



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE DOS NIVELES DE METIONINA EN  
NEONATOS BOVINOS VALORANDO PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DE  
SALUD

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

Profesor Guía

MVZ. David F. Andrade O. Mg.Sc.

Autor

Vanessa Alexandra Rivera Guerra

Año

2017

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

---

MVZ. David Francisco Andrade Ojeda Mg.Sc.

C.I.: 1712693165

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

---

MVZ. Carlos Alfonso Paz Zurita

C.I.: 1702531748

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE ESTUDIANTE

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

---

Vanessa Alexandra Rivera Guerra

CI: 1724769128

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por sus bendiciones. A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional, creer en mí y enseñarme que a pesar de las pruebas difíciles siempre habrá una salida. Un especial agradecimiento a mi tutor MVZ. David Andrade Mg.Sc. por su entrega, dedicación, su disposición en ayudarme siempre, paciencia, orientación, generosidad en brindarme su tiempo y conocimientos para poder elaborar este trabajo. A la Universidad de las Américas y al personal docente, quienes me brindaron las bases del conocimiento de la medicina veterinaria y zootecnia. A los colaboradores Dr. Christian Ponce, Ing. Diego Vela y Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias IASA 1, por su tiempo, conocimiento, colaboración y por prestarme las instalaciones para realizar la parte práctica del estudio. Gracias a mis amigos que de una u otra forma contribuyeron con este trabajo de titulación, por su tiempo y colaboración.

## **DEDICATORIA**

A mi familia, a mis padres quienes han sido mi inspiración a lo largo de mi formación profesional y han sabido aconsejarme y darme fortaleza para seguir en los momentos difíciles. A mis hermanos y abuelos por ser mi compañía y apoyo y siempre estar pendiente de mí.

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue valorar los efectos de la suplementación de metionina protegida en rumen (ALIMET®), sobre los parámetros productivos y de salud. El muestreo se llevó a cabo en el IASA 1 y se utilizaron 27 neonatos bovinos desde los 5 a 10 días de edad hasta completar 90 días con el tratamiento, distribuidos aleatoriamente en 3 grupos. Los grupos fueron: G1 (Grupo control): terneros y Terneras alimentados con balanceado y leche sin suplemento de metionina; G2 (Grupo experimental 1): terneros y terneras alimentados con balanceado y leche con suplemento de metionina 1.76g y G3 (Grupo experimental 2): terneros y terneras alimentados con balanceado y leche con suplemento de metionina 3.52 g. Las variables analizadas con respecto a los parámetros productivos fueron; Consumo de alimento, peso, altura a la cruz; estos datos fueron registrados desde el inicio hasta los 90 días, cada 7 días, las otras variables analizadas con respecto a parámetros de salud fueron pH del líquido ruminal antes del consumo de alimento y después de 3 horas, análisis de sangre (los valores fueron analizados día 1, 45 y 90) y presencia de diarrea y neumonía. Al Analizar las variables no se encuentra diferencia significativa Valor  $P > 0.05$  en ninguno de los parámetros productivos. A excepción de ciertos valores de los análisis de sangre como BUN, creatinina y bilirrubina que hubo una diferencia significativa valor  $P < 0.05$  a los días 45 y 90, a diferencia de Proteínas Totales y albumina no hubo significancia valor  $P > 0.05$ , conjuntamente con pH. Se puede concluir que los animales no se benefician al suplementar metionina en la leche, debido al que G3 tuvo mayor presencia de diarrea durante el estudio.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of protected methionine supplementation (ALIMET ®) on health and production parameters. Sampling was carried out at IASA 1 and 27 bovine calves were used, from 5 to 10 days of age until completing 90 days of age with treatment, randomly distributed in 3 groups. The groups were: G1 (control group): calves males and females fed with a formulated meal and milk without the supplementation of methionine; G2 (experimental group 1): calves males and females fed with the formulated meal and milk supplemented with 1.76g of methionine and G3 (Experimental group 2): calves males and females fed with the formulated meal and milk supplemented with 3.52g of methionine. The analyzed variables concerning productive parameters were; food consumption, weight, height at withers; These data were recorded from the beginning of the study until day 90, every 7 days. The other variables analyzed were regarding health parameters, which were: pH ruminal fluid before food consumption and after 3 hours, blood analysis (values were analyzed on day 1, 45 and 90) and presence of diarrhea and pneumonia. When analyzing the variables there was no significant difference Value  $P > 0.05$  in any of the productive parameters. Excepting certain values of the blood tests such as BUN, creatinine and bilirubin, in which there was a significant difference  $P < 0.05$  at day 45 and 90, different from Total Proteins and albumin, in which there was no significance value  $P > 0.05$ , together with pH. As a conclusion we can say that animals do not get any benefit from the milk supplemented with methionine, because the G3 group presented more cases of diarrhea.



# ÍNDICE

1. CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivo General.....	2
1.2.2. Objetivos Específicos .....	3
1.3. Hipótesis.....	3
1.4. Hipótesis nula.....	3
1.5. Problema .....	3
2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. ANATOMÍA DEL APARATO DIGESTIVO.....	5
2.1.1. Características de los compartimientos del Estómago del ternero.....	7
2.1.1.1. Gotera esofágica.....	7
2.2. Fisiología del aparato digestivo de los terneros .....	8
2.2.1. Desarrollo del rumen.....	9
2.3. Requerimientos Nutricionales.....	10
2.3.1. Calostro.....	10
2.3.2. Proteínas.....	10
2.3.2.1. Aminoácidos.....	11
2.3.3. Energía .....	12
2.3.4. Fibra .....	12
2.3.5. Agua .....	12
2.4. Digestión de los alimentos .....	13
2.4.1. Digestión de la Leche .....	13
2.4.2. Digestión de las proteínas.....	13
2.4.3. Digestión de carbohidratos .....	13
2.4.4. Digestión de las grasas .....	14
2.5. Principales enfermedades de los terneros .....	14

2.5.1.	Diarreas .....	14
2.5.1.1.	Rotavirus, Coronavirus. Cryptosporidia .....	14
2.5.1.2.	Diarrea Blanca.....	15
2.5.1.3.	Salmonelosis .....	15
2.5.1.4.	Coccidiosis .....	15
2.5.1.5.	Timpanismo ruminal y diarrea digestiva	
2.5.2.	Neumoenteritis .....	15
2.5.2.1.	Inmunidad Pasiva.....	16
2.5.2.2.	Medio ambiente.....	16
2.5.2.3.	Microorganismos .....	16
2.6.	Parámetros bioquímicos en sangre de neonatos bovinos ....	17
2.6.1.	Proteínas Totales.....	17
2.6.2.	Albumina.....	17
2.6.3.	Bilirrubina Total.....	18
2.6.4.	BUN .....	18
2.6.5.	Creatinina .....	18
<b>3.</b>	<b>CAPITULO III: METODOLOGÍA.....</b>	<b>19</b>
3.1.	Ubicación.....	19
3.2.	Materiales y Equipos .....	19
3.2.1.	Materiales de Campo.....	19
3.2.2.	Materiales de Laboratorio .....	19
3.2.3.	Insumos .....	20
3.2.4.	Equipos.....	20
3.3.	Metodología .....	20
3.3.1.	Técnica para toma de muestras de sangre .....	21
3.3.2.	Técnica para análisis de sangre .....	22
3.3.3.	Técnica para recolección de líquido ruminal.....	24
3.3.4.	Score para ver presencia de Neumonía .....	25
3.3.5.	Score para ver Presencia de Diarrea.....	26
3.4.	Diseño experimental .....	26
3.4.1.	Población .....	26

3.4.1. Diseño experimental .....	27
3.4.3. Variables .....	29
<b>4. CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>31</b>
4.1. Resultados .....	31
4.1.1. Parámetros productivos .....	31
4.1.1.1. Peso .....	31
4.1.1.2. Altura .....	34
4.1.1.3. Consumo de alimento .....	34
4.1.2. pH del Líquido ruminal y Parámetros Bioquímicos .....	36
4.1.2.1. pH del líquido del Rumen .....	36
4.1.2.2. Nitrógeno Ureico en sangre (BUN) .....	37
4.1.2.3. Creatinina .....	38
4.1.2.4. Bilirrubina Total .....	40
4.1.2.5. Albumina .....	42
4.1.2.6. Proteínas Totales .....	44
4.1.3. Parámetros de Salud .....	45
4.1.3.1. Presencia de Neumoenteritis .....	45
4.1.3.2. Presencia de Diarrea .....	46
4.2. Discusión .....	47
4.3. Limitaciones .....	48
<b>5. Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>49</b>
5.1. Conclusiones .....	49
5.2. Recomendaciones .....	49
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>54</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Compartimientos del estómago del ternero.....	8
Tabla 2. Criterios para ver presencia de Neumonía .....	25
Tabla 3. Criterios para ver Presencia de Diarrea .....	26
Tabla 4. Criterios de inclusión y exclusión de los bovinos para el estudio .....	27
Tabla 5. Variables .....	29
Tabla 6. ANOVA de pesos de los grupos de los terneros y terneras por semana .....	31
Tabla 7. ANOVA de la altura en cruz por semana de cada grupo de animales .....	34
Tabla 8. ANOVA del consumo de alimento de los grupos de animales por semanas .....	35
Tabla 9. ANOVA de medición del pH del líquido ruminal de los animales antes comer .....	36
Tabla 10. ANOVA de medición del pH del líquido ruminal de los animales después de comer.....	36
Tabla 11. ANOVA BUN en suero de terneros y terneras .....	37
Tabla 12. ANOVA del BUN de terneros y terneras al día 45 .....	37
Tabla 13. TUKEY HSD de BUN en suero de terneros y terneras.....	38
Tabla 14. ANOVA del BUN en suero en terneros y terneras al día 90 .....	38
Tabla 15. ANOVA de la Creatinina en suero de terneras y terneros .....	39
Tabla 16. TUKEY HSD de la Creatinina en suero de terneros y terneras .....	39
Tabla 17. ANOVA de Creatinina en suero de terneros y terneras al día 45 ....	40
Tabla 18. ANOVA de Creatinina en suero de terneros y terneras al día 90 .....	40

Tabla 19. ANOVA de Bilirrubina Total en sangre de neonatos bovinos .....	41
Tabla 20. TUKEY HSD de Bilirrubina Total en suero de terneras y terneros ...	41
Tabla 21. ANOVA de Bilirrubina Total en suero de terneras y terneros al día 45 .....	42
Tabla 22. ANOVA de Bilirrubina Total en suero de terneras y terneros al día 90.....	42
Tabla 23. ANOVA de Albumina en suero de terneros y terneras al 1 día .....	42
Tabla 24. ANOVA de Albumina en suero de terneras y terneros al 45 día .....	43
Tabla 25. ANOVA de Albumina en suero de terneros y terneras al 90 día .....	43
Tabla 26. TUKEY HSD de Albumina en suero de terneros y terneras .....	43
Tabla 27. TUKEY HSD de Proteínas Totales en suero de terneras y terneros .....	44
Tabla 28. ANOVA de Proteínas Totales en suero de terneras y terneros al 1 día .....	45
Tabla 29. ANOVA de Proteínas Totales en suero en terneros y terneras al 45 día.....	45
Tabla 30. ANOVA de Proteínas Totales en suero en terneros y terneras al 90 día.....	45
Tabla 31. ANOVA de presencia de Neumonía en terneras y terneros .....	46
Tabla 32. ANOVA de presencia de Diarrea en terneros y terneras.....	46
Tabla 33. TUKEY HSD de Presencia de Diarrea en terneros y terneras .....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proporción de la capacidad total de cada compartimiento en 3 fases.....	6
Figura 2. Curvas del peso corporal (Kg) de cada uno de los grupos por semana. ....	32
Figura 3. Curvas de la Ganancia Media de peso de cada uno de los grupos por semana. ....	33
Figura 4. Curva de Ganancia Diaria de peso de cada uno de los grupos por semanas.....	33
Figura 5. Curvas de la Altura en Cruz (cm) de cada uno de los grupos por semana. ....	34
Figura 6. Curvas del Consumo de Alimento de cada uno de los grupos por semana. ....	35

# 1. CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

## 1.1. Antecedentes

Los neonatos bovinos que nacen en una explotación ganadera, son una oportunidad para el incremento del tamaño del hato, y con este incremento, aumentar el ingreso económico de los productores ya sea para ganadería de leche o de engorde. Es así que, el objetivo de cualquier producción animal debe ser criar y desarrollar animales que alcancen un tamaño y peso óptimo tempranamente para iniciar la pubertad (Garnsworthy, 2005).

Las prácticas de alimentación que se realizan en algunas fincas no funcionan de manera correcta, puesto que no comprende que se debe priorizar la salud, el crecimiento y la productividad de las terneras y terneros. Es decir que en las producciones ganaderas; la alimentación de neonatos bovinos y manejo para su crianza (desarrollo) no son una prioridad, por lo que repercute negativamente en los parámetros productivos y de salud de dichos animales (Elizondo SaLazar, 2013).

El poco tiempo que se dedica al manejo y nutrición de neonatos bovinos, se refleja en varios problemas que en ese momento pasan desapercibidos pero con el transcurso del tiempo se vuelven notorios, es decir cuando el animal llega a su etapa productiva. Es por eso que se debe satisfacer los requerimientos nutricionales en los primeros meses de vida para una mejoría sobre su bienestar y productividad (Elizondo SaLazar, 2013).

Cada vez toma más fuerza la nutrición animal, ya que se ha tratado de lograr la máxima eficacia al menor costo y el menor impacto ambiental (Vargas Villalobos & Elizondo Salazar, 2015).

Los aminoácidos esenciales para la mayoría de animales son: arginina, lisina, metionina, entre otros (National Research Council, 2001), siendo estos llamados esenciales, por ser aminoácidos que no pueden ser sintetizados por el animal y por eso son llamados esenciales (McDonald, 2006). En la nutrición de los rumiantes, la metionina es clave debido a que sirve como intermediario para mantener procesos metabólicos (Elizondo SaLazar, 2013).

Los neonatos bovinos, al igual que otros animales monogástricos como el perro y la rata, dependen exclusivamente de la dieta para obtener aminoácidos esenciales, indispensables para su desarrollo. La deficiencia de aminoácidos en la dieta de estos animales ha producido pérdida de peso, según el grado de la deficiencia de ciertos aminoácidos como lisina y metionina (Schulz Bielefeld, 2000).

El organismo de un animal monogástrico no puede sintetizar la metionina, por lo que esta debe ser incluida en el alimento, ya sea de forma natural o de forma sintética como DL-metionina. En la actualidad la metionina es utilizada en la producción animal por su propiedad de lograr el crecimiento y conversión alimenticia óptima. Los rumiantes aprovechan aminoácidos esenciales de la microfibra ruminal, pero como no es suficiente se necesita utilizar aminoácidos sintéticos para llenar estas deficiencias, y la mayoría de veces se utiliza en los alimentos. Es por eso que el ternero en sus primeros meses de vida tiene un déficit de metionina porque su sistema digestivo funciona como un monogástrico (Schulz Bielefeld, 2000).

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Evaluar el efecto de la suplementación de dos niveles de metionina (1,76 y 3,52 g) en la alimentación diaria de neonatos bovinos, a fin de determinar los



cambios que esta pueda producir en los parámetros productivos y con respecto a su salud.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Cuantificar y comparar el peso final y la altura como parámetros productivos, para valorar los efectos de la adición de metionina.
- Cuantificar y analizar los parámetros bioquímicos: BUN y proteínas totales en sangre con la ayuda de un Espectrofotómetro, el pH del líquido ruminal con un potenciómetro, para correlacionarlos con los cambios que sufre el animal en transcurso del estudio.
- Evaluar la presencia de diarrea y Neumoenteritis en las terneras y terneros, mediante un score de cada enfermedad para identificar trastornos básicos en la salud de los individuos en estudio.

### **1.3. Hipótesis**

La aplicación de metionina en la dieta de terneras tiene un efecto en parámetros productivos y de salud general.

### **1.4. Hipótesis nula**

La aplicación de metionina en la dieta de terneras no tiene un efecto en parámetros productivos y de salud general.

### **1.5. Problema**

La metionina es un aminoácido esencial, y es un componente limitado en la alimentación diaria de terneras y terneros, sin embargo en el estudio llevado a cabo por Hill, Bateman, Aldrich et. al. (2008) se menciona que los requerimientos en neonatos bovinos menores a 5 semanas de vida no están claramente definidos, aunque sugieren que los neonatos bovinos entre 50-55 kg presentan un requerimiento estimado de metionina de 2.1 g/d (Williams &

Hewitt, 1979). La carencia de este aminoácido provoca un crecimiento lento, retardo de pubertad, entre otros.

Con el análisis bromatológico de la leche, se evidencio que sola no cubre los requerimientos de las terneras, el aporte de aminoácidos (metionina) presentes en la leche son bajos, adicionalmente la flora bacteriana presente en el rumen de las terneras no es lo suficiente desarrollada, por tal razón no contribuye como una fuente de proteína en las primeras etapas de vida; es así, que la ternera dependerá exclusivamente del aporte de aminoácidos presentes en la dieta que se suministrará.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente se puede establecer la necesidad de determinar, que a través de un estudio, existen cambios significativos al aplicar la metionina en la alimentación, que se proporcionó a los neonatos bovinos durante 90 días.

Para verificar los posibles cambios que ocurren en el animal; con respecto a su crecimiento se establecen dos variables: peso y altura; para identificar cambios metabólicos se incluyen análisis de sangre: BUN y Proteínas Totales, además se evaluará el pH del rumen al final del estudio para comprobar que la ternera finalizó su fase de transición y esté en la fase de rumiante.

## **2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ANATOMÍA DEL APARATO DIGESTIVO**

El aparato digestivo en neonatos bovinos está sujeto a diversos cambios desde el nacimiento hasta el momento en el cual el rumen comienza a funcionar (Ghezzi, y otros, 2000).

Al igual que todos los rumiantes los neonatos bovinos, al nacer, cuentan con un estomago que comprende cuatro compartimientos; retículo, rumen, omaso y abomaso (Avila Téllez & Gasque Gómez, 2010), el funcionamiento de estos compartimientos es diferente con respecto a terneros y terneras de mayor edad. Los cambios anatómicos fisiológicos y metabólicos ocurren desde el nacimiento hasta el tercer o cuarto mes de vida del bovino; y estos cambios permiten la transformación de la digestión monogástrica a rumiante (Castro Ramirez, 2002).

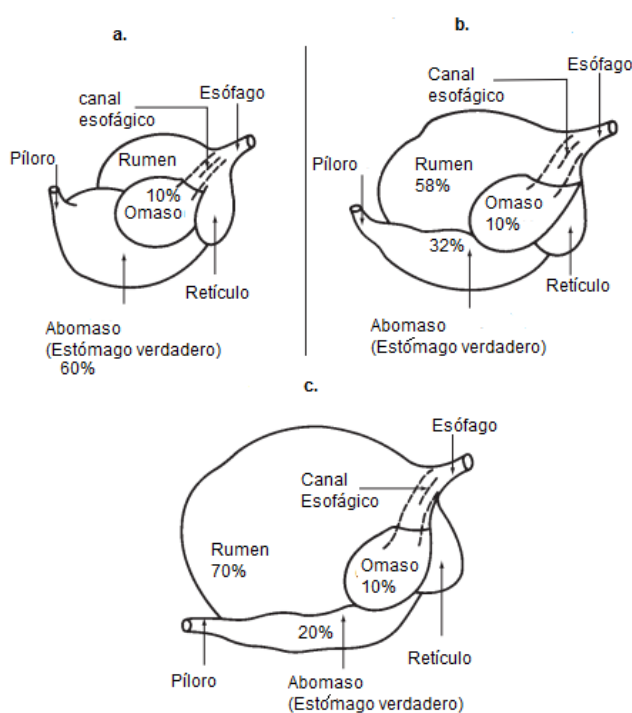
Los neonatos bovinos no tienen la capacidad de digerir alimentos fibrosos debido a que dos de los compartimientos (rumen y retículo) no están desarrollados; pero a medida que el bovino crece, este comienza a consumir alimentos, y el rumen y retículo se desarrolla. El rumiante lactante desarrolla la capacidad volumétrica relativa de cada compartimiento bajo la estimulación alimentaria (Álvarez Díaz, Pérez Esteban, Martín Hernández, Quincosa Torres, & Sánchez Puzo, 2009, pág. 23).

Como efecto a que el neonato bovino lacta, los procesos de carácter hidrolíticos se priman, y es por esta razón que el abomaso forma el 60-70% de todo el volumen gástrico. Al nacimiento del ternero el rumen y el retículo representan el 30% de la capacidad total del volumen gástrico y el omaso el 10%. Con respecto al crecimiento del ternero cabe señalar que este empieza a consumir variedades de alimentos; y sus compartimientos van creciendo y

cambiando en consecuencia a medida que pasa el tiempo (Figura 1) (Heinrichs & Jones, 2003).

Es decir que a las 4 semanas de vida del animal, el retículo y rumen comprenden un 58% de la capacidad estomacal, el omaso sigue teniendo el mismo porcentaje y el abomaso se reduce a un 32% (Heinrichs & Jones, 2003).

A partir de las 12 semanas, el retículo y el rumen tienen una capacidad del 70% del total del volumen gástrico, el omaso representa un 10% y el abomaso comprende el 20%. El abomaso sigue funcionando de la misma manera que cuando el ternero nació, y en realidad crece en tamaño; por lo que el retículo y rumen crecen en tamaño y función y se convierten en las partes más importantes del aparato digestivo (Heinrichs & Jones, 2003).



*Figura 1.* Proporción de la capacidad total de cada compartimento en 3 fases

**Nota:** a. Ternero neonato, b. Ternero de 3 a 4 semanas, c. Rumiante adulto.

Adaptado de (Heinrichs & Jones, 2003)

### **2.1.1. Características de los compartimientos del Estómago del ternero**

La característica del rumen en animal recién nacido se asemeja a una lija puesto que es pequeño y flácido con papilas rudimentarias que le confieren a la mucosa. El retículo es un saco elástico pequeño, su estructura superficial es poligonal en el cual presenta papilas rudimentarias (Church, 1993).

#### **2.1.1.1. Gotera esofágica**

Es una estructura anatómica; una invaginación de forma de canal que atraviesa la pared del retículo, extendiéndose desde el cardias hasta el omaso, sin pasar por los otros compartimientos del estómago (Quigley, 2005).

El calostro o la leche no caen directamente al retículo rumen debido al cierre de este pliegue, puesto que si llega a estos dos compartimientos causarían fermentaciones no deseadas, es decir que llegan directo al abomaso donde se inicia su digestión (Relling & Mattioli, 2003).

El cierre de la gotera esofágica depende de respuestas a estímulos centrales y periféricos, y esto es estimulado por la temperatura de leche, la succión o solo con el hecho de ver la preparación del alimento y/u olor. Si el animal está bajo condiciones estresantes, la gotera esofágica no se cierra y la leche pasa directo al retículo- rumen. Este reflejo de cierre, se va perdiendo con el desarrollo del ternero como se puede ver en la Tabla 1 y Figura 1, donde se muestra que en las primeras dos semanas de vida el abomaso tiene una capacidad de 56% (Orskov, 1988).

Tabla 1.

*Compartimientos del estómago del ternero*

<b>Edad</b>	<b>Retículo rumen %</b>	<b>Omaso %</b>	<b>Abomaso %</b>
1-2 semanas	40	4	56
3 -6 semanas	48	4	36
7 semanas	66	4	23
>8 semanas	85-90	3-5	8-9

**Nota:** Relación porcentual de cada compartimiento del estómago con relación a la edad.

Adaptado de (Relling & Mattioli, 2003)

## 2.2. Fisiología del aparato digestivo de los terneros

En los neonatos bovinos, el rumen es ligeramente menor en tamaño en relación al abomaso; pero conforme el animal crece desarrolla un agrandamiento del rumen; esto ocurre a partir del nacimiento de manera rápida, pero esto dependerá del tipo de alimento que se le dé al animal. Durante las primeras semanas de vida, los terneros se comporta como un animal monogástrico, debido a que como este se alimenta de leche este pasa directo al abomaso debido al cierre de la gotera esofágica (Garzón, 2007).

El desarrollo del estómago de los neonatos bovinos transita por tres diferentes etapas.

- Fase de prerrumiante: En esta etapa el principal compartimiento del estómago relacionado con el proceso digestivo es el abomaso, por lo que la alimentación es a base de leche o sustitutos para el aporte de nutricional para el crecimiento del neonato bovino. Esta etapa se desarrolla desde el nacimiento hasta las primeras 3 semanas de vida, cuando el ternero comienza a consumir alimentos sólidos (Garzón, 2007).
- Fase de transición: Cuando los neonatos bovinos empieza a consumir alimento sólido como balanceado y/o pasto, y adicionalmente consume agua y

leche, da paso para que se inicie la fermentación ruminal. La producción de ácidos grasos volátiles (AGV), junto al efecto de la dieta, están comprometidos en el desarrollo del rumen, en esta etapa se continúa ofreciendo leche, que junto al balanceado y/o pasto forman los principales alimentos de esta etapa (Garzón, 2007).

- Fase de rumiante: Comienza desde que el animal es destetado hasta el final de su vida; y la única fuente de alimentos son productos secos y agua; que este es indispensable para el proceso digestivo ruminal. El rumen es el principal órgano del sistema digestivo, puesto a que produce elevadas cantidades de ácidos grasos volátiles (AGV) y proteína microbiana debido a la degradación de los alimentos (Garzón, 2007).

Para promover el desarrollo del rumen es necesario suministrar alimento sólido, ya que el momento en que no se lo haga este se mantiene en estado de subdesarrollado (Wattiaux, 2005).

Cuando el rumen logra su desarrollo se lo define como el perfeccionamiento del epitelio y de sus papilas, su crecimiento se controla químicamente, mediante los ácidos volátiles que lo estimulan, siendo los más importantes el propiónico y butírico (Quigley, 2001).

### **2.2.1. Desarrollo del rumen.**

Para que ocurra un cambio en la digestión monogástrica a la digestión ruminal depende exclusivamente de la dieta utilizada, es decir que si el neonato bovino recibe un largo periodo de leche no sentirá la urgencia de suplantar con otros alimentos. La pared interna del rumen tiene una cobertura de papilas incrustadas en su epitelio y están más desarrolladas los sacos ciegos y dorsales, y es ahí donde existe mayor actividad de absorción de los productos finales de la fermentación. Las papilas del rumen son pequeñas al nacimiento del ternero, pero a medida que va ingiriendo alimentos sólidos alcanza una longitud entre 5 a 7 mm en un período de 8 semanas de edad. Las papilas se

desarrollan de formas foliadas, filiformes o cónicas, y este desarrollo depende de los productos de la fermentación ruminal, por las características físicas del alimento, es decir forma y tamaño de las partículas alimenticias. Cuando el neonato bovino es alimentado únicamente con leche el desarrollo del rumen alcanza a las 15 semanas, pero si se le suministra balanceado y/o forraje puede llegar a alcanzar a las 9 semanas, lo que nos da a notar es que si se introduce alimento sólido esto influye en el desarrollo del rumen (Jarrige, 1990).

## **2.3. Requerimientos Nutricionales**

### **2.3.1. Calostro**

Es el primer alimento que deben consumir los neonatos bovinos, y posee tres funciones primordiales.

1. Da protección a los animales recién nacidos durante los primeros días de vida frente a posibles infecciones que podría tener este, debido a que el calostro contiene inmunoglobulinas.
2. Aporta energía para luchar en contra de la hipotermia ya que contiene un alto valor energético.
3. Facilita el tránsito intestinal, gracias a su contenido en sales de magnesio con acción laxante, y esto ayuda a los neonatos bovinos el meconio (materia fecal fetal) (Alfaro, y otros, 2014, pág. 11).

Para que el neonato bovino tenga un adecuado desarrollo, este debe haber ingerido el calostro en el menor tiempo posible después de su nacimiento (Alfaro, y otros, 2014, pág. 21).

### **2.3.2. Proteínas**

La proteína es un componente nutricional importante en la dieta de terneros y terneras, pero como todos los animales, este requiere más aminoácidos que proteínas. Las proteínas se hallan en todas las células y sus componentes, y



varían desde pequeños péptidos hasta inmensos polímeros (Elizondo Salazar, 2013, pág. 40).

Todas las proteínas estas compuestas a partir de 20 aminoácidos, y de estos se puede producir varios productos como enzimas, tejido muscular, hormonas, anticuerpos y otras sustancias con distintas actividades biológicas (Elizondo Salazar, 2013, pág. 40).

Las proteínas suministra los aminoácidos necesarios para la síntesis de la proteína del cuerpo y también es una fuente importante de nitrógeno para los microorganismos del rumen (Elizondo Salazar, 2013, pág. 49).

### **2.3.2.1. Aminoácidos**

Un aminoácido son moléculas orgánicas que en su estructura contiene un grupo amino (NH<sub>2</sub>) y un grupo carboxilo (COOH). Los aminoácidos se clasifican en esenciales y no esenciales. Se refiere aminoácidos esenciales debido a que el animal no puede sintetizar, dentro de estos están: Lisina, Histidina, Leucina, Isoleucina, Valina, Metionina, Treonina, Triptofano, Fenilalanina (Cariri, 2016; D'Mello, 2003).

#### **a. Metionina**

La metionina es el primer aminoácido esencial limitante en los neonatos bovinos para el crecimiento a partir de las proteínas microbianas (Storm y Ørskov, 1984). Debido a que la proteína microbiana es la fuente de proteína metabolizable predominante en los rumiantes alimentados con forraje, se espera que la metionina sea el aminoácido que limita en primer lugar el pastoreo o el ganado alimentado con heno. El ALIMET® comercialmente disponible (Novus International Inc., St. Louis, MO) permite la alimentación de un análogo de metionina que tiene propiedades rumen-estables (40% proteína ingesta no degradable UIP), como se describe por Koenig et al. (1999, 2002) y Vázquez-Añón et al. (2001).

La metionina es un aminoácido esencial, este estimula el crecimiento y desarrollo de ciertos animales que sintetizan las proteínas de los tejidos, también reducen la hidrólisis de proteínas. Este aminoácido se utiliza en la síntesis de hormonas como la hormona de crecimiento (Nischemenko, Samoray, Poroshiska, & Stovbecka, 2015).

Una de las funciones de la metionina es producir la carnitina, juntamente con la lisina y la serina. La carnitina transporta los ácidos grasos de cadena larga, esto ocurre en mitocondria para el proceso de oxidación (Cariri, 2016).

### **2.3.3. Energía**

Los requerimientos de energía se establecen en base a las necesidades del ternero para su mantenimiento y su correcto desarrollo (Elizondo Salazar, 2013).

### **2.3.4. Fibra**

LA alimentación con fibra no aporta nutricionalmente al ternero pero es indispensable porque ayuda al desarrollo del rumen, aumentando la actividad de este y del retículo y omaso que estimulan la rumia.

### **2.3.5. Agua**

No se considera un nutriente a pesar de que posee todas las características de un nutriente; este constituye más de los dos tercios de la masa corporal, debe estar disponible al consumo del ternero siempre (Vargas Villalobos & Elizondo Salazar, 2015).

En los terneros influye el desarrollo del rumen, por lo que los microorganismos que se encuentran en el rumen necesitan de un medio líquido para desarrollarse (Andresen, 2008).

## **2.4. Digestión de los alimentos**

### **2.4.1. Digestión de la Leche**

Cuando el animal ingiere leche, entra directamente al abomaso. En aproximadamente 10 minutos, la leche forma un coágulo por la acción de la renina pepsina y ácido clorhídrico que se encuentra en el abomaso. Este coagulo es absorbido por el torrente sanguíneo durante las próximas 12 a 18 horas. La lactosa se puede digerir más rápido a diferencia de la caseína y grasa.

### **2.4.2. Digestión de las proteínas.**

La digestión es llevada a cabo por las enzimas renina y pepsina, que son secretadas por las glándulas fúndicas de la mucosa gástrica. Las células parietales del abomaso secretan el Ácido Clorhídrico (HCl), en el neonato bovino esta secreción es baja, pero se va incrementando rápidamente.

La coagulación ocurre cuando el alimento entra al abomaso y por la acción de la renina y pepsina tienen actividad coaguladora (Garzón, 2007).

### **2.4.3. Digestión de carbohidratos**

Los bovinos recién nacidos nacen con una capacidad restringida para digerir los carbohidratos, debido a que no secretan amilasa salival ya que está producida por el páncreas a los 45 días de vida del animal. La lactasa es producida en grandes cantidades en los primeros días de vida del ternero; y esta producción va descendiendo conforme el animal va madurando, es por esta razón que el animal aprovecha eficientemente la lactosa, glucosa y galactosa, hay una ligera digestión de almidón y maltosa; no se digiere la sacarosa y la fructuosa es posible que se absorba. EL duodeno absorbe la Glucosa y Galactosa cuando son administrados como única fuente de carbohidratos, y si se administra al ternero de forma conjunta, la glucosa es la más absorbida (Garzón, 2007).

#### **2.4.4. Digestión de las grasas**

El ternero cuenta con la enzima lipasa salival para la digestión de las grasas; esta es secretada por las glándulas salivales palatinas y la presencia es momentánea ya que será sustituida por la lipasa pancreática cuando el ternero este en su segunda o tercera semana de vida. Esta acción se realiza principalmente en el abomaso, de manera general las grasas son fácil de digerir, además de que estas son una fuente de energía concentrada, proporciona ácidos grasos poli-insaturados que necesita el ternero para su desarrollo debido a que es incapaz de sintetizarlos (Garzón, 2007).

En los terneros la hidrolisis de las grasas comienza en el abomaso por la lipasa salival y en el intestino delgado actúa la lipasa pancreática (Garzón, 2007).

### **2.5. Principales enfermedades de los terneros**

#### **2.5.1. Diarreas**

Esta enfermedad es una de las principales causas de muerte en estos animales durante las primeras semanas de vida. Los agentes causales por lo general son *E.coli* o *Clostridium perfringens*; las toxinas producen hipersecreción intestinal y la pérdida de líquido se observa de forma de diarrea. La diarrea es producida porque la pared del tracto intestinal está dañada (Blowey & Weaver, 2004).

##### **2.5.1.1. Rotavirus, Coronavirus. Cryptosporidia**

Esta infección suele producirse entre los 10 a 14 días de edad, debido a que los anticuerpos que maternos disminuyen, aunque la mayoría de terneros suelen estar infectados, pero muestran signos clínicos cuando el animal esta con una enfermedad concurrente o la infección es muy alta (Blowey & Weaver, 2004).

#### **2.5.1.2. Diarrea Blanca**

Esta enfermedad se produce debido a que el daño de la pared intestinal es tan grave que la leche no es digerida y se excreta con las heces, la diarrea blanca es resultado de varios agentes y dentro de esto se puede incluir rotavirus (Blowey & Weaver, 2004).

#### **2.5.1.3. Salmonelosis**

Es una enfermedad muy contagiosa, y esta puede ocurrir a cualquier edad, es causada por especies de *Salmonella*, la más frecuente es la *S. enterica* (Blowey & Weaver, 2004).

#### **2.5.1.4. Coccidiosis**

Es una infección del tracto intestinal causada por un parásito protozoo, y esta enfermedad se asocia con los terneros cuando estos habitan en malas condiciones higiénicas (Blowey & Weaver, 2004).

#### **2.5.1.5. Timpanismo ruminal y diarrea digestiva (diarrea digestiva durante el destete)**

Esta enfermedad suele ocurrir cuando hay errores en la alimentación de terneros, debido a que no se produce un adecuado cierre de la gotera esofágica y esto puede producir timpanismo que se asocia con una diarrea de bajo grado (Blowey & Weaver, 2004).

#### **2.5.2. Neumoenteritis**

Esta enfermedad es una de las principales causas de muerte en neonatos bovinos. Existen dos tipos de causas por las que se da esta enfermedad; las predisponentes y las determinantes. Dentro de las causas predisponentes esta la inmunidad pasiva y el medio ambiente y en las causas determinantes son los microorganismos (García & Daly, 2012).

### **2.5.2.1. Inmunidad Pasiva**

El ternero debe desarrollar una inmunidad adecuada y para esto necesita recibir de su madre la inmunidad pasiva por medio del calostro; se debe tomar en cuenta la calidad, cantidad, rapidez y limpieza del calostro, para garantizar que el suministro de calostro haya transferido la inmunidad pasiva (Stewart, y otros, 2005).

Los terneros deberían consumir de 3 a 4 litros durante la primera hora de nacido, y 3 litros más durante sus 12 horas de vida siguiente (García & Daly, 2012).

### **2.5.2.2. Medio ambiente**

Los terneros y terneras que son criados en establos son protegidos del frío, pero el problema no es el frío si no es el aire que circula, ya que este puede tener gases nocivos como el amoníaco, olor, polvo y microorganismos. Los gases y el polvo al momento en que llega a los alveolos del pulmón del animal causa irritación e inflamación (García & Daly, 2012).

Es de suma importancia que el lugar donde se encuentra el ternero este limpio y seco, ya que así se reduce la incidencia de la enfermedad. El alojamiento donde se encuentra el ternero debe tener temperaturas normales a frías, esto es beneficioso puesto que el crecimiento de microorganismos será menor (García & Daly, 2012).

### **2.5.2.3. Microorganismos**

Los microorganismos que afectan a los neonatos bovinos son, esporas de hongos, bacterias y virus, para poder evitar el contagio de animal debe tener su cama seca, que aislé al frío, también se debe evitar que la cama no libere polvo ya q como se dijo anterior ente esto irrita el tracto respiratorio (García & Daly, 2012).

## **2.6. Parámetros bioquímicos en sangre de neonatos bovinos**

Las variables bioquímicas son una herramienta para poder tener una visión del estado metabólico y salud del animal. Ciertos valores bioquímicos en terneros cambian con la edad, por lo tanto se necesita tener intervalos de referencia para saber si los valores obtenidos esta normales (Klinklon & Ježek , 2012).

Los parámetros bioquímicos sanguíneos nos ayudan a ver como los órganos están funcionando, el cambio de las variables es debido a que el animal se está adaptado a la vida extrauterina y también es por consecuencia de la maduración de los órganos y la ingesta de nutrientes (Klinklon & Ježek , 2012).

### **2.6.1. Proteínas Totales**

Al valorar las concentración de Proteínas Totales, y cantidad de albumina y Globulinas es de mucha ayuda puesto que se puede ver si hay alguna alteración en el funcionamiento del organismo. La concentración de Proteínas Totales depende de la nutrición del ternero y funcionamiento del hígado (Klinklon & Ježek , 2012).

Si la concentración de Proteínas totales tiene un valor alto, es porque está asociado a que el animal calostro bien y se asocia con la absorción de inmunoglobulinas (Muri et al, 2005).

### **2.6.2. Albumina**

Las albuminas (Alb) son sintetizadas en el hígado, sirven como proteínas de transporte para los procesos metabólicos, están proteínas transportan el 75% de la actividad osmótica en el plasma. La concentración de Albumina depende de la nutrición del ternero y capacidad funcional del hígado y de la madurez de este órgano (Klinklon & Ježek , 2012).

Una menor concentración de albúmina en animales sanos podría ser la consecuencia de un suministro insuficiente de aminoácidos (Whitaker, 1997).

### **2.6.3. Bilirrubina Total**

La bilirrubina se forma por la destrucción de eritrocitos maduros, y esto ocurre en el bazo hígado y médula ósea. La bilirrubina indirecta se une a la albumina y es llevada al hígado, con la ayuda de la proteína ligandina, la bilirrubina pasa a los hepatocitos donde se transforma en Bilirrubina Directa, pero en terneros recién nacidos hay una baja cantidad de esta proteína, y es por eso que disminuye la excreción de bilirrubina. Los terneros pueden tener concentraciones séricas de bilirrubina total superiores a la del ganado vacuno adulto. Las concentraciones séricas de Bilirrubina Total en los primeros días son mayores que en los adultos, pero conforme pasa el tiempo disminuye. (Klinklon & Ježek , 2012)

Una mayor concentración de bilirrubina sérica total después del nacimiento se asocia con la destrucción de la hemoglobina fetal y una excreción más lenta de la bilirrubina debido a la menor concentración de ligandina de proteína de transporte (Kaneko, Harvey, & Bruss, 2008).

### **2.6.4. BUN**

La concentración de nitrógeno ureico en sangre depende de la nutrición que haya tenido el ternero, también nos ayuda a ver si hay algún daño en los riñones (Kraft & Dürr, 2005).

El aumento de la concentración de urea en el suero de los terneros indica un aumento del catabolismo de las proteínas y aparece en las diarreas de larga duración (Jazbec, 1990).

### **2.6.5. Creatinina**

La concentración de creatinina en suero no depende de la nutrición, la concentración aumenta cuando el funcionamiento del sistema glomerular de los riñones tiene lesiones graves (Kaneko, Harvey, & Bruss, 2008).



## **3. CAPITULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. Ubicación**

El experimento se llevó a cabo en el IASA I Hacienda El Prado sector Selva Alegre, Sangolquí, La hacienda se encuentra en la longitud 78°24'44" W, latitud: 0°23'20" S, altitud 2748 m.s.n.m., con temperatura promedio anual: 14,19°C, con temperatura máxima: 20,65°C y temperatura mínima: 7,42°C, precipitación anual 1285mm/año y su humedad relativa promedio anual: 69,03%.

### **3.2. Materiales y Equipos**

#### **3.2.1. Materiales de Campo**

- Cinta métrica
- Tubos vacutainer
- Jeringas
- Aguja hipodérmica 18 G 1,20 x 40 mm
- sonda (esofágica)
- registros
- esfero
- marcadores permanentes
- overol
- botas
- jarra
- succionador

#### **3.2.2. Materiales de Laboratorio**

- Plasma sanguíneo
- Tubos de ensayo de 10 mL
- Micropipeta de 0,5-10 µL
- Micropipeta de 10 -100 µL

- Micropipeta de 100-1000  $\mu$ L
- Puntas para micropipeta de 0,5 -10  $\mu$ L
- Puntas para micropipeta de 10-100  $\mu$ L
- Puntas para micropipeta de 100- 1000  $\mu$ L
- Gradilla
- Guantes
- Mandil
- Kit de HUMAN UREA® (Lot: 17002 y 17003 Fecha de vencimiento: 2018/11)
- Kit de HUMAN ALBUMINA® (Lot:17001 Fecha de vencimiento: 2019/02)
- Kit de HUMAN PROTEINAS TOTALES® (Lot: 16007 Fecha de vencimiento: 2018/11)
- Kit de LINEAR CHEMICALS BILIRUBINA TOTAL® (Lot: 15269X Fecha de vencimiento 2019/04)
- Kit de COBAS Roche CREA J2®

### **3.2.3. Insumos**

- DL- Metionina Liquida (ALIMET®)
- Leche
- Balanceado

### **3.2.4. Equipos**

- Centrifugadora BOECO
- Espectofotómetro Genesys 10 UV VIS
- COBAS C111 Roche
- Balanza digital GSC, modelo SGW-3015 capacidad 400kg
- Potenciómetro Denver Instrument AP50

## **3.3. Metodología**

Se mantuvieron a las terneras y terneros en tres grupos homogéneos, durante periodo de 90 días, de la siguiente manera: Grupo testigo: sin adición de

metionina; Grupo experimental 1: suplementación de metionina de 1,76g/día y Grupo experimental 2: suplementación de metionina de 3,52gr/día. Todos los neonatos bovinos consumieron cuatro (4) litros de leche diarios en el periodo establecido, más balanceado.

El suplemento de DL-metionina (Alimet®) se les administró una vez al día, con la leche matutina, durante todo el período experimental.

El producto Alimet® viene en presentación líquida a una concentración del 88% de metionina pura. Es decir que por cada 2ml suplementados en la dieta equivale a 1,76g y que por 4ml equivale 3,52g.

La adhesión de 1,76 y 3,52 g/diarios de metionina se basó en estudios previos como "Effect of Methionine Source and Level on Performance of Growing Beef Calves Consuming Forage-Based Diets" donde se administraron 2, 4, 6 y 8 gramos de metionina al 88% de concentración, en el cual se presentan como resultado una ganancia diaria promedio, en los que fueron alimentados con 2 y 4 gramos diarios de metionina comparado con el grupo control (Herson et al. 2009).

### **3.3.1. Técnica para toma de muestras de sangre**

1. Rotular los tubos donde se recolectara la muestra
2. Apartar al animal que tenga 5 0 45 0 90 días de vida
3. Con la ayuda de otra persona se debe sujetar al animal de manera adecuada; donde con una mano sujetara la cabeza haciéndola para atrás y con la otra se coloca en el pliegue de la ingle donde el animal quedara inmovilizado.
4. Enroscar la aguja multimuestreo en el portatubos estándar
5. Se hará presión en el surco yugular para que se pueda ver de mejor manera la vena yugular
6. Se canalizara la aguja en la vena del animal, y luego colocar el tubo de vacío en el portatubos (con el tapón hacia arriba).

7. Llenar el tubo con la sangre hasta donde llega la señal.

### **3.3.2. Técnica para análisis de sangre**

1. Obtenida el tubo con la muestra de sangre, colocar en la centrifugadora BOECO, donde la muestra se centrifugara a 1500 rpm por 10 minutos
2. Luego de que la sangre se haya separado se debe extraer el plasma con una pipeta pasteur y se debe colocar en un tubo eppendorf.
3. Si las muestras no serán analizadas ese mismo instante se puede guardar en un ultracongelador a  $-80^{\circ}\text{C}$ .
4. El análisis de bioquímica sanguínea fue analizado en la Universidad de las Américas, utilizando el espectofotómetro Genesys 10 UV VIS para Proteínas Totales, Albumina, Bilirrubina y BUN, y para analizar creatinina se utilizó COBAS C111 Roche

#### **a. Procedimiento de analizar Bilirrubina total Linear Chemicals**

Para la utilización de los reactivos se debe mezclar 1ml RN más 4ml de RT y para el reactivo de Calibrador se debe añadir 1 ml de agua destilada, se mezcla y se deja reposar 5 a 10 minutos.

Técnica

1. Blanco de reactivo : 100  $\mu\text{L}$  de Agua destilada + 1000  $\mu\text{L}$  reactivo de trabajo
2. Blanco de muestra: 100  $\mu\text{L}$  de Muestra + 1000  $\mu\text{L}$  Reactivo de trabajo
3. Muestra: 100  $\mu\text{L}$  + 1000  $\mu\text{L}$  de reactivo de trabajo

Mezclar y reposar los tubos a temperatura ambiente durante 2 minutos. Leer la absorbancia de las muestras a 540nm en el Espectofotometro Genesys 10 UV VIS.

**b. Procedimiento de analizar Albumina Human**

Los reactivos están listos para usar. Se puede usar suero o plasma heparinizado u obtenido con EDTA.

Técnica

1. Blanco de Reactivo: 1000  $\mu$ L RGT
2. Estándar: 10  $\mu$ L STD + 1000  $\mu$ L RGT
3. Muestra: 10  $\mu$ L Muestra + 1000  $\mu$ L RGT

Mezclar incubar por 5 min a 20 a 25° C, medir la absorbancia a 546nm, en el Espectofotometro Genesys 10 UV VIS.

**c. Procedimiento de analizar Urea Human**

Para la utilización de los reactivos se debe mezclar el contenido del frasco de ENZ con el frasco RGT1; los reactivos RGT2 y STD están listos para usar. Las muestras se medirán a una longitud de onda de 578 nm en el Espectofotometro Genesys 10 UV VIS

Técnica

1. Blanco de Reactivo: 1000  $\mu$ L reactivo enzimático 1a
2. Estándar: 10  $\mu$ L STD + 1000  $\mu$ L reactivo enzimático 1a
3. Muestra: 10  $\mu$ L Muestra + 1000  $\mu$ L reactivo enzimático 1<sup>a</sup>

Mezclar incubar por 5 min a 20 a 25° C o por 3 min a 37°C

4. Blanco de Reactivo: 1000  $\mu$ L RGT2
5. Estándar: 10  $\mu$ L STD + 1000  $\mu$ L RGT2
6. Muestra: 10  $\mu$ L Muestra + 1000  $\mu$ L RGT2

Mezclar incubar por 10 min de 20 a 25 °C

**d. Procedimiento de analizar Proteínas Totales Human**

Los reactivos están listos para usar, las muestras se puede usar suero o plasma heparinizado u obtenido con EDTA.

Técnica

1. Blanco de Reactivo: 1000  $\mu$ L RGT
2. Estándar: 20  $\mu$ L STD + 1000  $\mu$ L RGT

### 3. Muestra: 20 $\mu$ L Muestra + 1000 $\mu$ L RGT

Se debe mezclar, y dejar incubar por 10 minutos de 20 a 25° C, se debe medir la absorbancia a 546nm, en el Espectofotometro Genesys 10 UV VIS.

#### **3.3.3. Técnica para recolección de líquido ruminal**













Para la obtención de líquido ruminal con sonda se necesita un manguera de plástico o de coma de aproximadamente 2 metros de largo y con 1 cm de diámetro. Se sujeta al ternero para poder ingresar la manguera por vía oral.

Luego de ingresar la manguera con la ayuda de un succionador se va recogiendo en un recipiente. Inmediatamente luego de recolectar la muestra se introduce el potenciómetro, y este dará una lectura digital del pH del líquido ruminal.

### 3.3.4. Score para ver presencia de Neumonía

Tabla 2.

*Criterios para ver presencia de Neumonía*





Criterios				
Si el total de la suma de los criterios es 4, debe estar en observación y si es $\geq 5$ presenta Neumonía.				
Score	0	1	2	3
T° corporal	100-100.9	101-101.9	102-102.9	$\geq 103$
Tos	Ninguna	Una sola tos inducida	tos repetida por inducir o espontanea	Tos espontánea y repetitiva
Secreción nasal	Normal (descarga serosa) 	Descarga pequeña unilateral 	Descarga de flujo bilateral excesivo o moderado 	Abundante secreción mucopurulenta 
Ojos	Normal (ninguna secreción) 	Pequeña cantidad de secreción 	Descarga bilateral moderada 	Secreción ocular intensa 
Orejas	Normal (no hay inclinación) 	Sacude la cabeza o las orejas 	Inclinación ligeramente unilateral 	Inclinación de la cabeza o inclinación de las orejas bilateral 

Adaptado de (McGuirk, 2009)

### 3.3.5. Score para ver Presencia de Diarrea

Tabla 3.

*Criterios para ver Presencia de Diarrea*

Criterios				
Si en el día tiene un score de 2 o 3 el animal presenta Diarrea				
Score	0	1	2	3
Heces	Normal	Semi pastoso	Pastoso	Líquido
				

Adaptado de (McGuirk, 2009)

## 3.4. Diseño experimental

### 3.4.1. Población

Se trabajó con un diseño grupal con 27 animales agrupados al azar, debido a que en los registros de la hacienda se planificaban 60 partos desde Enero hasta mediados de Octubre del 2016, a esto se suma la probabilidad de obtener hembras al nacimiento del 50% y una tasa de mortalidad neonatal del 5%. Con estos individuos se establecieron tres grupos experimentales en los que únicamente cambio la adición de metionina, ya que los individuos se mantuvieron bajo el mismo régimen de alimentación (leche y concentrado).

Para la selección de individuos se tomarán en cuenta los siguientes criterios de inclusión y exclusión:



Tabla 4.

*Criterios de inclusión y exclusión de los bovinos para el estudio*

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Animales de 4 días a 10 días de edad.</li> <li>➤ Animales de la misma raza o cruces (Montbelier con Holstein).</li> <li>➤ Animales clínicamente sanos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Animales enfermos</li> <li>➤ Animales de razas y cruces diferentes</li> <li>➤ Animales que superen los 10 días de edad</li> </ul>

**3.4.1. Diseño experimental**

La investigación se basa en suplementar DL-metionina líquida en la leche a neonatos bovinos hasta terminar el tratamiento (90 días) junto a su dieta normal en la Hacienda “El Prado”. Dichos animales serán comparados con el grupo control al cual no se le administrará metionina en la dieta.

El estudio se basa en 3 grupos:

- 1.- Control: Leche 4lt al día más balanceado a voluntad.
- 2.- Grupo 1: Leche 4lt al día con 1,76g DL-metionina más balanceado.
- 3.- Grupo 2: Leche 4lt al día con 3,52g DL-metionina más balanceado.

La DL-metionina (ALIMET®) viene en presentación líquida a una concentración del 88% de metionina pura. Es decir que por cada 2ml suplementados en la dieta equivale a 1,76g y que por 4ml equivale 3,52g.

El balanceado se ofreció a partir del primer día que entraron al estudio (500 gramos), y a medida que el animal rechazaba menos de 100 gramos se aumentaba 100 gramos más a la dieta o si sobraba de 101 gramos a 150 gramos se aumentaba 50 gramos más. El consumo y rechazo de alimento se registraba diariamente.

La dieta líquida (leche), se entregó a los neonatos bovinos a razón de dos litros en la mañana y dos litros en la tarde.

El suplemento de metionina se ofreció desde el inicio del estudio, al ingreso de los animales, y se mantuvo constante hasta terminar el ensayo a los 90 días.

A diario se evaluó el consumo de alimento, incidencia de diarrea y neumonía y cada semana se evaluó a los tres grupos el peso, la altura, la ganancia de peso semanal y final.

1. Se recolectó sangre en tubos vacutainer, mediante la toma de muestra por venopunción y para poder valorar el estatus de BUN, Creatinina, Bilirubina, Albumina y Proteínas Totales en sangre en los animales al iniciar el tratamiento, a los 45 días y a los 90 días. También al finalizar el estudio, se extrajo el líquido ruminal mediante una sonda esofágica con la ayuda de un succionador mecánico; y ya obtenida la muestra se evaluó el pH del líquido con un potenciómetro.
2. Se evaluó cada semana los parámetros productivos: Peso, Altura (crecimiento), y el consumo del alimento en todos los animales con la ayuda de una balanza y un tallímetro.
3. Se evaluó diariamente la incidencia de diarrea y Neumonía en los terneros mediante un score de cada enfermedad.

### 3.4.3. Variables

Tabla 5.

#### Variables

Variables	Tipo variable	Definición	Indicador	Unidad de medida	Ítems	Instrumentos
DOSIS de metionina administrada en dieta	Cuantitativa	Cantidad de metionina proporcionado al día	*Grupo control (G1) *Grupo experimental 1 (G2) *Grupo experimental 2 (G3)	Gramos	# de g	DL-Metionina
Consumo diario de alimento	Cuantitativa	Cuanto alimento consume el animal al día	entrega y rechazo de alimento diario	Gramos	# de g	balanza digital
Peso	Cuantitativa	Ganancia de peso diario durante el estudio	incremento de peso diario y semanal	Kilogramos	# de kilos	balanza digital
Altura	Cuantitativa	Ganancia de altura diaria durante el estudio	incremento de altura diario y semanal	Centímetros	# de cm	Tallímetro
Presencia de diarrea	Cuantitativa	Valoración visual de incidencia de diarrea a base de escala	valoración diaria	escala		medición directa
Presencia	Cuantitativa	Valoración	valoración	escala		medición

de neumonía	a	visual de incidencia de neumonía a base de escala	diaria			directa
pH en rumen	Cuantitativa	valoración del nivel de pH en rumen al terminal el estudio para comprobar si es un rumiante	valoración a los 90 días de tratamiento	escala	Valor r pH	pH metro
Análisis de Sangre	Cuantitativa	valoración de BUN y proteínas totales en sangre, Creatinina, Albumina y Bilirrubina	al inicio de tratamiento , 45 días y 90 días	mg/dl	# mg/ dl	Espectrofotómetro

## 4. CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resultados

Para analizar los datos obtenidos durante este estudio se realizó pruebas estadísticas de Análisis de Varianza (ANOVA), y de haber diferencias significativas se efectuó la prueba de Diferencia Significativa de Medias TUKEY HSD, mediante el programa estadístico Stagraphycs XVI. Adicionalmente se realizó tablas de contingencia para valorar la correlación de las variables del estudio, mediante el programa estadístico SPSS Statistics 22. Todos estos análisis se efectuaron con un intervalo de confianza del 95% y un error del 5%.

#### 4.1.1. Parámetros productivos

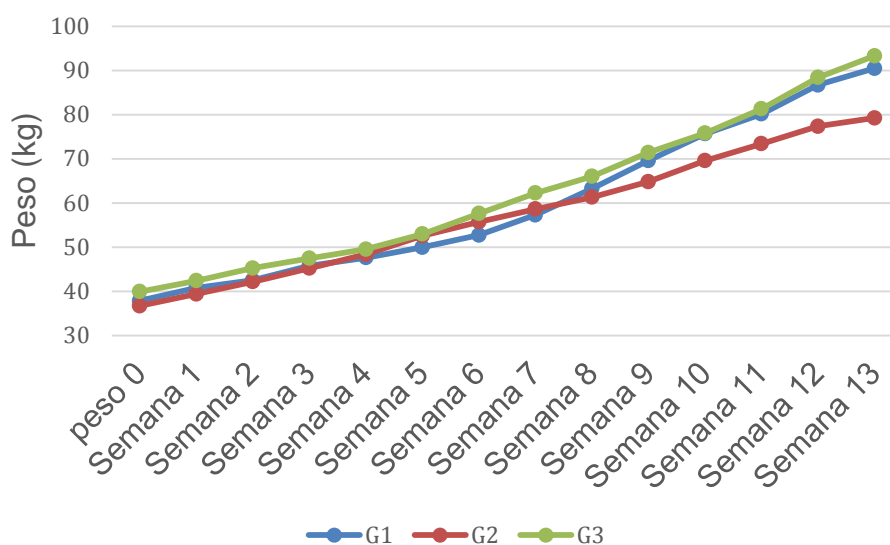
##### 4.1.1.1. Peso

Mediante el análisis de varianza, se demuestra que no existe una diferencia significativa en los pesos semanales de cada grupo del estudio ( $p$ -Valor  $>0.01$ ;  $>0.05$ ) (Tabla N°6). Mediante un gráfico de ploteo se pudo observar que los grupos comenzaron homogéneos en el estudio y que a partir de la semana 8 hasta la semana 13 el G1 (grupo Control) y G3 (grupo experimental 2) tiene variaciones en el peso con respecto al G2 (Figura N°2).

Tabla 6.

*ANOVA de pesos de los grupos de los terneros y terneras por semana*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	208.75	2	104.375	0.38	0.6839
Intra grupos	10611.7	39	272.096		
Total (Corr.)	10820.5	41			



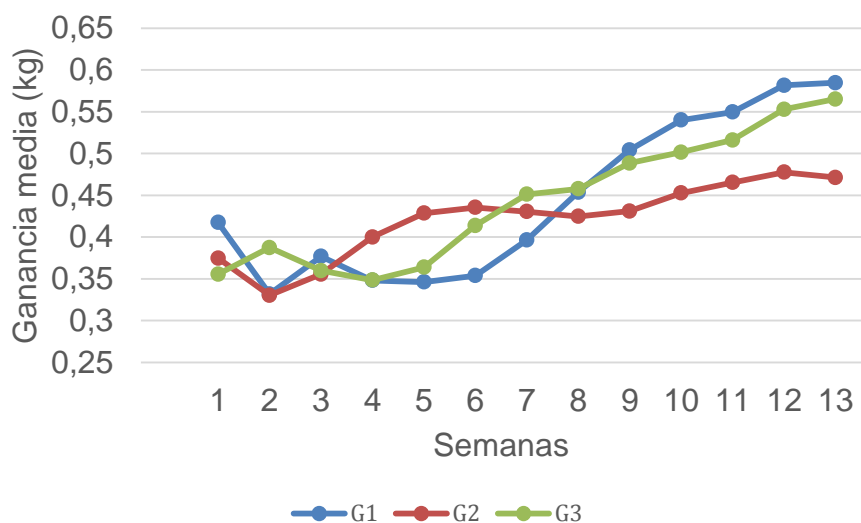
*Figura 2.* Curvas del peso corporal (Kg) de cada uno de los grupos por semana.

**Nota:** G1: Grupo control, G2: Grupo experimental 1, Grupo G3: Grupo experimental 2

#### a. Ganancia Media de peso y Ganancia Diaria

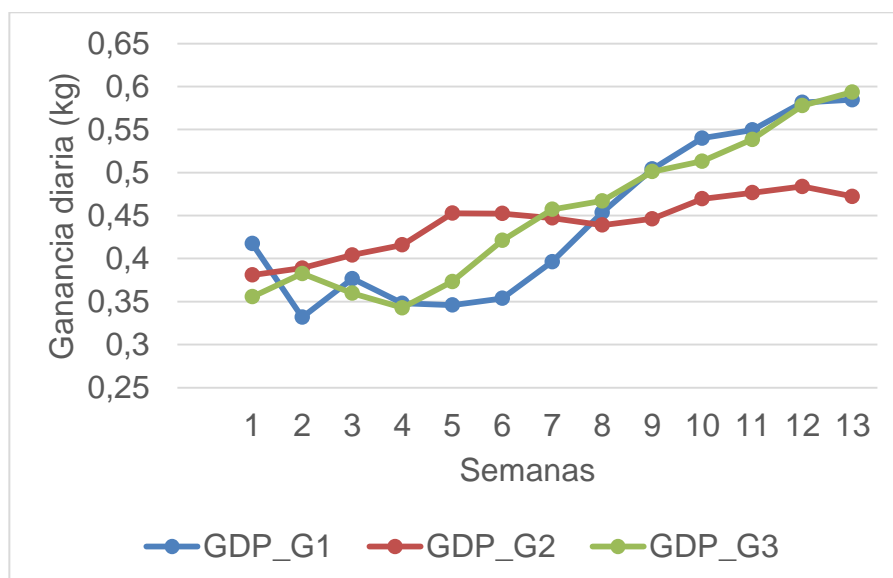
Con la ayuda de un gráfico de ploteo se pudo interpretar cuánto ganaba cada grupo en promedio por semana. Las primeras semanas no ganaban mucho debido a que consumían poco balanceado (Figura 6). El G1 (Grupo control) a partir de la 7ma semana la ganancia media fue aumentando notoriamente. El G2 (Grupo experimental 1) su ganancia media fue a partir de la 3 semana y se mantuvo y se mantuvo entre 0.4 y 0.5kg por semana. EL G3 (Grupo experimental 2) la ganancia media se mantuvo desde 1ra semana hasta la 5ta semana entre 0.35 a 0.4kg por semana y a partir de la 6ta semana su ganancia fue más notoria (Figura N°3).

Mediante otro gráfico de ploteo se puede demostrar la ganancia diaria de los grupos; el G2 cambia en a la ganancia diaria con respecto a la ganancia media, debido a aumenta entre 0.4 a 0.5 kg aproximadamente cada semana y en la ganancia media las 3 primeras semanas ganó entre 0.35 a 0.4 kg aproximadamente. En el G1 y G3 la ganancia media y ganancia diaria se mantiene igual (Figura N°4).



*Figura 3.* Curvas de la Ganancia Media de peso de cada uno de los grupos por semana.

**Nota:** G1: Grupo control, G2: Grupo experimental 1, Grupo G3: Grupo experimental 2



*Figura 4.* Curva de Ganancia Diaria de peso de cada uno de los grupos por semanas.

**Nota:** GDP\_G1: Ganancia diaria de peso del G1, GDP\_G2: Ganancia diaria de peso del G2, GDP\_G3: Ganancia diaria de peso del G3. G1: Grupo control, G2: Grupo experimental 1, Grupo G3: Grupo experimental 2. (Kg): Kilogramos

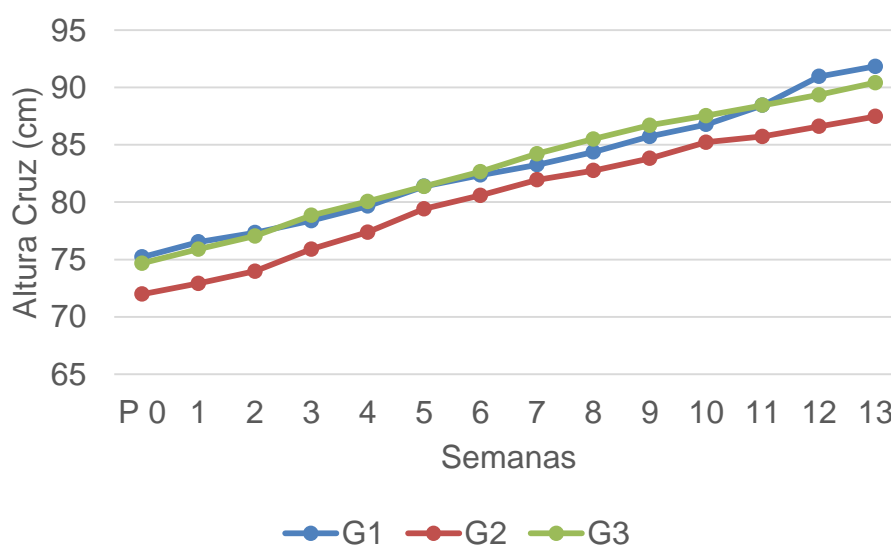
#### 4.1.1.2. Altura

Mediante el ANOVA podemos interpretar que no hubo diferencia significativa valor  $P > 0.05$  en los grupo con respecto a la altura en cruz (cm) (Tabla N°7), mediante un gráfico ploteo podemos interpretar que los terneros fueron incrementando su altura cada semana, bajo el G3 los terneros presentaron una mayor altura que el G1 (grupo control) a partir de la semana 11 (Figura N°5).

Tabla 7.

*ANOVA de la altura en cruz por semana de cada grupo de animales*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	58.6553	2	29.3277	1.23	0.3030
Intra grupos	855.298	36	23.7583		
Total (Corr.)	913.954	38			



*Figura 5.* Curvas de la Altura en Cruz (cm) de cada uno de los grupos por semana.

**Nota:** G1: Grupo control, G2: Grupo experimental 1, Grupo G3: Grupo experimental 2.

(cm): centímetros

#### 4.1.1.3. Consumo de alimento

En el consumo de alimento no hubo diferencia significativa (valor  $P > 0.05$ ) entre los grupos (Tabla N°8). A pesar de no haber diferencia se aprecia con la ayuda

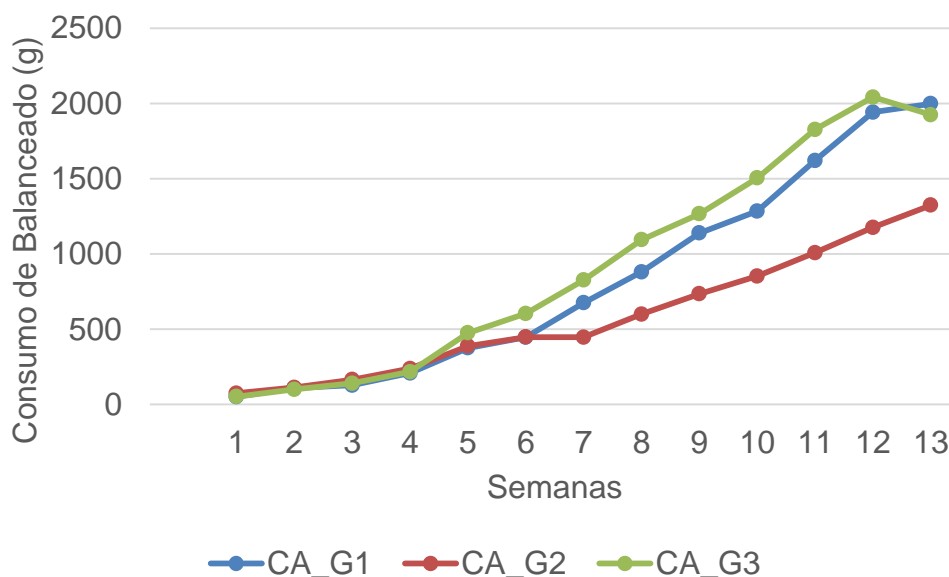


de una gráfico de ploteo un mayor consumo de alimento en los G1 Y G3 a partir de la semana 7 (Figura N°6).

Tabla 8.

*ANOVA del consumo de alimento de los grupos de animales por semanas*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	835820.	2	417910.	1.05	0.3611
Intra grupos	1.43573E7	36	398814.		
Total (Corr.)	1.51931E7	38			



*Figura 6.* Curvas del Consumo de Alimento de cada uno de los grupos por semana.

**Nota:** CA\_G1: Consumo de Alimento del G1, CA\_G2: Consumo de Alimento del G2, CA\_G3: Consumo de Alimento del G3. G1: Grupo control, G2: Grupo experimental 1, Grupo G3: Grupo experimental 2. (g): gramos

## 4.1.2. pH del Líquido ruminal y Parámetros Bioquímicos

### 4.1.2.1. pH del líquido del Rumen

Mediante el análisis de varianza se puede observar, que no existe diferencia significativa (Valor-P >0.05) en el valor del pH antes de que los animales consumieran alimento con respecto a los grupos (Tabla N°9). De igual forma no existe una diferencia significativa en el valor del pH después de que consumieran el alimento (Tabla N°10). Lo que se pudo notar es que todos los animales al día 90, al valorar el pH del líquido ruminal antes y después del consumo de alimento, los valores del pH posterior al consumo bajan, es decir se vuelven ácidos.

*Tabla 9.*

*ANOVA de medición del pH del líquido ruminal de los animales antes comer*

	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón F	Valor P
Regresión	0,04	1	0,04	0,22	0,641
Residual	4,14	24	0,17		
Total	4,18	25			

**Tabla 10.**

ANOVA de medición del pH del líquido ruminal de los animales después de comer

	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón F	Valor P.
Regresión	0,00	1	0,00	0,03	0,859
Residual	3,25	24	0,14		
Total	3,26	25			

#### 4.1.2.2. Nitrógeno Ureico en sangre (BUN)

Mediante el ANOVA y TUKEY HSD, se encontró una diferencia significativa en la cantidad de BUN (Nitrógeno ureico en sangre) puesto que el valor de  $p < 0.05$  (Tabla N°11). El valor de BUN conforme los animales van creciendo, este valor en los G2 y G3 va disminuyendo y estadísticamente hay una diferencia en el Valor P  $< 0.05$  en los días 45 y 90 (Tabla N°12 y N°14), donde se puede ver que el G2 y G3 no son iguales al G1 (Tabla N°13).

Tabla 11.

*ANOVA BUN en suero de terneros y terneras*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de GI</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	751.882	8	93.9853	22.29	0.0000**
Intra grupos	303.561	72	4.21613		
Total (Corr.)	1055.44	80			

Nota: \*\* valor de  $P < 0.01$

Tabla 12.

*ANOVA del BUN de terneros y terneras al día 45*

	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado medio	Razón F	Valor P
Regresión	31,58	1	31,58	6,08	0,021*
Residual	124,61	24	5,19		
Total	156,19	25			

Nota:\*Valor  $P < 0.05$

Tabla 13.

*TUKEY HSD de BUN en suero de terneros y terneras*

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
90D_G3	9	7.82233	X
90D_G2	9	8.79938	X
45D_G3	9	12.0729	X
90D_G1	9	12.0905	X
45D_G2	9	12.6839	X
45D_G1	9	14.9425	XX
1D_G1	9	16.218	X
1D_G3	9	16.3972	X
1D_G2	9	16.4138	X

**Nota:** 1D\_G1: primer día de valoración de BUN del G1, 45D\_G1: día 45 el cual se valoró BUN del G1, 90D\_G1: día 90 el cual se valoró BUN del G1. 1D\_G2: primer día de valoración de BUN del G2, 45D\_G2: día 45 el cual se valoró BUN del G2, 90D\_G2: día 90 el cual se valoró BUN del G1. 1D\_G3: primer día de valoración de BUN del G3, 45D\_G3: día 45 el cual se valoró BUN del G3, 90D\_G3: día 90 el cual se valoró BUN del G3. G1: Grupo control, G2: Grupo experimental 1, G3: Grupo experimental 2

Tabla 14.

*ANOVA del BUN en suero en terneros y terneras al día 90*

	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón F	Valor P
Regresión	47,80	1	47,80	18,41	0,000**
Residual	62,31	24	2,60		
Total	110,11	25			

Nota: \*\*Valor P<0.01

**4.1.2.3. Creatinina**

La tabla N°15 muestra, mediante el análisis de ANOVA, que existe una diferencia estadísticamente significativa debido a que el valor de  $p < 0.05$ . A medida que pasa el tiempo la creatinina disminuye más en los grupos G2 y G3, esto se puede ver con la ayuda de la (Tabla N°16). Hay una diferencia significativa valor de  $P < 0.05$  en los días 45 y 90 (Tabla N°17 y N°18).

Tabla 15.

## ANOVA de la Creatinina en suero de terneras y terneros

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de GI</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	2.43986	8	0.304983	41.04	0.000**
Intra grupos	0.527639	71	0.00743153		
Total (Corr.)	2.9675	79			

**Nota:** \*\*Valor P<0.01

Tabla 16

## TUKEY HSD de la Creatinina en suero de terneros y terneras

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
90D_G2	9	0.511111	X
90D_G3	8	0.5625	X
45D_G2	9	0.755556	X
90D_G1	9	0.766667	X
45D_G3	9	0.788889	X
45D_G1	9	0.877778	XX
1D_G1	9	0.988889	XX
1D_G2	9	1.01111	X
1D_G3	9	1.02222	X

**Nota:** 1D\_G1: primer día de valoración de Creatinina del G1, 45D\_G1: día 45 el cual se valoró Creatinina del G1, 90D\_G1: día 90 el cual se valoró Creatinina del G1. 1D\_G2: primer día de valoración de Creatinina del G2, 45D\_G2: día 45 el cual se valoró Creatinina del G2, 90D\_G2: día 90 el cual se valoró Creatinina del G1. 1D\_G3: primer día de valoración de Creatinina del G3, 45D\_G3: día 45 el cual se valoró Creatinina del G3, 90D\_G3: día 90 el cual se valoró Creatinina del G3. G1: Grupo control, G2: Grupo experimental 1, G3: Grupo experimental 2

Tabla 17.

*ANOVA de Creatinina en suero de terneros y terneras al día 45*

	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado medio	F	Valor P
Regresión	0,05	1	0,05	9,29	0,006**
Residual	0,12	24	0,01		
Total	0,17	25			

**Nota:** \*\*Valor P<0.01

Tabla 18

*ANOVA de Creatinina en suero de terneros y terneras al día 90*

	Suma de Cuadrados	df	Cuadrado medio	Razón F	Valor P
Regresión	0,19	1	0,19	14,72	0,001**
Residual	0,31	24	0,01		
Total	0,49	25			

**Nota:** \*\*Valor P<0.01

#### 4.1.2.4. Bilirrubina Total

Al realizar ANOVA se encontró que existe una diferencia significativa valor de  $P < 0.05$ , como se demuestra en la Tabla N°19, hay una diferencia significativa en los días 45 y 90 (Tabla N°21 y N°22), al realizar TUKEY HSD (Tabla N°20) se puede observar que los niveles de bilirrubina total disminuye conforme pasa el tiempo y el valor al día 45 en el G2 y G3 no disminuyen tanto como el G1, y en el día 90 el G3 no disminuye como el G2 y G1.

Tabla 19.

ANOVA de Bilirrubina Total en suero de terneras y terneros

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	3.76492	8	0.470615	59.08	0.0000**
Intra grupos	0.565528	71	0.00796519		
Total (Corr.)	4.33045	79			

**Nota:** \*\*Valor P<0.01

Tabla 20.

TUKEY HSD de Bilirrubina Total en suero de terneras y terneros

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
90D_G1	9	0.267486	X
90D_G2	9	0.386476	XX
90D_G3	8	0.426258	X
45D_G1	9	0.46438	X
45D_G3	9	0.605556	X
45D_G2	9	0.609224	X
1D_G1	9	0.811788	X
1D_G2	9	0.86802	X
1D_G3	9	0.916554	X

**Nota:** 1D\_G1: primer día de valoración de Creatinina del G1, 45D\_G1: día 45 el cual se valoró Creatinina del G1, 90D\_G1: día 90 el cual se valoró Creatinina del G1. 1D\_G2: primer día de valoración de Creatinina del G2, 45D\_G2: día 45 el cual se valoró Creatinina del G2, 90D\_G2: día 90 el cual se valoró Creatinina del G1. 1D\_G3: primer día de valoración de Creatinina del G3, 45D\_G3: día 45 el cual se valoró Creatinina del G3, 90D\_G3: día 90 el cual se valoró Creatinina del G3. G1: Grupo control, G2: Grupo experimental 1, G3: Grupo experimental 2

Tabla 21.

ANOVA de Bilirrubina Total en suero de terneras y terneros al día 45

	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor P
Regresión	0,10	1	0,10	9,07	0,006**
Residual	0,27	24	0,01		
Total	0,37	25			

**Nota:** \*\*Valor P<0.01

Tabla 22.

ANOVA de Bilirrubina Total en suero de terneras y terneros al día 90

	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor P
Regresión	0,11	1	0,11	20,57	0,000**
Residual	0,13	24	0,01		
Total	0,24	25			

**Nota:** \*\*Valor P<0.01

#### 4.1.2.5. Albumina

Mediante la prueba TUKEY HSD podemos observar que a medida que los animales crecían aumentaba el nivel de Albumina en sangre y que hay una mayor concentración al día 90 comparado con el día 1 (Tabla N°26). Con el análisis ANOVA comprobamos que en los grupos no existe una diferencia significativa Valor P>0.05 en ninguno de los días que se extrajo la sangre (Tabla N°23, N°24 y N°25).

Tabla 23.

ANOVA de Albumina en suero de terneros y terneras al 1 día

	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón F	Valor P
Regresión	718605,75	1	718605,75	0,14	0,711
Residual	122436596,20	24	5101524,84		
Total	123155201,95	25			



Tabla 24

*ANOVA de Albumina en suero de terneras y terneros al 45 día*

	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón F	Valor P
Regresión	49211161,87	1	49211161,87	1,13	0,299
Residual	1046518293,44	24	43604928,89		
Total	1095729455,31	25			

Tabla 25

*ANOVA de Albumina en suero de terneros y terneras al 90 día*

	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado medio	F	Valor P
Regresión	46924095,07	1	46924095,07	1,25	0,274
Residual	897547789,23	24	37397824,55		
Total	944471884,30	25			

Tabla 26

*TUKEY HSD de Albumina en suero de terneros y terneras*

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1D_G2	9	29264.9	X
1D_G1	9	29610.4	X
1D_G3	9	29619.0	X
45D_G1	9	30323.8	X
45D_G2	9	33039.0	XX
45D_G3	9	33927.8	XX
90D_G1	9	40184.7	XX
90D_G3	9	43601.7	X
90D_G2	9	43832.6	X

**Nota:** 1D\_G1: primer día de valoración de Creatinina del G1, 45D\_G1: día 45 el cual se valoró Creatinina del G1, 90D\_G1: día 90 el cual se valoró Creatinina del G1. 1D\_G2: primer día de valoración de Creatinina del G2, 45D\_G2: día 45 el cual se valoró Creatinina del G2, 90D\_G2: día 90 el cual se valoró Creatinina del G1. 1D\_G3: primer día de valoración de Creatinina del G3, 45D\_G3: día 45 el cual se valoró Creatinina del G3, 90D\_G3: día 90 el cual se valoró Creatinina del G3. G1: Grupo control, G2: Grupo experimental 1, G3: Grupo experimental 2

#### 4.1.2.6. Proteínas Totales

Con la Prueba de ANOVA se puede observar que no existe diferencia significativa Valor  $P > 0.05$  en ninguno de los días que se tomó la muestra (Tabla N°28, N°29 y N°30), y con la prueba TUKEY HSD se puede observar que el valor de Proteínas Totales va aumentando conforme el animal crece (Tabla N°27).

Tabla 27.

*TUKEY HSD de Proteínas Totales en suero de terneras y terneros*

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1D_G1	9	54263.6	X
1D_G3	9	55105.2	X
1D_G2	9	56129.8	X
45D_G3	9	59916.7	XX
45D_G1	9	60930.2	XX
45D_G2	9	64108.2	XX
90D_G3	8	64233.0	XX
90D_G1	9	66135.2	XX
90D_G2	9	72365.1	X

**Nota:** 1D\_G1: primer día de valoración de Creatinina del G1, 45D\_G1: día 45 el cual se valoró Creatinina del G1, 90D\_G1: día 90 el cual se valoró Creatinina del G1. 1D\_G2: primer día de valoración de Creatinina del G2, 45D\_G2: día 45 el cual se valoró Creatinina del G2, 90D\_G2: día 90 el cual se valoró Creatinina del G1. 1D\_G3: primer día de valoración de Creatinina del G3, 45D\_G3: día 45 el cual se valoró Creatinina del G3, 90D\_G3: día 90 el cual se valoró Creatinina del G3. G1: Grupo control, G2: Grupo experimental 1, G3: Grupo experimental 2

Tabla 28.

ANOVA de Proteínas Totales en suero de terneras y terneros al día 1

	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón F	Valor P
Regresión	3439532,04	1	3439532,04	0,15	0,700
Residual	542457114,12	24	22602379,76		
Total	545896646,16	25			

Tabla 29.

ANOVA de Proteínas Totales en suero en terneros y terneras al 45 día

	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado medio	F	Valor P
Regresión	15231849,26	1	15231849,26	0,48	0,494
Residual	757236666,45	24	31551527,77		
Total	772468515,71	25			

Tabla 30

ANOVA de Proteínas Totales en suero en terneros y terneras al 90 día

	Suma de Cuadrados	df	Cuadrado medio	Razón F	Valor P.
Regresión	10979726,35	1	10979726,35	0,05	0,826
Residual	5310170246,09	24	221257093,59		
Total	5321149972,44	25			

### 4.1.3. Parámetros de Salud

#### 4.1.3.1. Presencia de Neumoenteritis

Mediante el análisis ANOVA podemos interpretar que no existe una diferencia significativa en los grupos Valor  $P > 0.05$  (Tabla N°31). En todo el estudio la mayoría de terneros no presentaron cuadros de neumonía

Tabla 31.

ANOVA de presencia de Neumoenteritis en terneras y terneros

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.358974	2	0.179487	1.62	0.2129
Intra grupos	4.0	36	0.111111		
Total (Corr.)	4.35897	38			

#### 4.1.3.2. Presencia de Diarrea

Al realizar ANOVA podemos observar que existe una diferencia significativa Valor  $P < 0.05$ , en la presencia de Diarrea (Tabla N°32) y con la ayuda de la prueba TUKEY HSD podemos darnos cuenta que el G3 tuvo mayor animales con presencia de diarrea que el G1 y G3 (Tabla N°33).

Tabla 32.

ANOVA de presencia de Diarrea en terneros y terneras

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	6.35897	2	3.17949	13.78	0.0000**
Intra grupos	8.30769	36	0.230769		
Total (Corr.)	14.6667	38			

**Nota:** \*\*Valor  $P < 0.01$

Tabla 33.

TUKEY HSD de Presencia de Diarrea en terneros y terneras

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
G1	13	0.307692	X
G2	13	0.461538	X
G3	13	1.23077	X

**Nota:** G1: Grupo Control, G2: Grupo experimental 1, G3: Grupo Experimental 2

## 4.2. Discusión

Si bien es cierto no se ha reportado estudios sobre la suplementación de metionina en leche en terneros neonatos. La suplementación de metionina en Balanceado o con otros aminoácidos en terneros ha dado resultados significativos.

La ganancia diaria de peso en este estudio fueron más altos en los G1 (Grupo control) y G3 (grupo experimental 2) en comparación al G2 (grupo experimental 1) a diferencia del estudio de Singh et al. (2015) al suplementar 1g Metionina con 5 g de Lysina y 2g de Metionina con 10g de Lysina tuvieron mayor ganancia de peso en los grupos experimentales. Por otro lado, Hersom et al. (2009) donde se administraron 2, 4, 6 y 8 gramos de metionina al 88% de concentración, en el cual se presentan como resultado una ganancia diaria promedio, en los que fueron alimentados con 2 y 4 gramos diarios de metionina comparado con el grupo control. Cabe recalcar que en estos estudios el suplemento de metionina fue administrado en el balanceado en terneros mayores de 5 semanas y en este estudio fue en la leche en terneros neonatos.

La suplementación de DL-metionina en los dos grupos experimentales no tuvo ninguna diferencia sobre las Proteínas Totales y Albumina con respecto al grupo control, Liker et al.(2006) y Singh et al. (2015), tampoco encontraron diferencias en el valor de las Proteinas Totales y Albumina. A medida que el animal crecía el valor de estos analitos fue incrementado, tal como lo reporta Sai et al. (2014). Perez (2012), menciona que estos valores incrementan a partir de los 5 días de vida hasta los 80 días.

Los valores de BUN y creatinina en el presente estudio fueron inferiores en el Grupo 2 y Grupo 3 en comparación con el Grupo 1, al igual que en el estudio realizado por Singh et al. (2015), las concentraciones de BUN y creatinina fueron menores en los tratamientos experimentales donde se suplemento 1g de Metionina con 5g de Lysina y 2g de Metionina con 10g de Lysina; por el

contrario en el estudio realizado por Liker et al.(2006) en ganado vacuno donde suplementaron 10g de DL- metionina y no mostraron ningun efecto sobre la concentración de BUN.

En el presente estudio los niveles de Bilirrubina estuvieron dentro del rango normal a pesar de que G2 y G3 fueron suplementados con metionina, al igual que estudio realizado por Klinklon & Ježek (2012), cabe recalcar que en ese estudio los animales no se les adiciono nada. Después de la segunda semana de edad, la concentración de bilirrubina sérica total está dentro de valores de referencia para animales adultos. Qué puede asociarse con el incremento de la filtración glomerular y la función hepática con la edad (Singh, Roy, Kumar, Kumar, & Sirohi, 2015).

### **4.3. Limitaciones**

Este estudio presento varias limitaciones al realizar el ensayo, las cuales se enlistaran a continuación:

- Dificultad en adquirir terneros machos, dado que en el IASA I, no se quedaban con los terneros ya que eran destinados a la venta.
- Costos elevados en los kit para realizar los análisis bioquímicos sanguíneos en equipos específicos para diagnóstico veterinario.
- No se cumplió el número de partos planificados para el periodo del estudio, lo q ocasiono un menor número de animales para realizar el estudio.

## **5. Conclusiones y Recomendaciones**

### **5.1. Conclusiones**

La suplementación de DL-metionina de 3.52g (G3) tuvo un mayor efecto en la ganancia de peso y altura valorados al final del estudio, a pesar de que en este grupo hubo mayor número de animales con diarrea.

Las concentraciones hemáticas de Proteínas Totales y albúmina no se vieron afectadas debido a que en todos los grupos recibieron aporte proteico constante del alimento balanceado; el mayor consumo se relaciona con el incremento de estos parámetros sanguíneos.

La concentración baja de BUN y creatinina en el G2 y G3 puede corresponder a que los animales de esos grupos tuvieron un mayor metabolismo de las proteínas.

Con respecto al pH del líquido ruminal se verifica que en el rumen hay un proceso de fermentación, puesto que el valor del pH después de comer es más ácido que el valor del pH antes de comer.

### **5.2. Recomendaciones**

Se recomienda realizar estudios similares en terneros para evaluar la suplementación de metionina en diferentes concentraciones relacionadas al consumo de leche.

Realizar ensayos de adición de metionina conjunta con otros aminoácidos en terneros lactantes para ver el efecto en parámetros productivos.

Estructurar grupos experimentales donde sean alimentados con diferentes dietas (leche, pasto y balanceado), con la finalidad de evaluar el efecto de la metionina.

## REFERENCIAS

- Alfaro, M., Canto, F., Casas, M., Gallardo, R., Holmberg, G., Iraira, S., . . . Valdés, C. (2014). Optimización de la crianza de hembras de reemplazo de lechería. *Instituto de investigaciones agropecuarias*, 96.
- Álvarez Díaz, A., Pérez Esteban, H., Martín Hernández, T. d., Quincosa Torres, J., & Sánchez Puzo, A. (2009). *FISIOLOGÍA ANIMAL APLICADA*. Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.
- Andresen, H. (29 de 04 de 2008). *Importancia del agua*.
- Avila Téllez, S., & Gasque Gómez, R. (2010). CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE BECERROS. *Producción de leche con Ganado Bovino*, 39.
- Blowey, R. W., & Weaver, A. D. (2004). *Atlas a color de enfermedades y trastornos del ganado vacuno*. Madrid: España: ELSERVIER.
- Cariri, J. C. (Noviembre de 2016). *RELAÇÕES METIONINA + CISTEÍNA: LISINA NA DIETA DE BEZERROS MESTIÇOS LACTENTES*. Obtenido de [http://ww2.pdiz.ufrpe.br/sites/ww2.prppg.ufrpe.br/files/juana\\_catarina\\_cariri\\_chagas\\_0.pdf](http://ww2.pdiz.ufrpe.br/sites/ww2.prppg.ufrpe.br/files/juana_catarina_cariri_chagas_0.pdf)
- Castro Ramirez, A. (2002). *GANADERIA DE LECHE ENFOQUE EMPRESARIAL* (Primera ed.). San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Church, C. D. (1993). *El Rumiante: Fisiología Digestiva y Nutrición*. Zaragoza: España: Acribia.
- D'Mello, J. P. (2003). *Amino Acids in Animal Nutrition*. Edinburgh, UK: CABI Publishing.
- Elizondo SaLazar, J. A. (2013). Requerimientos de proteína para terneras de lechería. *Nutrición Animal Tropical*.
- Elizondo Salazar, J. A. (2013). Requerimientos de Proteínas para terneras de lechería. *Nutrición Animal Tropical*, 11.
- García, Á., & Daly, R. (01 de octubre de 2012). *Albeitar. Portal Veterinaria*. Obtenido de Enfermedad respiratoria en los terneros lecheros, ¿cómo



prevenirla?: <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/10107/articulos-rumiantes-archivo/enfermedad-respiratoria-en-los-terneros-lecheros-como-prevenirla.html>

- Garnsworthy, P. (2005). *Calf and heifer rearing: principles of rearing the modern dairy heifer from calf to calving*. Nottingham: Nottingham University Press.
- Garzón, B. (2007). Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros. *REDVET*, VIII(5), 39.
- Ghezzi, M. D., Lupidio, M. C., Castro, A. N., Gómez, S. A., Bilbao, G. N., & Landi, H. G. (2000). DESARROLLO MORFOLOGICO DEL ESTOMAGO EN TERNEROS ALIMENTADOS CON DOS SUSTITUTOS LACTEOS. *Revista chilena de anatomía*, 18(1).
- Heinrichs, A., & Jones, C. (2003). *Feeding the newborn dairy calf*. Pensilvania: The Pennsylvania State University.
- Hersom, M. J., Vásquez-Añón, M., Ladyman, K. P., Kerley, M. S., & Arthington, J. D. (2009). Effect of Methionine Source and Level on Performance of Growing Beef Calves Consuming Forage-Based Diets. *The Professional Animal Scientist*, 465-474.
- Jarrige, R. (1990). *Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos*. Madrid-España: Mundi Prensa Libros S.A.
- Jazbec, I. (1990). *Klinično laboratorijska diagnostika*. Ljubljana; Eslovenia: Veterinarska fakulteta.
- Kaneko, J., Harvey, J., & Bruss, M. (2008). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. New York: Estados Unidos: Academic Press.
- Klinklon, M., & Ježek, J. (2012). Values of Blood Variables in Calves. En C. Perez, *A Bird's-Eye View of Veterinary Medicine* (págs. 301-320). Rijeka-Croacia: InTech.
- Kraft, W., & Dürr, U. M. (2005). *Kraft, W. & Dürr, U.M.* Germany: Schattauer.
- Liker, B., Vranešić, N., Grbeša, D., Bacar-Huskic, L., Matic, I., Knezevic, M., . . . Macesic, D. (2006). Blood metabolites and haematological indices of beef cattle fed rumen protected methionine. *Acta veterinaria*, 3-15.

- Martín, E., Pérez, E., Cañón, S., Rodríguez, J., & Rodríguez, F. (2005). Sonda oro-ruminal experimental como alternativa para la obtención de microorganismos anaerobios del rumen. *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 39-42.
- McDonald, P. (2006). *Nutrición Animal*. Zaragoza, España: ACRIBIA EDITORIAL.
- McGuirk, S. (2009). *Calf Health Scorer*. Obtenido de Univ. of Wisconsin-Madison. School of Veterinary Medicine: <https://www.vetmed.wisc.edu/dms/fapm/apps/chs.htm>
- Mohri, M., Sharifi, K., & Eidi, S. (2007). Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves: Age related changes and comparison with blood composition in adults. *Veterinary Science*, 30-39.
- Muri, C., Schottstedt, T., Hammon, H. M., & Meyer, E. (2005). Hematological, Metabolic, and Endocrine Effects of Feeding Vitamin A and Lactoferrin in Neonatal Calves\*. *Journal of Dairy Science*, 1067-1077.
- National Research Council. (2001). *Nutrients Requirements Of Dairy* (seventh revised ed.). Washington, D.C: National Academy Press.
- Nischemenko, N., Samoray, N., Poroshiska, O., & Stovbecka, L. (2015). Chances of calf rumen qualitative and qualitative microflora content under the influence of amino acids methionine and cystine. *Revista Científica NUBiP Ucrania*, 3.
- Orskov, R. (1988). *Nutrición Protéica de los Rumiantes*. Zaragoza, España: ACRIBIA EDITORIAL.
- Quigley, J. (2001). *Desarrollo del epitelio del rumen*. Recuperado el 22 de febrero de 2017, de CalfNotes.com: <http://www.calfnotes.com/pdf/CN020e.pdf>
- Quigley, J. (2005). *Acidosis Ruminal e Ingestión Ruminal de Leche en Becerras*. Recuperado el 27 de Febrero de 2017, de CalfNotes.com: <http://www.calfnotes.com/pdf/CN113e.pdf>
- Relling, A. E., & Mattioli, G. A. (2003). *Fisiología Digestiva y Metabólica de los Rumiantes*. EDULP.

- Sai, S., Thakur, S. S., Kewalramani, N., & Chaurasia, M. (2014). Effect of Supplementation of Rumen Protected Methionine plus Lysine on Growth Performance, Nutrient Utilization and Blood Metabolites. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 1-7.
- Schulz Bielefeld, C. A. (2000). *Evaluacion de tres concentrados de iniciación durante el periodo de crianza artificial de terneros*. Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- Singh, J. K., Roy, D., Kumar, V., Kumar, M., & Sirohi, R. (2015). Effect of Supplementing Rumen Protected Methionine and Lysine on Nutrient Utilization, Growth and Blood Biochemical Parameters in Haryana Heifers. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 187-191.
- Stewart, S., Godden, S., Bey, R., Rapnicki, P., Fetrow, J., Farnsworth, R., . . . Ferrouillet, C. (2005). Preventing Bacterial Contamination and Proliferation During the Harvest, Storage, and Feeding of Fresh Bovine Colostrum. *American Dairy Science Association*, 2571-2578.
- Vargas Villalobos, O. A., & Elizondo Salazar, J. A. (2015). Respuesta productiva del ganado lechero ante el suministro de metionina sintética. *Nutrición Animal Tropical*.
- Wattiaux, M. A. (2005). Crianza de terneros- Del nacimiento al destete. Visión general prácticas de manejo. *Instituto Babcock para la investigación*.
- Whitaker, D. A. (1997). Interpretation of metabolic profiles in dairy cows. *Cattle Practice*, 57-60.
- Williams, A. P., & Hewitt, D. (1979). The amino acid requirements of the preruminant calf. *National Institute for Research in Dairying*, 311-319.

## **ANEXOS**



Anexo N°1 Peso del rechazo de Balanceado



Anexo N°2 Balanza encerada



Anexo N° 3 Pesaje de ternera



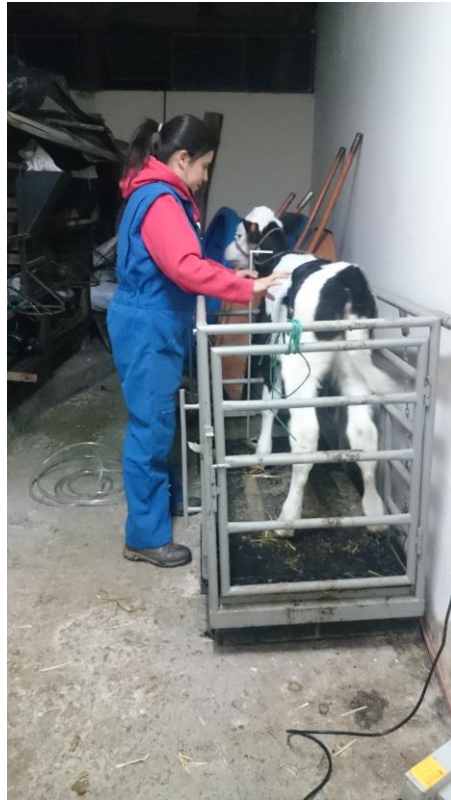
Anexo N°4 Extracción de sangre de un ternero de la vena yugular



Anexo N°5 Sangre centrifugada



Anexo N°6 Colocación de plasma en tubo eppendorf



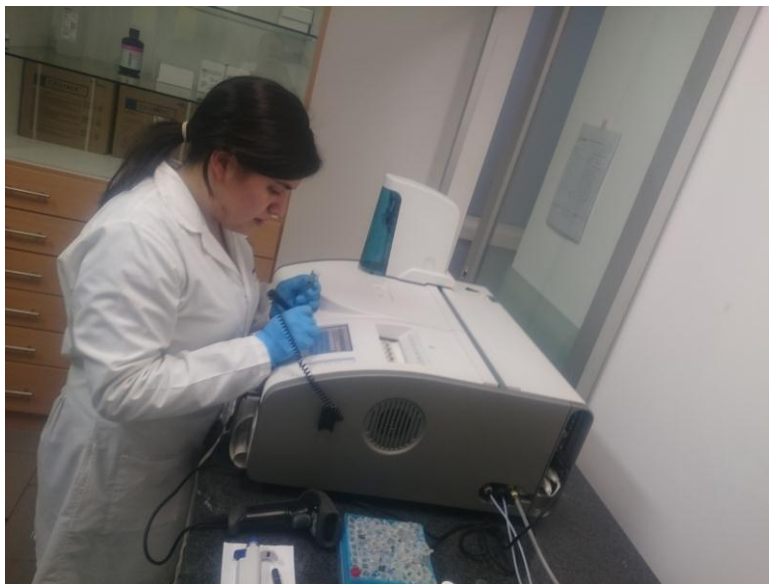
Anexo N°7 Medición de altura en neonato bovino



Anexo N°8 y N°9 Medición del pH del líquido ruminal



Anexo N°10 Colocación de suero en cubeta para analizar en maquina COBAS

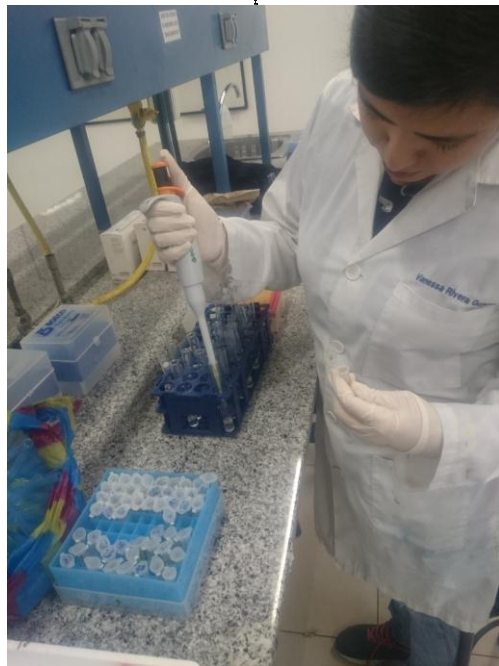


Anexo N°11 Analizando Creatinina en maquina COBAS





Anexo N°12 Colocación de cubetas en espectrofotómetro



Anexo N°13 Colocación de suero en tubo de ensayo para q se mezcle con el reactivo de Bilirrubina

