

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA**  
**UNAN – LEÓN**  
**ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



Tema

**Evaluación de los beneficios de la sal proteica y sal proteica modificada en tres grupos de terneros destetados en la comarca Chacraseca, municipio de León en el período octubre-diciembre de 2014.**

Autor

**Bra. Cándida Patricia Urbina López**

Tutor

Dr. Migdonio R. Quintanilla Darce

León, 17 de diciembre de 2014

**“A la libertad por la Universidad”**

## DEDICATORIA

Dedicó este trabajo en primer instancia a Dios padre por haberme permitido culminar mis estudios universitarios, a mis padres por su apoyo incondicional durante todo este proceso y a mis maestros por trasmitirme sus conocimientos como profesionales.

A mis padres y hermanos porque sin su apoyo no hubiera logrado terminar con éxito mi carrera.



## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por permitirme llegar a este momento tan importante en mi vida, por los triunfos y momentos difíciles por los que tuve que pasar para poder culminar esta parte de mi formación profesional.

A mis padres por brindarme todo su apoyo y amor, por estar siempre ahí a pesar de las dificultades, sacrificándose para que pudiera cumplir uno de mis sueños y metas como profesionales.

A mis hermanos porque de una u otra manera también estuvieron presente y fueron parte de mi formación y apoyo en todo momento.

A mis profesores y en especial a mi Tutor Dr. Migdonio Quintanilla, que con su esfuerzo y dedicación ayudo a culminar este trabajo de tesis.

## INDICE

N°	Descripción	pagina
I.	Resumen	1
II.	Introducción	2
III.	Antecedentes	4
IV.	Justificación	6
V.	Hipótesis	7
VI.	Objetivos	8
VII.	Marco teórico	9
VIII.	Material y método	22
IX.	Resultados y discusión	30
X.	Conclusiones	32
XI.	Recomendaciones	33
XII.	Referencias	34
XIII.	Anexos	36

## I. RESUMEN

Los suplementos alimenticios son mezcla de alimento que se agrega a la dieta base, con el fin de incrementar la producción animal, mejorar la utilización de la pastura cultivada o pastizal natural y cubrir los requerimientos básicos de los animales (proteína y minerales). Este es un estudio analítico de cohorte-prospectivo, el cual evaluó los beneficios de suplementar la dieta base con sal proteica y sal proteica modificada (sustitución de granos por contenido ruminal deshidratado) en ternero en la etapa de destete de la finca La Circunsión del municipio de Larreynaga, departamento de León, en el período octubre-diciembre 2014. La población en estudio fueron todos los bovinos de la finca, que en el tiempo de estudio fueron 70 individuos, tomando aleatoriamente como muestra a 18 según la categoría del estudio, los cuales fueron divididos en tres grupos de 6 especímenes cada uno. Los insumos para la preparación de los suplementos fueron obtenidos en el mercado local (maíz, urea, sal común y sal mineral) y en el rastro municipal de la ciudad de León (contenido ruminal). El grupo que consumió sal proteica obtuvo una ganancia de 17.36 %, el grupo que consumió sal proteica modificada ganó 17.44 % y el grupo que no consumió ningún tipo de suplemento ganó 8.41 % en relación a su peso inicial. Los resultados de peso obtenido en este estudio presentan una diferencia significativa ( $p: 0.023$ ) entre los individuos que consumieron suplemento alimenticio, con los que no se les administró, pero no existe diferencia significativa en la ganancia de peso entre el grupo que consumió sal proteica, con el que consumió sal proteica modificada, con respecto al costo de la ración la sal proteica modificada es 35 % menor que la sal proteica.

**Palabras claves: Sal proteica, sal proteica modificada.**

## II. INTRODUCCIÓN

La producción de ganado bovino en Nicaragua es una de las fuentes más importantes en la generación del producto interno bruto (PIB). Todo lo que contribuya a mejorar los indicadores técnicos, la reducción de precios por productos suplementarios y por supuesto la calidad de estos así como la reducción en términos económicos por unidad de alimento suministrada permite competir con mejores oportunidades en los diferentes tipos de mercados donde Nicaragua coloca sus productos cárnicos.

La energía y la proteína son los factores primarios a tener en cuenta, pero su aporte se hace ineficiente si no se tiene en cuenta su interacción con los minerales y las vitaminas, como nutrientes esenciales en la alimentación animal.

Los minerales constituyen elementos fundamentales en la alimentación, tanto para el crecimiento, como para el desarrollo y la salud del animal; ejercen sus funciones a diferentes niveles dentro de los distintos organismos y, a pesar de ciertas diferencias entre sí, existe un esquema general para todos ellos.

En el caso de los rumiantes, no debemos minimizar su intervención en el metabolismo ruminal. Las bacterias y protozoos presentes en este medio, como en todo ser vivo, requieren minerales para lograr un óptimo crecimiento, reproducción y también para lograr producir la degradación de los alimentos. Gran parte de las mermas que se suscitan en la producción de los rumiantes por deficiencias minerales se deben a una baja eficiencia de conversión alimenticia, debido a una menor digestibilidad y aprovechamiento de nutrientes.

Recordemos también que las enfermedades carenciales, no son de etiología única. Por un lado, la insuficiente concentración mineral de los pastos ingeridos se conoce como deficiencia primaria; mientras que la interacción o interferencia por parte de otros elementos presentes en las pasturas que impiden la correcta absorción mineral, es conocida como deficiencia secundaria o condicionada.

### III. ANTECEDENTES

Un estudio realizado en el estado Guarico (Venezuela) comparó la ganancia diaria de peso y la mortalidad de hembras pastando en sabanas naturales de *Trachypogon*, *Axonopus*, *Paspalum* y *Stylosantes* suplementadas con una mezcla mineral completa vs sal blanca; se encontró una disminución en la mortalidad del 14.5% al 2%, y una ganancia diaria de peso superior en un 28.1% con respecto a los animales que se les suministro sal común (Obispo, et al, 2002).

En Venezuela, demostraron un aumento en la tasa de preñez promedio para novillas de 27% en época de lluvias y de 30 % en época de sequía; de igual forma demostraron una disminución en el porcentaje de abortos de 7% en época de lluvia y de 5% en época de sequía (Botación y Garmendia, 1997).

#### **Caña de azúcar + urea.**

Según Thiago et. al. 2012 este tipo de suplementación es conocido como Sistema Caña + Urea que según Embrapa Gado de Leite consiste en lo siguiente: usar 1 kg de la mezcla diluida en 4 lts de agua para cada 100 kg de caña fresca picada. La cantidad de caña con la mezcla a suplir a los animales por día depende del peso de los mismos y el nivel de consumo de urea apropiado para los mismos para evitar intoxicaciones. En caso de interrumpirse la alimentación con urea por dos días, debe reiniciarse el sistema utilizando 9 partes de urea + 1 parte de sulfato de amonio (Ribeiro G, 2012).

#### **Bloques nutricionales**

En Nicaragua, durante la última erupción del volcán Cerro Negro en el Occidente del país (marzo-abril de 1992), se mantuvieron en los refugios para animales aproximadamente 1,500 cabezas de ganado durante casi cuatro meses, recibiendo paja de arroz, rastrojo de sorgo, pastos maduros y agua suplementando con bloques multi-nutricionales. Durante todo ese tiempo, no se perdió un solo animal por falta de

alimento y fue notoria la mejoría de las condiciones físicas de los animales que permanecieron en el refugio.

No hemos podido obtener información relacionada con el uso y modificaciones de la sal proteica publicada en las bases de datos de las diferentes universidades en nuestro país.



#### IV. JUSTIFICACIÓN

La mayoría de los pastos no son capaces de suplir satisfactoriamente los nutrientes esenciales para la salud y el buen desempeño productivo y reproductivo de los bovinos, se estima que en una pastura solo consigue ofrecer a los animales un 60 % de los requerimientos en la estación lluviosa y apenas de un 20 a 30% durante la estación seca, por lo que es necesario suplementar. (REDVET. Revista electrónica de veterinaria, vol. 11, 9 sept, 2010 pp 1-10)

El suministro de sal proteica en verano e invierno está relacionado con el medio ruminal. La inclusión de proteína (urea), energía (sorgo), así como minerales (micro y macro elementos) en la dieta proporciona un ambiente favorable al crecimiento de los microorganismos, facilitando la degradabilidad de los forrajes y aumentado su consumo. (REDVET. Revista electrónica de veterinaria, vol. 11, 9 sept, 2010 pp 1-10).

La función de la sal proteica es corregir posibles deficiencias en el rumen, incrementando la población de la flora microbiana y así la digestión del forraje. Ante este incógnita. (REDVET. Revista electrónica de veterinaria, vol. 11, 9 sept, 2010 pp 1-10)

Se realizó el presente estudio con el fin de evaluar distintas alternativas en el uso y modificación de la sal proteica y proveer a los usuarios de potenciales alternativas en sitios donde se dificulta el acceso a otros productos maquilados y de mayor valor, así como contribuir a la mejora de los diferentes indicadores de la actividad ruminal.

## V. HIPÓTESIS

Ho – No hay diferencia significativa entre los grupos analizados durante el período de estudio.

Ha – Hay diferencias significativas entre los grupos tratados y el no tratado durante el período de estudio.

## VI. OBJETIVOS

### General

- Evaluar el efecto de la sal proteica y la sal proteica modificada en tres grupos de terneros destetados en la comarca Chacraseca, municipio de León en el período octubre-diciembre de 2014.

### Específicos

- Valorar el líquido ruminal a través de mediciones de pH, tiempo de sedimentación y reducción de azul de metileno y propiedades organolépticas para los tres grupos en estudio.
- Cuantificar los infusorios a partir de muestras de contenido ruminal a través de microscopía y recuento en cámara de Newbauer.
- Determinar a través de Biometría Hemática Completa (BHC) los valores de proteína y hematocrito, en los tres grupos en estudio.
- Calcular la ganancia de peso de los terneros en los tres grupos de estudio utilizando báscula electrónica.

## VII. MARCO TEÓRICO

### **Anatomía del estómago de los bovinos<sup>9</sup>**

Este se divide en cuatro cavidades: rumen (panza), retículo (red o redecilla), omaso (librillo), abomaso (cuajar); solo este último es glandular y funcionalmente análogo al estómago del no rumiante, mientras que los anteriores están cubiertos por un epitelio queratinizado y carecen de glándulas.

#### **Rumen.**

Es el compartimento más voluminoso, está en contacto con la pared abdominal izquierda. La superficie visceral presenta surcos que se corresponden con proyecciones internas llamadas pilares. La mucosa presenta papilas digitiformes cuyo tamaño y grado de queratinización dependen del estímulo provocado por el tipo de dieta. Durante la fermentación ruminal, la población de microorganismos, principalmente bacterias, fermentan carbohidratos para producir energía, gases (metano y dióxido de carbono), calor y ácidos. El ácido acético, propiónico y butírico son ácidos grasos volátiles representan el 95% de los ácidos producidos también la fermentación de aminoácidos producen ácidos llamados iso ácidos<sup>9</sup>.

#### **Retículo.**

Toma su nombre de la disposición en forma de red de los pliegues de su mucosa, situado cranealmente y en contacto con el diafragma, comunicándose con el rumen a través del pliegue retículo-ruminal forman una sola unidad funcional (retículo-rumen)<sup>9</sup>.

#### **Omaso.**

Se ubica a la derecha del rumen, es de forma esférica. Se comunica con el retículo por el esfínter retículo-omasal y con el abomaso por el esfínter omaso-abomasal. Presenta dos partes claramente diferenciadas, el cuerpo y el canal omasal<sup>9</sup>.

## **Abomaso**

Se ubica a la derecha y ventralmente en la cavidad abdominal, tiene forma de saco alargado con un extremo ciego denominado fundus y un extremo pilórico que desemboca en el duodeno. La mucosa es de tipo glandular y en el fundus presenta pliegues que aumenta su superficie<sup>9</sup>.

## **Estomago del ternero no rumiante<sup>1</sup>**

El ternero en sus primeros meses de vida es considerado monogástrico, pues aún no tiene desarrollado el rumen retículo. Para ello existe la gotera esofágica, que permite el paso de la leche directamente al abomaso, donde se dirige. Se considera que el rumen se hace funcional a partir de los tres meses de edad.

Los rumiantes al nacer presentan su estómago no desarrollado, siendo funcional sólo el abomaso producto de su alimentación inicial, sólo leche; al ir creciendo y agregar alimento fibroso se estimula el desarrollo de los otros compartimentos del estómago.

## **El desarrollo del estómago suele dividirse en tres periodos<sup>2</sup>:**

### **Entre el nacimiento y las tres semanas de vida.**

Es lactante, posee solo la capacidad de digerir leche y depende de la absorción intestinal de glucosa para mantener un valor de glucemia, que es semejante al de un no rumiante.

### **Entre las tres y las ocho semanas de vida.**

Período de transición durante el cual comienza ingerir pequeñas cantidades de alimentos sólidos y se van desarrollando gradualmente los divertículos estomacales (DE).

## **A partir de las ocho semanas de vida.**

Los DE están bien desarrollados y permiten una digestión fermentativa propia del rumiante adulto.

## **Fisiología digestiva durante el período de transición de lactante a rumiante<sup>2</sup>.**

La transición de lactante a rumiante implica una serie de pasos adaptativos. Estos incluyen cambios en la morfología y funcionalidad del aparato digestivo, el desarrollo de la flora microbiana normal y también cambios metabólicos.

El desarrollo del aparato digestivo es variable y depende del tipo de dieta. Los valores de la **tabla 1** corresponden a terneros con acceso a alimento sólido.

Si el animal se mantiene con una dieta exclusivamente líquida llega a las 13 semanas de vida o aún más, con sus DE aun rudimentarios, de modo que el abomaso representa aun el 30% de la capacidad gástrica total. Esto remarca la importancia que posee la estructura física del alimento como estímulo para el desarrollo de la capacidad relativa del retículo-rumen y de su pared muscular.

El ternero nace con una flora bacteriana que se desarrolla junto con la funcionalidad de los DE. Durante la primera semana puede encontrarse en los DE primitivos bacterias celulolíticas, y durante las tres primeras semanas aumenta la flora productora de lactato, y recién hacia la sexta semana están presentes todas las especies propias del adulto.

La flora intestinal también cambia dependiendo del encalostrado ya que antes predominan especies como E coli, Estreptococos y Clostridium Welchii, tras el encalostrado predominan los lactobacilos. El desarrollo inicial de flora lactogénica en el rumen se debe al escape esporádico de leche desde la gotera esofágica, que propicia temporales descensos de pH en el rumen involucionado retrasando el establecimiento de los protozoos que son muy sensibles al pH ácido.

Por esta razón los protozoos tardan semanas en establecerse, y a diferencia de las bacterias necesitan el contagio desde otro adulto, situación que se genera especialmente por el consumo de agua o alimento contaminado. Si este contagio no ocurre, los rumiantes pueden vivir años sin desarrollar su fauna ruminal.

La capacidad de rumiar también aumenta, desde 3 periodos diarios de 15 minutos cada uno a las dos semanas de vida asciende a 12 por día de 23 minutos a las 5 semanas y adquiere la capacidad total recién a los tres meses. La masticación se hace más efectiva, disminuyendo el tamaño de cada bolo pero aumentando el número de bolos masticados, de menor tamaño y con mayor fuerza de masticación.

Desde el punto de vista metabólico la principal fuente energética que se absorbe pasa de ser la glucosa a los Ácidos Grasos Volátiles (AGV), lo cual genera cambios metabólicos que incluyen una activa gluconeogénesis y la alternativa de emplear acetato directamente como fuente energética o cetogénica.

## **Estómago del rumiante**

### **Riego sanguíneo e inervación del estómago de los rumiantes<sup>5</sup> .**

Procede de la arteria celiaca mediante un tronco común con la arteria mesentérica craneal, en la aorta cerca o en el propio hiato aórtico del diafragma. La arteria gástrica izquierda lleva sangre a las restantes porciones de retículo, omaso, abomaso y omento. La inervación eferente procede de los troncos vagales dorsal y ventral que acompañan al esófago a través de su hiato. El tronco vagal dorsal, sin embargo, posee muchas más ramificaciones y una distribución más extensa (debido al desarrollo del retículo-rumen) que en los mamíferos mono gástricos.

## Protozoos

El número de protozoos en el rumen es de unos  $10^5$  a  $10^6$  células/ml de contenido ruminal, aunque se descubren especies flageladas ( $10^3$  a  $10^4$ / ml), la mayoría son ciliadas. Se calcula que los protozoos pueden representar el 2% de peso del contenido del rumen, el 40% del nitrógeno microbiano total y proporcionar el 60% de los productos de la fermentación microbiana en el rumen<sup>11</sup>.

La masa de los protozoos presentes en el rumen puede ser igual e incluso superior que la correspondiente a las bacterias del rumen. Todos los protozoos son anaerobios estrictos. Los ciliados pertenecen a la familia *Isotrichidae* (de la que los géneros *isotricha* y *Dasytricha* son prevalentes en el rumen) y la familia *Ophryoscolecidae* (de la que los géneros *Entodinium*, *Diplodinium*, *Epidinium* y *Ophryoscolex* son prevalentes). Su principal función es ingerir partículas del tamaño de las bacterias, como almidón, fibras, cloroplastos.

La mayoría de los componentes son Ciliata, los organismos unicelulares más complejos. Su biomasa es similar a la de las bacterias, pero pueden sobrepasarla más de 3 veces según la dieta, o inclusive desaparecer. Su densidad es del orden de  $10^5$ - $10^6$  / ml. Las diferentes especies varían en tamaño, agrupándose en 17 géneros de la subclase Entodiniomorphes y 2 géneros de la sub clase Holotriches, que difiere en su morfología y metabolismo. Las especies presentes varían con la especie animal, la localidad y la dieta<sup>11</sup>.

Los tiempos de generación oscilan entre 0.5 a 2 días. Los más lentos pueden llegar a desaparecer con los fluidos del rumen, varios permanecen adheridos a fragmentos de alimento, por lo que son más retenidos que las bacterias y una gran parte pueden ser lisadas en el rumen.



## Los ciliados difieren de las bacterias en varios aspectos<sup>11</sup>:

- ✓ Son muy móviles e invaden a los alimentos recién ingeridos tan rápido como las bacterias a pesar de estar en menor número, pueden almacenar hidratos de carbono adicionales en forma de polímeros insolubles, la amilopectina.
- ✓ Son más fácilmente destruidos por la acidez, los Holotriches son los más sensibles y los Entodimorphes, menos.
- ✓ No pueden sintetizar aminoácidos a partir de compuestos simples de nitrógeno y dependen de las bacterias, empleando los aminoácidos luego de fagocitarlas (1 % de las bacterias son fagocitadas en cada minuto).
- ✓ Son responsables, en gran parte, de la producción de amonio en el rumen.
- ✓ Los ciliados no son esenciales para los procesos de fermentación pero ayudan a que sean más eficientes, estos pueden ser: celulolíticos y amilolíticos

## Protozoos Ciliados

Los ciliados son muy versátiles en su capacidad para degradar y fermentar una amplia gama de substratos. Ingeren partículas de los alimentos y atacan a la totalidad de los principales componentes de los vegetales incluyendo celulosa, hemicelulosa, pectina, almidón, azúcares solubles y lípidos<sup>11</sup>.

El número de *Isotricha* es más alto cuando las dietas contienen grandes cantidades de azúcares solubles y *Entodinium* suele predominar con dietas ricas en almidón.

Almacenan grandes cantidades de polisacáridos tipo almidón en reserva, que utilizan cuando se agotan los suministros exógenos de energía.

Son proteolíticos y parecen disponer de una cisteína proteinasa junto con elevada actividad aminopectidasa y una actividad limitada desaminasa.

Tanto aminoácidos como amoníaco son excretados como productos finales de su digestión de la proteína. **Ver tabla 2**

## **Los protozoos como predadores**

Los protozoos ingieren o lisan activamente bacterias como fuente de proteínas y compiten eficazmente por los substratos, de forma que el número de bacterias del rumen puede reducirse a la mitad o más. Excepto por tamaño, los protozoos no muestran preferencias por una determinada especie de bacterias del rumen e ingieren también especies que no son propias del rumen. La proteína y otros componentes bacterianos son usados directamente en gran medida por la síntesis celular de los protozoos<sup>11</sup>.

Los protozoos del rumen carecen de actividad ureasa y el amoníaco es una mala fuente de Nitrógeno para su crecimiento.

## **Papel de los protozoos en el rumen**

Tienen una influencia destacada en la fermentación, su beneficio para los rumiantes sigue siendo controvertido, se ha demostrado que mejoran la digestibilidad y las ganancias de peso son más rápidas. Las concentraciones de amoníaco y ácidos grasos volátiles totales en rumen son superiores cuando están presentes los protozoos<sup>11</sup>.

La intensa predación de bacterias que realizan los protozoos en estas condiciones podría aumentar el intercambio de bacterias y, en consecuencia, reducir la tasa de síntesis de proteína bacteriana del rumen. También podría descender la cantidad de proteína microbiana que sale del rumen que algunas veces resulta secuestrada por los protozoos en el retículo o en la digesta dorsal y no contribuye sustancialmente a este flujo<sup>11</sup>.

Al ingerir partículas nutritivas y almacenar polisacáridos de reserva, pueden controlar el nivel de substratos disponibles y, en consecuencia, mantener una fermentación más uniforme durante los intervalos entre las tomas de alimentos. Los protozoos podrían constituir también una fuente continua de proteína en el rumen.

Mediante la conversión de proteína bacteriana en proteína de los protozoos y con la aparente retención de los protozoos en el rumen, las bacterias dispondrían continuamente de una fuente apropiada de nitrógeno mediante la muerte y lisis de los protozoos<sup>11</sup>.

El reciclado de proteína microbiana no supondría una ventaja para el rumiante doméstico que consume una dieta rica en proteína, aunque podría ser importante cuando los rumiantes reciben dietas pobres en proteína o durante cortos períodos de falta de alimentos.

Resulta interesante el hecho de que los rumiantes salvajes mantienen en su rumen poblaciones más numerosas de protozoos que los rumiantes domésticos.

### **Desarrollo de la población de protozoos<sup>11</sup>**

El establecimiento de la población de protozoos ciliados depende especialmente de la presencia de otros animales que ya los contengan en el rumen. La transferencia normal de protozoos a los animales jóvenes se realiza mediante su transmisión con saliva o bolos alimenticios bien durante la limpieza o consumo de alimento o transmitidos a través del aire. Los protozoos se han detectado en el rumen de los terneros jóvenes que tan solo tenían una semana de edad, aunque su establecimiento permanente tarda más tiempo en producirse.

El retraso en el establecimiento en una población de protozoos se debe a las características fuertemente ácidas de la fermentación que se produce cuando escapa algo de leche de la gotera esofágica con formación de ácido láctico. Se sabe que los protozoos son particularmente sensibles a un pH bajo.

El consumo de alimento con menor capacidad de fermentación, forrajes, y el aumento de la secreción de saliva, aumenta el pH del rumen se torna más alcalino y entonces pueden establecerse los protozoos.

Entodinia se establece con pH de 6,5, hasta unas tres semanas de edad se mantiene bajo el número de protozoos en el rumen, después comienza a incrementarse su número. Los niveles de protozoos correspondientes a individuos adultos se alcanzan en el rumen entre las 5 y 9 semanas de edad dependiendo de la dieta.

- **Variación diurna en la población**

La población del rumen, bacterias y protozoarios, no se mantiene estática, aparecen variaciones diurnas influenciadas especialmente por el régimen alimenticio, dilución del contenido del rumen por consumo de agua, características individuales del microorganismo, aunque tienen efectos modificadores, su forma física, y frecuencia en la distribución del pienso así como la saliva.

- **Influencia del pH del rumen**

Es uno de los factores más variables que pueden influir profundamente sobre la población microbiana. Las bacterias celulíticas y las bacterias metanógenas son afectadas intensamente una vez que el pH del rumen desciende por debajo de 6,0.

También son afectados los protozoos del rumen por el descenso del pH determinado por un consumo excesivo de concentrados en la dieta. Sin embargo, el consumo de cantidades menores de concentrados estimula realmente la aparición de elevadas concentraciones de protozoos en el rumen.

Manteniendo el pH en 5,5 aproximadamente, puede aparecer en el rumen un elevado número de protozoos aunque su número desciende mucho por debajo de 5,5.

### **pH del rumen y su regulación**

Los valores de pH fluctúan en el rumen por el tipo de alimento y tiempo de ingestión. Los valores fisiológicos normales de pH se encuentran entre 5,4 y 6, 9.

## **Factores de regulación**

1. Influencia de los ácidos grasos volátiles en el aumento de la acidez.
2. Cantidad de saliva secretada durante la masticación y la rumia, fluctúa entre 100 y 180 litros.
3. La velocidad de absorción de AGV funciona como amortiguador de la acidez que estos producen.

## **Dinámica de regulación**

La rumia, aporta tres veces más saliva que la masticación. Hay que tener en cuenta que el tiempo de rumia será afectado por el tipo de alimento y la calidad física y química. La disminución de la fibra implica una menor masticación y por tanto menor salivación, produciéndose un descenso del pH, dada la intensa producción de AGV. En contra de esto juega una mayor absorción de los AGV, sin lograr mantener el pH en niveles próximos a la neutralidad.

Si se produce un descenso repentino y sostenido del pH, podría llegarse a una acidosis, la cual llevaría a la muerte a los microorganismos. La continua salivación puede llevar a la alcalosis.

## **Digestion de carbohidratos**

Son hidrolizados por enzimas extracelulares de origen microbiano. En el caso de los carbohidratos fibrosos, el ataque requiere de una unión física de las bacterias a la superficie de la partícula vegetal, la acción de las enzimas bacterianas libera principalmente glucosa y oligosacáridos hacia el líquido ruminal por fuera de los cuerpos celulares microbianos.

Estos productos no son aprovechados por el rumiante, en su lugar, son rápidamente metabolizados por la microbiota ruminal. La glucosa y otros azúcares son absorbidos por los microorganismos y una vez en el citosol se incorporan a la vía de la glucólisis.

En la digestión fermentativa, el piruvato puede funcionar como el captador de electrones, sufriendo una reducción todavía mayor con el fin de proveer el material necesario para la regeneración del NAD y el retiro general del NADH+H, con una producción adicional de ATP. Este proceso transformador del piruvato da lugar a los productos terminales de la digestión fermentativa de los carbohidratos, los llamados AGV: Acético, Propionico y Butírico.

Los AGV sintetizados en respuesta a un estricto control metabólico por parte de los microorganismos ruminales, son utilizados por éstos para la formación de aminoácidos y ácidos grasos que serán posteriormente incorporados al metabolismo bacteriano. Sin embargo, la mayor parte de los AGV es enviada hacia el líquido ruminal, en donde se difunden a través del epitelio del rumen y retículo, el resto se absorben en omaso, para posteriormente incorporarse a la circulación general pasando por la vena porta.

### **Digestion de proteínas**

La proteína es particularmente vulnerable a la fermentación ruminal, debido a que está formada por carbonos, los cuales se pueden reducir todavía más que los carbohidratos para proveer energía a los microorganismos. Los microorganismos del rumen son capaces de sintetizar todos los aminoácidos, incluyendo los esenciales. Por lo tanto los rumiantes son casi totalmente independientes de la calidad de las proteínas ingeridas. Además los microorganismos pueden utilizar fuentes de nitrógeno no proteico (NNP) como sustrato para la síntesis de aminoácidos.

A medida que las proteínas y el NNP entran al rumen son atacados por enzimas microbianas extracelulares, la mayor parte de estas enzimas son endopeptidasas parecidas a la tripsina y forman péptidos de cadena corta como sustratos terminales. Estos péptidos se originan extracelularmente y son absorbidos hacia el interior de los microorganismos. En el citosol los péptidos son degradados aminoácidos y utilizados para la formación de proteína microbiana o son degradados todavía más para la producción de energía a través de la vía de los AGV. Para que los aminoácidos entren

a esta vía, primero son desaminados para dar lugar amoniaco y a un esqueleto carbonado.

El amoniaco es el principal compuesto nitrogenado que utilizan los microorganismos para la síntesis de aminoácidos y proteínas, hay que considerar que para esto se requiere suficiente energía o carbohidratos. El amoniaco liberado en el rumen es absorbido a la sangre, conducido al hígado en donde se forma urea, la cual se puede reciclar en la saliva o eliminarse a través de la orina.

### **Urea.**

Compuesto nitrogenado no proteico contiene aproximadamente 46% de nitrógeno. Su uso depende de la habilidad de la flora microbiana del rumen para incorporarla en la formación de sus propios tejidos. Aumenta el consumo voluntario de forraje, las tasas de digestión de fibra y de pasaje del alimento a través del tracto digestivo.

### **Síntesis de proteínas a partir de la urea**

Es hidrolizada en amoniaco (no posee ningún valor nutritivo) y anhídrido carbónico mediante la enzima *ureasa* que es producida por bacterias. El se combina con los cetoácidos para formar aminoácidos, estos se incorporan en la proteína microbiana, esta es degradada en el abomaso e intestino delgado, siendo digeridos a tal extremo que la proteína microbiana es degradada a aminoácidos libres, para luego ser absorbidos por el animal.

Para que exista la síntesis de la proteína microbiana en el rumen, es necesaria una relación propicia entre la cantidad de N-amoniaco y los compuestos energéticos que se encuentran en la dieta como fuente energética para los microorganismos del rumen y así poder utilizar eficientemente el amoniaco en la síntesis de aminoácidos. Además, deben estar presentes minerales como fósforo, azufre, calcio y sodio para que complementen la fermentación ruminal.

## **Digestión de lípidos**

Cuando la dieta del rumiante consiste principalmente de forrajes, los lípidos que se encuentran en mayor proporción son los galactoglicéridos, pero si el nivel de granos o concentrados es elevado, los triacilglicéridos son más abundantes.

Se ha observado que la mayoría de los ácidos grasos presentes en la dieta de los rumiantes son insaturados. En el rumen tanto los galactoglicéridos como los triglicilglicéridos y fosfolípidos son hidrolizados por las bacterias, el resultado son ácidos grasos libres y glicerol.



## VIII. MATERIAL Y MÉTODO

Este estudio se realizó en la ciudad de León, que se encuentra a unos 20 km de la costa pacífica en una posición geográfica de 12° 26' latitud norte y 86° 53' longitud oeste, a 109 msnm.

### **Tipo de estudio:**

Experimental

### **Tamaño y selección de la muestra**

Se seleccionaron 18 terneros de ambos sexos, mestizos, se dividieron en 3 grupos de 6 especímenes cada uno, los cuales fueron seleccionados al azar para la conformación de los grupos de trabajo.

### **Suministro de suplementos por grupo.**

Se seleccionaron tres grupos a cada grupo se le suministro como sigue:

Grupo 1.

Sal proteica sin modificación.

Grupo 2.

Sal proteica modificada.

Grupo 3.

Grupo testigo.

El manejo de los grupos se realizó de acuerdo a lo establecido en la finca sin modificaciones ni intervención externa.

## **Criterios de inclusión**

- ✓ Terneros que estén en la etapa de destete mayor de 6 meses).
- ✓ Individuos completamente rumiantes.
- ✓ Individuos que reciban manejo igual que los demás de la misma categoría.
- ✓ Individuos que estarán en la finca al menos los próximos 3 meses.
- ✓ Modo tradicional de producción.

## **Criterios de exclusión**

- ✓ Individuos no rumiantes
- ✓ Adultos
- ✓ Individuos que reciban algún suplemento de forma rutinaria.
- ✓ Manejo diferente al tradicional

## **SAL PROTEICA COMO SUPLEMENTO.**

### **1. Componentes, utilización y preparación.**

La sal proteica es un suplemento que principalmente actúa en la flora y fauna ruminal mejorando de esta manera la digestibilidad de los rumiantes.

Para su preparación existen diferentes fórmulas, no existiendo ninguna oficialmente aceptada por tanto estará en dependencia de las condiciones de la finca y las posibilidades económicas de los propietarios su implementación y formulación.

En nuestro estudio se utilizó la siguiente fórmula.

### Sal proteica

N°	INGREDIENTES	CANTIDAD Lbs.
1	SAL COMUN	40
2	SAL MINERAL	17
3	SORGO	40
4	UREA	3
	<b>Total</b>	<b>100</b>

### Modo de preparación.

1. Se utilizó sorgo blanco triturado en molino de martillo con tamiz estándar.
2. Se mezcló la sal común con las sales minerales y la urea.
3. Se mezclaron los minerales con el sorgo triturado.
4. Se preparó material para períodos máximos de 2 semanas.

Se le suministraron 2 Onzas por animal / día durante una semana para acostumbrar al animal y posteriormente 2.5 Onzas por día durante 2 meses y medio.

### Sal proteica modificada.

La modificación consiste en sustituir el sorgo por contenido ruminal deshidratado en la misma proporción que la mezcla anterior. El análisis bromatológico se muestra en anexos.

N°	INGREDIENTES	CANTIDAD Lbs.
1	SAL COMUN	40
2	SAL MINERAL	17
3	CONTENIDO RUMINAL DESHIDRATADO	40
4	UREA	3
	<b>Total</b>	<b>100</b>

### **Modo de preparación.**

Igual al anterior. Se le suministraron 2 Onzas por animal / día durante una semana para acostumbrar al animal y posteriormente 2.5 Onzas por día durante 2 meses y medio.

### **Propiedades de los ingredientes.**

#### **Sorgo.**

El sorgo cuenta entre sus propiedades nutricionales con azúcares de lenta absorción, alta calidad y bajo contenido graso. Las proteínas son de poca calidad.

Su contenido vitamínico (B y E) y mineral (Ca, P, Zn y Fe) lo convierten en un potente antioxidante.

### **Composición química del grano**

El grano de sorgo está constituido básicamente por proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas, minerales y polifenoles, en porcentajes variables según genotipo y ambiente.

#### **Composición nutritiva del sorgo**

COMPONENTE	PROPORCIÓN	COMPONENTE	PROPORCIÓN
Proteína	7 – 14 %	Fosforo	167 – 751 mg
Lípidos	2.4 – 6.5 %	Hierro	0.9 – 20 mg
Carbohidratos	70 – 90 %	Tiamina	0.2 – 0.5
Fibra	1.2 – 3.5 %	Niacina	2.9 – 6.4
Calcio	11 - 58.6 mg	Riboflavina	0.1 – 0.2

#### **Contenido de aminoácidos esenciales del sorgo**

AMINOACIDO	PROPORCIÓN	AMINOACIDO	PROPORCIÓN
Lisina	2.4	Tirosina	1,8
Treonina	3.3	Fenilalanina	4,9
Valina	4,8	Triptófano	1,0
Isoleucina	3,8	Metionina	1,2
Leucina	13,3		

## **Sal común**

Es un suplemento rico en sodio 100 g. de este contienen 38.85 g, 290 mg de magnesio por cada 100 g, 0,20 mg. de hierro, 29 mg. de calcio, 0,10 mg. de zinc, 8 mg. de fósforo.

## **Sal mineral.**

No existe una composición estándar, pues las casas comerciales que operan en el país suministran el producto en diferentes tipos de presentación, aunque la gran mayoría difieren en componentes de acuerdo al precio de venta. En este caso se utilizó la siguiente formula. **Ver anexo.**

## **Urea.**

Compuesto nitrogenado no proteico contiene aproximadamente 46% de nitrógeno.

## **Contenido ruminal deshidratado.**

Obtenido a partir de animales sacrificados en el rastro municipal, se procedió a su deshidratación al sol en capas no mayores de 10 cms. Durante tres días, llevándolo a una humedad del 20 %, luego se procedió a homogenizarlo utilizando molino de martillo y empacado en bolsas de papel para permitir la transpiración. **Ver anexo.**

## **2. Técnicas de diagnóstico e interpretación.**

### **Líquido Ruminal (LR)**

#### **✓ Toma de muestra**

El líquido ruminal se extrajo con sonda esofágica y depositado en Becker de 50 ml y sellados con papel de parafina posteriormente se ubicó en un termo con agua a 37.5 °C, para su traslado al laboratorio cada muestra llevó su código de identificación<sup>12</sup>.

## ✓ Principio

Nos permite identificar el origen de indigestión derivadas de problemas relacionados con el contenido, determinando el color, olor, flotación/sedimentación, prueba de azul de metileno, flora bacteriana y protozoos<sup>12</sup>.

## Procedimiento

Verificar el color (verde olivo, verde olivo claro, verde olivo oscuro) y olor (Característico): Verter líquido ruminal en un tubo de ensayo hasta completar sus 2/3 partes, valorar según perspectiva<sup>12</sup>.

## Potencial de Hidrogeno. pH.

Se colocó líquido ruminal filtrado en un vaso de precipitado de 100 ml y se midió el pH, con cinta medidora (Universalindikator pH 0-14 Merck).

## Tiempo de Sedimentación.

Se colocó en una probeta líquido ruminal sin filtrar y se llevó a baño termostático a 39 °C. Se midió el tiempo en que el material grueso se ubicó en su totalidad en la porción superior y en el material fino en la parte inferior<sup>12</sup>.

## Tiempo de Reducción de Azul de Metileno.

Solución de azul de metileno al 0.03% (azul de metileno 30 mg, agua destilada 100 ml).

Se llenaron dos tubos de ensayo con líquido ruminal 20 ml en cada uno. Uno se utilizó como testigo; y en el otro se agregó 1 ml de solución de azul de metileno al 0,03 %, se mezcló y colocó en incubación a 39 °C. Se observó cada 3 minutos y se toma como el tiempo de reducción hasta que en el tubo problema hubo decoloración completa.<sup>12</sup>.

## **Infusorios**

En fresco se colocó una gota de jugo ruminal sobre un portaobjetos, después de un ligero calentamiento se observó al microscopio óptico a 100 aumentos<sup>12</sup>.

Con esto se pudo observar la densidad de infusorios anotando con un sistema de cruces su cantidad: mucha +++ (los infusorios ocupan todo el campo y resulta difícil contarlos); moderada ++ (se pueden contar con facilidad ocupando un 60-70% del campo); poca + (son muy escasos, están muy separados, se cuentan con comodidad y pueden ocupar el 20-30% del campo microscópico); cuando no aparece ninguno se valora con el signo negativo (-).

Normalmente la cantidad de protozoarios es alta (1.000.000 x ml) y su actividad, intensa. Si bien la ausencia de protozoos en el rumen es compatible con la vida (a diferencia de lo que ocurre con las bacterias), disminuye notablemente la digestibilidad y la calidad proteica<sup>12</sup>.

- **Precauciones**

Aprovechar el efecto sifón de forma adecuada evitando extraer grandes cantidades de saliva. El color, olor y aspecto deben ser evaluados inmediatamente.

## **Biometría Hemática Completa (BHC)**

- ✓ **Toma de muestras**

La recolección de las muestras se realizó por punción de la arteria coccígea (3ml) con aguja calibre 18 en tubos de ensayos de 10ml con 0.1 ml de anticoagulante (EDTA)<sup>12</sup>.

## ✓ Procedimiento

### **Determinación hematócrito y Proteína.**

Se llena con sangre un capilar sin anticoagulante hasta 2/3 de su capacidad, sellado de uno de los extremos con plastilina, centrifugación durante 5 min a 11000 rpm. Lectura de hematocrito en tabla de lectura y lectura de plasma en el refractómetro<sup>12</sup>.

### **Conteo de Glóbulos Rojos**

#### **Método.**

En tubos de ensayo se depositó 3980 microlitros de solución salina fisiológica SSF (para destruir glóbulos blancos), posteriormente se llenó la cámara de Newbauer.

Conteo de glóbulos rojos en el microscopio en el cuadrante cinco de la cámara de Newbauer<sup>12</sup>.

## ✓ Precauciones

Homogenizar suavemente evitando la hemólisis.



## IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Los resultados correspondientes a las diferentes mediciones de pH indican que al inicio del estudio, Los grupos A y C (suplementados) se encontraron fuera del rango normal, por encima del nivel superior aceptado, es decir ligeramente alcalino. El grupo C (testigo) se encontró en el rango normal.
2. Después de 60 días de suplementación a los grupos correspondientes, se mostraron importantes variaciones del pH, ya que todos los grupos mostraron un pH ligeramente alcalino, no teniendo valor significativo el estadístico utilizado.
3. El tiempo de sedimentación en los tres grupos al inicio del estudio se encuentra dentro de los parámetros normales. 30 días de iniciado el estudio solamente los del grupo C se mantienen dentro de los parámetros normales, exceptuando los grupos tratados los cuales aumentan por encima del nivel superior. 60 días después de iniciado el estudio los tres grupos disminuyen el tiempo por debajo del nivel inferior, al realizar los análisis de media no se muestran diferencia significativa.
4. El tiempo de reducción del azul de metileno se mantiene por encima de los valores normales durante el período de estudio, los tres grupos muestran disminución de los valores después de 60 días día de iniciado el estudio con respecto a sus valores anteriores pero manteniéndose por encima del nivel superior. Estos datos nos permiten analizar que la suplementación no represento un factor de mejora respecto a este indicador. El análisis de medias no muestra diferencia significativa.
5. Entre las propiedades organolépticas olor y color estas se mantienen dentro de los parámetros normales, olor característico y color verde olivo, en ninguno de los grupos de estudios se observan variaciones.
6. A lo largo del estudio el comportamiento de los infusorios mejoró pasando de leve a moderado con un aumento sustantivo en el último tramo hasta obtener un 27.2 % en el

recuento de la sección de abundante. El recuento de infusorios reflejan un crecimiento de 7.5 veces mayor respecto al conteo inicial.

7. Las proteínas plasmáticas presentaron comportamientos diferentes en los tres grupos analizados al inicio del estudio, los grupos A y B, presentaron valores inferiores a los admitidos como norma, sin embargo el grupo C, presentó valores normales. Al finalizar el estudio los grupos tratados presentan una leve mejoría con respecto al muestreo inicial pero muy por debajo de los valores normales, en tanto el grupo C presenta una curva de descenso marcada, hasta colocarse por debajo de los valores presentados por los grupos tratados.

8. El hematócrito en todo el estudio se mantuvo dentro de los valores normales, y sin variaciones importantes, al comparar las medias de los tres grupos los análisis estadísticos reflejan que no hay diferencia significativa.

9. Al inicio del estudio las medias de peso de los grupos en estudio estadísticamente son iguales, esta tendencia se mantiene durante los primeros 30 días de estudio, ya que el comportamiento de los grupos no expresa diferencias entre sí desde el punto de vista estadístico pero sí desde el punto de vista numérico.

10. Durante el segundo muestreo se observan variaciones en la ganancia de peso, aunque los tres grupos presentan mejoría en su desempeño se comportan de forma más estable y elevada los grupos suplementados A y B.

11. Después de 60 días de iniciado el estudio, las medias de peso de los grupos que se le administró suplementación son superiores al grupo testigo, al realizar el análisis de medias se establece que no hay diferencia entre los grupos suplementados pero sí existe diferencia entre los grupos suplementados y el grupo testigo, el valor de P: 0.05

12. Durante el estudio los tres grupos analizados ganaron peso, siendo superior el comportamiento del grupo A respecto a los demás.

13. Se acepta parcialmente la hipótesis alternativa.

## **XI. CONCLUSIONES**

1. La sal proteica y modificada mejoran el comportamiento los indicadores analizados.
2. Ambos productos mejoraron la ganancia de peso de los grupos tratados con respecto al testigo.
3. El hematócrito en los tres grupos en estudio presento valores dentro de la norma admitida.
4. Las proteínas plasmáticas se comportaron en los tres grupos en estudio de forma deficitaria.
5. No se encontró diferencia significativa en los grupos tratados al momento de realizar el análisis del comportamiento de los indicadores registrados.

## **X. RECOMENDACIONES**

1. Dado que la sal proteica contribuye a la mejora de la función ruminal y la ganancia de peso es recomendable utilizarla de forma sostenida durante toda la etapa productiva de los bovinos.
2. Iniciar el uso de la sal proteica al momento del destete, de esta manera se contribuye a mejorar la condición de estrés y los terneros ganan más peso que los grupos testigo.
3. Aumentar el tiempo de análisis para evidenciar mejor el aporte en los cambios de la actividad ruminal.

## XI. BIBLIOGRAFIA

1. Cuellar, C.N., Díaz C. A. (2001). Introducción a la Digestión Ruminal. Departamento de Nutrición Animal Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM. Publicado el de junio.
2. Church D.C (1988). El Animal Rumiante. Fisiología Digestiva y Nutrición. Editorial Prentice Hall. London, England. 564.
3. E.R. (1988) Nutrición practica de los rumiantes. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, ES.
4. Calsamiglia, S Y. Ferret, A (2002). Fisiología Ruminal Relacionada Con La Patología Digestiva: Acidosis y Meteorismo. XVIII Curso De Especialización Fedna. Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos Universidad Autónoma de Barcelona 08193 Bellaterra. ES.
5. National Research Council. 2001. Nutrient Requeriments of Dairy Cattle. Seventh Revised Edition. National Academy Press. 38.
6. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, vol. 11, 9 sept, 2010 pp 1-10.
7. AGROTERRA, 2012: Caña Hidrolizada con cal hidratada. REVISTA AGROTERRA
8. INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). Elaboración de saccharina fresca en la alimentación de ganado bovino. Código PA-007.
9. Jesse, F.B. 1983. Fisiología y anatomía animal. 1ª ed. El Manual Moderno. México.

10. Sisson, S. 1981. Anatomía de los animales domésticos. 3ª ed. Salvat Editores S.A. Barcelona.
11. Yokohama, M. T y K.A. Johnson. 1988. Microbiología del rumen e intestino. En: Fisiología digestiva y nutrición. C. D. Church (Ed.) Editorial Acribia.
12. Omar Araujo Febres<sup>1</sup> y Juan Vergara-López<sup>2</sup>. Arch. Latinoam. Prod. Anim. Vol. 15 (Supl. 1) 2007.

## XII. ANEXOS

Tabla 1. Capacidades relativas de las divisiones del estómago del ternero en función de la edad, expresadas como porcentaje de la capacidad gástrica total.

Edad	Retículo-rumen %	Omaso %	Abomaso %
Neonato	40	4	56
3 semanas	48	4	36
7 semanas	66	4	23
Adulto	85-90	3-5	8-9

Tabla 2. Análisis bromatológico del contenido ruminal deshidratado utilizado.

Identificación de la muestra	Unidad	Materia seca	Humedad	Ceniza	Grasa	Fibra cruda	Proteína bruta	CH*
Contenido ruminal	%	80	20	15.3	2.8	17.7	7.3	36.9

\*CH- Carbohidratos.

Tabla 3. Componentes y proporciones de la sal mineral utilizada.

Contenido	Unidad %	máx/min	Contenido	Unidad %	máx/min
Humedad	2	máx	Yodo	175	mg/kg
Calcio	12		Cobalto	100	mg/kg
Fósforo	9	min	Selenio	70	mg/kg
Magnesio	3	min	Vitamina A	300000	UI/kg
Zinc	6000	mg/kg	Vitamina D	50000	UI/kg
Manganeso	5500	mg/kg	Vitamina E	100	UI/kg
Cobre	1500	mg/kg	Cloruro de sodio	CSP	

Tabla 4. Sustratos fermentados y productos finales obtenidos por los protozoos ciliados del rumen.

Género	Sustratos fermentados	Productos finales
<i>Isotricha</i>		
Intestinalis	Almidón, sacarosa, glucosa, pectina	A, p, B, L, H, Li
Prostoma	Almidón, sacarosa, glucosa, pectina	A, p, B, L, H, Li, C
<i>Dasytricha</i>		
Ruminantium	Almidón, maltosa, celobiosa, glucosa	A,B,L,H,C
<i>Entodinium</i>		
Bursa	Almidón, hemicelulosa	
Caudatum	almidón, celobiosa, glucosa, maltosa, sacarosa	A, P, B, L, H, Li, C
furca bilobum		Li
Simplex	Almidón	Li
<i>Diplodinium</i>		
Polypastron	celulosa, glucosa, almidón, sacarosa	A,P,B,L,H,C
Diplodinium	celulosa, hemicelulosa, almidón	
Diplopastron	celulosa, hemicelulosa, almidón	
Eudiplodinium	celulosa, hemicelulosa, almidón	A, P, B, L, H, F, C
Ostracodinium	celulosa, hemicelulosa, almidón	
Eremoplastron	celulosa, hemicelulosa, almidón	
<i>Epidinium</i>		
Ecaudatum caudatum	celulosa, hemicelulosa, almidón, sacarosa, maltosa	A, p, B, l, H, f, Li
<i>Ophryoscolex</i>		
Caudatus	celulosa, hemicelulosa, almidón	A, p, B, H

La letra mayúscula indica producto final en cuanto a importancia, la letra minúscula indica vestigios. Acetato (A), Propionato (P o p), butirato (B), lactato (L o l), hidrogeno (H), formiato (F o f), lípidos (Li), CO<sub>2</sub> (C).



## Tabla 5. Interpretación de las características organolépticas del líquido ruminal:

Tabla 5.1. Coloraciones normales

Color	Significado
verde más o menos fuerte	Pastoreo libre con hierbas o leguminosas
Verde oliváceo	Alimentación con forrajes secos o henificados.
Pardo grisáceo	Alimentación a base de residuos de cervecería, pulpas de remolacha.
Marrón-amarillento	Alimentación ensilado de maíz y pajas.

Tabla 5.2. Coloraciones anormales:

Grisáceo-lechoso o amarillento-lechoso:	Acidosis del rumen excesiva.
Marrón-oscuro o pardo-verdoso-oscuro	Alcalosis de la panza.

Tabla 5.3. +

Olores anormales	Significado
Acido, picante, irritante al olfato.	Ingestión excesiva de hidratos de carbono, acidosis ruminal.
Agrio	Trastornos que dificultan o impiden el paso del mismo a través del píloro, reflujo de jugos gástricos, terneros jóvenes.
Acre o mohoso	Alimentación con piensos enmohecidos
Soso, neutro, indiferente.	Jugo ruminal inactivo, sin alteración, en la micropoblación ruminal.
Pútrido o fecal	Procesos de putrefacción por alteraciones en la degradación de proteínas.
Amoniaca	Alcalosis ruminal.