ha dividido en dos sub-periodos.

#### **a. Periodo seco fresco**

Este periodo abarca desde el momento en que la vaca es secada hasta tres semanas antes del parto y es de interés debido a las implicaciones que tiene en la modificación de las poblaciones microbianas en el rumen, la recuperación tanto de las paredes ruminales como de la glándula mamaria, el desarrollo del feto la deposición de tejido adiposo, así como la incidencia de mastitis (Smith *et al.*, 1995).

#### **b. Periodo seco preparto**

Es quizá el periodo más crítico y abarca desde tres semanas antes del parto hasta el momento del parto. Los cambios en el consumo de materia seca así como en el estado hormonal y metabólico de los animales, se presentan de manera dramática durante esta

fase. La incidencia de desórdenes periparturientos tales como hipocalcemia, retención de placenta, cetosis, mastitis y desplazamiento de abomaso, están muy asociados con el manejo y la alimentación de la vaca durante este periodo (Correa, 2002b).

### **c. Posparto temprano**

El pasar de un estado de preñez y sin producir leche, a estar vacía y produciendo grandes cantidades de leche, se le exige al animal una alta capacidad de adaptación a las nuevas condiciones metabólicas y fisiológicas. Pero dicha capacidad de adaptación no basta. Se hace necesario acompañar al animal en esta transición mediante adecuadas pautas de manejo, de lo contrario, la posibilidad de aparición de disfunciones de toda índole, se incrementa. La mayoría de disfunciones metabólicas (cetosis, hígado graso, edema de ubre), nutricionales (hipocalcemia), alimenticias (acidosis ruminal, laminitis, desplazamiento de abomaso), sanitarias (mastitis, metritis, abscesos hepáticos), y productivas (baja producción de leche, relación grasa: proteína invertida), ocurren dentro de las primeras dos semanas de lactancia. El balance energético negativo acompañado de un bajo consumo de materia seca, que se presentan durante esta fase, son consecuencia de las condiciones que caracterizan al periodo seco preparto. El rápido incremento en la producción de leche se ve acompañado por la movilización de tejido adiposo, muscular y óseo y un lento incremento en el consumo de materia seca. Dependiendo de la condición corporal que presente el animal al momento de ser secada, va a ser la movilización de tejidos de reserva durante el periodo de transición y mayor va a ser el balance energético negativo (BEN) en que entre el animal. El fenómeno del BEN es universal entre las vacas lecheras e, incluso, se podría afirmar que es universal entre los mamíferos (Herd, 2000).

### **2.3. El perfil metabólico del bovino**

### **2.3.1. Utilidad en el diagnóstico de enfermedades metabólicas**

Es un método de diagnóstico basado en las mediciones hemato-químicas en grupos representativos de animales, que permiten la evaluación de los desórdenes metabólicos, el estado de salud y nutricional de los rebaños lecheros en explotaciones intensivas (Quíntela *et al.*, 2011). Sin embargo, el perfil metabólico no tiene 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, sus comportamientos productivos y el manejo al cual han sido sometidos; así mismo, el balance energético negativo en la lactancia temprana se hace más marcado si las condiciones nutricionales no son las adecuadas y la alta demanda de glucosa se incrementa más por glándula mamaria (Galvis *et al.*, 2003).

Los perfiles metabólicos permiten caracterizar las vías metabólicas de un individuo o un grupo de ellos, permitiendo tener un acercamiento a las características de la ración consumida, ya que el estado de estas vías pueden verse afectada por los desequilibrios en el ingreso y egreso o biotransformación de los ingredientes de la ración consumida por los animales (Cevallos *et al.*, 2002b).

En la realización de un perfil metabólico se determinan los diferentes metabolitos sanguíneos relacionados con el estado funcional de las vías metabólicas, 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 pueden verse afectados por los desbalances en el ingreso, transformación o egreso de los ingredientes de la ración consumida por los animales (Andrade *et al.*, 1998).

### 2.3.2. Estimaciones del perfil metabólico

Existen algunos avances de investigación sobre la estimación de los metabolitos y su relación con los niveles de producción, por ejemplo se determinaron las concentraciones de calcio, urea y glucosa en el Cantón (Cuenca, Ecuador) a 2100 metros de altitud; utilizando vacas Holstein mestizo con distintos niveles de producción (alto, >12 litros/día; media, 7 a 11 litros/día; baja, hasta 6 litros/día). Los resultados fueron en calcio 5.74 a 6.99 mg/dl para vacas en alta producción, de 8.07 a 8.31 mg/dl para la producción media y de 6.19 a 7.53 mg/dl para producción baja. En cambio la urea estuvo entre el rango de 15.81 a 18.15 mg/dl, y la glucosa entre 47.75 a 52.61 mg/dl (Barros *et al.*, 2012).

Los parámetros bioquímicos en vacas de raza Rubia Gallega fueron reportados observándose que los niveles séricos de la glucosa y urea no son afectados por la estación, ni por el número de parto, con respecto a la urea reporto niveles de 26.34 mg/dl en la etapa preparto y 23 mg/dl en el primer mes postparto; en cambio, la estación afectó a los valores de colesterol total, siendo inferiores las concentraciones en primavera-verano que en otoño-invierno; asimismo, el número de parto influyó en los valores séricos de calcio, siendo más elevados en novillas que en multíparas (Quíntela *et al.*, 2011).

Después de evaluar la concentración de calcio en sangre, de vacas Holstein de las regiones de Pasto y Huachucal (Nariño, Colombia) entre 2600 y 3200 metros de altitud, agrupadas de acuerdo a su estado productivo (periodo seco, inicio y pico de lactancia) se encontró que en Pasto el Ca fue 7.77 mg/dl en el preparto y 7.61 mg/dl en el inicio de la lactación; en Guachucal-Tuquerres la concentración de Ca fue mayor 9.22 mg/dl. Es decir, los

valores para calcio diferían entre la región de Pasto y Guachucal –Tuquerres, lo que refleja cambios en el manejo nutricional de las vacas (Cedeño *et al.*, 2011).

En vacas Hosltein de lecherías ubicadas en la zona paracentral de el Salvador, se determinó valores de Nitrógeno ureico en sangre entre 8.42 a 14.57 mg/dl, y en leche de 8.06 a 15.47 mg/dl., con una correlación entre nivel de urea en sangre y leche de 0.9017 (Rancho los Conacastes) y de 0.7543 (Rancho Olocuilta). Se observó que el empleo de cualquiera de ambos métodos de medición de Nitrógeno (en leche o sangre) es indiferente. Se encontró también que, la hora más representativa para la toma de muestra en sangre es a las 2 horas posteriores a la alimentación; y para el caso de la leche, fue antes del ordeño, ya que la leche es el resultado de la difusión del contenido de sangre a través de las células secretoras de la glándula mamaria (Sosa, 2008).

En esta línea de investigación, se reportó que la urea (mg 100 mL<sup>-1</sup>) en vacas de primer y múltiples partos fue 29.07 y 33.35 (p<0,05), respectivamente. La estación del año en que ocurrió el parto estuvo asociado (p<0,05) con los valores de urea en leche, alcanzando valores de 33.24, 30.76, 29.86 y 30.97 en las estaciones de primavera, verano, otoño e invierno, respectivamente. Los valores de urea fueron 32.87 y 29.54 (p<0,05) para los niveles de proteína inferior a 3.2 y superior a 3.2%, respectivamente. Asimismo, la urea fue 33.47, 31.43 y 26.73mg/dl (p<0,05) en la producción diaria de leche entre 0 a 15L, entre 15 a 25L y más de 25L, respectivamente (Pedraza *et al.*, 2005).

En vacas lecheras del Viejo Caldas (Colombia), se determinaron concentraciones de Ca (Ceballos *et al.*, 2004), desde la cuarta semana preparto hasta la octava semana postparto, por colorimetría. La concentración de Ca estimada fue 9.61 mg/dl, no observándose diferencias según la cantidad de leche producida, pero se encontraron según la semana

productiva ( $p < 0.05$ ). Los valores hallados son 9.66 mg/dl y 9.69 mg/dl en vacas con baja y alta producción en la etapa de parto y 9.57 mg/dl y 9.61 mg/dl en la etapa postparto. Así mismo quienes estimaron también valores para algunas variables bioquímicas sanguíneas en vacas productoras de leche en el trópico alto de la zona cafetera colombiana, donde encontró concentraciones de urea de 18.76 mg/dl en novillas, 21.84 mg/dl en vacas en parto y 20.78 mg/dl en vacas al inicio de lactación y para el colesterol 123.74 mg/dl (Ceballos *et al.*, 2002b).

Los componentes (glucosa y colesterol) del perfil metabólico de ocho razas bovinas nativas (Blanco-Orejinegro, Casanareño, Chino Santandereano, Costeño Con Cuernos, Hartón del Valle, Lucerna, Romosinuano y Sanmartinero) colombianas, fueron estudiadas en cuatro condiciones fisiológicas (novillas, vacas en inicio de lactación, vacas en final de lactación y vacas secas). En el estudio se encontraron en diferencias significativas de los metabolitos estudiados entre razas y entre grupos de animales. Los valores encontrados en el metabolismo energético estuvieron en límite inferior del rango de referencia reportado para bovinos, lo que puede indicar una tendencia de estas razas a tener menores gastos energéticos en las zonas ecogeográficas donde se encuentran (Campos *et al.*, 2004).

De la misma manera, se describió los cambios en el metabolismo energético desde un mes antes del parto hasta dos meses postparto en rebaños lecheros distribuidos en dos pisos térmicos de la zona de Manizales (Colombia). Se determinó que la producción promedio de leche fue 14.6 y 23.7 kg/vaca/día para las vacas ubicadas en zona baja y alta, respectivamente ( $p < 0.05$ ). Los valores de glucosa fue 68.46 y 66.65 mg/dl ( $p > 0.05$ ) y para colesterol 108.27 y 135.34 mg/dl ( $p < 0.05$ ), en los períodos parto y postparto,

respectivamente. Asimismo, se observaron correlaciones entre producción de leche con concentración de glucosa ( $r=0.14$ ;  $p<0.05$ ) y colesterol ( $r=0.31$ ;  $p<0.05$ ), así como entre la concentración de glucosa y colesterol ( $r=0.12$ ;  $p<0.05$ ) sanguíneos (Ceballos *et al.*, 2002a).

En la sierra alto andina se determinó los niveles séricos de glucosa en vacunos Brown Swiss, procedentes del distrito de Paucarcolla (Puno, Perú), ubicado a una altitud de 3847 metros, donde encontró que el valor de glucosa sérico en los bovinos Brown Swiss, fue de 50.71mg/dl, con extremos entre 36.90 y 83.50 mg/dl. Cuando se examinaron por edades, las crías (terneras y terneros) presentaron 57.02 mg/dl, las jóvenes (vaquillas y toretes) 48.66 mg/dl y los adultos (vacas y toros) 46.44 mg/dl ( $p\leq 0.05$ ). Sin embargo, las vacas hembras jóvenes obtuvieron en promedio 50.04 mg/dl y las adultas 48.51 mg/dl (García, 2000).

En el mismo piso altitudinal se estudió el perfil lipídico en vacunos Brown Swiss en Paucarcolla (Puno, Perú) a 3847 metros de altitud. El resultado de los niveles séricos de colesterol fue 142.5 mg/dl, con extremos de 102.8 y 202.4 mg/dl. Según clase obtuvo 150.4 mg/dl para torete y/o vaquillas, para adultos 146.2 mg/dl y para las crías 130.5 mg/dl. Considerando el sexo los resultados fueron 144.0 mg/dl en hembras y 140.0 mg/dl en machos. Se encontró diferencias ( $p<0.05$ ) para el efecto de clase y las interacciones raza/sexo/clase; pero no para los factores raza, sexo ni las interacciones raza/sexo, raza/clase, sexo/clase ( $p>0.05$ ). También reportó valores de 150.4 mg/dl y 147.2 mg/dl en vacunos hembra jóvenes y adultos indicando que son iguales en ambos grupos (Cahuana, 2002).

En ganaderías entre 0 a 1 000 metros de altitud (Tolima, Colombia), en haciendas de manejo técnico y tradicional, se analizó el estado metabólico en 1, 2, 3, y 4 períodos productivos (30 días antes del parto, hasta 8 días posparto, 30 días posparto y 60 días posparto, respectivamente), donde se encontró que el nitrógeno ureico (BUN) alcanzó diferencias ( $p \leq 0.05$ ) entre preparto y posparto, con valores de 14.7 a 13.9 mg/dl, respectivamente, guardando relación con los niveles de proteína. Hubo también diferencias entre el período 2 (56.1 mg/dl) con relación a los períodos 1, 3 y 4 (48.0, 52.3 y 48.2 mg/dl respectivamente). Para el calcio los valores medios del preparto (9.9 mg/dl) descendían ligeramente al parto (9.8 mg/dl), para llegar a 9.2 mg/dl hasta 8 días postparto, cuando los animales se encuentran en mayor producción de leche. Respecto al colesterol indica niveles de 134 mg/dl, un mes antes del parto, 140.6 mg/dl hasta 8 días postparto y 140.7 mg/dl, a los 30 días postparto (Andrade *et al.*, 1998).

## **2.4. Consideraciones bioquímicas de los componentes del perfil metabólico**

### **2.4.1. Glucosa**

La glucosa es una hexosa o azúcar ampliamente distribuido en la naturaleza. Se almacena principalmente en el hígado, es el carbono más elemental y esencial para la vida, es el componente inicial o el resultado de las principales rutas del metabolismo de glúcidos (McDonald *et al.*, 2002).

#### **a. Síntesis de glucosa**

Todo el propionato se convierte a glucosa en el hígado, este último utiliza los aminoácidos para la síntesis de glucosa, este es un proceso importante porque normalmente no hay glucosa absorbida del tracto digestivo y todos los azúcares encontrados en leche deben

ser producidos por el hígado. Una excepción existe cuando la vaca está alimentada con grandes cantidades de concentrados ricos en almidón o una fuente de almidón resistente a la fermentación ruminal. El almidón escapa de la fermentación y alcanza el intestino delgado. El ácido láctico (lactato) es una fuente alternativa de glucosa para el hígado. El lactato se encuentra en ensilajes bien preservadas, pero la producción de lactato en el rumen ocurre cuando hay un exceso de almidón en la dieta. Este no es deseable porque el ambiente del rumen se acidifica, la fermentación de fibra se para y, en casos extremos, la vaca deja de comer (Giraldo *et al.*, 2008).

#### **b. Metabolismo**

El metabolismo de los glúcidos es el conjunto de reacciones que se producen en los distintos tejidos para la utilización de sustancias nutritivas, sea para su depósito en forma de glucógeno, para su oxidación o para la formación de ácidos grasos y polisacáridos. Los lugares en que se almacena y consume la mayor parte de los glúcidos son: músculos, el hígado y el tejido adiposo. La glucosa, al penetrar en las células, se fosforila en glucosa-6-fosfato, tomando una molécula de ácido fosfórico del ácido adenosin trifosfato (ATP), en presencia de una enzima, la hexocinasa o hexoquinasa. La glucosa-6-fosfato es el punto de partida de varios procesos: gluconeogénesis (biosíntesis de glucosa a partir de precursores no glúcidos) incluye la utilización de varios aminoácidos, lactato, piruvato, glicerol y cualquiera de los intermediarios del ciclo de los ácidos tricarbónicos (o ciclo de Krebs) como fuente de carbono para la vía metabólica liberación de glucosa y glucólisis (Ceballos *et al.*, 2002a).

#### **c. Interpretación metabólica**

La glucosa es el indicador del suministro de energía por el alimento, pero no del metabolismo energético, porque el rumiante tiene otras fuentes energéticas importantes, los valores inmediatos al parto o bajo condiciones de estrés intenso no deben tomarse en cuenta, ya que inicialmente se elevan hasta la hiperglicemia y tan pronto se agotan las reservas de glucógeno, caen hasta la hipoglicemia. Si el nivel de glucosa se relaciona con valores incrementados de bilirrubina se convierte en indicador de la presencia de acetonemia subclínica o clínica evidente. Cuando el suministro de energía es deficiente por baja ingesta o por mayor demanda, se llega fácilmente a caídas como la hipoglicemia. El hígado tiene un papel primordial en el mantenimiento de los niveles de glucosa en sangre (glucemia). Para que esos niveles se mantengan y el almacenamiento en el hígado sea adecuado, se precisa la ayuda de la insulina, sustancia producida por el páncreas. Cuando la insulina es insuficiente, la glucosa se acumula en la sangre, y si esta situación se mantiene, da lugar a una serie de complicaciones en distintos órganos. Esta es la razón principal por la que se produce aumento de glucosa en sangre, pero hay otras enfermedades y alteraciones que también la provocan. Por tanto, la determinación de glucosa en sangre (glucemia) es útil para el diagnóstico de numerosas enfermedades metabólicas. En aquellas vacas que hacia el final de la lactancia y durante el periodo seco han recibido cantidades del alimento por encima de los requerimientos y muestran notables depósitos de grasa se encontrara niveles elevados de glucosa en el ante parto. Después del parto, estos animales comienzan a entrar en hipoglicemia y presentan un incremento en la concentración de cuerpos cetónicos (Barros, *et al.*, 2012).

El aumento de las concentraciones de glucosa en el periodo preparto refleja los cambios hormonales producto de una mayor gluconeogénesis y glicolisis; pero, insuficientes para satisfacer la demanda de glucosa en el inicio de la lactación, ya que en el peri parto la

glucosa disminuye para la síntesis de lactosa, estímulo osmótico para la producción de leche (Mayor *et al.*, 1998).

La hipoglucemia es un signo razonablemente compatible con la cetosis primaria y el síndrome de la vaca gorda en bovinos. Valores  $> 70$  mg/dl en periodo no lactante indican exceso energético (predisposición a acumulación de cuerpos cetónicos – acetonemia). Valores inferiores a 50 mg/dl en el puerperio cursan con aumento de la bilirrubina sérica provocando una acetonemia subclínica y valores inferiores a 50 mg/dl a partir de la 6ta semana indican acetonemia subclínica y déficit energético en la dieta. El bajo valor global de glucosa encontrado (49 mg/dl) puede estar indicando un proceso de adaptación al bajo nivel de energía de los alimentos (Giraldo *et al.*, 2008).

#### **2.4.2. Colesterol**

El colesterol es el esteroide más abundante en los tejidos animales, tanto libre como esterificado. Es un derivado del ciclopentanoperhidrofenantreno que posee el -OH del C3 en posición cis o beta y una doble ligadura entre el C5-6. El nombre químico del colesterol es el 3 $\beta$ -hidroxi-5,6-colesteno o también D5-colesten-3 $\beta$ -ol (Figura 2). Se presenta como un sólido de color blanco, insoluble en agua, muy soluble en cloroformo, benceno. El colesterol y los ésteres de colesterol son lípidos importantes en la dieta y provienen de las grasas y fosfolípidos de las plantas (Bradford, 2010).

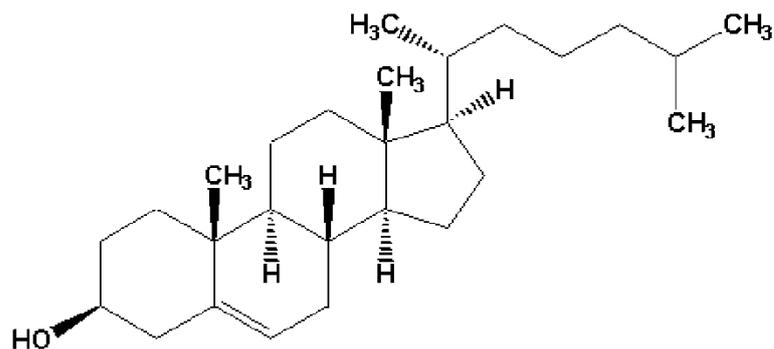


Figura 2: Fórmula química del colesterol.

### a. Biosíntesis del colesterol

El acetil-CoA sirve como único precursor para la biosíntesis del colesterol. Aunque el hígado es el lugar principal de la síntesis del colesterol, se sabe que otros muchos tejidos sintetizan este esteroide, por ejemplo: intestino, piel, corteza adrenal, pared arterial y otros. La biosíntesis está regulada en parte por el aporte de colesterol. Niveles dietéticos altos de colesterol o la presencia de precursores del mismo, dan lugar a una depresión de su síntesis hepática. Los factores que causan disminución en los niveles de colesterol sirven para estímulo de la biosíntesis. En la regulación del nivel de colesterol tienen importancia las hormonas tiroideas ya que afectan a todos los aspectos del metabolismo de los lípidos, su efecto más acentuado es en la lipólisis. Uno de los efectos particulares de las hormonas tiroideas es la tendencia a disminuir el colesterol del plasma. Esto incluye dos efectos: por un lado hay un aumento en la absorción celular de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) con las moléculas de colesterol relacionadas y por otro una tendencia para incrementar la degradación del colesterol y las lipoproteínas de baja densidad (LDL). Es usual que estos efectos sobre el metabolismo de los lípidos se observen en situaciones fisiopatológicas relacionadas con una hipersecreción de hormonas tiroideas o en estado

de deficiencia tiroidea, en los cuales la hipercolesterolemia es una de las características de la misma (Lehninger, 2006).

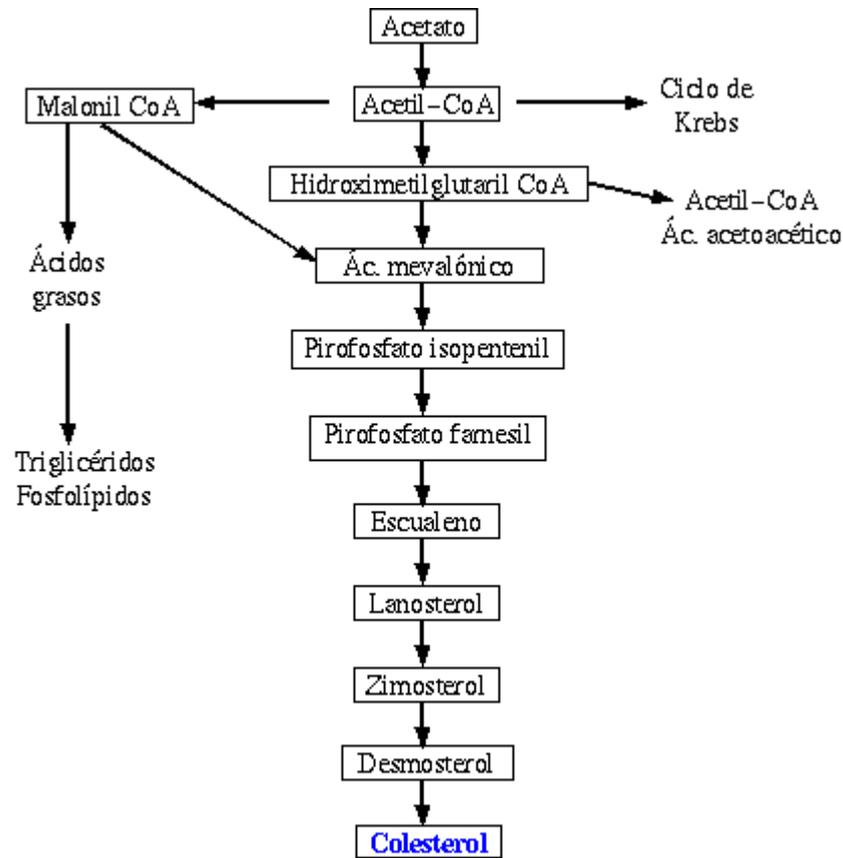


Figura 3. Biosíntesis del colesterol

### b. Transporte de lípidos sanguíneos

La totalidad de los lípidos en plasma se encuentran asociados con proteínas formando complejos lipoproteicos que aseguran su transporte. Existen diferentes tipos de lipoproteínas que difieren entre sí tanto en composición lipídica como proteica. De acuerdo a su densidad se distinguen cuatro tipos de lipoproteínas: quilomicrón, lipoproteína de muy baja densidad (VLDL), lipoproteína de baja densidad (LDL) y lipoproteína de alta densidad (HDL). Refiriéndonos al colesterol, éste se halla principalmente formando la LDL y la HDL con las proteínas. Ambas lipoproteínas están involucradas en el transporte de lípidos endógenos. El colesterol procedente de las

lipoproteínas captadas y degradadas por los hepatocitos es utilizado para la síntesis de ácidos biliares y secretado por la bilis hacia el intestino (Mayor, *et al.*, 1998).

### **c. Catabolismo**

La desaparición del colesterol incluye: Excreción como esteroides en la bilis y conversión en ácidos biliares. El principal destino del colesterol es su degradación para formar ácidos biliares y sus derivados, las sales biliares. Colesterol a Ácido Cólico (principal ácido biliar). La adición de una molécula de acil-CoA trae consigo la formación de colil-CoA, molécula intermediaria en la síntesis de las dos sales biliares mayoritarias, el ácido taurocólico y el ácido glicólico. Producción de hormonas esteroideas: progestágenos, corticoesteroides (GCC-MCC) y hormonas sexuales; La pregnenolona es la primera hormona esteroidea derivada del colesterol y su síntesis es estimulada por la ACTH. A partir de ésta se obtiene progesterona, la cual a su vez le da origen a los corticoesteroides y a las hormonas sexuales. Precursor de la vitamina D3 por acción de la luz solar sobre el colesterol en la piel (Aguilar, 2012).

### **d. Interpretación metabólica**

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. Los valores más bajos de concentración de colesterol. En el parto 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 (MS), el crecimiento fetal,

el crecimiento de las glándula mamaria y el inicio en la preparación para la lactancia. Lo que con lleva ala hipocolesterolemia, entre otros. Al aumentar el consumo de materia seca postparto, la colessterolemia aumenta pero presenta una correlación negativa con la cantidad de leche producida, lo que refleja una mayor exigencia energética impuesta por el aumento en la producción de leche. Un requerimiento nutricional más bajo al disminuir la producción de leche favoreció una colessterolemia más alta en las vacas al final de la lactancia. Los valores más altos de colesterol en vacas lecheras al final de la lactación son un hallazgo común en vacas lecheras; El menor valor de colesterol en novillas está asociado a sus menores necesidades productivas y reproductivas. 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 (Ceballos *et al.*, 2002b).

El colesterol es un metabolito afectado por las condiciones climáticas y especialmente por la temperatura ambiental, es así que los niveles de ingesta de alimento se incrementan en épocas frías para mantener el calor corporal (Quíntela, *et al.*, 2011). También se observado que aproximadamente un mes después del inicio de la lactancia la concentración se colesterol aumenta como respuesta a la suplementación en la dieta (Wittwer *et al.*, 1983). Así mismo se señala que los valores normales oscilan entre 80 a 120 mg/dl. (Bradford, 2010).

### 2.4.3. Urea

La urea también conocida como carbamida, carbonildiamida o ácido armidico, es el nombre del ácido carbónico de la diamida (Figura 4). Es una sustancia nitrogenada

producida por algunos seres vivos como medio de eliminación del amoníaco. En los animales se halla en la sangre, leche, orina, bilis y sudor. Se forma del amoníaco en el hígado y riñón, es un producto final del metabolismo de las proteínas. Mientras que el amoníaco producido es sumamente tóxico. La conversión de amoníaco a urea, primariamente en el hígado, previene la toxicidad del amoníaco siendo excretada por orina (McDonald *et al.*, 2002).

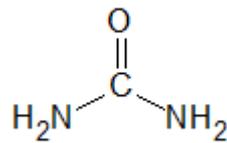


Figura 4: Fórmula química de la urea

#### a. Síntesis

El hígado, representa cerca del 5% de la masa corporal y consume entre el 25% del gasto energético del cuerpo. Sin embargo, ha sido establecido que la tasa de uso de energía por el hígado se incrementa con el aumento en la producción de leche. El hígado cumple un papel clave en el metabolismo del Nitrógeno dado que en este órgano se presenta uno de los procesos más importantes dentro de su metabolismo (Bonifaz *et al.*, 2013).

#### b. Metabolismo

El metabolismo del nitrógeno en el rumiante se basa en tres puntos principales: 1. La cantidad de amoníaco presente en el rumen depende del tipo de proteínas y carbohidratos ingerido; 2. Las venas ruminales absorben directamente una cantidad considerable de amoníaco que pasa al hígado; y 3. Una parte del amoníaco absorbido regresa al rumen en forma de urea de la saliva. La utilización de las proteínas ingeridas se realiza del siguiente modo: Durante el paso de los alimentos por el rumen, gran parte de la proteína se degrada

hasta péptidos por acción de las proteasas. Los péptidos son catabolizados hasta aminoácidos libres, y éstos hasta amoníaco, ácidos grasos volátiles y dióxido de carbono. En el rumen, cierta cantidad de proteína dietaria puede escapar a la digestión ruminal y pasar al intestino sin modificarse en el rumen, a ésta se le denomina proteína sobrepasante. La proteína microbiana representada por los cuerpos celulares de los microorganismos, pasa con las proteínas de la ración que no fueron modificadas por la microbiota ruminal a través del omaso, abomaso, hasta el intestino en donde son digeridas por acción de las enzimas pepsina, tripsina, quimiotripsina, carboxipeptidasa y aminopeptidasa en forma similar a la digestión proteica en los monogástricos (Arias *et al.*, 1999).

En los rumiantes la urea endógena puede ser utilizada para la síntesis de proteína en los preestómagos. La digestión microbiana del nitrógeno alimentario produce importantes cantidades de amoníaco, que es utilizado por los microorganismos para sintetizar sus proteínas y parcialmente absorbido por la pared ruminal para ser transformado en urea en el hígado. Más del 60 % de la urea plasmática proviene de la urea ruminal, el resto proviene del metabolismo intermediario. Esta urea, en parte, es eliminada por el riñón. Una cierta proporción retorna al retículo – rumen con la saliva y por difusión directa a partir de la sangre a los preestómagos. Allí es hidrolizada a amoníaco y CO<sub>2</sub> por las ureasas de la flora epimural y, en menor grado, de las bacterias libres. La urea provee así radicales aminados para el anabolismo proteico en el rumen y estas proteínas serán recuperadas por el organismo del rumiante luego de la digestión y absorción en el tracto intestinal. Cuando hay una falta de energía fermentable o cuando la proteína cruda en la dieta es excesiva, no todo el amoníaco producido en el rumen puede ser convertido a proteína microbiana (Pedraza *et al.*, 2004).

### **c. Excreción**

La urea sanguínea puede seguir uno de tres caminos: a. Volver al rumen vía la saliva o a través de la pared del rumen; b. Excreción en la orina por los riñones; y c. Pasar a la sangre, de donde llega a la glándula mamaria para formar parte de la leche. Cuando la urea vuelve al rumen esta será re-convertida a amoníaco y puede servir como una fuente de nitrógeno para el crecimiento bacteriano. La urea excretada en la orina es perdida por el animal. Cuando las raciones son bajas en proteína cruda, la mayoría de urea es reciclada y poco se pierde en la orina. Sin embargo, mientras se incrementa la proteína cruda en la ración, menos urea será reciclada y más será excretada en la orina (Deiros *et al.*, 2004).

### **d. Nitrógeno ureico en sangre (NUS)**

El nitrógeno ureico en sangre es el mayor producto final del metabolismo proteico en los rumiantes. Sin embargo, el nitrógeno ureico en sangre no puede ser medido rutinariamente debido a las dificultades de obtener una muestra regular y confiable (Acosta *et al.*, 2006).

El exceso de proteína se ha demostrado que provoca un incremento en la concentración de urea en sangre, un buen indicador del estado proteico del animal es la urea en sangre, Los excesos de proteína de rápida degradación ruminal, llevan a un elevado nivel de amoníaco en el rumen lo que conlleva a un elevado pH y aumento en la absorción de amoníaco como resultado, se observan niveles altos de nitrógeno ureico en sangre (Pedraza *et al.*, 2004).

La concentración sanguínea de urea está relacionada con el consumo de proteína en la ración, en especial proteína degradable y el contenido de nitrógeno no proteico. Sin embargo, la disminución en la urea estaría en relación con un bajo consumo de proteína en la ración (Ceballos *et al.*, 2002b).

Se indica que la concentración sérica de sustancias nitrogenadas existe una variación según la semana relativa al parto, lo anterior se explica por la calidad nutricional de los forrajes consumidos, en especial la azotemia obedece a un desequilibrio en la relación carbohidratos fermentables: proteína soluble. Así mismo el mismo autor encontró en vacas de lidia concentraciones de 16.53 mg/dl en etapa preparto y 14 mg/dl en el postparto (Jordán *et al.*, 2006).

#### **2.4.4. Calcio**

Aproximadamente el 99% del Ca está almacenado en el cuerpo animal, se halla en el esqueleto como constituyente de los huesos y de los dientes. Se encuentra principalmente en el plasma (extracelular) en una concentración de aproximadamente 10 mg/dl en tres estados: como ión libre (60%), ligado a la proteína (35%), o mezclado con ácidos orgánicos como el ácido cítrico, o con ácidos inorgánicos, como el fosfato (Bradford, 2010).

##### **a. Homeostasis del calcio**

La concentración de Ca en la sangre está regulada estrechamente principalmente por la glándula paratiroidea, que responde incluso a una pequeña disminución en la

concentración de Ca, secretando PTH a la sangre. La PTH primero actuara en el riñón para incrementar la absorción tubular renal de Ca desde el filtrado glomerular. Sin embargo, debido a que solo se pierde por orina pequeñas cantidades de Ca ( $< 1$  a  $2\text{g/día}$ ), esta acción de la PTH solo es suficiente para restaurar la concentración sanguínea de Ca si el déficit total es pequeño. Los déficit mayores de Ca provocan una secreción prolongada de PTH (de horas a días), lo que estimula la resorción osteoclástica de Ca óseo y estimula la producción renal de 1,25 dihidroxivitamina D, la 1,25-dihidroxivitamina D estimula las células epiteliales intestinales para producir proteínas de unión al Ca y bombas de Ca, para que el Ca de la luz del intestino sea transportado de manera eficiente a través de las células epiteliales intestinales hacia la sangre. Si un animal es alimentado con una dieta deficiente en Ca o vitamina D, generalmente, mantendrá unas concentraciones sanguíneas normales de Ca durante semanas o meses absorbiendo Ca óseo. Sin embargo, esto provocara posteriormente enfermedades Oseas como la osteoporosis y la osteomalacia. Un incremento en la concentración sanguínea de Ca por encima de lo normal inhibe a la PTH y estimula la liberación de calcitonina. Esta hormona incrementa la eliminación renal de Ca y disminuye la actividad osteoclástica, de forma que más Ca es retenido en el hueso (Ceballos *et al.*, 2004).

## **b. Absorción**

Se absorbe principalmente en el duodeno y yeyuno, se efectúa por transporte activo y pasivo. La importancia de una proteína portadora de Ca dependerá de la vitamina D.

Si aumenta la concentración dietética de Ca, disminuye el porcentaje del Ca que se absorbe, Sus niveles séricos también pueden verse afectados por la concentración del mineral en la dieta, Sin embargo, el factor más importante involucrado en el descenso de

calcio sérico en la etapa de lactación, es la alta demanda para la síntesis de calostro y producción de leche (Correa, 2002a).

### **c. Deficiencia**

La deficiencia simple de Ca o de vitamina D, trae como consecuencia utilización incompleta de Ca dietético, puede producir desarrollo anormal del hueso. En la producción y lactancia, con alimentación inadecuada de Ca se ven afectadas las demandas de Ca del feto, que son bastante elevadas durante el final de la gestación, la captación fetal por hora en el periodo final de la gestación, es igual al contenido total de Ca materno. Esto hace que el consumo dietético inadecuado produzca reabsorción de Ca del esqueleto materno para satisfacer necesidades fetales. La concentración sanguínea sérica de Ca puede disminuir en forma leve durante las primeras semanas de deficiencia dietaria de Ca, el control efectuado por la glándula paratiroidea (aumento de la reabsorción ósea) y la calcitonina (inhibe la reabsorción ósea) produce un índice relativamente inútil de la nutrición de Ca. Una deficiencia de Ca sérico puede producir una hipocalcemia que se manifiesta con tetania y convulsiones. El déficit de Ca presenta manifestaciones clínicas en el aspecto reproductivo, similares a las del fósforo, a las que se suman involución retardada del útero durante el postparto y atraso en la función ovárica. Bajo estas condiciones se incrementa el peligro de caída de la vaca (Overton *et al.*, 2004). Se indican valores normales que oscilan entre 9.7 – 12.4 mg/dl en vacas lecheras (Bradford, 2010).

## **2.4.5. Requerimientos y relaciones de metabolitos con la producción de leche**

### **2.4.5.1. Requerimientos de nutrientes para la lactogénesis**

Al inicio de la lactancia, la demanda de nutrientes se incrementa marcadamente a favor de la glándula mamaria originada por la producción de leche. En este punto se altera dramáticamente el metabolismo de la vaca con la finalidad de cubrir las demandas para la formación de los componentes de la leche y esta alteración es de tal magnitud que es posible afirmar que la vaca llega a convertirse en un apéndice de la ubre más bien que lo contrario (Bauman *et al.*, 1980).

En el momento del parto e iniciación de la lactancia cambian los requerimientos (mantenimiento y producción) que no son suplidos con el consumo de materia seca. En vacas sanas a los 4 días postparto, los requerimientos de ENL y proteína metabolizable exceden el consumo en 26%, respectivamente. La utilización de ENL y proteína metabolizable por la glándula mamaria para la producción de leche representan el 83% de la ingestión respectivamente, lo que deja poco para cubrir las necesidades de mantenimiento. Sí, 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.*, 2002a).

#### **2.4.5.2. Relaciones de metabolitos con la producción de leche**

##### **a. Producción láctea y niveles de glucosa**

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 gluconeogénesis hepática aumenta porque los requerimientos se incrementan 4 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 periparto con el fin de satisfacer esta demanda. Por otra parte, para la producción de grasa en la leche se utiliza sustratos como ácidos acético y butírico provenientes de la fermentación ruminal (Campos *et al.*, 2004).

La glucosa es requerida en grandes cantidades por la glándula mamaria no solamente para la síntesis de lactosa, si no, además, para la síntesis de grasa y de proteínas. La glucosa es absolutamente esencial y puede ser un factor limitante para la secreción máxima de leche bajo condiciones normales de manejo sin que pueda ser reemplazado por ningún otro azúcar. La correlación entre el rendimiento en producción de leche y la absorción de glucosa por la glándula mamaria es de 0.93 (Annison *et al.*, 1999).

En esta línea se reportaron una correlación positiva entre la producción de leche y glucosa sanguínea ( $r= 0.14$ ) significativa con promedios de glucosa de 68.46 y 66.65 mg/dl para los periodos preparto y postparto en vacas lecheras del trópico (Ceballos *et al.*, 2002a).

La cantidad de lactosa sintetizada en la ubre es estrechamente ligada con la cantidad de leche producida cada día. La concentración de lactosa en la leche es relativamente constante y se agrega agua a la cantidad de lactosa producida por las células secretorias hasta lograr una concentración de lactosa de aproximadamente 4.5 %. La producción de leche en las vacas lecheras es altamente influida por la cantidad de glucosa derivada del

propionato producido en el rumen (Barros *et al.*, 2012). Es el mismo autor quien encontró niveles de 50.82 mg/dl en vacas Holstein mestizas de alta producción (entre 30 a 90 días de lactación) en comparación a las de baja producción que fue de 53.55 mg/dl. Así mismo los valores normales oscilan entre 33 a 66 mg/dl, en vacas lecheras (Bradford, 2010).

#### **b. Producción láctea y niveles de colesterol**

La concentración de colesterol es mayor en el postparto, presentándose diferencias según la cantidad de leche producida, otros estudios han señalado que la concentración sérica de colesterol disminuye en las primeras semanas de lactancia, fenómeno atribuible a la demanda energética al inicio de la lactancia. El aumento en la concentración de colesterol refleja los cambios que se producen en la alimentación según el nivel productivo de la vaca. Así, al inicio de la lactancia la suplementación es un factor que incide en el aumento en la concentración de colesterol; se ha observado que aproximadamente un mes después del inicio de la lactancia la concentración de colesterol aumenta como respuesta a la suplementación. Existe una asociación positiva entre la producción de leche y la concentración de colesterol ( $r=0.31$ ) en vacas Holstein y mestizos del trópico colombiano (Ceballos *et al.*, 2002a).

#### **c. Producción láctea y niveles de nitrógeno ureico en sangre (NUS).**

Las concentraciones de nitrógeno amoniacal, nitrógeno ureico en sangre, y nitrógeno ureico en leche en vacas doble propósito, están afectados de manera directa por la cantidad de proteína cruda, proteína soluble y la relación proteína: energía de la dieta (Pardo, *et al.*, 2008).

La producción de leche puede ser afectada si se considera que el organismo animal debe invertir energía para transformar el amoniaco proveniente del rumen en urea en el mismo hígado, restándoles ese recurso a la síntesis de proteína y lactosa necesaria para producción de leche. La transformación de 1 g de nitrógeno a urea requiere 7,3 Kcal, lo que supone 1Mcal de energía metabolizable (equivalente a 1,5 L de leche o pérdida de 200 g de grasa corporal al día) por cada 4 mg/dl de un aumento de los niveles de Nitrógeno ureico en sangre o leche. (Pedraza *et al.*, 2004).

Al respecto, se reportó niveles de Nitrógeno ureico en leche de 16 mg/dl en vacas con menos de 15 litros/día, 13.10 mg/dl en vacas entre 15-25 litros/día y de 12 mg/dl en vacas con producciones mayores a 25 litros/día (Bonifaz *et al.*, 2013), no obstante, se señalan que valores altos de Nitrógeno ureico en leche indican concentraciones altas de nitrógeno ureico en sangre y por lo tanto de amonio ruminal y que los valores de estos metabolitos son proporcionales entre sí, lo que demuestra que existe una dependencia entre ellos (Pardo *et al.*, 2008).

Se reportó un promedio de 17.22 mg/dl de NUS en vacas de baja producción ( $\leq 6$  litros /día); 16,47 mg/dl en vacas con producción media (entre 7 - 11 litros/día) y 17.25 mg/dl en vacas de alta producción mayor a 12 litros/día (Barros *et al.*, 2012). Así mismo se encontró en novillas concentraciones de 18.76 mg/dl, en vacas en parto 21.84 mg/dl y en vacas al inicio de lactación 20.78 mg/dl (Ceballos *et al.*, 2002b).

El monitoreo de los niveles de nitrógeno ureico en leche (NUL), se perfila como posible indicador del consumo y de la degradación de la proteína de la dieta, la medición del NUL es actualmente una herramienta de amplio uso en los hatos especializados en producción

de leche, debido a que la urea es un metabolito que está afectado por factores de tipo nutricional como el porcentaje de proteína, cantidad de carbohidratos solubles y la relación proteína: energía (Pardo *et al.*, 2008).

#### **d. Producción láctea y niveles de calcio**

Mientras que para la formación del feto se requieren entre 5 y 7 g de Ca/día, las demandas por este mineral para la formación de calostro en la glándula mamaria pueden ser hasta cuatro veces más altas llegando a 23 g/día en una vaca que produzca 10 litros de calostro. Esta cantidad representa nueve veces el Ca iónico presente en la sangre, de tal manera que si no se reemplaza rápidamente, el animal puede entrar en un estado de hipocalcemia (Herd *et al.*, 2000).

Se halló en vacas Holstein niveles de 7.77 mg/dl en el parto y 7.61 mg/dl en el inicio de la lactación (Cedeño *et al.*, 2011); en otros estudios se reportó 9.9 mg/dl de calcio sérico un mes antes del parto y 9.2 mg/dl hasta 8 días postparto en vacas lecheras (Andrade *et al.*, 19998) y también concentraciones entre 5.74 – 6.99 mg/dl en vacas Holstein mestizas de alta producción (entre 30 a 90 días de lactación) en el trópico Ecuatoriano (Barros, 2012).

### III. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización

El presente trabajo de investigación, fue realizado con muestras de suero sanguíneo de vacunos procedentes del fundo agropecuario Yavi Yavi, ubicado en el distrito de Colquemarca, provincia de Chumbivilcas, departamento del Cusco, a una altitud de 4150 metros; con una temperatura promedio de 7.3 °C (mínima de – 10, y máxima de 15.2°C), y una precipitación pluvial de 600 a 800 mm.

##### 3.1.1. Manejo de los animales

El sistema productivo del rebaño se caracterizaba por ser intensivo, con áreas de terneraje, maternidad, vacas en seca, vacas en el último tercio de gestación y vacas en producción; todas las áreas adaptadas a las condiciones climáticas propias de la altura con instalaciones, comederos, bebederos y dormideros acordes a cada ambiente. Siempre siendo más dominantes las multíparas que las primerizas.

##### 3.1.2. Alimentación

Los animales fueron suplementados con alimento balanceado según su estado de producción. La proporción era de 60% de forraje y 40% de concentrado: entre los forrajes suministrados fueron ensilado de maíz, heno de avena y en concentrado este se basaba en subproductos de cervecería (sutuchi), raíz de malta, agua *ad libitum* y sal mineralizada en bloque “ocasionalmente” con un contenido de 12% de calcio.

## **3.2. Material experimental**

### **3.2.1. Animales**

Se utilizaron 9 vaquillonas y 9 vacas de la raza Brown Swiss, las cuales fueron identificadas según registros reproductivos y diagnósticos ginecológicos, iniciando la extracción de muestras entre julio a diciembre de 2013.

### **3.2.2. Toma de muestra**

Se tomaron muestras de sangre de la vena yugular en tubos vacutainer siempre entre las 3:30 y las 5:00 a.m. luego inclinados en un ángulo de 45° para facilitar la separación del suero por unos 45 minutos y trasladados al laboratorio, donde se centrifugaron a 3000 rpm durante 15 minutos, obteniéndose los sueros que fueron envasados en criotubos de 2.0 ml. debidamente rotulados y congelados a -20° C.

### **3.2.3. Producción láctea**

La producción láctea se obtuvo del ordeño de la mañana y tarde, desde el día del parto hasta los 21 días de lactación, medidas en una balanza tipo reloj de 50 kg de capacidad.

### **3.2.4. Análisis bioquímico del suero**

El análisis de las muestras se llevó a cabo en el “Laboratorio Molecular de Kayra”, Facultad de Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, los métodos empleados para el análisis de muestras, se desarrollan a continuación:

- a. **Para la determinación de glucosa sérica (Tietz *et al.*, 1995).**

La glucosa se determina después de la oxidación enzimática en presencia de glucosa oxidasa. El peróxido de hidrogeno formado reacciona bajo la catálisis de peroxidasa con fenol y 4 – aminofenazona formando un complejo rojo-violeta usando la quinoneimina como indicador.

Se siguió el siguiente procedimiento:

Se rotulo tres cubetas espectrofotométricas como B (Blanco), S (Standard) y D (desconocido); primero, se agregó 10 µl de la solución Standard a la cubeta S (Standard), seguidamente se agregó 10 µl de la muestra a la cubeta D (desconocido) y por último se agregó a las tres cubetas B, S y D, 1 ml del reactivo A; segundo, con la ayuda del espectrofotómetro calibrado a 505 nm. Se inició el proceso de lectura, de la cubeta Standard para la obtención del factor (f), en este caso la lectura dio un standard de 0.652 de Absorbancia; Tercero, se lectura la cubeta B (Blanco) con el objetivo de “tarar” el equipo e iniciar las lecturas propiamente dichas de las cubetas D (desconocido) o cubetas con las muestra de suero, las cuales fueron registradas según absorbancias obtenidas. Para estabilidad de la mezcla de reacción final, el color de reacción final fue rosa pálida, que solo era estable 30 minutos, por lo que la absorbancia fue leída dentro de este lapso.

	TECNICA EN SUERO		
	B	S	D
Estándar	-	10 µl	-
Muestra	-	-	10 µl
Reactivo A	1 ml	1 ml	1 ml

El cálculo de los resultados fue mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Glucosa (mg/dl)} = D \times \text{factor}$$

Dónde: \*f = 280.11

\*f = factor.

**b. Para la determinación de nitrógeno ureico en sangre (Tobacco *et al.*, 1979).**

La ureasa descompone específicamente a la urea produciendo dióxido de carbono y amoníaco; este reacciona con fenol e hipoclorito en medio alcalino produciendo azul de indefenol que se determina colorimétricamente.

Se siguió el siguiente procedimiento:

Primeramente, se rotuló tres tubos de ensayo como B (Blanco), S (Standard) y D (desconocido); primero, se agregó entre 1 o 2 gotas de agua destilada a todos los tubos, 20  $\mu$ l de la solución standard al tubo de ensayo standard, luego 20  $\mu$ l de suero al tubo desconocido (D) y 1 gota de Ureasa a los tubos blanco (B), standard (S) y desconocido (D), para mezclarlos e incubarlos por 5 minutos a 37°C en baño maría; segundo, agregar 1 ml del el reactivo A y 1 ml del reactivo B, a todos los tubos ( B,S y D) mezclándose por agitación suave e incubándolos nuevamente por 5 minutos a 37°C; tercero, se agregó 10 ml. de agua destilada a todos los tubos B, S y a todas las muestras (D), mezclándose por inversión y retirándose del baño maría a las respectivas cubetas para su lectura en el espectrofotómetro a 550 nm; Tercero, se hizo la lectura de la cubeta Standard para la obtención del factor (f), en este caso dio un standard de 0.501 A.; cuarto, la lectura de la cubeta B (Blanco) con el objetivo de “tarar” el equipo e iniciar las lecturas propiamente dichas de las cubetas D (desconocido) o cubetas muestra de suero, las cuales fueron registradas según absorbancias obtenidas.

TÉCNICA EN SUERO			
	B	S	D
Estándar	-	20 $\mu$ l	-
Suero	-	-	20 $\mu$ l

Ureasa	1 gota	1 gota	1 gota
mezclar por agitación suave e incubar 5 minutos a 37° C, luego agregar:			
Reactivo A	1 ml	1 ml	1 ml
Reactivo B	1 ml	1 ml	1 ml
mezclar por agitación suave e incubar 5 minutos a 37° C, luego agregar:			
Agua Destilada	10 ml	10 ml	11 ml

El cálculo de los resultados fue mediante la siguiente fórmula:

$$\text{NUS (g/l)} = D \times \text{factor}$$

Dónde:  $f = 0.83$

**c. Para la determinación de colesterol sérico (Meiattini *et al.*, 1978).**

Se utilizó el kits de Colestat enzimático AA (Winner Lab), que es la misma para glucosa sérica, el cálculo de los resultados con un estándar de 0.378 de absorbancia.

$$\text{Colesterol (g/l)} = D \times f$$

Dónde:  $f = 5.17$

**d. Para la determinación de calcio sérico (Farell, 1984).**

El calcio reacciona con la cresolftalein compleja a pH 11, dando un complejo de adición color magenta que se mide fotocolorimétricamente a 570 nm.

Se siguió el siguiente procedimiento:

Se marcó tres cubetas espectrofotométricas como B (Blanco), S (Estándar) y D (desconocido); primero, se agregó 10 µl de la muestra de suero al cubo D, seguidamente 10 µl de la solución standard al cubo S, 10 µl de agua destilada al cubo B y por último a todos los cubos B, S y D 1 ml del reactivo A; segundo, se mezcló e incubo por 2 minutos a temperatura ambiente para luego leer la absorbancia en el espectrofotómetro calibrado a 650 nm.; Tercero, se lectura la cubeta B (Blanco) con el objetivo de “tarar” el equipo e

iniciar las lecturas propiamente dichas de las cubetas D (desconocido) o cubetas con las muestra de suero, las cuales fueron registradas según absorbancias obtenidas.

	TECNICA EN SUERO		
	B	S	D
Muestra	-	-	10 µl
Estándar o Calibrador	-	10 µl	-
agua destilada	10 µl	-	-
Reactivo A	1 ml	1 ml	1 ml

Cálculo de los resultados de calcio sérico se dio con la siguiente fórmula:

$$\text{Calcio sérico (mg/dl)} = D \times f$$

$$\text{Dónde: } f = 12.05$$

### 3.3. Análisis estadístico

Se determinaron los valores promedio ( $\bar{x}$ ), desviación estándar (DS) para cada una de las variables en estudio. Las comparaciones entre grupos se realizaron mediante una prueba “t” de Student, con un nivel de significancia  $p \leq 0.05$ , previa evaluación del supuesto de Normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk, y la homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene; las correlaciones entre el nivel de concentración de metabolitos y la producción láctea se establecieron mediante el coeficiente de correlación de Pearson con un nivel de significancia de ( $p \leq 0.05$ ).

#### a. Prueba de “t” de Student:

$$F_c = \frac{V \text{ mayor } (m)}{V \text{ menor } (n)} \sim F_{(n-1), \alpha}^{m-1}$$

$$|t_c| = \frac{\bar{X}_i - \bar{X}_j}{S_{\bar{X}_i - \bar{X}_j}} \sim t_{\frac{\alpha}{2}}(n_i - n_j) - 2 \text{ g.l.}$$

$$S_{\bar{X}_i - \bar{X}_j} = \sqrt{s^2 \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}, \quad s^2 = \frac{(n_i - 1)s_i^2 + (n_j - 1)s_j^2}{(n_i + n_j) - 2}$$

Dónde:

$\bar{X}_i$ : Promedio de concentración de metabolitos en vacas primíparas

$\bar{X}_j$ : Promedio de concentración de metabolitos en vacas múltíparas

$n_i$ : Número de muestras en vacas primíparas

$n_j$ : Número de muestras en vacas múltíparas

$s^2$ : Varianza

#### b. Coeficiente de correlación de Pearson:

$$\text{Covarianza} = \frac{\sum(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{n - 1}$$

$$r = \frac{\text{covarianza}}{S_X * S_Y}$$

Dónde:

$\bar{X}$  : Promedio de concentración de los metabolitos en primíparas y múltíparas.

$\bar{Y}$  : Promedio de la producción láctea en primíparas y múltíparas

$n$  : número de observaciones

$S_X$ : Desviación estándar de la concentración del metabolito

$S_Y$ : Desviación estándar de la producción láctea

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Metabolitos séricos bovinos en el periodo de transición

#### 4.1.1. Glucosa sérica

En la Tabla 1, se observa que la concentración promedio de glucosa sérica en preparto fue 39.15 y 44.98 mg/dl en vacas primerizas y multíparas ( $p < 0.05$ ), mientras que en el postparto fue 31.64 y 38.18 mg/dl ( $p < 0.05$ ), respectivamente, se observa que en ambos periodos existe diferencia significativa y fue mayor en las multíparas.

Tabla 1. Valores séricos de glucosa (mg/dl) en vacas Brown Swiss primíparas y multíparas en la altura.

Días	Primíparas (Media $\pm$ DS)		Multíparas (Media $\pm$ DS)		
	-21	42.86 $\pm$ 5.03		45.80 $\pm$ 5.77	
Preparto	-14	40.15 $\pm$ 2.99	39.15 <sup>a</sup> $\pm$ 6.98	43.26 $\pm$ 7.60	44.98 <sup>b</sup> $\pm$ 6.20
	-7	34.43 $\pm$ 9.21		45.89 $\pm$ 5.63	
	7	28.81 $\pm$ 6.21		32.29 $\pm$ 7.31	
Postparto	14	29.03 $\pm$ 5.90	31.64 <sup>a</sup> $\pm$ 7.61	39.46 $\pm$ 5.88	38.18 <sup>b</sup> $\pm$ 7.31
	21	37.07 $\pm$ 8.23		42.79 $\pm$ 4.79	

Letras diferentes en las filas indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ).

Esta diferencia de concentraciones en la etapa preparto entre vaquillonas y vacas se explica por el incremento del tamaño del feto, que establece restricciones físicas al reducir el volumen del rumen (Correa, 2002a), lo que afecta el consumo de alimento sobre todo en primerizas.

Por otro lado, en la etapa postparto la diferencia de concentraciones puede ser explicada por el balance energético negativo en la lactancia temprana que se hace más marcado si las condiciones nutricionales no son las adecuadas y la alta demanda de glucosa se

incrementa más por la glándula mamaria (Galvis *et al.*, 2003), sobre todo en las primerizas, estas siempre menos dominantes con respecto a las vacas multíparas en el comedero lo que genera disminución en el consumo de alimento.

Al respecto, niveles de 50.04 mg/dl y 48.51 mg/dl fueron reportados en vaquillas y vacas Brown Swiss de la sierra alto andina criadas en un sistema productivo semi intensivo (García, 2000), estos animales eran jóvenes y estaban en periodos avanzados de lactación, observándose así niveles ligeramente elevados de glucosa.

El nivel de variación durante el periodo de transición de la glucosa sanguínea se debe a que existe cambios hormonales producto de una mayor gluconeogénesis y glicolisis lo que ocasiona concentraciones altas en el parto; pero, insuficientes para satisfacer la demanda de glucosa en el inicio de la lactación, etapa donde la concentración de glucosa sanguínea puede disminuir hasta un 25% a causa de una mayor utilización por parte de la glándula mamaria para la síntesis de lactosa, estímulo osmótico para la producción de leche (Mayor *et al.*, 1998). Los valores hallados en la presente investigación se encuentran en su mayoría entre los valores de referencia de 33 a 66 mg/dl, en vacas lecheras (Bradford, 2010).

#### **4.1.2. Colesterol sérico**

La concentración promedio de colesterol para vacas primerizas y multíparas en parto fue 93.21 y 82.55 mg/dl ( $p < 0.05$ ), mientras que en el postparto fue 111.33 y 104.57 mg/dl ( $p > 0.05$ ), comparativamente (Tabla 2); se encontró diferencia significativa en el periodo parto mas no así en el postparto. Esto probablemente se debe a que en el parto la vaca presentan una serie de adaptaciones metabólicas previo al inicio a la lactancia; entre

ellas 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 las glándula mamaria lo que con lleva ala hipocolesterolemia (Ceballos *et al.*, 2002b). En este caso fueron las multíparas las más afectadas por el desbalance metabólico en comparación a las primerizas.

No obstante, en el postparto las vaquillonas y vacas no presentan variación alguna, debido a que ambos rebaños fueron manejados en las mismas condiciones en el inicio de la lactación. Al respecto otros estudios reportan que el colesterol sérico en vacas jóvenes y adultas Brown Swiss de altura son iguales (Cahuana, 2002).

Tabla 2. Valores séricos de colesterol (mg/dl) en vacas Brown Swiss primíparas y multíparas en la altura

Días	Primíparas (Media ±DS)		Multíparas (Media ±DS)		
	-21	101.49 ±15.39		88.10 ±15.74	
Preparto	-14	101.41±15.65	93.29 <sup>a</sup> ±19.46	90.15 ±12.10	82.55 <sup>b</sup> ±17.02
	-7	76.73 ±17.73		69.39 ±15.88	
Postparto	7	92.14 ±10.12		81.25 ±13.52	
	14	113.36 ±14.46	111.33 <sup>a</sup> ±19.53	105.65 ±12.96	104.57 <sup>a</sup> ±23.19
	21	128.49 ±13.39		126.83 ±15.05	

Letras diferentes en las filas indican diferencia significativa (p<0.05).

Así mismo, se encontró niveles de 150.4 mg/dl y 147.2 mg/dl de colesterol sérico en vaquillas y vacas Brown Swiss de altura (Cahuana, 2002), esta diferencia de concentraciones con respecto a nuestro trabajo se deba probablemente a que el presente estudio se encuentra a mayor altitud, con un tipo de alimentación y manejo diferente, no obstante; se le atribuye más al factor climático o stress por frio por influir en la tasa metabólica de las vacas y como consecuencia generar un desequilibrio en las

concentraciones sanguíneas de colesterol (Arias *et al.*, 2008). No obstante, el colesterol sanguíneo encontrados en el presente estudio se encuentran dentro de los valores referenciales de 80 a 120 mg/dl (Bradford, 2010).

#### 4.1.3. Nitrógeno ureico en sangre (NUS)

La concentración promedio de nitrógeno ureico en parto fue 15.00 y 12.92 mg/dl en primíparas y multíparas (Tabla 3), observándose diferencia significativa ( $p < 0.05$ ). Esta diferencia se debe a que la concentración sanguínea de nitrógeno ureico está relacionado directamente con el consumo de proteína en la ración y la relación proteína degradable: carbohidratos solubles (Pardo *et al.*, 2008); ya que vacas y vaquillonas eran suplementadas adecuadamente en las semanas previas al parto; fueron las vacas quienes sufrieron en mayor grado alteraciones con los mecanismos de adaptación endocrina y metabólica para el inicio de la lactación, por lo que disminuyó el consumo de materia seca y consecuentemente sus valores séricos de nitrógeno ureico en el parto.

Tabla 3. Valores séricos de nitrógeno ureico (mg/dl) en vacas Brown Swiss primíparas y multíparas en la altura

Días	Primíparas (Media $\pm$ DS)		Multíparas (Media $\pm$ DS)	
Preparto	-21	13.38 $\pm$ 1.43		12.09 $\pm$ 1.53
	-14	15.64 $\pm$ 3.47	15.00 <sup>a</sup> $\pm$ 2.91	13.02 $\pm$ 2.21
	-7	16.01 $\pm$ 2.97		12.92 <sup>b</sup> $\pm$ 2.13
Postparto	7	11.17 $\pm$ 2.67		13.61 $\pm$ 2.53
	14	14.72 $\pm$ 1.97	13.95 <sup>a</sup> $\pm$ 2.89	14.97 $\pm$ 3.72
	21	15.95 $\pm$ 1.56		15.61 $\pm$ 2.09
				14.93 <sup>a</sup> $\pm$ 2.81
				13.99 $\pm$ 2.38

Letras diferentes en las filas indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ).

Mientras que en el postparto, el nitrógeno ureico alcanzo valores de 13.95 y 14.93 mg/dl ( $p > 0.05$ ), no se halló variación alguna entre primíparas y multíparas, probablemente esta

igualdad de concentraciones se explica por el mismo nivel de suplementación proteica en ambos grupos de estudio al iniciar la etapa de producción.

Al respecto, por la limitada información disponible y por tratarse de un estudio único a esta altitud, se han reportado en otros estudios concentraciones de nitrógeno ureico que oscilan entre 8.42–14.57 mg/dl en vacas Holstein del trópico (Sosa, 2008); concentraciones de 18.76 mg/dl en novillas, 21.84 mg/dl en vacas en preparto y 20.78 mg/dl en vacas al inicio de lactación en rebaños lecheros con pastoreo intensivo y suplementados con alimento concentrado en el trópico colombiano (Ceballos *et al.*, 2002b); niveles de 14.7 mg/dl en vacas con un mes antes del parto y 13.9 mg/dl en vacas con 8 días postparto (Andrade *et al.*, 1998); concentraciones de 16.53 mg/dl en etapa preparto y 14 mg/dl en el postparto en vacas de lidia (Jordán *et al.*, 2006) y niveles de urea de 26.34 mg/dl en la etapa preparto y 23 mg/dl en el primer mes postparto en vacas de carne (Quíntela *et al.*, 2011).

#### **4.1.4. Calcio sérico**

Las vaquillonas y las vacas alcanzaron en promedio concentraciones de 4.43 y 4.45 mg/dl en el periodo preparto, para luego descender a 3.89 y 3.90 mg/dl en el postparto (Tabla 4); observándose que el número de parto no influyó sobre los niveles séricos en ambos periodos ( $p>0.05$ ).

Tabla 4. Valores séricos de calcio (mg/dl) en vacas Brown Swiss primíparas y multíparas en la altura.

Días	Primíparas (Media $\pm$ DS)		Multíparas (Media $\pm$ DS)		
	-21	4.82 $\pm$ 1.19		4.67 $\pm$ 1.29	
Preparto	-14	4.37 $\pm$ 0.59	4.43 <sup>a</sup> $\pm$ 0.93	4.67 $\pm$ 0.60	4.45 <sup>a</sup> $\pm$ 0.91
	-7	4.05 $\pm$ 0.98		4.01 $\pm$ 0.9	
Postparto	7	3.67 $\pm$ 0.91		3.96 $\pm$ 0.33	
	14	4.19 $\pm$ 1.10	3.89 <sup>a</sup> $\pm$ 0.92	3.47 $\pm$ 0.66	3.90 <sup>a</sup> $\pm$ 0.63
	21	3.76 $\pm$ 0.78		4.34 $\pm$ 0.62	

Letras iguales en las filas indican que no hay diferencia significativa ( $p > 0.05$ ).

Esta igualdad se podría atribuir a una deficiente suplementación de calcio en el inicio de la producción lo que ocasiona concentraciones similares en primíparas y multíparas.

Esto debido a que los niveles de calcio son afectados también por la concentración del mineral en la dieta (Ceballos *et al.*, 2004), a pesar de contar con mecanismos de regulación homeostática como son la adaptación de la absorción intestinal regulada en parte por el flujo de alimentos al intestino; el aumento de la resorción ósea, mediado por la hormona paratiroidea, y el aumento de la 1,25 dihidroxicolecalciferol (vitamina D3) con el consecuente mejoramiento de la absorción intestinal. (Szenci *et al.*, 1994).

Al respecto, a pesar de la limitada información disponible, el nivel de variación durante el periodo de transición concuerda con otros reportes en vacas Holstein que alcanzaron 7.77 mg/dl en el parto y 7.61 mg/dl en el inicio de la lactación (Cedeño *et al.*, 2011) y en vacas Holstein mestizas de alta producción con niveles de 5.74 a 6.99 mg/dl (entre 30 a 90 días de lactación) en el trópico ecuatoriano (Barros, 2012).

## 4.2. Relaciones entre los metabolitos séricos y la producción láctea

### 4.2.1. Relación entre la glucosa sérica y la producción láctea

Al correlacionar la producción de leche y la concentración de glucosa en sangre en primíparas (Figura 5a), se halló una correlación positiva muy baja ( $r=0.143$ ). Esto indica que existe una relación baja entre las variables en estudio.

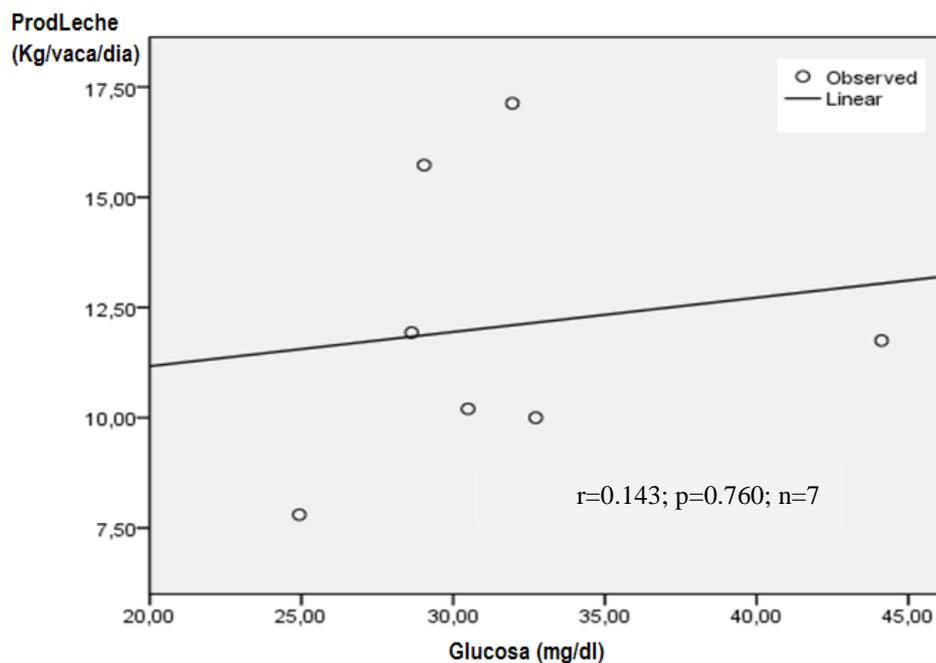


Figura 5a. Correlación de Pearson entre la concentración de Glucosa y la producción láctea en vacas primíparas post-parto en la altura.

Mientras que en múltiparas (Figura 5b), se halló una correlación negativa muy baja ( $r=-0.194$ ); lo que indica también que existe una relación baja entre la producción y los niveles séricos a pesar de que la glucosa es requerido en grandes cantidades por la glándula mamaria para la síntesis de lactosa, sin que pueda ser reemplazado por ningún otro azúcar (Annison *et al.*, 1999). Esto probablemente se deba a que las temperaturas frías propias de la altura influyen tanto en la producción de leche así como en la concentración de glucosa sanguínea.

La explicación a la ausencia de relación entre las concentraciones de glucosa sérica y la producción de leche en vaquillonas y vacas Brown Swiss, se basa también en que la glicemia se encuentra bajo regulación hormonal estricta (Ceballos *et al.*, 2002a).

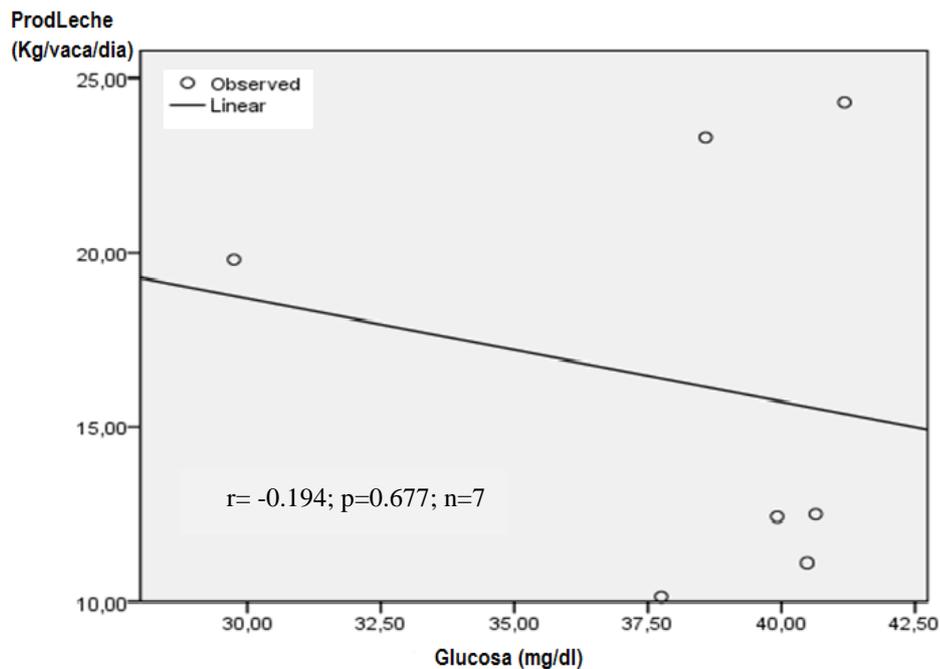


Figura 5b. Correlación de Pearson entre la concentración de Glucosa y la producción láctea en vacas multíparas post-parto en la altura.

#### 4.2.2. Relación entre el colesterol sérico y la producción láctea

Al correlacionar la concentración de colesterol sérico y la producción láctea se halló una correlación positiva y negativa muy baja en vacas primerizas ( $r= 0.006$ ) y multíparas ( $r=-0.154$ ), lo que demuestra que existe una relación muy baja entre las variables en estudio (Figura 6a y 6b).

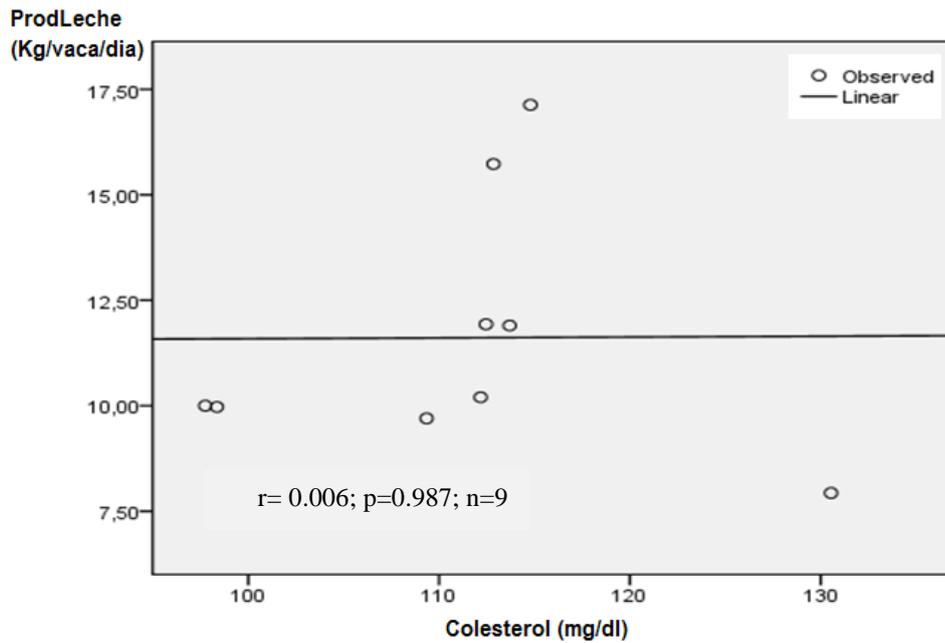


Figura 6a. Correlación de Pearson entre la concentración de Colesterol y la producción láctea en vacas primíparas post-parto en la altura.

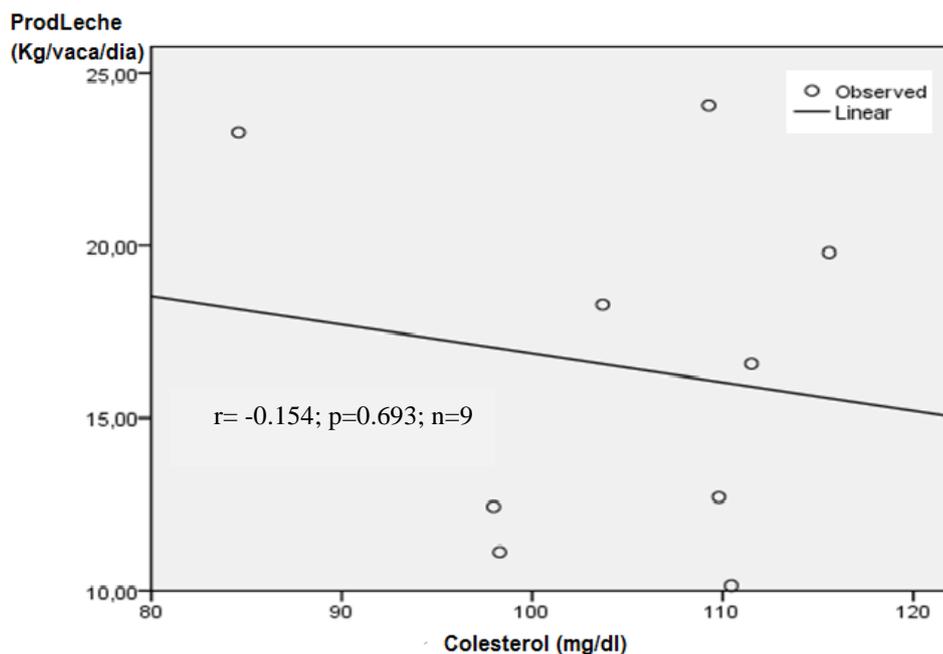


Figura 6b. Correlación de Pearson entre la concentración de Colesterol y la producción láctea en vacas múltiparas post-parto en la altura.

Esta ausencia de correlación se atribuye a las bajas temperaturas propias de la sierra alto andina que influyen drásticamente en la fisiología del Brown Swiss; debido a que las bajas temperaturas propias de la sierra alto andinas alteran la actividad de la glándula tiroides, afectando la tasa metabólica del animal e incrementando el consumo de alimento

y afectando también la producción de leche. Asimismo, son afectados también los niveles de la hormona glucocorticoide, en especial el cortisol, segregada por el animal como respuesta a las condiciones de estrés por frío, estimulando así ajustes fisiológicos que le permiten generar más calor corporal (Arias *et al.* 2008). Agregando a esto los fuertes vientos que tienen un efecto negativo al incrementar la pérdida de calor provocando un mayor requerimiento de energía (Cahuana, 2002), y por lo tanto afectando los niveles de colesterol sanguíneo en el inicio de la producción.

#### 4.2.3. Relación entre el nitrógeno ureico y la producción láctea

Se halló un correlación positiva baja entre producción de leche y la concentración de nitrógeno ureico en primerizas ( $r= 0.281$ ) y multíparas ( $r=0.310$ ), observándose que general la relación es baja entre dichas variables (Figura 7a y 7b).

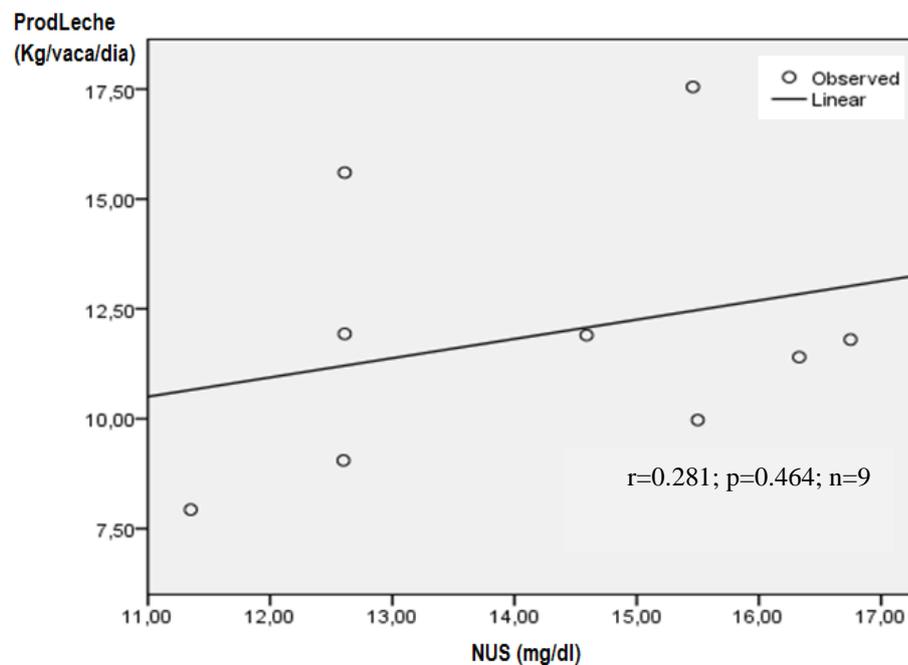


Figura 7a. Correlación de Pearson entre la concentración de nitrógeno ureico en sangre (NUS) y la producción láctea en vacas primíparas post-parto en la altura.

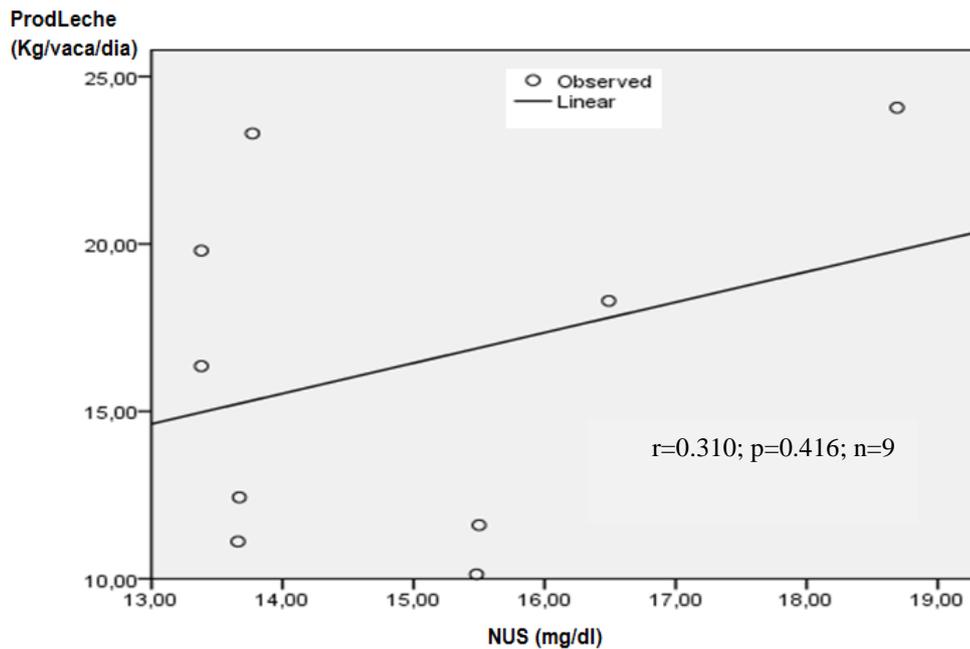


Figura 7b. Correlación de Pearson entre la concentración de nitrógeno ureico en sangre (NUS) y la producción láctea en vacas multíparas post-parto en la altura.

La explicación se basa en que la concentración de nitrógeno ureico está relacionado también con el consumo de proteína en la ración y en especial proteína degradable y contenido de nitrógeno no proteico (Ceballos *et al.*, 2002b).

Al respecto, la producción de leche puede ser afectada si se considera que el organismo animal debe invertir energía para transformar el amoníaco proveniente del rumen en urea en mismo hígado, restándole esa energía a la síntesis de proteína y lactosa necesaria para la producción de leche (Pedraza *et al.*, 2004).

#### 4.2.4. Relación entre el calcio sérico y la producción láctea

La Figura 8a muestra que existe una correlación positiva baja no significativa ( $r= 0.315$ ) entre la producción de leche y la concentración de calcio en las vacas primerizas, mientras que la Figura 8b muestra una correlación negativa baja no significativa ( $r= -0.257$ ) en vacas multíparas de altura.

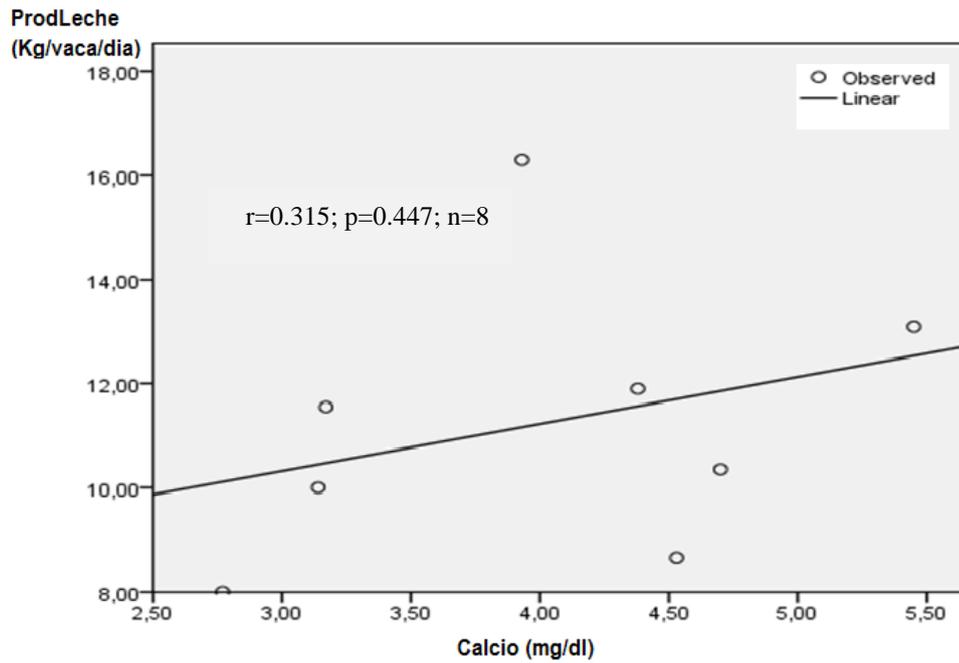


Figura 8a. Correlación de Pearson entre la concentración de calcio y la producción láctea en vacas primíparas post-parto en la altura.

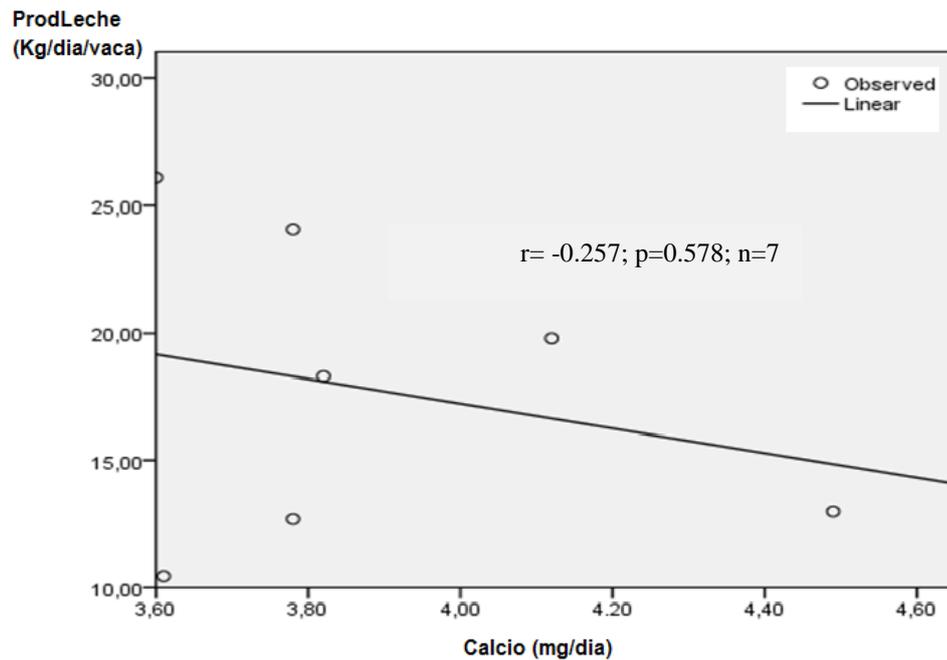


Figura 8b. Correlación de Pearson entre la concentración de calcio y la producción láctea en vacas multíparas post-parto en la altura.

Esta ausencia de correlación en ambos grupos de estudio, se debe a que el calcio está estrechamente relacionado con el nivel de suplementación en la dieta (Cedeño *et al.*, 2011). Si un animal es alimentado con una dieta deficiente en Ca, generalmente, mantendrá unas concentraciones sanguíneas normales de Ca durante semanas o meses absorbiendo Ca óseo. Sin embargo, el factor que altera drásticamente esta homeostasis en la etapa de lactación, es la alta demanda para la síntesis de calostro y producción de leche (Correa, 2002a), esto provoca que los niveles séricos se alteren, lo contrario ocurre con dietas altas de calcio en la ración, debido a que se incrementa las concentraciones plasmáticas obligando la eliminación por los mecanismos regulatorios.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

En el parto los valores séricos de glucosa para vacas primíparas y multíparas fue 39.15 y 44.98 mg/dl ( $p < 0.05$ ), Colesterol 93.29 y 82.55 mg/dl ( $p < 0.05$ ), nitrógeno ureico 15.00 y 12.92 mg/dl ( $p < 0.05$ ) y Calcio 4.43 y 4.45 mg/dl ( $p > 0.05$ ), respectivamente; mientras que en el postparto la glucosa fue 31.64 y 38.18 mg/dl ( $p < 0.05$ ), colesterol 111.33 y 104.57 mg/dl ( $p > 0.05$ ), nitrógeno ureico 13.95 y 14.93 mg/dl ( $p > 0.05$ ), y calcio 3.89 y 3.90 mg/dl ( $p > 0.05$ ).

Existe una baja relación entre la producción láctea y los niveles séricos de glucosa, colesterol, nitrógeno ureico y calcio en vacas primerizas y multíparas de la raza Brown Swiss de altura.

## 5.2. RECOMENDACIONES

Es importante suplementar adecuadamente a las vacas primerizas con alimentos altamente energéticos para no afectar la producción de leche en el inicio de la lactación.

Tener cuidado en la obtención de las muestras en animales estresados, ya que el stress incrementa el nivel sérico de glucosa sérica.

Realizar las pruebas de determinación de glucosa sérica y colesterol sérico en lo posible en el mismo lugar de estudio, por ser pruebas muy delicadas al tipo de conservación de muestras.

Los resultados obtenidos en cuanto a niveles séricos de glucosa, colesterol, nitrógeno ureico y calcio en vacunos Brown Swiss deberán ser tomadas en consideración para dilucidar alteraciones en animales criados a esta altitud.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación peruana Brown Swiss del Perú. 2014. [consultado el 14 de noviembre del 2014]. Disponible en:  
[http://www.brownswiss.org.pe/site1/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2&Itemid=4](http://www.brownswiss.org.pe/site1/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=4).
- Acosta Y, Delucchi I, Olivera M, Dieste C. 2006; urea en leche [Consultado el 11 de Febrero de 2007]. Disponible en:  
[http://www.portalechero.com/ver\\_items\\_descrip.asp?wVarIte=482](http://www.portalechero.com/ver_items_descrip.asp?wVarIte=482).
- Aguilar G. 2003. Parámetros hematológicos en bovinos Criollo y Brown Swiss de Altura – CIP Chuquibambilla, tesis para optar el título de Médico Veterinario y Zootecnista, UNA – Perú. Pg. 8-10.
- Annison EF, Bryden WL. 1999. Perspectives on ruminant nutrition and metabolism. II. Metabolism in ruminant tissues. *Nutr. Res. Rev.* 12: 147 – 177.
- Andrade N, Rivera MG, Torres G. 1998. Estudio de un perfil metabólico patrón en ganado de leche de clima cálido, un mes antes del parto y en tres etapas de lactancia. *Conciencia* 1998; 2: 2-12.
- Arias RA, Mader TL, y Escobar PC. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Arch Med Vet* 40, 7-22.
- Arias J, Nesti A. 1999. Importancia de los niveles de nitrógeno ureico en leche y sangre en el ganado lechero. *Rev. Fac. Agron. LUZ.* 16: 553-561
- Aguilar AS. 2012. Perfil Metabólico Energético en Ganado Lechero. Tesis para optar el título de Médico veterinario zootecnista. Universidad de cuenca, Ecuador. 2012. Pg. 31-57.
- Barros GF, Sinchi ME. 2012. Determinación de las Concentraciones de Calcio, Fosforo, Magnesio, Proteína Totales, Urea y Glucosa en Suero Sanguíneo de Vacas Lecheras Holstein Mestizas en Producción Aparentemente Sanas, en el Cantón Cuenca. Tesis previa a la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Politécnica Salesiana. Pg. 11-94.
- Bradford, P. 2010. Medicina Interna de Grandes Animales. Cuarta edición, Vol.1, editorial ELSEVIER España, S.L. 2010. Pg. 377-380; 1364-1373.
- Bauman DE, Currie B. 1980. Partitioning of nutrients pregnancy and lactation: review of mechanisms involving homeostasis and homeorresis. *J. Dairy Sci.* 63: 1514 –1529.
- Bonifaz N, Gutiérrez F. 2013. Correlación de Niveles de Urea en Leche con Características Físico-Químicas y Composición Nutricional de Dietas Bovinas en Ganaderías de la Provincia de Pichincha. *La Granja, Revista de Ciencias de la Vida*, 18(2) 2013: 33-42.

- Cahuana E. 2002. Perfil Lipídico y de Bilirrubina Sérica en Bovinos Criollos y Brown Swiss en Altura. Tesis para optar el título de Médico Veterinario y Zootecnista, UNA – Perú. Pg. 53 -58.
- Campos R, Carreño ES, Gonzales F D. 2004. REDALYC. Perfil metabólico de vacas nativas colombianas. Orinoquia, vol. 8, núm. 2, 2004, Pg. 32-4.
- Cedeño DA, Ceballos A, Garzón C, Daz CA. 2011. Estudio Comparativo de Perfiles Metabólicos Minerales en Lecherías de dos Regiones de Nariño. Orinoquia 15(2):160-168.
- Ceballos A, Gómez PO, Vélez ML, Villa NA, López LF. 2002a. Variación de los indicadores bioquímicos del balance de energía según el estado productivo en bovinos lecheros de Manizales, Colombia. Rev Col Cienc Pec Vol. 15: 1, 2002.
- Ceballos A, Villa N, Bohórquez A, Quiaro J, Jaramillo M, Giraldo G. 2002b. Análisis de los resultados de perfiles metabólicos en lecherías del trópico alto del eje cafetero colombiano. Rev Col Cienc Pec Vol. 15: 1, 2002.
- Ceballos A, Villa NA, Betancourth TE, Roncancio DV. 2004. Determinación de la concentración de calcio, fósforo y magnesio en el parto de vacas lecheras en Manizales, Colombia. Rev Col Cienc Pec Vol. 17:2, 2004.
- Correa, HJ. 2002a. Monitoreo nutricional de hatos lecheros. 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. 2-11.
- Correa, HJ. 2002b. 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, Alonso G, Varela V, Herradón PG. 2004. Urea Plasmática: Relación Con El Equilibrio Energético Y Parámetros Reproductivos En Vacuno Lechero. Arch. Zootec.53: 141-151 España.
- Dantzer R, Mormede p, 1983. Stress in farm animals: need for reevaluation. *J Anim sci* 57, 6-18.
- Fernández G. 2009. EL periodo de transición en la vaca lechera. Sirivs., curso seminario, universidad nacional de Cajamarca.
- Farell EC. 1984. Calcium. Clin chem the C.V. Mosby Co. St Louis. Toronto. Princeton 1984; 1051-1255 and 418.

- García HP, 2000. Niveles Séricos de Glucosa y Proteínas en Vacunos Criollos y Brown Swiss en la Comunidad Campesina San Jose de Collana PUNO. Tesis para optar el título de Médico Veterinario y Zootecnista, UNA – Perú. Pg. 41-44.
- Galvis RD, Correa HJ. 2002. Interacciones entre el metabolismo y la reproducción en la vaca lechera: es la actividad gluconeogénica el eslabón perdido. Rev Col Cienc Pec Vol. 15: 1, 2002
- Galvis RD, Correa HJ, Ramírez NF. 2003. Interacciones entre el balance nutricional, los indicadores del metabolismo energético y proteico y las concentraciones plasmáticas de Insulina, e IGF-1 en vacas en lactancia temprana. Rev Col Cienc Pec Vol. 16: 3, 2003.
- Giraldo LF, Loaiza AM, Botero A, Uribe LF. 2008. Parámetros metabólicos séricos y condición corporal durante el pre y posparto en vacas Brahman. vet.zootec. 2(2): 40-47, 2008.
- Herd TH. 2000. Ruminant adaptation to negative energy balance: influences on the etiology of ketosis and fatty liver. The veterinary clinics of North America. Food animal practice. Metabolic disorders of ruminants. Vol 16 (2): 215 –230.
- INEI. 2012. IV censo nacional agropecuario. Resultados definitivos. 2014. [consultado el 28 de diciembre del 2014]. Disponible en <http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf>
- Jordán D, Villa N, Gutiérrez M, Gallego A, Ochoa G, Ceballos A. 2006. Indicadores bioquímicos en ganado de lidia mantenido en pastoreo en la cordillera central colombiana. Rev. Colom. Cienc. Pecuaria. 19(1):18-26.
- Lehninger, AL. 2006. Principios de Bioquímica. Editorial OMEGA S.A. 4<sup>ta</sup> Edición Barcelona- España.
- Martínez M, Andrés L. 2006. Efectos climáticos sobre la producción del vacuno lechero: estres por calor. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET ®, ISSN 1695-7504, Vol. VII, n° 10.
- Mayor AH, Campos R. 1998. Caracterización de indicadores energéticos en los perfiles metabólicos del ganado lechero. Tesis de grado, Carrera de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, 1998. 150p.
- Meiattini F, Prencipe L, Bardelli F, Giannini G, Tarli P. 1978. The 4-hydroxybenzoate/4-aminophenazone chromogenic system used in the enzymic determination of serum cholesterol. Clin. Chem. 24, 2161-2165.
- McDonal P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, Morgan CA. 2002. Nutrición Animal. 6<sup>a</sup>. ed. Editorial Acribia, S.A. ZARAGOZA – España. Pg. 58-69.

- Oyarzún JL. 1997. Análisis de los resultados de perfiles metabólicos obtenidos de rebaños lecheros en el sur de Chile, 1986-1996. Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, 1997. Pg. 7-31.
- Overton TR, Waldron MR. 2004. Nutritional Management of Transition Dairy Cows: Strategies to Optimize Metabolic Health. *J. Dairy Sci.* 87:(E. Suppl.):E105-E119.
- Payne JM, Dew SM, Manston R, Faulks M. 1970. The use of metabolic profiles test in dairy herds. *Vet Rec.* 87, 6: 150-158.
- Pardo O, Carulla JE, Hess HD. 2008. Efecto de la relación proteína y energía sobre los niveles de amonio ruminal y nitrógeno ureico en sangre y leche, de vacas doble propósito del piedemonte llanero, Colombia. *Rev Colomb Cienc Pecu* 2008; 21:387-397.
- Pedraza CA, Mansilla A, Merucci F, Pinedo P, Contreras H. 2004. Niveles de urea láctea en vacas de la región del bío-bío, Chile. *Agricultura Técnica (Chile)*, 66(3): 264-270.
- Quíntela LA, Becerra JJ, Rey C, Díaz C, Cainzos J, Rivas F, Huanca W, Prieto A, Herradón PG. 2011. Perfiles metabólicos en preparto, parto y postparto en vacas de raza rubia gallega: estudio preliminar. *Recursos Rurais* (2011) n° 7: 5-14.
- Sosa IB. 2008. Nitrógeno ureico en leche y suero, su comportamiento después de la alimentación en vacas lecheras de alta y baja producción. Tesis para optar el título de licenciada en medicina veterinaria y zootecnia. Universidad de el salvador. Pg. 9-34.
- Smith JW, Guthrie LD. 1995. Managing the Dry Dairy Cow. The University of Georgia College of Agricultural & Environmental Sciences Cooperative Extension Service. [consultado el 26 de diciembre del 2014]. Disponible en: <http://www.vet.cmu.ac.th/webmed/branch/web%20department/ck/mastitis/L325-W.PDF>
- Szenci O, Chew BP, Brydl E. 1994. Total ionized calcium in parturient dairy cows and their calves. *J Dairy Sci* 1994; 77:1100-05.
- Tietz NW. 1995. Clinical guide to laboratory tests, 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders, 1995:1096pp.
- Tobacco A, Meiattini E, Moda P, Tarli. 1979. Simlified enzymatic/colorimetric serum urea nitrogen detrmination. *Clin Chem* 25:336-337.
- Wittwer FG, Tadich N, Blowey R. 1983. Variaciones en las concentraciones de algunos parámetros sanguíneos en vacas productoras de leche durante las primeras semanas de lactancia. *Vet Méx* 1983; 14:1983.

## ANEXOS

**Anexo 1a. Niveles séricos de glucosa en primíparas.**

		GLUCOSA mg/dl							
			DIA DE MUESTRA						
N°	CÓDIGO	VACA	-21	-14	-7	7	14	21	ESTADO
1	x	ELSA			51.82	32.15	31.80	34.20	PRIMIPARA
2	z	HUANCARA	52.66	42.02	35.85			37.82	PRIMIPARA
3	$\alpha$	CARMEN	43.98	42.58			29.97		PRIMIPARA
4	C	MARÍA II	39.45		35.43	33.43	30.83	31.59	PRIMIPARA
5	D	KUKI		43.59	36.04	19.48	39.11	28.53	PRIMIPARA
6	J	DARNELY	43.69	39.63		28.53	26.07	31.29	PRIMIPARA
7	M	MARTHA	41.59	38.1	24.23	28.99	20.86		PRIMIPARA
8	T	1820	42.13	40.28	24.69	36.97		51.26	PRIMIPARA
9	U	1266	36.54	34.88	32.92	22.09	24.56	44.82	PRIMIPARA

PROMEDIO	42.86	40.15	34.43	28.81	29.03	37.07
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	5.03	2.99	9.21	6.21	5.90	8.23
C.V.	11.73	7.44	26.76	21.56	20.33	22.20
MÁXIMO	47.89	43.14	43.64	35.02	34.93	45.30
MÍNIMO	37.83	37.17	25.21	22.60	23.13	28.84

#### Anexo 1b. Niveles séricos de glucosa en multíparas.

		GLUCOSA mg/dl							
			DIA DE MUESTRA						
N°	CÓDIGO	VACA	-21	-14	-7	7	14	21	ESTADO
1	v	CHARO	52.94	48.74	50.70	25.49	44.86	45.38	TERCERO
2	$\beta$	112			48.46	33.65		47.62	SEGUNDO
3	$\delta$	1760	47.28	52.94		34.52	42.57	42.66	TERCERO
4	$\epsilon$	CINDY	48.56	40.68			44.86		TERCERO
5	$\theta$	FLOR	41.82	36.29	45.38	42.86		39.49	QUINTO
6	A	MILAGROS	39.62	32.48	44.54	25.46	29.14	34.66	TERCERO
7	H	ROSA			35.43	39.42	40.51	41.52	SEGUNDO
8	N	FLORA	38.69	41.46	44.11		33.89		SEGUNDO
9	S	TABI	51.68	50.23	52.64	24.65	40.41	48.18	SEGUNDO

PROMEDIO	45.80	43.26	45.89	32.29	39.46	42.79
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	5.77	7.60	5.63	7.31	5.88	4.79
C.V.	12.60	17.58	12.26	22.64	14.90	11.20
MÁXIMO	51.57	50.86	51.52	39.60	45.34	47.58
MÍNIMO	40.03	35.66	40.27	24.98	33.58	38.00

#### Anexo 2a. Niveles séricos de colesterol en primíparas.

COLESTEROL mg/dl									
N°	CÓDIGO	VACA	DIA DE MUESTRA						ESTADO
			-21	-14	-7	7	14	21	
1	x	ELSA	127.92	102.10	95.61	86.52	94.57	112.15	PRIMIPARA
2	z	HUANCARA	96.04	97.21	72.98	96.44	108.17	123.44	PRIMIPARA
3	$\alpha$	CARMEN	93.54	83.20	60.47	85.27	97.16	112.66	PRIMIPARA
4	C	MARIA II	69.87	70.36	51.31	90.46	125.37	128.55	PRIMIPARA
5	D	KUKI	103.36	109.5	70.36	70.89	125.37	142.30	PRIMIPARA
6	J	DARNELY	102.63	107.39	92.05	96.15	111.09	130.13	PRIMIPARA
7	M	MARTHA	104.65	108.97	84.11	100.66	137.01	153.94	PRIMIPARA
8	T	1820	110.23	117.99	99.98	99.74	119.38	121.96	PRIMIPARA
9	U	1266	105.14	115.99	63.68	103.16	102.11	131.27	PRIMIPARA

PROMEDIO	101.49	101.41	76.73	92.14	113.36	128.49
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	15.39	15.65	17.03	10.12	14.40	13.39
VAR	236.94	244.96	290.19	102.45	207.32	179.32
C.V.	15.17	15.43	22.20	10.98	12.70	10.42
MÁXIMO	116.88	117.06	93.76	102.26	127.76	141.88
MÍNIMO	86.09	85.76	59.69	82.02	98.96	115.10

### Anexo 2b. Niveles séricos de colesterol en multíparas.

COLESTEROL mg/dl									
N°	CÓDIGO	VACA	DIA DE MUESTRA						ESTADO
			-21	-14	-7	7	14	21	
1	v	CHARO	88.02	99.23	66.12	67.18	85.79	100.78	TERCERO
2	$\beta$	112	92.51	86.24	70.80	94.06	100.26	135.08	SEGUNDO
3	$\delta$	1760	78.32	75.97	54.78	81.34	103.00	109.56	TERCERO
4	$\epsilon$	CINDY	60.23	89.56	52.71	71.84	87.34	151.94	TERCERO
5	$\theta$	FLOR	95.67	91.52	51.16	88.37	117.31	122.13	QUINTO
6	A	MILAGROS	74.84	70.89	71.84	104.21	112.15	130.41	TERCERO
7	H	ROSA	95.46	92.58	69.83	60.84	107.78	126.26	SEGUNDO
8	N	FLORA	116.23	112.15	93.10	84.57	113.18	136.79	SEGUNDO
9	S	TABI	91.60	93.25	94.16	78.81	124.03	128.50	SEGUNDO

PROMEDIO	88.10	90.15	69.39	81.25	105.65	126.83
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	15.74	12.10	15.88	13.52	12.96	15.05
VAR	247.83	146.44	252.33	182.79	167.90	226.59
C.V.	17.87	13.42	22.89	16.64	12.27	11.87
MÁXIMO	103.84	102.25	85.27	94.77	118.61	141.88
MÍNIMO	72.35	78.05	53.50	67.73	92.69	111.77

### Anexo 3a. Niveles séricos de nitrógeno ureico en primíparas.

		NUS mg/dl							
			DIA DE MUESTRA						
N°	CÓDIGO	VACA	-21	-14	-7	7	14	21	ESTADO
1	x	ELSA	10.95	18.02	17.20	15.02	17.65		PRIMIPARA
2	z	HUANCARA	13.33	18.33	15.83			16.75	PRIMIPARA
3	$\alpha$	CARMEN	12.75	19.75		11.29	16.92	18.30	PRIMIPARA
4	C	MARÍA II		7.89			13.80	17.11	PRIMIPARA
5	D	KUKI	13.82	16.91	17.90	9.18		16.04	PRIMIPARA
6	J	DARNELY	15.98	16.28	19.23	9.79	13.10	14.93	PRIMIPARA
7	M	MARTHA	13.94	15.23	15.21	8.02	12.17	13.85	PRIMIPARA
8	T	1820	12.59	14.23	9.99	14.53	14.58	14.67	PRIMIPARA
9	U	1266	13.68	14.12	16.73	10.35	14.85		PRIMIPARA

PROMEDIO	13.38	15.64	16.01	11.17	14.72	15.95
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.43	3.47	2.97	2.67	1.97	1.56
VARIANZA	2.04	12.04	8.80	7.11	3.90	2.44
C.V.	10.68	22.19	18.52	23.87	13.41	9.78
MÁXIMO	14.81	19.11	18.98	13.84	16.70	17.51
MÍNIMO	11.95	12.17	13.05	8.50	12.75	14.39

### Anexo 3b. Niveles séricos de nitrógeno ureico en multíparas.

		NUS mg/dl							
			DIA DE MUESTRA						
N°	CÓDIGO	VACA	-21	-14	-7	7	14	21	ESTADO
1	$\nu$	CHARO	10.10	16.42		11.83	15.97	13.50	TERCERO
2	$\beta$	112	14.58	15.08	12.00	15.88	15.12		SEGUNDO
3	$\delta$	1760	13.26	15.42	15.92	12.00	12.58	16.42	TERCERO
4	$\epsilon$	CINDY		10.23	12.60	20.75	15.75	12.98	TERCERO
5	$\theta$	FLOR	11.87	12.75		19.58	18.42	18.06	QUINTO
6	A	MILAGROS	12.63	13.03	18.17	9.45	17.30	13.40	TERCERO
7	H	ROSA	11.46	12.29	13.40	14.69	14.07	12.22	SEGUNDO
8	N	FLORA		11.50	11.10	13.60	13.15		SEGUNDO
9	S	TABI	10.75	10.42	12.10	16.97	18.09	11.37	SEGUNDO

PROMEDIO	12.09	13.02	13.61	14.97	15.61	13.99
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.53	2.21	2.53	3.72	2.09	2.38
VAR	2.35	4.88	6.39	13.83	4.36	5.68
C.V.	12.67	16.96	18.57	24.84	13.38	17.03
MÁXIMO	13.62	15.22	16.14	18.69	17.69	16.38
MÍNIMO	10.56	10.81	11.08	11.25	13.52	11.61

### Anexo 4a. Niveles séricos de calcio en primíparas.

CALCIO mg/dl									
N°	CÓDIGO	VACA	DIA DE MUESTRA						ESTADO
			-21	-14	-7	7	14	21	
1	x	ELSA	3.80	4.29	3.24	3.15	3.22	3.05	PRIMIPARA
2	z	HUANCARA	5.96	5.42	5.28	5.01	4.04		PRIMIPARA
3	$\alpha$	CARMEN	6.83	4.26	5.27		4.88	4.52	PRIMIPARA
4	C	MARIA II		3.54		3.93			PRIMIPARA
5	D	KUKI	3.97	3.87					PRIMIPARA
6	J	DARNELY	3.67	4.09			5.45		PRIMIPARA
7	M	MARTHA	4.92	5.12	3.54	2.60		2.93	PRIMIPARA
8	T	1820	4.59	4.18	3.15	3.65	4.92	4.58	PRIMIPARA
9	U	1266		4.59	3.84		2.62	3.71	PRIMIPARA

PROMEDIO	4.82	4.37	4.05	3.67	4.19	3.76
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.19	0.59	0.98	0.91	1.10	0.78
VAR	1.41	0.35	0.95	0.82	1.20	0.61
C.V.	24.68	13.49	24.10	24.68	26.21	20.81
MAX	6.01	4.96	5.03	4.57	5.29	4.54
MIN	3.63	3.78	3.08	2.76	3.09	2.98

#### Anexo 4b. Niveles séricos de calcio en múltiparas.

CALCIO mg/dl									
N°	CÓDIGO	VACA	DIA DE MUESTRA						ESTADO
			-21	-14	-7	7	14	21	
1	v	CHARO		4.94				3.60	TERCERO
2	$\beta$	112	4.59	4.85	2.98	3.69	2.78	4.88	SEGUNDO
3	$\delta$	1760	6.25	5.83	3.10	4.34	4.63		TERCERO
4	$\epsilon$	CINDY		4.78	4.80	3.61	3.42	4.43	TERCERO
5	$\theta$	FLOR		4.19	3.25	3.77	3.76	3.81	QUINTO
6	A	MILAGROS	3.58	4.58	5.18	4.37	3.00	4.99	TERCERO
7	H	ROSA	3.26	4.61					SEGUNDO
8	N	FLORA		4.64	4.1				SEGUNDO
9	S	TABI	5.67	3.59	4.68	4.00	3.22		SEGUNDO

PROMEDIO	4.67	4.67	4.01	3.96	3.47	4.34
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.29	0.60	0.91	0.33	0.66	0.62
VAR	1.67	0.36	0.82	0.11	0.44	0.39
C.V.	27.67	12.84	22.56	8.33	19.09	14.34
MAX	5.96	5.27	4.92	4.29	4.13	4.96
MIN	3.38	4.07	3.11	3.63	2.81	3.72

### Anexo 5a. Prueba de t Student para glucosa entre primíparas y multíparas en el preparto

Tests of Normality

NParto	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Glucosa Primipa	.149	21	.200	.940	21	.216
preparto Multipa	.141	21	.200	.943	21	.254

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances	t-test for Equality of Means								
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
GlucosaPre	Equal variances assumed	.007	.934	-2.866	40	.007	-5.83667	2.03678	-9.95315	-1.72018
	Equal variances not assumed			-2.866	39.448	.007	-5.83667	2.95363	-9.95495	-1.71839

### Anexo 5b. Prueba de t Student para glucosa entre primíparas y multíparas en el postparto.

Tests of Normality

EstadoPost parto	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
GlucosaPost parto primiparas	.140	21	.200	.952	21	.367
parto multiparas	.186	21	.055	.916	21	.072

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances	t-test for Equality of Means								
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
GlucosaPost parto	Equal variances assumed	.234	.631	-2.843	40	.007	-6.54524	2.30220	-11.19815	-1.89232
	Equal variances not assumed			-2.843	39.936	.007	-6.54524	2.30220	-11.19839	-1.89209

**Anexo 6a. Prueba de t Student para colesterol entre primíparas y múltíparas en el preparto.**

**Tests of Normality**

NPartoPre		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ColesterolPre	PRIMIPARAS	.143	27	.166	.950	27	.213
	MULTIPARAS	.145	27	.149	.952	27	.236

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
								95% Confidence Interval of the Difference		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ColesterolPre	Equal variances assumed	.322	.573	2.143	52	.037	10.66185	4.97476	.67926	20.64444
	Equal variances not assumed			2.143	51.093	.037	10.66185	4.97476	.67504	20.64866

**Anexo 6b. Prueba de t Student para colesterol entre primíparas y múltíparas en el postparto.**

**Tests of Normality**

NPartoPre		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ColesterolPost	PRIMIPARAS	.107	27	.200*	.986	27	.965
	MULTIPARAS	.091	27	.200*	.986	27	.963

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
								95% Confidence Interval of the Difference		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ColesterolPost	Equal variances assumed	.821	.369	1.158	52	.252	6.75593	5.83425	-4.95135	18.46320
	Equal variances not assumed			1.158	50.534	.252	6.75593	5.83425	-4.95944	18.47129

**Anexo 7a. Prueba de t Student para nitrógeno ureico entre primíparas y múltiparas en el preparto.**

**Tests of Normality**

		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
NUSPre	PRIMIPARAS	.092	24	,200 <sup>*</sup>	.980	24	.889
	MULTIPARAS	.149	23	,200 <sup>*</sup>	.934	23	.134

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
NUSPre	Equal variances assumed	2.138	.151	2.783	45	.008	2.07889	.74706	.57423	3.58356
	Equal variances not assumed			2.801	42.100	.008	2.07889	.74214	.58130	3.57649

**Anexo 7b. Prueba de t Student para nitrógeno ureico entre primíparas y múltiparas en el postparto.**

**Tests of Normality**

		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
NUS Postparto	PRIMIPARAS	.151	21	,200 <sup>*</sup>	.949	21	.330
	MULTIPARAS	.121	25	,200 <sup>*</sup>	.981	25	.902

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
NUSPostparto	Equal variances assumed	.012	.912	-1.161	44	.252	-.97838	.84293	-2.67720	.72044
	Equal variances not assumed			-1.158	42.218	.253	-.97838	.84496	-2.68332	.72656

**Anexo 8a. Prueba de t Student para calcio entre primíparas y multíparas en el preparto.**

**Tests of Normality**

		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Calcio Preparto	PRIMIPARAS	.150	22	.200*	.938	22	.183
	MULTIPARAS	.176	21	.089	.952	21	.368

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Calcio Preparto	Equal variances assumed	.015	.904	-.078	41	.938	-.02182	.27971	-.58670	.54306
	Equal variances not assumed			-.078	40.968	.938	-.02182	.27958	-.58645	.54281

**Anexo 8b. Prueba de t Student para calcio entre primíparas y multíparas en el postparto.**

**Tests of Normality**

		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Calcio Postparto	PRIMIPARAS	.143	16	.200*	.943	16	.385
	MULTIPARAS	.145	17	.200*	.971	17	.842

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Calcio Postparto	Equal variances assumed	3.586	.068	-.032	31	.975	-.00875	.27286	-.56525	.54775
	Equal variances not assumed			-.032	26.471	.975	-.00875	.27591	-.57539	.55789

**ANEXO 9.**  
**Correlaciones de Pearson entre glucosa y la producción láctea.**

**Correlations**

		Glucosa	Primíparas Leche
Primiparas Glucosa	Pearson Correlation	1	,143
	Sig. (2-tailed)		.760
	N	7	7

**Correlations**

		Glucosa	Múltiparas Leche
Múltiparas Glucosa	Pearson Correlation	1	-,194
	Sig. (2-tailed)		.677
	N	7	7

**ANEXO 10.**  
**Correlaciones de Pearson entre colesterol y la producción láctea.**

**Correlations**

		Colesterol	Primíparas Leche
Primiparas Colesterol	Pearson Correlation	1	.006
	Sig. (2-tailed)		.987
	N	9	9

**Correlations**

		Colesterol	Múltiparas Leche
Múltiparas Colesterol	Pearson Correlation	1	-.154
	Sig. (2-tailed)		.693
	N	9	9

## ANEXO 11.

### Correlaciones de Pearson entre nitrógeno ureico y la producción láctea.

Correlations

		NUS	Primíparas Leche
Primíparas	Pearson Correlation	1	,281
nitrógeno ureico	Sig. (2-tailed)		.464
	N	9	9

Correlations

		NUS	Múltiparas Leche
Múltiparas	Pearson Correlation	1	,310
Nitrógeno ureico	Sig. (2-tailed)		.416
	N	9	9

## ANEXO 12.

### Correlaciones de Pearson entre calcio y la producción láctea.

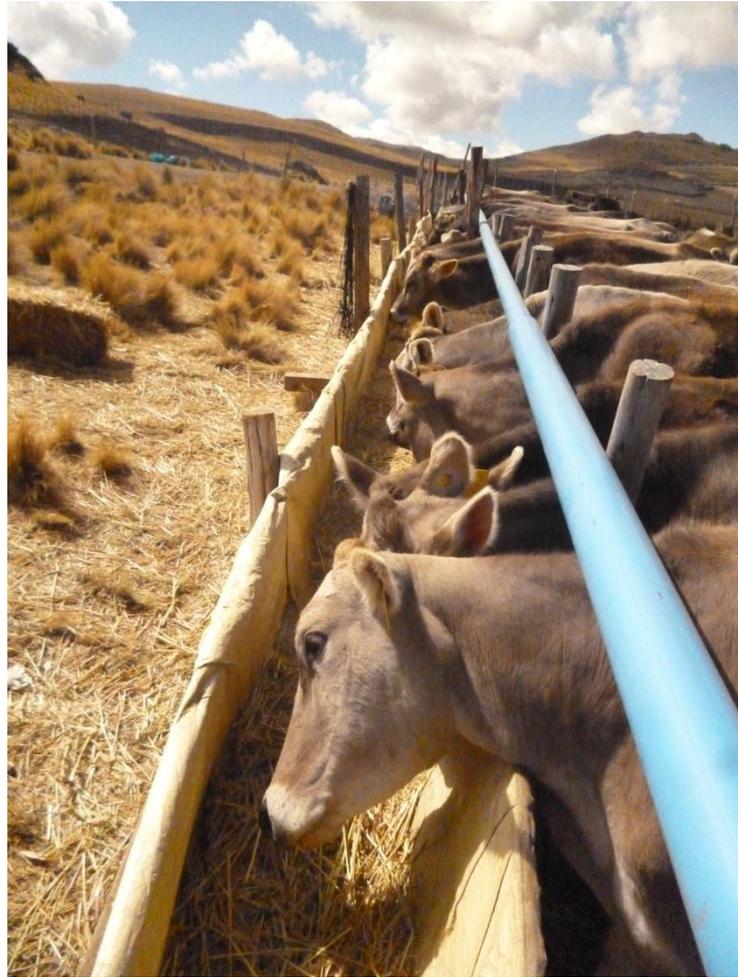
Correlations

		Calcio	Primiparas leche
Calcio	Pearson Correlation	1	.315
Primíparas	Sig. (2-tailed)		.447
	N	8	8

Correlations

		Calcio	Leche múltipara
Calcio	Pearson Correlation	1	-.257
Múltiparas	Sig. (2-tailed)		.578
	N	7	7

### ANEXO 13. Evidencias fotograficas



Fotografía 13a. Grupo de muestra, vacas primíparas y múltiparas.



Fotografía 13b. Kits de reactivos.



Fotografía 13c. Lectura en espectrofotómetro.



Fotografía 13d. Lectura de nitrógeno ureico y calcio.