

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN OVINOS SUPLEMENTADOS CON  
DOS NIVELES DE UREA EN SAL PROTEINADA.**

**ASESOR:**

**PROF. CARLOS I. SALDAÑA, MSc.**

**ESTUDIANTE:**

**MÓNICA ZADITH GONZÁLEZ TROESTCH**

**CÉDULA:**

**4-778-2190**

**DAVID, CHIRIQUÍ**

**REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2024**

**I SEMESTRE 2024**

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN OVINOS SUPLEMENTADOS CON  
DOS NIVELES DE UREA EN SAL PROTEINADA.**

**TRABAJO DE TESIS SOMETIDO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO  
AGRONOMO ZOOTECNISTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

**APROBADO:**

**PROF. CARLOS I. SALDAÑA, MSc.** \_\_\_\_\_

**PROF. EDIL E. ARAÚZ, MSc, DS&AP.** \_\_\_\_\_

**PROF. MARIO ARJONA, MSc.** \_\_\_\_\_

**DAVID, CHIRIQUÍ  
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2024**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primera instancia quiero darle las gracias a Dios por darme la sabiduría y sobre todo la paciencia y perseverancia para poder culminar este logro tan anhelado.

Adicionalmente a mis padres Eloisa Troetsch y Carlos I. González, por ser mi guía en este proceso y brindarme su apoyo incondicional en momentos de desesperación. Les agradezco mucho por todos sus esfuerzos y sacrificios para hoy día ser una profesional.

A mis hermanos Carlos Iván González y José Carlos González por animarme y creer en mí.

A mis amigos y compañeros de la universidad que siempre me dieron su apoyo a seguir y no desistir de este logro.

A mi director de trabajo de grado al Prof. Carlos I. Saldaña, gracias por su tiempo, paciencia y compromiso con la realización de esta investigación.

Además, al Dr. Audino Melgar por su dedicación y compromiso en cuanto a los análisis de laboratorio e interpretación de los resultados de los análisis estadísticos.

Al Ing. Pedro Guerra por el tiempo dedicado de hacer el análisis estadístico.

Seguido al Prof. Edil Arauz por las sugerencias con respecto al análisis estadístico.

Al Prof. Mario Arjona por ser parte del miembro de comité evaluador y realizar las correcciones finales de la investigación.

Al técnico Reynier Santana por el tiempo y colaboración de los datos ordenados en Excel.

A todos los Ingenieros de la EEG-CMO por brindarme su amistad y colaboración dentro de la estación experimental.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a las personas más importante y especial de mi vida que son mis padres Eloisa y Carlos que depositaron esa confianza. Se que este logro los va a llenar de mucho orgullo y satisfacción.

A mi tía Dioselina Guerra que siempre creyó en mí y deseó verme realizada como profesional.

A mis familiares y amigos que esto les sirva de inspiración de que si se puede lograr con la ayuda de Dios.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	III
DEDICATORIA.....	IV
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. Objetivos.....	4
2.1. Objetivo general .....	4
2.2. Objetivos específicos.....	4
III. Hipótesis .....	5
IV. MARCO TEÓRICO.....	6
4.1. Anatomía y fisiología digestiva de ovinos.....	6
4.2. Generalidades.....	7
4.2.1. Urea.....	12
4.2.2. Usos de la urea en la alimentación animal.....	13
4.2.3. Efecto de la suplementación con urea (nitrógeno no proteico) en rumiantes.....	14
4.2.4. Efectos tóxicos .....	15
4.2.5. Síntesis de proteínas a partir de la urea.....	16
4.2.6. Metabolismo de la urea en rumiantes.....	18
4.2.7. Nitrógeno en heces.....	20
4.2.8. Limitadores del consumo de suplementos.....	20
V. MARCO METODOLÓGICO .....	22
5.1. Localización del área experimental.....	22
5.2. Descripción de la población de estudio.....	22
5.3. Fase de adaptación .....	24
5.4. Manejo y estructuras.....	24
5.5. Análisis de muestras en laboratorio .....	25
5.6. Análisis estadístico .....	25
5.6.1. Levantamiento de la base de datos .....	26
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
VII. ANÁLISIS ECONÓMICO .....	42
VIII. CONCLUSIONES .....	44
IX. RECOMENDACIONES .....	45
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO I. Composición porcentual de las mezclas de sal proteinada utilizada en los tratamientos.....</b>	<b>23</b>
<b>CUADRO II. Distribución de animales por tratamiento.....</b>	<b>23</b>
<b>CUADRO III. Análisis de varianza para consumo de materia seca de la sal proteinada.....</b>	<b>27</b>
<b>CUADRO IV. Análisis de varianza para consumo de materia seca del forraje.....</b>	<b>30</b>
<b>CUADRO V. Análisis de varianza para consumo de materia seca total .....</b>	<b>32</b>
<b>CUADRO VI. Análisis de varianza para gramos de proteína cruda de la sal proteinada.....</b>	<b>33</b>
<b>CUADRO VII. Análisis de varianza para gramos de proteína cruda del forraje.....</b>	<b>35</b>
<b>CUADRO VIII. Análisis de varianza para gramos de proteína cruda total .....</b>	<b>36</b>
<b>CUADRO IX. Análisis de varianza de la ganancia diaria de peso.....</b>	<b>38</b>
<b>CUADRO X. Gramos de urea consumidos por animal por día.....</b>	<b>39</b>
<b>CUADRO XI. Tratamiento 1 con 5% de urea. ....</b>	<b>42</b>
<b>CUADRO XII. Tratamiento 2 con 10% urea.....</b>	<b>42</b>
<b>CUADRO XIII. Cálculo de costo por kilogramo de sal proteinada y forraje.....</b>	<b>43</b>

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>FIGURA I. Esquema del metabolismo de la urea en los rumiantes (adaptado de Harmeyer &amp; Martens, 1980).....</b>	<b>19</b>
--	-----------

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA I. Consumo de materia seca de la sal proteinada. ....	29
GRÁFICA II. Consumo de materia seca del forraje. ....	31
GRÁFICA III. Consumo de materia seca total.....	32
GRÁFICA IV. Consumo de proteína cruda de la sal proteinada.....	34
GRÁFICA V. Consumo de proteína cruda a partir del forraje.....	35
GRÁFICA VI. Consumo de proteína cruda total. ....	36
GRÁFICA VII. Ganancia diaria de peso .....	40

## **COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN OVINOS SUPLEMENTADOS CON DOS NIVELES DE UREA EN SAL PROTEINADA.**

### **RESUMEN**

Con el objetivo de evaluar el comportamiento productivo en ovinos suplementados con dos niveles de urea en la sal proteinada, ocho ovinos cruzados Dorper x Kahtadin x Pelibuey fueron distribuidos aleatoriamente en dos tratamientos (T1: sal proteinada con 5% de urea y T2: sal proteinada con 10% de urea). Las variables de respuesta fueron consumo de materia seca, consumo de urea, consumo de proteína cruda y la ganancia diaria de peso. Se realizó también un análisis de costo de tratamiento. El análisis de varianza fue realizado con el programa estadístico SAS 1997-2001 y la diferenciación de medias se realizó por medio de una prueba de Tukey con un nivel de significancia de  $p < 0.05$ . El consumo total promedio de materia seca fue de 1.65 kg/animal/día y no fue diferente entre los tratamientos. Con el T1 se registró un consumo de materia seca de la sal proteinada mayor que con el T2 (0.376 vs 0.265 kg/animal/día). Contrario a esto, el consumo de materia seca del forraje para T1 fue menor que para T2 (1.27 vs 1.41 kg/animal/día). Independientemente el consumo de urea para el T1 fue de 11.6 g/animal/día y para el T2 fue de 23.3 g/animal/día, el consumo total promedio de proteína cruda fue de 232.8 g/animal/día y no fue diferente entre los tratamientos. El aporte de la sal proteinada a este consumo de proteína cruda fue similar en ambos tratamientos, en promedio 102.9 g/animal/día. En cambio, el aporte de proteína cruda del forraje fue mayor en el T2 comparado con el T1 (137.5 vs 122.2). La ganancia diaria de peso fue similar en ambos tratamientos, para T1 fue de 33.2 g/animal/día y para T2 fue de 31.5 g/animal/día. El costo por kilogramo de suplemento fue B/. 0.51 y B/. 0.53, para T1 y T2, respectivamente. De acuerdo al consumo diario de materia seca de la sal proteinada por animal, T1 representó B/. 0.19 mientras para T2 fue de B/. 0.14. Asumiendo un costo de B/. 0.40 por kilogramo de materia seca de heno, el costo total de alimentación diaria por tratamiento resultó similar en ambos tratamientos (B/. 0.70). En conclusión, el nivel de urea utilizado en la dieta no afectó el consumo total de materia seca, pero si el consumo individual de materia seca del suplemento y del forraje sin afectar el costo de alimentación ni la ganancia de peso diario de los tratamientos.

**PALABRAS CLAVES:** ovinos, suplementación, sal proteinada, consumo de materia seca, proteína cruda, ganancia diaria peso.

## **PRODUCTIVE PERFORMANCE IN SHEEP SUPPLEMENTED WITH TWO LEVELS OF UREA IN PROTEINATE SALT.**

### **ABSTRACT**

In order to assess the productive performance in sheep supplemented with two levels of urea inclusion in a proteinated salt, eight Dorper x Kahtadin x Pelibuey crossbred sheep were randomly distributed in two treatments (T1: proteinated salt with 5% urea and T2: proteinated salt with 10% urea). The response variables were dry matter intake, urea intake, crude protein intake and daily weight gain. A treatment cost analysis was also carried out. The analysis of variance was performed with the SAS 1997-2001 statistical program and the differentiation of means was made using a Tukey test with a significance level of  $p < 0.05$ . The average total dry matter intake was 1.65 kg/animal/day and was not different between treatments. With T1, a higher dry matter intake of proteinated salt was recorded than with T2 (0.376 vs 0.265 kg/animal/day). Opposing to this, forage dry matter intake for T1 was lower than for T2 (1.27 vs 1.41 kg/animal/day). Independently, urea consumption for T1 was 11.6 g/animal/day and for T2 it was 23.3 g/animal/day, the average total consumption of crude protein was 232.8 g/animal/day and was not different between treatments. The contribution of proteinated salt to this crude protein consumption was similar in both treatments, on average 102.9 g/animal/day. On the other hand, the contribution of crude protein from the forage was higher in T2 compared to T1 (137.5 vs 122.2). The daily weight gain was similar in both treatments, for T1 it was 33.2 g/animal/day and for T2 it was 31.5 g/animal/day. The cost per kilogram of supplement was B/. 0.51 and B/. 0.53, for T1 and T2, respectively. According to the daily dry matter intake of proteinated salt per animal, T1 represented B/. 0.19 while T2 was B/. 0.14. Assuming a cost of B/. 0.40 per kilogram of dry matter of hay, the total cost of daily feeding per treatment was similar in both treatments (B/. 0.70). In conclusion, the level of urea used in the diet did not affect the total dry matter intake, but it did affect the individual dry matter intake of the supplement and the forage without affecting the feeding cost or the daily weight gain of treatments.

**KEYWORDS:** sheep, supplementation, proteinated salt, dry matter intake, crude protein, daily weight gain.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Los pastos constituyen la principal fuente de nutrimentos para la alimentación del ganado bovino y ovino en las regiones tropicales (Sánchez, 2007). Sin embargo, en determinadas situaciones se debe recurrir al suministro de alimentos adicionales para sobreponerse al insuficiente consumo de nutrientes cuando la cantidad y/o calidad del forraje pastoreado es inadecuado (Reinoso y Soto, 2012).

Las condiciones no son favorables para la producción de forraje de alta calidad en la época seca por tal razón, para el desarrollo de los rumiantes es necesario buscar alternativas de suplementación como sales proteinadas que ayudan a suplir esas deficiencias de pastos.

Durante la época seca, el consumo inadecuado de forraje que ocurre como resultado de una reducida disponibilidad en los terrenos donde el ganado pasta durante el verano, el bajo nivel de proteína, y un aumento en la lignificación y en el contenido de otros componentes de la fibra, puede consecuentemente reducir el consumo de nutrientes que requieren los pequeños rumiantes para el crecimiento, la gestación y la lactancia (Kawas y Huston, 1990).

El bajo nivel de proteína es un factor limitante para el crecimiento de los microorganismos ruminales, lo que causa una lenta degradación del forraje ingerido, mayor tiempo de retención del alimento en el rumen y menor consumo de nutrientes por los animales (Soest, 1994).

En regiones tropicales y subtropicales, los pequeños rumiantes consumen principalmente alimentos fibrosos como rastrojos, pajas y pasturas de baja calidad.

Estos forrajes son deficientes en nitrógeno, energía, minerales y vitaminas (Kawas y Huston, 1990).

El uso de fuentes económicas de energía como la melaza, una fuente de carbohidratos fácilmente fermentables, y urea, fuente de nitrógeno no-proteico, pueden ayudar a que los microorganismos del rumen crezcan y digieran los alimentos fibrosos. Con una mayor digestión de la fibra, se reduce el efecto restrictivo que esta tiene en el consumo de materia seca, permitiendo el mantenimiento, y frecuentemente, una mayor productividad (Schacht *et al.*, 1992).

Cuando la síntesis de proteína microbiana no es suficiente para cubrir la demanda de aminoácidos, es necesario complementar el aporte de dicha proteína con fuentes nitrogenadas sobrepasantes (Leng, 1990).

Los corderos en crecimiento bajo pastoreo y sin suplementación, difícilmente tendrán ganancia diaria arriba de 80 g/día (Colin Reyes, 2006). En cambio, los corderos que llegan a recibir 200 g/día de suplemento energético-proteico, logran incrementar cuatro veces más que los corderos sin suplementación (20g vs 80 g/animal/día) (Hernández, 2005). Los borregos en engorda intensiva tienen ganancia de peso diaria de 200 a 300 g/animal y conversiones alimenticias de 4,5:1 (Medina Alba *et al.*, 2004).

La alimentación de los animales influye en los atributos de calidad de la carne y en ovinos se ha demostrado la existencia de cambios en las características de la canal y de la carne cuando varía la concentración de proteína en la dieta (Moreno *et al.*, 2011; Reyes *et al.*, 2011; Sánchez *et al.*, 2008).

Las sales proteinadas son una alternativa de suplementación para los rumiantes en respuesta a la escasez de pastos en época de verano porque los pastos pierden su calidad y son muy deficientes en nutrientes esenciales para una fermentación ruminal eficiente. Los rumiantes alimentados con forrajes o pastos como única fuente alimenticia son deficientes en proteína cuya eficiencia se puede mejorar suministrando urea a los animales con la debida precaución ya que se pudiera dar una intoxicación por mezclas inapropiada o mala formulación de la ración (Cardona, 2022).

El uso de la urea requiere un proceso de adaptación de los animales, debido a que se va a someter a un cambio de alimentación, esta adaptación se debe dar en un tiempo de 8 a 10 días y aunado a esto proporcionar fuentes de energía de alta y rápida fermentación (Samudio, 2017).

La presente investigación evalúa dos niveles de urea (5% y 10 %) en una sal proteinada para determinar el comportamiento, consumo y ganancia de peso como una alternativa de suplementación y suplir los nutrimentos que los pastos no aportan.

## **II. Objetivos**

### **2.1. Objetivo general**

- Evaluar el consumo y comportamiento de ovinos suplementados con dos niveles de urea en una sal proteinada.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Discutir los resultados alcanzados de consumo de materia seca y proteína cruda en ambos tratamientos.
- Determinar el consumo diario de urea y los efectos secundarios.
- Evaluar la ganancia diaria de peso en ovinos con dos niveles de urea (5% y 10 %) en una sal proteinada.
- Determinar el análisis económico del uso de sal proteinada en ovinos en crecimiento.

### **III. Hipótesis**

Ho: No hay diferencias en el consumo ni en la ganancia diaria de peso de los ovinos suplementados con 5% o 10 % de urea en una sal proteinada.

Ha: Si hay diferencia en el consumo y en la ganancia diaria de peso de los ovinos suplementados con 5% o 10% de urea en una sal proteinada.

## **IV. MARCO TEÓRICO**

### **4.1. Anatomía y fisiología digestiva de ovinos**

El sistema digestivo del ovino está conformado por la cavidad bucal y sus órganos anexos (labios, dientes, lengua, paladar, glándulas salivales), el esófago, los tres compartimientos pre estomacales (rumen, retículo y omaso), el estómago verdadero o abomaso, intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon), intestino grueso (ciego, colon y recto) y el ano, además de los órganos anexos hígado y páncreas exocrino (Borsting *et al.*, 2003).

Las funciones primarias del sistema gastrointestinal son: la aprehensión de los alimentos y el agua; masticación, insalivación y la deglución del alimento; la digestión del alimento y la absorción de nutrientes; el mantenimiento de equilibrio de líquidos y electrolitos y la evacuación de productos de desecho. Los ovinos realizan el proceso de la rumia, donde el alimento es regurgitado del rumen a la cavidad bucal, para ser reensalivado, remasticado y redeglutido, lo que facilita su digestión (Borsting *et al.*, 2003).

La mayor parte de las bacterias ruminales (45–95% del total) para producir su propia proteína necesitan de una fuente de nitrógeno. Esta es una ventaja comparativa cuando se trata de suministrar fuentes de nitrógeno no proteico (NNP) a rumiantes ya que, estos requieren de menor costo energético para la síntesis de proteína microbiana (Broderick, 2006).

Con ayuda de los microorganismos que albergan en los compartimientos del rumen, los rumiantes son capaces de aprovechar muy bien los piensos vegetales ricos en fibra bruta. Como productos de la fermentación de los carbohidratos y de las cadenas carbonadas de los aminoácidos, se producen en el rumen ácidos

grasos volátiles, principalmente los ácidos acético y butírico. Estos ácidos grasos constituyen la principal fuente de energía de que disponen los rumiantes y pueden cubrir cerca de 60% de sus necesidades energéticas (Kolb, 1986).

Los componentes nitrogenados en los piensos que son transformados en gran parte (60 a 80%) por los microorganismos de los compartimientos del rumen de lo cual las proteínas, vegetales en su mayoría, al transformarse en proteína microbiana experimentan una notable mejora en su valor biológico. El llamado “Ennoblecimiento microbiano de la proteína vegetal y de los compuestos de Nitrógeno no proteico (NNP)” es de mayor importancia en el terreno de la fisiología alimentaria (Kolb, 1986).

Los microorganismos de los compartimientos del rumen sintetizan grandes cantidades de complejo vitamínico B y K, lo que hace que los rumiantes no dependan del aporte de estos microfactores, como consecuencia de las mencionadas peculiaridades digestivas, en esto sólo hay que atender el suministro de las vitaminas A, D y E (Kolb, 1986).

#### **4.2. Generalidades**

A partir de la década de 1940, la utilización de la urea en la alimentación de los rumiantes se extendió debido a la escasez de materias primas proteicas por la II Guerra Mundial (Fonnesbeck *et al.*, 1975), y en las décadas siguientes permitió reducir notablemente la utilización de la harina de soja en las dietas. Con la extensión del uso de la urea también se obtuvieron numerosos resultados experimentales sobre las ventajas e inconvenientes de su utilización (Loosli y McDonald, 1968).

Helmer y Bartley (1971), observaron que la inclusión de cantidades superiores a 2,5-3% de urea en los concentrados de rumiantes reducía la palatabilidad de los mismos y que el consumo excesivo o repentino en animales no adaptados ocasionaba toxicidad por exceso de amoníaco. Desde el punto de vista nutricional, pronto se comprobó que la principal limitante para la inclusión de la urea en las dietas era la elevada velocidad de degradación ruminal con la consiguiente liberación brusca de amoníaco.

Cuando se usa urea en la alimentación y el consumo de carbohidratos (CHO) de fácil fermentación es bajo se podría fácilmente llegar a tener un exceso de amonia en rumen (por la baja utilización por la microflora), la cual pasaría a la sangre tan rápidamente que no le permitiría al hígado transformarla en urea a la misma velocidad en que es absorbida y podría tenerse un cuadro clínico de intoxicación (Samudio, 2017)

El Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), con animales en pastoreo ha logrado excelentes resultados con el uso de la sal mineral mezclada con urea para bovinos; ya sea enriquecida o no, con otros ingredientes energéticos proteicos como la melaza, harina de soya y pulidura de arroz (Arosemena, 2012).

Esta mezcla basada en sal mineral y urea, conocida como sal proteinada, ha permitido incrementar la producción bovina y reducir los costos de producción; la cual es una alternativa inocua y segura para suministrar urea, con bajo riesgo de intoxicación (Arosemena, 2012).

Se recomienda para animales en pastoreo o con acceso a forraje voluminoso y fibroso. Corrige la deficiencia de minerales y proteína, aumenta el consumo y la digestibilidad del pasto, aún en estado avanzado de madurez, reduciendo el rechazo y la pérdida de forraje. Permite mejorar la producción animal basada en pasturas a niveles cercanos a su potencial, en el trópico de 1 kg de ganancia de peso diario y de 8 a 9 lt/día de leche. Los niveles de producción que alcanzan dependen en parte de la disponibilidad y calidad de forraje de la pastura. La tasa de retorno marginal anual de la tecnología es alta, comparable a lo que se obtiene con los bloques nutricionales (Arosemena, 2012).

Según Salamanca (2010), la mayoría de los pastos de las regiones tropicales no satisfacen completamente las necesidades de minerales en los animales que los pastan, como consecuencia de las limitaciones climáticas y del suelo que impone restricciones nutricionales a los pastos. La escasa disponibilidad de minerales en el suelo afecta a los forrajes restando la concentración del elemento deficiente en sus tejidos y contribuyendo con el bajo crecimiento de la planta

La producción bovina en el trópico, en los sistemas de pastoreo se ve afectada en la época seca, ya que los pastos dejan de crecer y como consecuencia tenemos un pasto con alto contenido de fibra y bajo niveles de proteína además se afecta el contenido de minerales de los mismos. En consecuencia, la producción lechera está evidentemente limitada por el valor nutritivo de estos pastos.

En tanto Lopes (1999), dice que en la estación seca cuando los contenidos de proteína bruta de los pastizales están por debajo de 7% en base a la materia seca, el primer objetivo sería atender la demanda de bacterias ruminal por nitrógeno.

Esas bacterias, fortalecidas serán capas de extraer energía del pasto ingerido por el animal, a través del proceso de digestión. Esa situación se alcanza usando fuentes proteicas de alta degradabilidad en el rumen, tal como las mezclas de urea más sulfatos de amonio (85% y 15%, respectivamente).

Con excepción de la sal común, el ganado en pastoreo frecuentemente no recibe la suplementación mineral necesaria y depende grandemente de los forrajes para suplir sus necesidades. Sin embargo, sólo en muy contadas ocasiones los forrajes pueden satisfacer completamente los requerimientos minerales. (Bracho, 2001)

La suplementación adecuada de minerales puede mejorar la producción ganadera y resultar en una relación costo-beneficio favorable (Roja *et al.*, 1994).

La limitante más importante para el consumo de forrajes es el equilibrio de los nutrientes, y cuando este desbalance se corrige, se hace presente la baja digestibilidad, lo cual se manifiesta por el ineficiente crecimiento microbial, las cuales requieren un nivel más o menos constante de concentración de amoníaco.

Cuando se suministran suplementos nitrogenados, los animales aumentan el consumo de materia seca, y la digestibilidad de la materia seca del heno se incrementa hasta 20%. Según un trabajo de investigación realizado por la universidad de Panamá instituto (PROMEGA) el uso de sal proteinada como un suplemento mineral tiene un gran potencial en el aprovechamiento de la dieta bovina. Esta tecnología que es original del Brasil reporta grandes beneficios en el rendimiento productivo y reproductivo en la especie bovina (Villarreal y González, 2010).

Como lo indica Batista (2013), la sal proteinada provee los requerimientos minerales del ganado para que la producción de leche no se vea limitada por el poco valor nutritivo de los pastos, lo cual afecta los microorganismos ruminales, que causan la lenta degradación del forraje ingerido, mayor tiempo de retención del alimento en el rumen, menor consumo de nutrientes minerales y el ganado presenta deficiencia en crecimiento y producción de leche, debilidad general y mayor disposición para evitar enfermedades virales y parasitarias.

Para mejorar la producción de leche y carne es importante ofrecer al ganado sal proteinada, un suplemento mineral con gran potencial en la dieta.

Con el uso de la sal proteinada se evita pérdidas de peso en verano y se logran ganancias de 200 a 300 g/día, siempre y cuando se tenga disponible suficiente pasto seco (Batista, 2013).

Hertentains (2020), menciona que la sal proteinada es un suplemento energético-proteico y, como todo suplemento en la alimentación animal sirve para reforzar el rumen que tiene gran cantidad de bacterias y en la nutrición animal lo que se hace es alimentar bacterias para que estén fortalecida y en mayor número para que ellas a su vez degraden esos alimentos que se le ofrece al animal.

Maure *et al.*, (2018) destaca que la edad y peso a la primera concepción, es un factor crítico en los sistemas de producción de doble propósito, debido principalmente a la baja calidad de las pasturas especialmente durante la época seca, afectando así el crecimiento y desarrollo de las novillas de reemplazo, que presentan bajas ganancias de peso, incluso pueden perder peso en la época seca, por lo que llegan a una edad tardía al primer parto.

En la Estación Experimental El Ejido, IDIAP, Los Santos Panamá, durante la época seca y lluviosa de los años 2015, 2016 y 2017. Se utilizaron novillas cruzadas Pardo suizo por Cebú con edad inicial de 12 meses y peso promedio de 227 kg. Las novillas se manejaron en pastoreo rotacional, en potreros con pasto *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria brizanta* más suplementación con sal proteinada, tanto en la época seca como en la lluviosa. (Maure *et al.*, 2018). Con este suplemento las novillas en pastoreo lograron obtener pesos promedio de 318 kg a edades entre los 19 y 21 meses, siendo este peso y edad adecuados para la primera concepción en novillas de reemplazo en sistemas doble propósito.

#### **4.2.1. Urea**

Actualmente se presenta en el mercado en formas granulada y perlada, siendo esta última la más recomendada para uso animal por su soltura y facilidad para mezclarla con otros ingredientes. Cabe señalar que la urea ocurre como producto final del metabolismo de nitrógeno en casi todos los mamíferos, incluso en el hombre. La urea es muy soluble en agua e higroscópica, facilitando la formación de terrones cuando es expuesta al medio ambiente (Tamminga, 1992).

Debido a su costo, disponibilidad en el mercado y tradición de uso en la alimentación de rumiantes por muchos países alrededor del mundo, la urea es la más utilizada entre los compuestos nitrogenados no proteicos (biuret, fosfato diamónico, acetato de amonio, sulfato de amonio y otros). La urea contiene aproximadamente 46% de nitrógeno, representando 287.50% de proteína equivalente total (Tamminga, 1992).

#### **4.2.2. Usos de la urea en la alimentación animal**

La urea es una fuente de nitrógeno para los rumiantes, sin embargo, su uso depende de la habilidad de la flora microbiana del rumen para incorporarla en la formación de sus propios tejidos. La urea siempre aporta beneficios al animal, ya que con disponibilidad de forraje (aunque de baja calidad) aumentará el consumo voluntario, así como las tasas de digestión de la fibra y de pasaje del alimento a través del tracto digestivo. Cabe mencionar que el aumento del consumo de pasto seco, induce a los animales a consumir los forrajes y/o pastos menos palatables, esto favorece el aprovechamiento de grandes cantidades de material fibroso, generalmente subutilizado durante el verano (Araque *et al.*, 2008).

Para que exista la síntesis de la proteína microbiana en el rumen, es necesaria una relación propicia entre la cantidad de Nitrógeno amoniacal y los compuestos dulces o energéticos que se encuentran en la dieta (cereales, melaza, almidón) como fuente energética para los microorganismos del rumen y así poder utilizar eficientemente el amoniaco en la síntesis de aminoácidos. Mientras más asimilable sea la fuente de azúcares mayor va a ser la producción de proteína bacteriana.

La urea puede ser usada en proporción del 0.03% del peso vivo de ovinos entregados dos o tres veces al día junto con grano de maíz hojuelado u otra fuente de energía. Es muy importante adaptar a la flora microbiana del rumen a la utilización de la urea aumentando la cantidad a usar lentamente pudiendo demorar dicha adaptación entre 10 a 15 días, dependiendo de cómo ésta sea suministrada y del estado nutricional del animal (Fuentes, 2014).

#### **4.2.3. Efecto de la suplementación con urea (nitrógeno no proteico) en rumiantes**

Para asegurar un nivel de amoníaco suficiente en el rumen, se requiere una fuente de nitrógeno adecuada, en cantidad suficiente y rápidamente degradable. Al respecto Álvarez *et al.*, (1983), indica que la urea asegura un nivel de amoníaco ruminal adecuado, generalmente superior a 150 mg/litro de líquido ruminal, además muestra una liberación sincronizada con la degradación rápida de los carbohidratos solubles, sin embargo, debe haber una fuente de N de degradación lenta, que se sincronice con la degradación lenta de la fibra.

Stritzler *et al.*, (1983), señalan que el papel del nitrógeno como regulador del consumo voluntario también se presenta cuando los animales son alimentados con forrajes de baja calidad (con 50 % o menos de digestibilidad). En estas dietas el déficit de nitrógeno en el rumen puede actuar como factor limitante del consumo de energía porque deprime la digestión de la celulosa. Por otra parte, el consumo de estos forrajes está determinado por la tasa de pasaje en el rumen, la cual disminuye debido a la menor actividad bacteriana. La respuesta animal a un aumento en la provisión proteica, generalmente conduce a un aumento en el consumo voluntario, al incrementarse las tasas de digestión y de pasaje del alimento. Estudios de Álvarez y Preston (1976), mencionan que la adición de 1% de urea en la dieta de los rumiantes, aporta 3 g de nitrógeno degradable a nivel ruminal por cada 100 g de material orgánico fermentado en el rumen.

#### **4.2.4. Efectos tóxicos**

La urea es degradada en el rumen para liberar amoníaco, el cual es usado por los microorganismos para producir aminoácidos y proteína. Cuando la urea libera amoníaco más rápido de lo que pudiera ser convertido en proteína microbiana, el exceso de amoníaco será absorbido y llevado al hígado y la corriente sanguínea, causando intoxicación por amoníaco. Síntomas que presentará un animal intoxicado con urea:

- respiración difícil
- desequilibrio al caminar
- nerviosismo o inquietud
- salivación excesiva
- temblor muscular

Como tratamiento rápido: forzar al animal a tragar de 5 a 8 litros de vinagre, melaza diluida, guarapo de caña, si hay timpanismo punzar en la fosa para lumbar izquierda (ijar) y dejar escapar lentamente el gas (Samudio, 2017).

#### **Importancia de las proteínas**

Las proteínas son sustancias orgánicas indispensables para el crecimiento y la construcción de tejidos y órganos. El tejido muscular; la sangre; la leche; la lana; el pelo etc. son esencialmente proteínas.

Están compuestas de aminoácidos, sus unidades más simples, algunos de los cuales son esenciales los animales no son capaces de producirlos por sí solo. Para el cerdo y aves necesariamente tienen que ser ingeridos junto en el alimento consumido.

El organismo no puede sintetizar proteínas si tan sólo falta un aminoácido esencial, en los rumiantes, gracias a su sistema digestivo, los aminoácidos los obtienen de la digestión de los microorganismos que en la panza se han multiplicado en la fermentación del alimento. Sin embargo, la flora microbiana del rumen necesita como mínimo 5% de proteína en la dieta para que exista una digestión adecuada de la fibra y poder multiplicarse. Es muy común encontrar valores inferiores a 5% de proteína cruda en pastos y forrajes durante el año, especialmente durante el verano, lo que afecta negativamente el aprovechamiento del forraje por los microorganismos de la panza.

El ganado bovino y ovino que es criado a pastoreo presenta periodos en donde su alimentación y nutrición está muy afectada y que generalmente tiene que ver con la cantidad y/o calidad de los forrajes de que disponen obligando al productor a suplementar para mejorar la alimentación de sus animales. Durante el año los periodos más críticos, desde el punto de vista nutricional, son el invierno y el verano (Fuentes, 2014).

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

Existen dos tipos de proteína dietética: una que es digestible en el rumen (PDR) que se disuelve fácilmente en los fluidos del rumen (urea, torta de semilla de algodón, torta de girasol), y otra que no es degradada resistiendo la acción del rumen y es aprovechada más adelante en el tracto gastrointestinal (PNDR), también llamada proteína sobre pasante, como la harina de pescado, harina de soya y otras (Araque *et al.*, 2008).

Cuando el rumiante consume urea primeramente es hidrolizada en amoníaco y anhídrido carbónico en el rumen, mediante la enzima ureasa, que es producida por ciertas bacterias.

Por otra parte, los carbohidratos son degradados por otros microorganismos para producir ácidos grasos volátiles y cetoácidos. El amoníaco liberado en el rumen se combina con los cetoácidos para formar aminoácidos, que a su vez se incorporan en la proteína microbiana.

Estos microbios son degradados en el último estómago (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 (Escalona *et al.*, 2007). Debemos recordar que el amoníaco prácticamente no posee ningún valor nutritivo, pues si éste no es transformado en proteína microbiana, será absorbido por el rumen y eliminado a través del hígado, riñones y finalmente en la orina bajo la forma de urea. Por otro lado, existe una porción de urea que regresa al rumen a través de la saliva o su difusión de la sangre al rumen (Araque *et al.*, 2008).

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 (cereales, melaza, almidón), como fuente energética para los microorganismos del rumen y así poder utilizar eficientemente el amoníaco en la síntesis de aminoácidos.

Además, deben estar presentes ciertos minerales como fósforo, azufre, calcio y sodio para que complementen la fermentación ruminal. Por otra parte, es necesario adaptar la flora microbiana a la utilización de la urea, para que se pueda llevar a efecto tal proceso, lo que requiere entre 15 a 25 días, depende de cómo ésta sea suministrada y del estado nutricional del animal (Araque *et al.*, 2008).

#### 4.2.6. Metabolismo de la urea en rumiantes

El ciclo de la urea que ocurre en los rumiantes es una clara representación de la estrecha simbiosis de estas especies con los microorganismos que albergan en el rumen. La representación esquemática del metabolismo de la urea en los rumiantes se presenta en la FIGURA I.

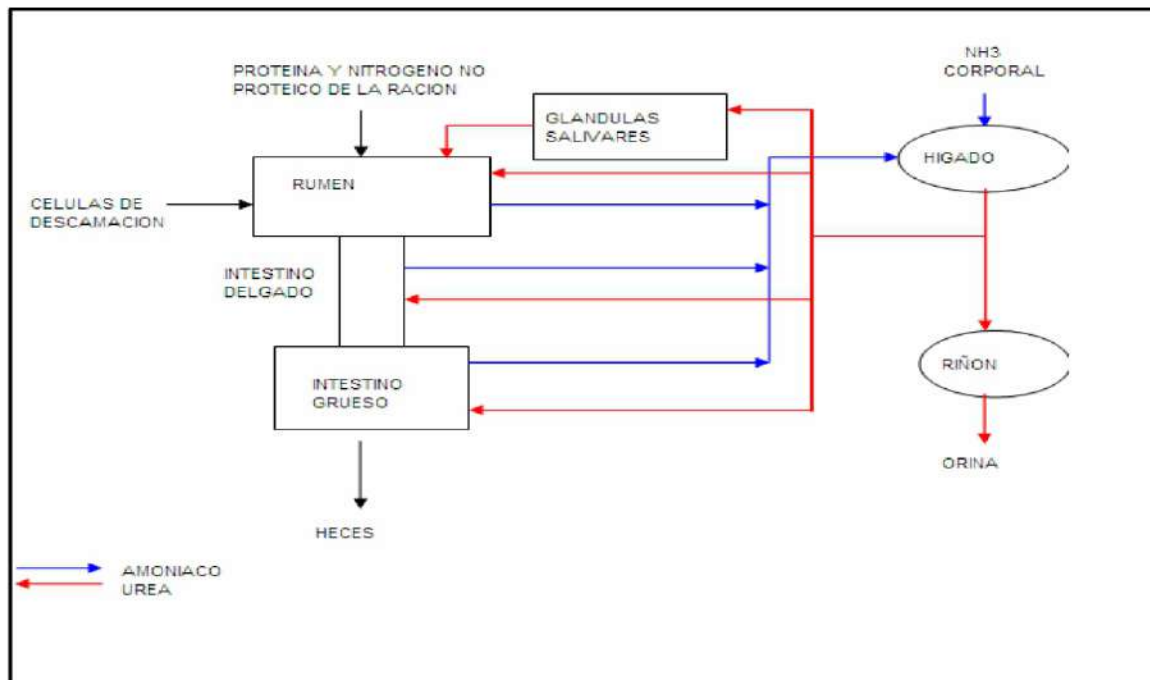
Las fuentes de nitrógeno de la dieta incluyen urea, otros compuestos nitrogenados no proteicos y proteína. Las fuentes endógenas incluyen urea reciclada con la saliva o a través del epitelio del tracto digestivo y células epiteliales de descamación. Los productos nitrogenados no proteicos y una cantidad variable de la proteína verdadera son degradados hasta amoníaco en el rumen. La degradación de la urea ocurre cuatro veces más deprisa que la captación microbiana del amoníaco liberado (Bloomfield *et al.*, 1960). De hecho, la degradación de la urea se valora como 100% a tiempo cero en los modernos sistemas de evaluación proteica para rumiantes (NRC, 2001; FIM, 2004).

El amoníaco es utilizado como única fuente de nitrógeno por las bacterias celulíticas mientras que las bacterias que fermentan los carbohidratos no estructurales satisfacen con él entorno a un tercio de sus necesidades nitrogenadas (Russell *et al.*, 1992).

En conjunto se estima que el amoníaco ruminal supone 23-95% del nitrógeno bacteriano incorporado (Nolan y Dobos, 2005; Firkins *et al.*, 2007). El amoníaco no utilizado es absorbido en todos los tramos del aparato digestivo.

La absorción aumenta con el gradiente de concentración y el pH (Chalupa, 1968). El hígado metaboliza el amoníaco hasta urea (ciclo de la ornitina) que es nuevamente vertida a la sangre para ser eliminada vía renal o reentrar al aparato digestivo a través de la saliva o directamente por difusión a través del epitelio.

**FIGURA I. ESQUEMA DEL METABOLISMO DE LA UREA EN LOS RUMIANTES (ADAPTADO DE HARMEYER & MARTENS, 1980).**



La síntesis hepática de urea conlleva un gasto de energía valorado en 0,012 Mcal de energía neta por cada gramo de nitrógeno consumido en exceso sobre las necesidades ruminales y corporales (CNCPS, 1990).

De acuerdo con Lapierre y Lobley (2001), por término medio, 33% de la urea producida en el hígado se elimina en la orina y 67% es reciclada a los distintos tramos del aparato digestivo. De esta cantidad, 10% se pierde en las heces, 40% es reabsorbida como amoníaco y 50% como aminoácidos. Huntington y Archibeque (1999), señalaron que 15-94% de la urea hepática es reciclada al rumen por vía salivar. La importancia relativa del reciclado a través de la saliva aumenta con el contenido de forraje de la dieta (Lapierre y Lobley, 2001).

Se afirma que “el rumen constituye una ventaja evolutiva importante porque permite al animal el consumo de alimentos fibrosos y de NNP. Sin embargo, desde el punto de vista de la utilización de la proteína verdadera de la dieta, el sistema es ineficiente” (Wu y Papas 1997, citado por Rodríguez, 2007)

#### **4.2.7. Nitrógeno en heces**

Aproximadamente el 80% de la proteína que alcanza el intestino delgado es digerida. Lo no digerido es eliminado en las heces. Otra fuente de N que se pierde en las heces corresponde a las secreciones enzimáticas intestinales y a la descamación de las células intestinales. Otra pérdida de N se debe a las bacterias originadas en intestino grueso, que depende de la cantidad de MO que puede ser fermentada en ese sitio, especialmente almidón no digerido de los granos. Como promedio, por cada kg de MS ingerida, se produce un incremento de 33 g de proteína endógena perdida en las heces (Santini, 2014).

#### **4.2.8. Limitadores del consumo de suplementos**

Desde la década de los años '50 se ha incorporado la sal (Cloruro de Sodio) en los suplementos para controlar el consumo a una cantidad preestablecida (Riggs *et al.*, 1953; Cardon *et al.*, 1951). Sin embargo, este compuesto presenta algunas desventajas que limitan su adopción. La sal es de bajo valor nutricional y requiere ser incluida en grandes proporciones. Dependiendo del nivel de consumo que se desea lograr, la sal puede ser incluida entre un 8 y 30%.

Algunos trabajos indican que la sal puede resultar en una alta variación del consumo entre animales (Bowman y Sowell, 1997) y también afectar la digestibilidad del forraje cuando es suministrada en altos niveles (Moseley y Jones, 1974).

Sin embargo, en experimentos controlados, con alta disponibilidad de agua limpia y fresca, no se observaron efectos perjudiciales de la sal sobre la gestación, producción de leche, crecimiento del ternero y digestibilidad del forraje (Berger y Rasby, 2011).

Hay varios factores a tener en cuenta para definir la concentración de sal necesaria para alcanzar los niveles de consumo de suplemento deseado; entre ellos se encuentra la palatabilidad de los ingredientes del suplemento, el contenido de sólidos totales en el agua, la adaptación de los animales al consumo de sal y el peso o edad de los animales.

La sal es rápidamente absorbida por el tracto intestinal llegando a la sangre y luego siendo excretada por los riñones a través de la orina. Los animales son capaces de eliminar la sal cuando disponen de una adecuada cantidad de agua de calidad. El consumo de agua puede incrementarse hasta un 50% en estas situaciones. Por lo tanto, la disponibilidad de agua es esencial para evitar cuadros de intoxicación.

## **V. MARCO METODOLÓGICO**

### **5.1. Localización del área experimental**

Esta investigación fue realizada entre los meses de marzo y abril de 2023 en la Unidad de Investigación Ovina del Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) en la Estación Experimental de Gualaca “Carlos Manuel Ortega” (EEG-CMO), situado a los 8°50'15.7" latitud norte y 82°17'43.8" de longitud oeste ubicada a 70 msnm, con precipitación anual de 4000 mm y temperatura media anual de 26°C. (ETESA, 2022).

### **5.2. Descripción de la población de estudio**

El estudio se realizó con 8 hembras cruzadas entre las razas Pelibuey, Katahdin y Dorper con un peso promedio de 30 kg; se utilizaron 4 animales por tratamiento distribuidas al azar y manejadas de manera individual; el experimento consistió en dos tratamientos proteicos y energéticos donde el T1 fue suministrado con 5% urea y T2 con un 10 % de urea en una sal proteinada; la composición de la sal proteína se presenta en el cuadro 1.

**CUADRO I. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS MEZCLAS DE SAL PROTEINADA UTILIZADA EN LOS TRATAMIENTOS.**

	<b>T1</b>	<b>T2</b>
<b>Ingredientes</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
<b>Soya</b>	20	15
<b>Pulidura</b>	40	40
<b>Sal</b>	20	20
<b>Minerales</b>	14	14
<b>Urea</b>	5	10
<b>Azufre</b>	1	1

**CUADRO II. DISTRIBUCIÓN DE ANIMALES POR TRATAMIENTO.**

<b>T1 5 % urea</b>			<b>T2 10% urea</b>		
<b>N°</b>	<b>Raza</b>	<b>PI (kg)</b>	<b>N°</b>	<b>Raza</b>	<b>PI (kg)</b>
<b>862</b>	1/4D 2/4P 1/4 K	27	<b>865</b>	3/8P 3/8D 2/8K	27
<b>845</b>	4/8K 3/8P 1/8D	35	<b>850</b>	1/2P 1/2K	31
<b>863</b>	3/8P 3/8K 2/8D	34	<b>848</b>	4/8K 3/8P 1/8D	32
<b>842</b>	5/8P 2/8K 1/8D	35	<b>858</b>	7/16D 5/16P 4/16K	31

D: Dorper    K: Katahdin                      P: Pelibuey                      PI: peso inicial

### **5.3. Fase de adaptación**

Una vez que estuvieron las ovejas en el sitio experimental, se les dio un período de adaptación de 10 días a las mezclas de sal proteinada que consistió en dar pequeñas cantidades de cada tratamiento para observar el consumo y comportamiento y así evitar problemas de trastornos digestivos o diarreas por el cambio brusco de alimentación. Al inicio del estudio fueron desparasitadas con fenbendazol en dosis de 1.5 ml/animal además de vitaminadas con Hematofos B12 en dosis de 5 ml/animal.

### **5.4. Manejo y estructuras**

El manejo de las ovejas fue en jaulas de 2.50m x 2.90m con pisos enrejillados suspendidas en confinamiento con el debido suministro de heno y agua.

Las jaulas, comederos y bebederos fueron limpiados diariamente por la mañana, antes de suministrar heno y sal proteinada a cada oveja.

El heno utilizado en esta investigación fue del pasto swazi (*Digitaria swazilandensis*) con 87% de MS y 9.7% de PC. En tanto que la sal proteinada contenía 88% de MS y 14.10 de PC para T1 y 89.2% de MS y 14% de PC para T2.

Las ovejas se pesaron cada 15 días en un periodo de 45 días, para determinar la ganancia de peso. El consumo de heno y sal proteinada se midió individualmente tres días por semana cuantificando el alimento ofrecido y rechazado.

### **5.5. Análisis de muestras en laboratorio**

Las muestras fueron procesadas en horno de convección mecánica a 60°C por 72 horas (Yamato DKN810, New York, USA). Posteriormente fueron molidas a 1mm (Restsch GmbH & Co., Alemania). La materia seca fue determinada en horno a 105°C por 24 horas (40 GC Lab. Oven; Quincy Lab. Inc.; IL, USA) y representa el estado del material recibido en laboratorio. El nitrógeno fue analizado a través de la metodología Kjeldahl (Velp Scientifica, Alemania) y el factor de conversión de 6.25. La proteína fue analizada a través de la metodología Kjeldahl y el factor de conversión de 5.7.

### **5.6. Análisis estadístico**

Las variables de respuesta fueron analizadas mediante un modelo lineal generalizado (GLM).

Modelo matemático

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (A_i B_j) + e_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta

$\mu$  = Media general

$A_i$  = Efecto del  $i$  esimo tratamiento

$B_j$  = Efecto del  $j$  esimo semana

$(A_i B_j)$  = efecto de la interacción del  $i$  esimo tratamiento por  $j$  esimo semana.

$e_{ijk}$  = error experimental

Se utilizó el programa estadístico SAS 1997-2001, se realizó análisis de varianza más covarianza y se utilizó la prueba de comparaciones de Tukey para determinar si existía significancia entre los resultados obtenidos, se trabajó con un nivel de significancia de  $p < 0.05$ .

### **5.6.1. Levantamiento de la base de datos**

Los datos de campo fueron ordenados en hojas de cálculo de Microsoft Office Excel.

El análisis económico se realizó a través de un análisis de presupuesto parcial; utilizando la metodología propuesta por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), 1988.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de varianza para el consumo de materia seca de la sal proteinada (ver CUADRO III) los tratamientos con 5 y 10% de NNP en la dieta no fueron influyentes sobre el consumo de materia seca, solamente fue influenciada por el factor B o sea las semanas de estudio ( $p < 0.0015$ ); y no hubo una interacción. Al respecto, Pérez y Sánchez (2013), utilizando urea protegida con niveles de 1 y 2 % no encontraron diferencias significativas en las variables evaluadas como lo fue el consumo de alimento, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia, lo cual no resultó en una alternativa para la engorda de ovejas.

Por su parte, Robleto *et al.*, (1992) compararon dos niveles de urea similares a los de este estudio (5 y 10%) empleando bloques de melaza con gallinaza como relleno, teniendo mejores resultados con el nivel de urea de 5% en cuanto al consumo y ganancia diaria de peso.

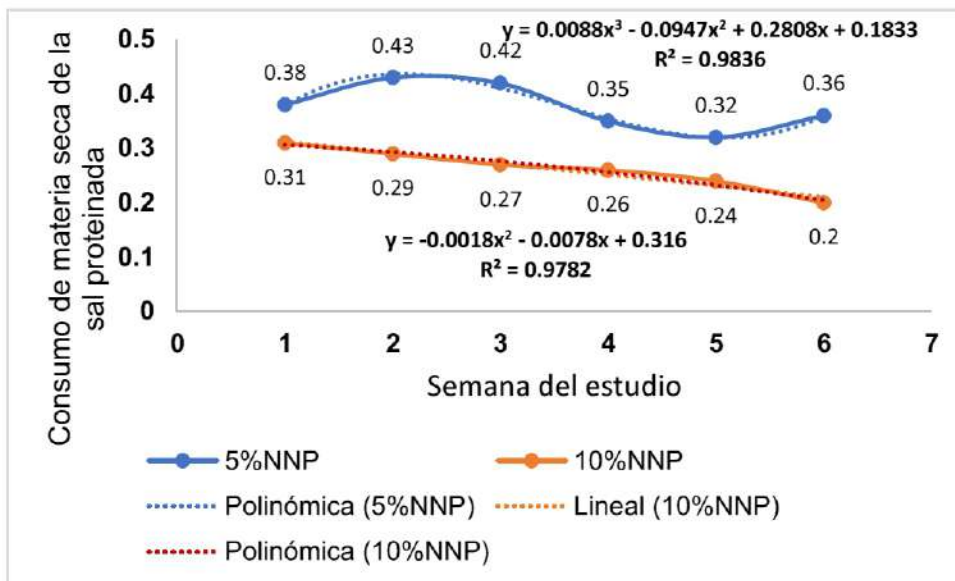
**CUADRO III. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CONSUMO DE MATERIA SECA DE LA SAL PROTEINADA.**

Fuente de variación	GL	SC	CM	F VALOR	Pr (>F)
Tratamiento	1	0.14619169	0.14619169	2.49	0.1654
Animal(trat) o error A	6	0.35176013	0.05862669		
Semana	5	0.04877469	0.00975494	5.17	0.0015
Trat*semana	5	0.01519169	0.00303834	1.61	0.1873
Error	30	0.05656613	0.00188554		
Total, correcto	47	0.61848431			
R <sup>2</sup>	CV	Raíz MSE	CMS media		
0.908541	13.55638	0.043423	0.320313		

Como se puede apreciar en la GRÁFICA I el consumo promedio de materia seca de la sal proteinada en el T1 fue de 0.376 kg/animal/día y para el T2 de 0.265kg/animal/día; este consumo mayor del T1 sobre el T2 fue estadísticamente significativo. Estos consumos son equiparables a los reportados por Pérez y Sánchez (2013), quienes emplearon urea protegida al 1 y 2% en la dieta, alcanzando consumos de 0.485 kg/animal/día y 0.297 kg/animal/día, respectivamente. Además, señalan que este consumo pudo haber disminuido por intoxicación crónica de N amoniacal en rumen o sanguínea. Ruiloba y Saldaña (2003), evaluaron dos niveles de urea en novillos (25 y 50%), en una sal mineralizada y no encontraron diferencias significativas en el consumo de urea y heno. Sin embargo, el consumo de sal fue mayor en la que contenía el porcentaje de urea más bajo.

Esto puede deberse a lo señalado por Strizler *et al.*, (1983), quienes indican que el papel del nitrógeno como regulador del consumo voluntario también se presenta cuando los animales son alimentados con forrajes de baja calidad (con 50% o menos de digestibilidad).

**GRÁFICA I. CONSUMO DE MATERIA SECA DE LA SAL PROTEINADA  
(kg/animal/día).**



En cuanto al análisis de varianza para consumo de materia seca del forraje (ver CUADRO IV), los tratamientos con 5 y 10% de NNP en la dieta no tuvieron un efecto significativo sobre el consumo de materia seca del forraje; más bien fue influenciado por las semanas del estudio ( $p < 0.0001$ ) y no existió una interacción que afectara el consumo de materia seca del forraje. En un estudio realizado por Oporta en (1983), indica que cuando el contenido de proteína en la MS de los pastos es menor del 7%, el consumo de forraje disminuye. Esto es debido a que las bacterias no pueden digerir rápidamente la fibra y el material es retenido por un mayor tiempo en el rumen del animal. Sin embargo, al suplementar con una fuente alta en nitrógeno se modifica el consumo de materia seca total.

También este mismo autor afirma que el contenido de fibra de los pastos tropicales está determinado básicamente por la especie de pasto y la edad de desarrollo del mismo.

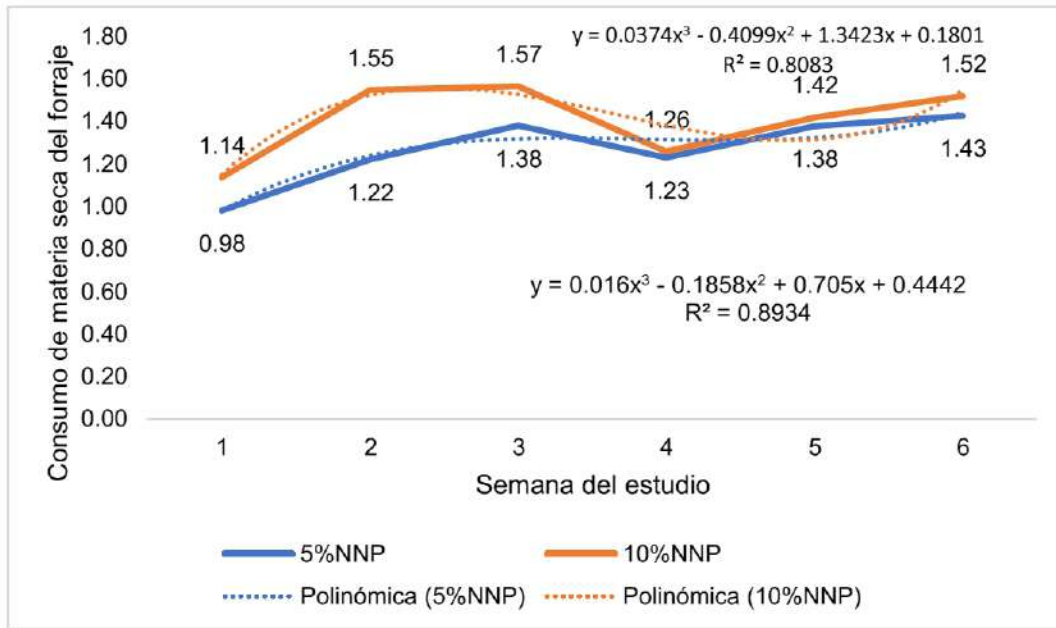
**CUADRO IV. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CONSUMO DE MATERIA SECA DEL FORRAJE.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F VALOR</b>	<b>Pr (&gt;F)</b>
<b>Tratamiento</b>	1	0.22963333	0.229633	1.84	0.2233
<b>Animal(trat) o error A</b>	6	0.74694500	0.12449083		
<b>Semana</b>	5	1.03077475	0.20615495	10.47	<.0001
<b>Trat*semana</b>	5	0.12347492	0.02469498	1.25	0.3091
<b>Error</b>	30	0.059064400	0.01968813		
<b>Total, correcto</b>	47	2.72147200			
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>CV</b>	<b>Raíz MSE</b>	<b>CMS media</b>		
<b>0.782969</b>	<b>10.48296</b>	<b>0.140314</b>	<b>1.338500</b>		

En la GRÁFICA II, se muestran los promedios de consumo de materia seca del forraje en semanas, para el T1 fue de 1.27 kg/animal/día y para el T2 de 1.41 kg/animal/día, respectivamente.

Cuando se suministran suplementos nitrogenados como la urea, los animales aumentan el consumo de materia seca (Cardona, 2022). Sin embargo, cuando el nivel de urea es superior al 10% este consumo de materia seca del forraje disminuye. Barrantes (2008), determinó que el consumo de forraje se afectó de manera negativa cuando se suplementó con metionina melaza y urea, mostrando un efecto sustitutivo en la suplementación. Sin embargo, Preston y Leng (1986), señalan que las fuentes de nitrógeno no proteico adicionadas a los suplementos propenden incrementar la digestibilidad del forraje y por ende su consumo.

**GRÁFICA II. CONSUMO DE MATERIA SECA DEL FORRAJE (kg/animal/día).**



El análisis de varianza con respecto al consumo de materia seca total (ver CUADRO V), no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo, si fue influenciado por las semanas del estudio ( $p < 0.0001$ ) y no hubo una interacción que afectara el consumo de materia seca total. El consumo de materia seca total se refiere a la cantidad consumida de forraje más la sal proteinada en términos de unidad en kilogramos de materia seca. Barrantes, (2008) no encontró diferencias entre los tratamientos, que consistieron en un grupo de novillas que no recibió suplemento versus uno que, si recibió, dicho suplemento fue a base de melaza-urea-metionina. Lo cual concuerda con los resultados encontrados entre los tratamientos de esta investigación.

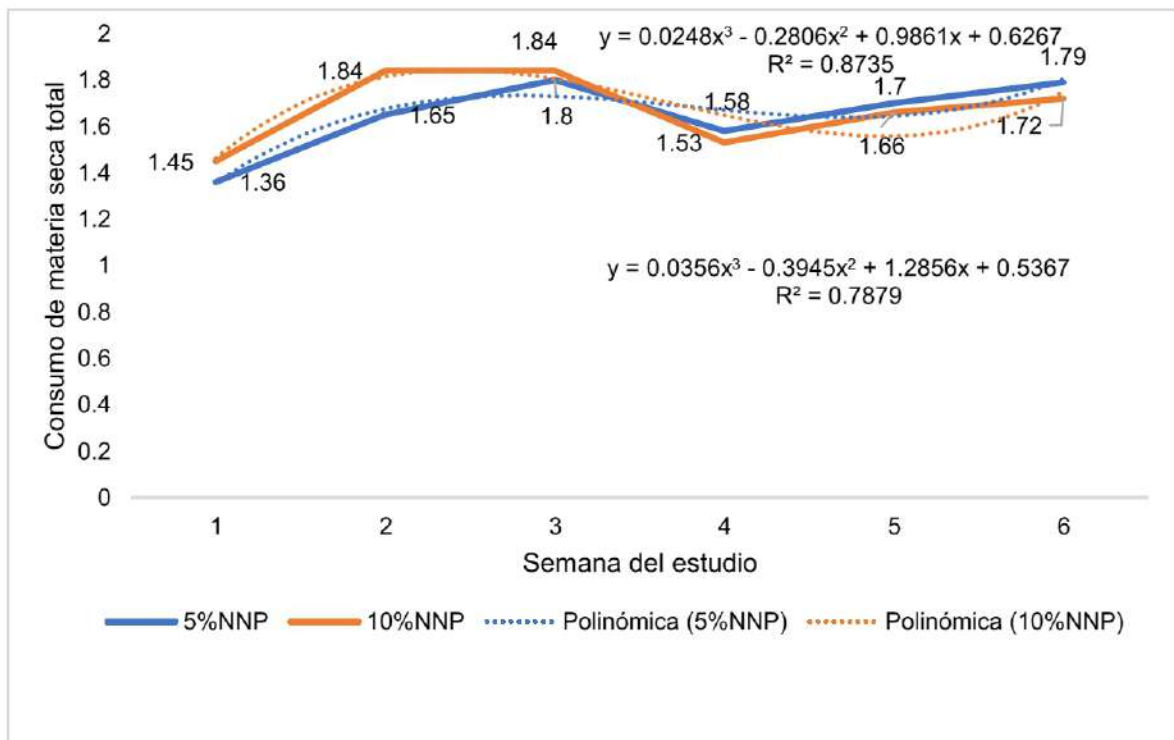
**CUADRO V. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CONSUMO DE MATERIA SECA**

**TOTAL**

Fuente de variación	GL	SC	CM	F VALOR	Pr (>F)
Tratamiento	1	0.00935208	0.00935208	0.05	0.8229
Animal(trat) o error A	6	1.02608858	0.17101476		
Semana	5	0.96137092	0.19227418	10.28	<.0001
Trat*semana	5	0.09709817	0.01941963	1.04	0.4137
Error	30	0.056132092	0.01871070		
Total, correcto	47	2.65523067			
R <sup>2</sup>	CV	Raíz MSE	CMS media		
0.788598	8.245979	0.136787	1.658833		

Por otra parte, el consumo de materia seca total, el promedio de gramos por semanas como se aprecia en la GRÁFICA III, para el T1 fue de 1.64 kg/animal/día y para el T2 de 1.67 kg/animal/día.

**GRÁFICA III. CONSUMO DE MATERIA SECA TOTAL (kg/animal/día)**



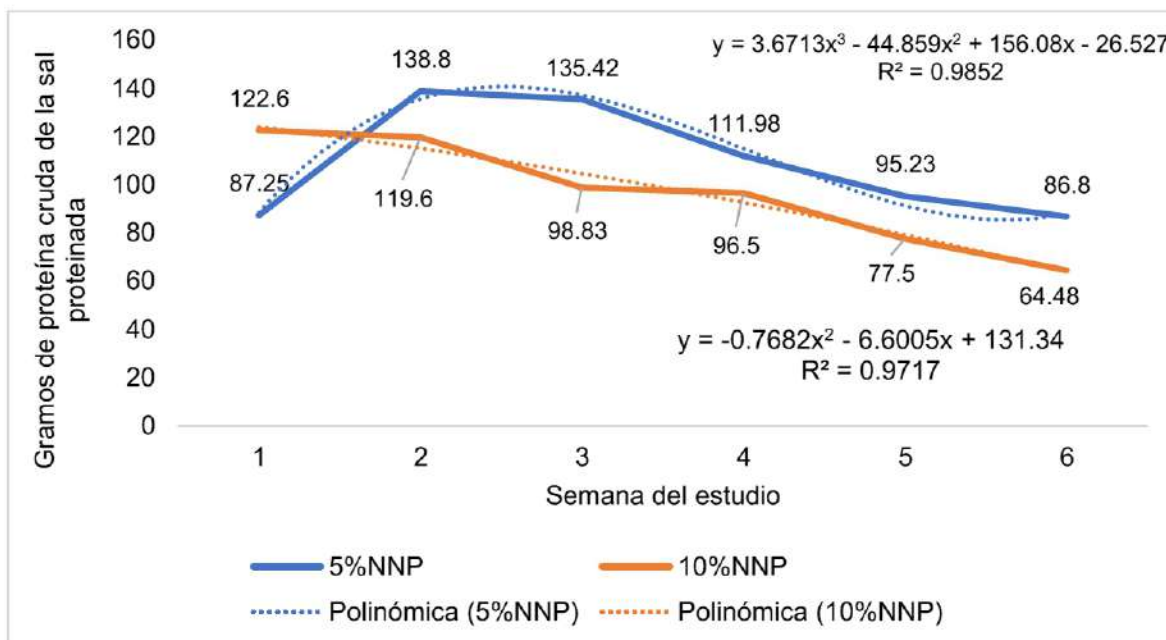
En cuanto al análisis de varianza para los gramos de proteína cruda dentro de la sal proteinada (ver CUADRO VI), los tratamientos con 5 y 10% de NNP en la dieta ejercieron un efecto significativo sobre los gramos de proteína cruda aportados por parte de la sal proteinada, este fue influenciado por las semanas de estudio ( $p < 0.0001$ ) y si hubo una interacción que afectó el aporte de proteína cruda ( $p < 0.0001$ ), teniendo como tendencia el T1 sobre el T2. Marshall *et al.*, (2005b) señalan que la suplementación nitrogenada, primeramente, satisface los requerimientos de nitrógeno, aminoácidos y cadenas carbonadas de los microorganismos del rumen y, en segundo lugar, puede satisfacer los requerimientos de proteína del hospedero, bien sea por el aumento de la cantidad de proteína microbiana producida o por la que escapa a la degradación en el rumen.

**CUADRO VI. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA GRAMOS DE PROTEÍNA CRUDA DE LA SAL PROTEINADA.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F VALOR</b>	<b>Pr (&gt;F)</b>
<b>Tratamiento</b>	1	1924.066875	1924.066875	0.34	0.5826
<b>Animal(trat) o error A</b>	6	34238.62792	5706.43799		
<b>Semana</b>	5	15333.29354	3066.65871	18.47	<.0001
<b>Trat*semana</b>	5	6095.69188	1219.13838	7.34	0.0001
<b>Error</b>	30	4981.87958	166.06265		
<b>Total, correcto</b>	47	62573.55979			
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>CV</b>	<b>Raíz MSE</b>	<b>CMS media</b>		
<b>0.920384</b>	<b>12.52158</b>	<b>12.88653</b>	<b>102.9146</b>		

**GRÁFICA IV. CONSUMO DE PROTEÍNA CRUDA DE LA SAL PROTEINADA (g/animal/día)**

La GRÁFICA IV, ilustra los gramos de proteína cruda de la sal proteinada en promedios por semana, en este caso para el T1 fue 110.75 g/animal/día y 95.10 g/animal/día para el T2.



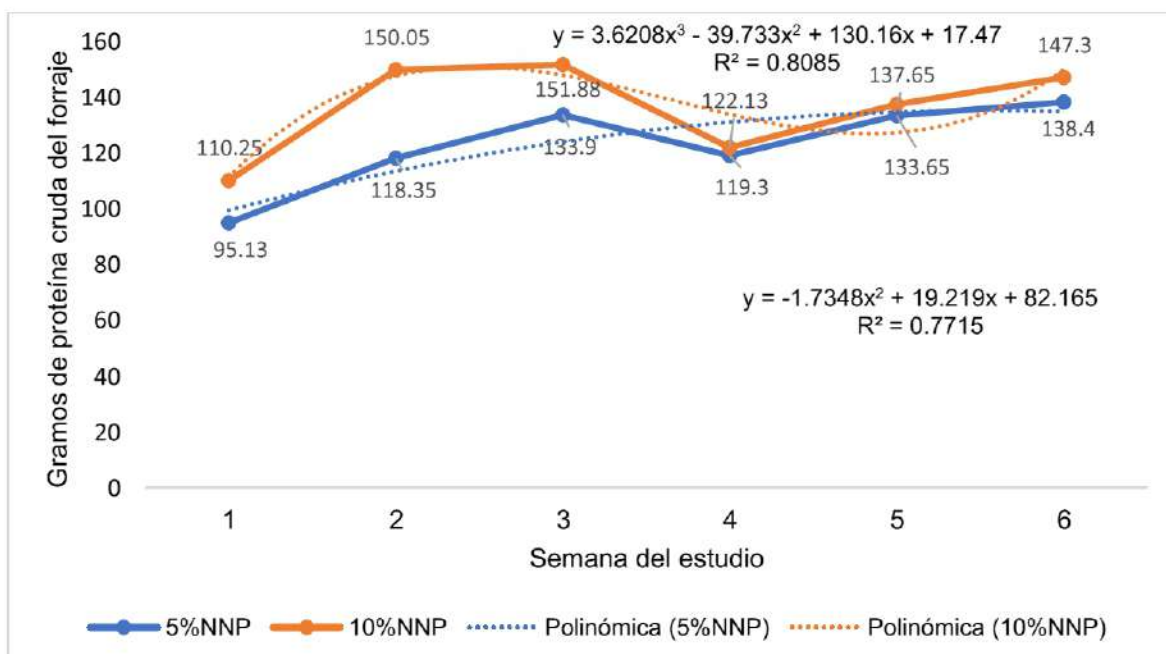
Por otra parte, en el análisis de varianza para los gramos de proteína cruda del forraje (ver CUADRO VII) no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ), solo se encontraron diferencias significativas entre las semanas ( $p < 0.0001$ ) T2 sobre T1 y no existió interacción que afectara el aporte de proteína a partir del forraje. Esto puede estar asociado a lo indicado por Marshall *et al.*, (2005a) quienes evaluaron la suplementación nitrogenada en la digestibilidad y el balance de nitrógeno en carneros con dietas de heno de baja calidad, utilizaron gallinaza como fuente de nitrógeno y encontraron que la mejora de la digestibilidad de los nutrientes y el aumento en la retención de nitrógeno evidenció los beneficios de la utilización de la gallinaza como componente del suplemento proteico.

**CUADRO VII. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CONSUMO DE PROTEÍNA CRUDA A PARTIR DEL FORRAJE.**

Fuente de variación	GL	SC	CM	F VALOR	Pr (>F)
Tratamiento	1	2161.425208	2161.425208	1.84	0.2234
Animal(trat) o error A	6	7036.932917	1172.822153		
Semana	5	9702.656875	1940.531375	10.47	<.0001
Trat*semana	5	1158.468542	231.693708	1.25	0.3109
Error	30	5560.05958	185.33532		
Total, correcto	47	25619.54313			
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>CV</b>	<b>Raíz MSE</b>	<b>CMS media</b>		
<b>0.782976</b>	<b>10.48576</b>	<b>13.61379</b>	<b>129.8312</b>		

En la GRÁFICA V, que corresponde a los gramos de proteína cruda del forraje por semanas el promedio para T1 fue de 122.23 g/animal/día y de 137.45 g/animal/día para T2, respectivamente.

**GRÁFICA V. CONSUMO DE PROTEÍNA CRUDA A PARTIR DEL FORRAJE (g/animal/día)**



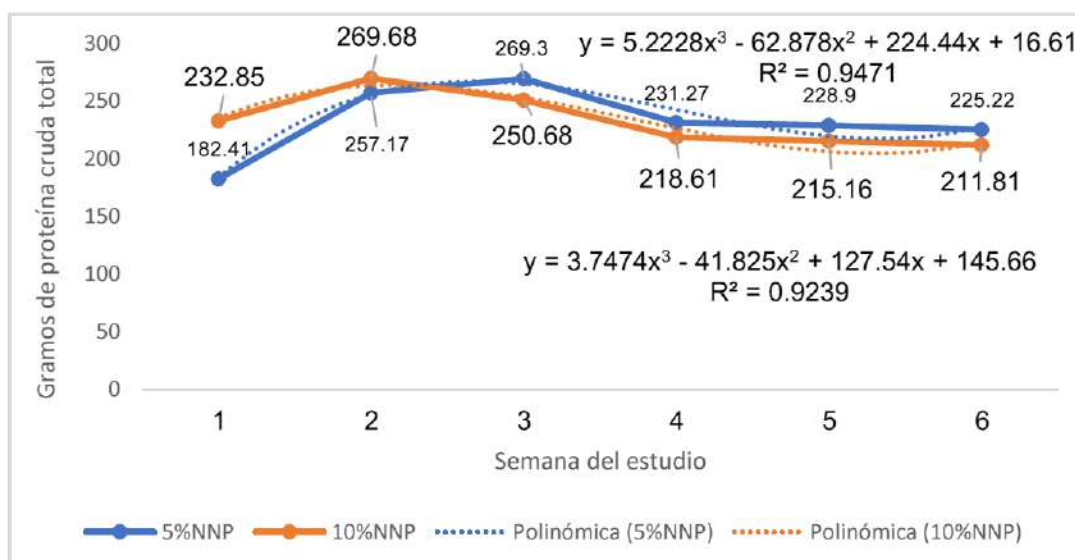
Finalmente, el análisis de varianza para los gramos de proteína cruda total consumidos (ver CUADRO VIII), no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ), solamente se encontraron diferencias entre las semanas ( $p < 0.0001$ ), y no hubo una interacción que afectara este aporte de proteína cruda total.

**CUADRO VIII. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA GRAMOS DE PROTEÍNA CRUDA TOTAL.**

Fuente de variación	GL	SC	CM	F VALOR	Pr (>F)
Tratamiento	1	6.79507500	6.79507500	0.00	0.9750
Animal(trat) o error A	6	38338.86258	6389.81043		
Semana	5	21541.66354	4308.33271	13.90	<.0001
Trat*semana	5	7148.25818	1429.65164	4.61	0.0031
Error	30	9299.01462	309.96715		
Total, correcto	47	76334.59399			
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>CV</b>	<b>Raíz MSE</b>	<b>CMS media</b>		
<b>0.878181</b>	<b>7.564114</b>	<b>17.60588</b>	<b>232.7554</b>		

Como se puede observar en la GRÁFICA VI con respecto a los gramos de proteína cruda total en promedio por semana, estos valores fueron de 233.16 g/animal/día para T1 y de 232.50 g/animal/día para T2.

**GRÁFICA VI. CONSUMO DE PROTEÍNA CRUDA TOTAL (g/animal/día).**



Las razas de origen africano como la Pelibuey y Dorper tienen bajos requerimientos de proteína debido a que es una adaptación al bajo contenido de proteína de los pastos, durante los periodos secos del año lo cual sugiere que la eficiencia del uso de la proteína a niveles bajos de ganancia de peso, en comparación con las razas de clima templado (González *et al.*, 1997).

Los niveles de urea utilizados en esta investigación no afectaron a los ovinos, ya que no presentaron síntomas de intoxicación. Al respecto, Vivian *et al.*, (2017) determinaron que la adición de 1.5% de urea a las dietas no cambio el consumo ni la eficiencia del alimento ni el rendimiento animal, y no causó trastornos metabólicos en los corderos en la fase de engorde.

También se pudo determinar que, entre la segunda y tercera semana, los ovinos alcanzaron el consumo máximo de nitrógeno y de ahí en adelante el consumo fue descendiendo progresivamente hasta el final del estudio.

Esto puede estar asociado a lo señalado por Alves *et al.*, (2012) quienes evaluaron el efecto de los niveles de urea en alimentos ovinos sobre el balance de nitrógeno (NB), el N-urea plasmática y los parámetros ruminales, mostraron que la inclusión de urea hasta un nivel de 1.5% de la materia seca (MS) de la dieta aumentaba linealmente las concentraciones de N-NH<sub>3</sub> en líquido ruminal y N-urea en plasma; sin embargo, no altero NB.

**CUADRO IX. CONSUMO DE UREA (g/animal/día)**

T1	Gramos/animal/día	T2	Gramos/animal/día
<b>Animal 862</b>	11.86	<b>Animal 865</b>	23.13
<b>Animal 845</b>	13.63	<b>Animal 850</b>	27.02
<b>Animal 863</b>	11.91	<b>Animal 848</b>	20.78
<b>Animal 842</b>	9.07	<b>Animal 858</b>	22.31
<b>Promedio/a/día</b>	<b>11.61g/a/día</b>	<b>Promedio/a/día</b>	<b>23.31g/a/día</b>

Como se puede apreciar en el CUADRO IX, el consumo promedio de urea por día para el T1 fue de 11.61 g/a/día y para el T2 fue de 23.31 g/a/día, sin embargo, es importante señalar que no se encontró literatura que señale cual es la dosis de urea específica que deben consumir los ovinos, ya que McDonald *et al.*, en (1999), realizaron estudios en el ganado ovino y obtuvieron que animales que consumieron la pequeña cantidad de 8.5 g/día murieron, en tanto que otros animales que consumieron 100 g/día no presentaron efectos negativos.

Es importante destacar los trabajos realizados recientemente por (Geron *et al.*, y Vivian *et al.*, 2017), quienes evaluaron el rendimiento y perfil químico sérico de corderos alimentados con raciones con niveles crecientes de urea de liberación lenta y obtuvieron que niveles de urea de 0.6%, 0.8% y 1.5% proporcionaron los mejores valores de balance de nitrógeno y no cambió el consumo de alimento ni la eficiencia o el rendimiento de los animales.

Al realizar el análisis de varianza para el peso (ver CUADRO X) de las unidades experimentales, los niveles de NNP utilizados en la dieta no influyeron sobre la ganancia diaria de peso, solamente se pudo observar que las semanas si influyeron sobre esta variable ( $p < 0.0001$ ) T1 sobre T2, y no hubo una interacción que afectara la ganancia diaria de peso.

**CUADRO X. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA GANANCIA DIARIA DE PESO.**

Fuente de variación	GL	SC	CM	F VALOR	Pr (>F)
Tratamiento	1	34.96960208	34.96960208	0.48	0.5150
Animal(trat) o error A	6	438.4689458	73.0781576		
Semana	5	16.6337188	3.3267438		<.0001
Trat*semana	5	0.6587854	0.1317571	0.50	0.7771
Error	30	7.9789792	0.2659660		
Total, correcto	47	498.7100312			
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>CV</b>	<b>Raíz MSE</b>	<b>Peso g/animal/día</b>		
<b>0.984001</b>	<b>1.592370</b>	<b>0.515719</b>	<b>32.38688</b>		

Como ilustra la Gráfica VII, se obtuvo una ganancia de peso de 33.22 g/animal/día para el T1 y de 31.52 g/animal/día para el T2. Lo cual, como nos indicó el CUADRO X no representó diferencias significativas.

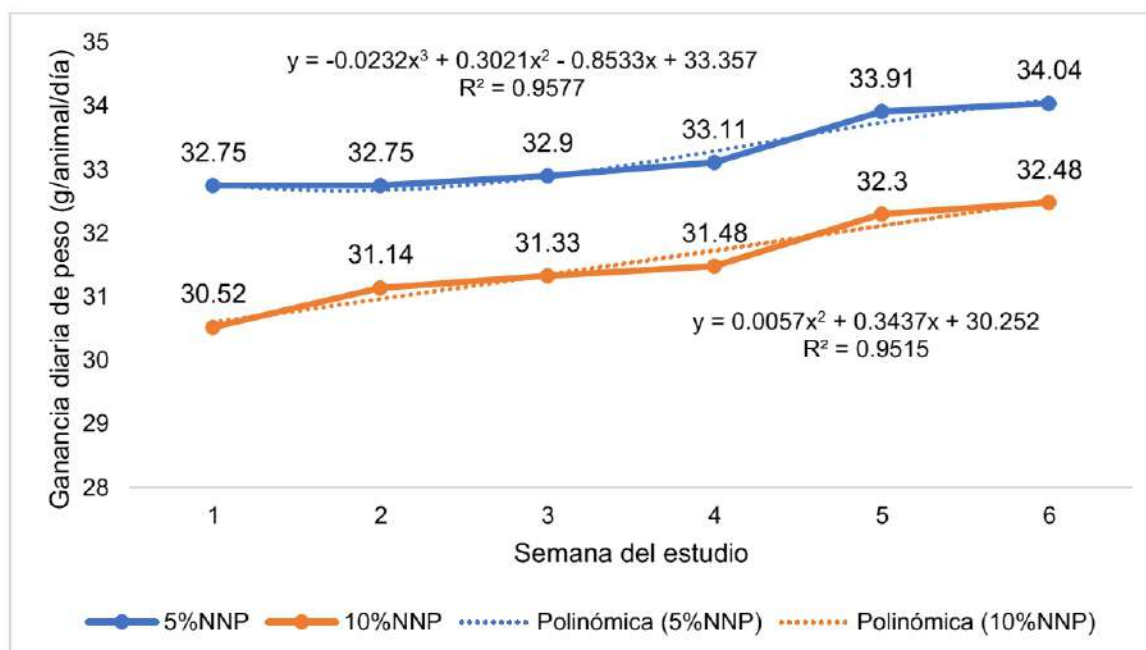
Estas ganancias diarias de peso son superiores a las reportadas por Sudana y Leng (1986), quienes obtuvieron ganancias de 10 g/día en ovinos de 22 kg de peso vivo alimentados con una dieta básica de pasto y suplementados con bloques de melaza al 10%.

Aunque no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, si se puede apreciar en la gráfica VII, que el T1 en las semanas fue ligeramente superior al T2.

Al respecto, Robleto *et al.*, (1992) emplearon bloques de melaza con dos niveles de urea (5% y 10%), obteniendo mejores resultados con el porcentaje de 5% de urea, lo cual nos indica la factibilidad del uso de estos suplementos en ovinos en crecimiento para mejorar la productividad y ganancia de peso respectivamente.

Por otra parte, Zapata *et al.*, (2004), encontraron las mejores ganancias de peso con un nivel de urea de 1% (98,8 g/día), mientras que cuando los niveles fueron aumentando a 1.5, 2 y 3% las ganancias de peso fueron intermedias (75.4, 87,9 y 88.8 g/día), respectivamente, es importante señalar que la raza de ovinos utilizadas en el estudio antes mencionado fue la West African y estas razas no superan los 100 g/día (Mejía *et al.*, 1991).

**GRÁFICA VII. GANANCIA DIARIA DE PESO (g/animal/día)**



Son escasos los trabajos donde se haya evaluado exhaustivamente la utilización de nitrógeno no proteico (urea) en ovinos debido a que no se ha establecido una dosis de gramos/animal/día, como si está establecida en bovinos. De hecho, la mayoría de las investigaciones utilizando urea se han llevado a cabo en bovinos.

Por ende, es importante señalar que este trabajo servirá de base para futuras investigaciones en el área de los ovinos y a productores, ya que en los últimos años esta actividad ha ido en incremento a nivel nacional.

## VII. ANÁLISIS ECONÓMICO

**CUADRO XI. TRATAMIENTO 1 CON 5% DE UREA.**

Insumo	%	Lb	Costo BI/ qq(45.36)	Costo total BI
<b>Soya</b>	20	20	31.60	6.32
<b>Pulidura de arroz</b>	40	40	12.00	4.80
<b>Sal común</b>	20	20	9.80	1.96
<b>Mineral</b>	14	14	34.70	4.85
<b>Urea</b>	5	5	52.00	2.60
<b>Azufre</b>	1	1	1.60	0.016
<b>Total</b>	100%	100		20.54

**CUADRO XII. TRATAMIENTO 2 CON 10% UREA.**

Insumo	%	Lb	Costo BI/ qq(45.36)	Costo total BI
<b>Soya</b>	15	15	31.60	4.74
<b>Pulidura de arroz</b>	40	40	12.00	4.80
<b>Sal común</b>	20	20	9.80	1.96
<b>Mineral</b>	14	14	34.70	4.85
<b>Urea</b>	10	10	52.00	5.20
<b>Azufre</b>	1	1	1.60	0.016
<b>Total</b>	100%	100		21.56

En relación al análisis de viabilidad de los tratamientos, se observó para el análisis económico, que suplementar con el T1 sería de B/ 20.54 por año y con el T2 sería de B/ 21.56 por año, basado en el costo de la mezcla y consumo diario.

**CUADRO XIII. CÁLCULOS DE COSTO POR KILOGRAMO DE SAL PROTEINADA Y FORRAJE**

MS: Materia Seca, Kg: kilogramos, B/.: balboa

<b>T1</b>	<b>T2</b>
MS=88.6%	MS= 89.2%
$45.36 \times 88.6 / 100 = 40.18 \text{Kg}$	$45.36 \times 89.2 / 100 = 40.46 \text{Kg}$
Costo por kilogramo= \$/Kg=	Costo por kilogramo=
$20.54 / 4018 = \text{B/} . 0.51$	$\$/\text{Kg} = 21.56 / 40.46 = \text{B/} . 0.53$
Costo por consumo de MS de sal proteinada= $0.376 \times 0.51 = \text{B/} . 0.19$	Costo por consumo de MS de sal proteinada= $0.265 \times 0.53 = \text{B/} . 0.14$
Costo por consumo de MS de forraje= $1.27 \times 0.40 = \text{B/} . 0.51$	Costo por consumo de MS de forraje= $1.41 \times 0.40 = \text{B/} . 0.56$
Costo de heno= paca de 35 libras (15.91Kg) = B/. 5.50 y MS de 87%	
13.84Kg de MS tiene la paca	
$5.50 / 13.84 = \text{B/} . 0.40 / \text{kg MS paca}$	

Para ambos tratamientos el costo total de alimentación fue de **B/. 0.70**

El costo por kilogramo de mezcla para el T1 fue de B/. 0.51 y para el T2 de B/. 0.53.

En tanto que el costo por consumo de MS de sal proteinada de T1 y T2 fue de B/. 0.19 y 0.14.

Para el costo de consumo de MS del forraje para T1 y T2 fue de B/. 0.51 y 0.56, para el heno el costo por kilogramo fue de B/. 0.40. Para ambos tratamientos el costo total de alimentación fue de B/. 0.70.

Es importante resaltar que estos costos fueron calculados en base al precio de los ingredientes en el mercado a finales del 2022 e inicios de 2023.

## **VIII. CONCLUSIONES**

El nivel de urea utilizado en la dieta no afectó el consumo total de materia seca, pero si el consumo individual de materia seca del suplemento y del forraje sin afectar el costo de alimentación ni la ganancia de peso diario.

El consumo diario de urea no afectó negativamente a los animales debido que ninguno presentó efectos secundarios.

## **IX. RECOMENDACIONES**

- Emplear un nivel de urea de 5% en una sal proteinada aumenta el consumo de este suplemento por parte de los ovinos.
- Homogeneidad de los animales dentro de los tratamientos.
- Tener un periodo de tiempo más prolongado para poder ver el comportamiento en ovinos suplementos con sal proteinada.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez F. J; Dixon M. R & Preston F. R. (1983) Ammonia requirements for rumen fermentation. En: Recent advances in animal nutrition in Australia (Eds. D. J. Farrell y P. Vohra). University of New England. Armidale, Australia. 9A p.
- Álvarez, F.J & Preston, T.R. (1976). Studies on urea utilization in sugar cane diets: effect of level. *Tropical Animal Production*. 1, 98-104.
- ALVÉS, EN; PEDREIRA, MS; PEREIRA, MLA; ALMEIDA, PJP; GONSÁLVES NETO, J.; FREIRE, LDR. (2012). Harina de vainas de mezquite asociada con niveles de urea en alimento para ovinos: balance de nitrógeno, N de urea en plasma y parámetros ruminales. *Acta Scientiarum. Ciencias Animales, Maringá*, *34* (3), 287-295.
- Araque, C., D'aubeterre, R., Quijada, T., Dickson L., Muñoz G., Sánchez A. (2008). Efectos de la complementación con heno-melaza-urea sobre parámetros productivos en cabras criollas a pastoreo. *Rev. Cient. (Maracaibo)*, *18* (4), 398-402.
- ARC. (1980). Agricultural Research Council. Nutrient Requirements of Ruminant Livestock.
- Barrantes, R. (2008). Efecto de la suplementación con melaza –urea –metionina sobre el desempeño productivo de novillas de reemplazo (*Bos taurus* x *Bos indicus*). Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Costa Rica. San Carlos, Costa Rica.

- Batista, A. (2013). Todo el año y mes por mes preparémonos para la sequía. Guía técnica y didáctica para productores y ganaderos. 1ra edición. Panamá, Panamá: Ministerio de Desarrollo Agropecuario.
- Berger, A. L. and Rasby, R. J. 2011. Limiting feed intake with salt in beef cattle. Nebwide, University of Nebraska, Lincoln Extension. G 2046.
- Bloomfield, R.A., Garner, G.G., Muhrer, M.E. (1960) Kinetics of urea in sheep. *Journal of Animal Science*.19, 1248.
- Borsting, C., Kristensen, T., Misciattelli, L., Hvelplund, T., & Weisbjerg, M. (2003). Reducing nitrogen surplus from dairy farms. Effects of feeding and management. *Livest. Prod. Sci.*, 165-178.
- Bracho, M. (2001). Importancia de las sales catiónicas y aniónicas en la alimentación de vacas lecheras. Zulia. Venezuela.
- Broderick, GA (2006). Estrategias nutricionales para reducir la proteína cruda en dietas lácteas. Proc. 21ª Conferencia Anual de Manejo y Nutrición del Suroeste, Tempe, AZ.. <http://www.dairyweb.ca/Resources/SWNMC2006/Broderick.pdf>
- Cardon, B. P., E. B. Stanley, W. J. Pistor, and J. C. Nesbitt. 1951. The use of salt as a regulator of supplemental feed intake and its effect on the health of range livestock. *Arizona Agric. Exp. Sta. Bull.* 239:1–15.
- Cardona, J. F. (2019). ¿Cómo suministrar la urea en la alimentación de rumiantes? Disponible en: Contexto Ganadero. Fedegán. Módulo de alimentación Bloques Multinutricionales. <https://nutrinews.com/como-suministrar-la-urea-en-la-alimentacion-de-rumiantes/>

- Cardoso, D. (2021). Azufre en rumiantes: La importancia de evaluar el suministro total. Disponible en: <https://www.engormix.com/lecheria/minerales-vaca-lechera/azufre-rumiantes-importancia-evaluar-a48610/>
- Catanese A. y E. Micale. (1993). Evaluación de bloque multinutricional en la alimentación de ovinos. Trabajo de Grado. Univ. Central Ven., Fac. Agronomía. Maracay. 138 pp.
- Chalupa, W. (1968). Problems in feeding urea to ruminants. *Journal of Animal Science*. 27, 207-219
- CIMMYT. (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México D.F., México: CIMMYT.
- CNCPS. Cornell Net Carbohydrate and Protein System for evaluating cattle diets. Search: Agriculture. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta., nº 34, 1990.
- Conrad, H.R., Hibbs, J.W. (1968). Nitrogen utilization by the ruminant. Appreciation of its nutritive value. *Journal Dairy Science*. 51: 276- 285.
- Contexto Ganadero. (2023). Beneficios de la flor de azufre en la producción bovina. Disponible en: <https://contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/beneficios-de-la-flor-de-azufre-en-la-produccion-bovina>
- Escalona, R., P., R., Barzaga, G., De La Cruz, B., & Maurenios, C. (2007). Intoxicacion por urea en rumiantes. Retrieved from Facultad de medicina veterinaria, Universidad de Granma: <http://www.produccion-animal.com.ar>

- Firkins, J.L., Yu, Z., Morrison, M. (2007). Ruminant nitrogen metabolism: Perspectives for integration of microbiology and nutrition for dairy. *Journal Dairy Science*. 90 (Suppl. E), p. E1-E16.
- Fuentes, V. (2014). Utilización de urea en la alimentación de ovinos. Disponible en: <https://www.engormix.com/ovinos/foros/utilizacion-urea-alimentacion-ovinos-t7888/> consultado: 10/3/2022
- Geron, L. J. V., Garcia, J., Aguiar, S. C. de, Costa, F. G. da, Silva, A. P. da, Sousa Neto, E. L., Carvalho, J. T. H. de, Roberto, L. S., Coelho, K. S. M., & Santos, I. S. (2018). Ureia de liberação lenta na alimentação de ovinos sobre o balanço de nitrogênio. *Semina: Ciências Agrárias*, 39(2), 683–696.
- Helmer, L.; Bartley, E. (1971): Progress in the utilization of urea as a protein replacer for ruminants. A Review. *Journal Dairy Science*. 54:25-51.
- Hernández Muñoz, A.; Estrada Ramos P. & Torres Tijerina I. 2005. Efecto de la proteína en la canal ovina. *Memorias del III simposio sobre Rumiantes*. Guadalajara. Jalisco México. 78- 89.
- Hertentains, L. (29 de marzo de 2021). Elaboración de sal proteinada. Facebook. [https://www.facebook.com/idiap/posts/2323101624452518?comment\\_tracking=%7B%22tn%22%3A%22O%22%7D](https://www.facebook.com/idiap/posts/2323101624452518?comment_tracking=%7B%22tn%22%3A%22O%22%7D)
- Huntington, G.B., Archibeque, S.L. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. *Proc. Am. Soc. Anim. Sci.*, 1999. Disponible en: <http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0939.pdf>. Consultado 15/07/2009

- Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). (2012). Uso eficiente de sal proteinada para animales en pastoreo. Esteban Arosemena.
- Kaneko J. Jerry MLB. Clinical Biochemistry of Domestic Animals [Internet]. 6a ed. Academic Press; 2008 [citado el 30 de enero de 2019]. 928 p. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123704917X00013>
- Kawas, J. R.; Huston, J. E. (1990). Nutrients of hair sheep in tropical and subtropical regions. in Shelton, m.; Figueiredo, e. a. p. (eds.) hair sheep production in tropical and subtropical regions. chapter 4. (Small ruminant-collaborative research support program. us-aid).
- Kolb, E. (1986). La Fisiología Veterinaria. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Volumen 1.
- Lapierre H., Lobley, G.E. Nitrogen recycling in the ruminant: A review. J. Dairy Sci., 2001, vol. 84 (E suppl.), p. E223-E236.
- Leng, R. (1990). Factors affecting the utilization of poor- quality forages by ruminants particularly under tropical conditions. Nutr.Res. Rev. 3: 277 - 303.
- Loosli J. K. y McDonald I. W. (1969). El nitrógeno no proteico en la nutrición de los rumiantes, FAO, Estudios Agropecuarios, Malta, 75:3-10.
- Lopes, S, L, R. 2001.Suplementacao de bovinos em pastejo. EMBRAPA, gado de corte. Revista Brasileira de Zootecnia. Brasil.
- Martines, A. (2009). Urea de lenta degradación ruminal como sustituto de proteína vegetal en dietas para rumiantes. Revista electrónica de veterinaria. vol. 10, p. 224-227 <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>.

- Marshall, W., Bertot, J. A., Collantes, M., Corchado, A., Delgado, A., Uña, F., & Vila, M. (2005a). La suplementación nitrogenada en la digestibilidad y el balance de nitrógeno en carneros con dietas de heno de baja calidad. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 39(2), 181-186.
- Marshall, W., Collantes, M., Corchado, A., Bertot, A., Uña, F., Torres, V., & Sarduy, L. (2005b). Predicción de la canal, composición tisular y rasgos regionales en corderos Pelibuey suplementados con gallinaza y harina de soya. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 39(1), 35-42.
- Martínez Meléndez, I.; I. Mena Hernández y J. Avalos Duran. 2001. Granos y energéticos para los rumiantes. Editorial Corrua. Zaragoza, España. V. 6. p. 44-56.
- Maure Espinosa J. L.; Herrera, D; Espinosa, J; Medina E. (abril de 2018) Suplementación con sal proteinada para el desarrollo de novillas de reemplazo en sistemas doble propósito. Conferencias de LXIII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales - 2018 Innovación tecnológica para el desarrollo sostenible del agro y la soberanía alimentaria
- McDonald, P.; Edwards, R.A.; Greenhalgh, J.F.D.; y Morgan, C.A. (1999). *Nutrición Animal*. Editorial Acribia S.A.
- Medina Alba, G.; González Sánchez, A.; & Pérez San Román, T. (2004). Características permisibles para la clasificación de la canal ovina. Memoria III congreso nacional de ovinos tropicales. México D.F. 134-141.

- Mejía, C.E.; Rosales, M.; Vargas, J.E.; y Murgueitio, E. (1991). Intensive production from african hair sheep fed sugar cane tops, multnutritional blocks and tree foliage. *Livestock Research for Rural Development*. 3(1), 53-58.
- Moreno, G. M. B., Buzzulini, C., Borba, H., Costa, A. J., Lima, T. M. A., & Dourado, J. F. B. (2011). Efeito do genótipo e do teor de proteína da dieta sobre a qualidade da carne de cordeiros. *Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 12(3), 630-640.
- Moseley, G., and D. I. H. Jones. 1974. The effect of sodium chloride supplementation of a sodium adequate hay on digestion, production and mineral nutrition of sheep. *J. Agric. Sci.* 83:37-42.
- Nolan, J.V., Dobos, R.C. Nitrogen transanctions in ruminants. In J. Dijkstra, J.M. Forbes and J. France (eds), *Quantitative aspects of ruminal digestion and metabolism* 2nd ed. Wallingford (UK): CABI Publishing, 2005 p. 177-206.
- NRC (National Research Council). *Nutrient requirements of dairy cattle* (7th rev. ed.). Washington DC: National Academy Press, 2001.
- Oporta, J.A. (1983). Problemática de la alimentación de verano en Nicaragua, Managua. Programa Nacional de Pastos DGTA – MIDINRA. 29p.
- Pérez Ramírez, H.; E. Zavaleta Reyes y O. Castro García. 2006. Ganancia de peso en ovinos Dorper bajo un sistema de pastoreo con suplementación ofrecida a diferentes horas del día. Tesis de Maestría. *Nutrición Animal*. Universidad Autónoma de México (UNAM). México. D.F. p. 22-31.
- Pérez, J y Sánchez, C. (2013). Urea protegida en la engorda de corderos. Tesis de pregrado. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México.

- Preston, T. R.; y Leng, R. A. (1986). *Supplementation of diets based in fibrous residues and by products*. Elsevier Press. Amsterdam.
- Reyes, D. J., Hernández, M. O., Ramírez, B. E., Guerrero, L. I., Aranda, O. G., & Mendoza, M. G. (2011). Efecto de la suplementación con grasas protegida sobre la producción y calidad de la carne de toretes mexicano doble propósito. *Revista Medicina Veterinaria y Zootecnia*. 16 (1), 2292-2301.
- Riggs, J. K., R. W. Colby, and L. V. Sells. 1953. The effects of self-feeding salt-cottonseed meal mixtures to beef cows. *J. Anim. Sci.* 12:379–393.
- Robleto, L. A.; Guerrero, A. D.; y Fariñas, T. (1992). Comparación de dos niveles de urea en bloque de melaza sobre la ganancia de peso en borregos criollos. *Livestock Research for Rural Deveploment*. 4(1),
- Rodríguez, R.; Sosa, A & Rodríguez, Y. (2007). La síntesis de proteína microbiana en el rumen y su importancia para los rumiantes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 41, núm. 4, pp. 303-311 Instituto de Ciencia Animal, Cuba.  
<https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017712001.pdf>
- Rojas, L. X, 1994. Estado mineral de una finca en el suroeste de los Llanos de Venezuela. *Zootecnia Tropical*, Volumen 12. Venezuela.
- Ruiloba, M., & Saldaña, C. (2002). EVALUACIÓN DE DOS NIVELES DE UREA EN UNA MEZCLA DE SAL MINERALIZADA PARA EL SUMINISTRO A LIBRE COSUMO DE PROTEÍNA A NOVILLOS. *Ciencia Agropecuaria*, (12), 177-189. Recuperado a partir de <http://www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/346>.

- Russell, J.B., O'Connor, J.D., Fox, D.G, Van Soest, P.J., Sniffen, C.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. *J. Anim. Sci.*, 1992, vol. 70, p. 3551-361.
- Saldaña Ríos, C I; Ortega Ríos, H & Días Granado, D. (2016) Constantes fisiológicas de ovinos Pelibuey, Dorper y Katahdin en ecosistemas de bosque húmedo tropical. *CIENCIA AGROPECUARIA*.25;120
- Samudio, A. (2017) Principios digestivos de los animales domésticos.
- Sánchez, J. (2007). Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero. *XI Seminario de Pastos y Forrajes en sistemas de producción animal. Barquisimeto, Venezuela, 1-24.*
- Santini, F (2014) Conceptos básicos de la nutrición de rumiantes. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Unidad integrada Balcarce. Curso de nutrición animal aplicada dictado los días 14,15 y 16 de mayo de 2014.
- Statistical Analysis System (SAS), 1997, 2001. *General Lineal Models and the Analysis of Variance – Covariance*. North Caroline State University, Raleigh, NC, USA.
- Schaadt Jr., H., Johnson, R.R., McClure, K.E. (1966) Adaptation to and palatability of urea, biuret and diammonium phosphate as NPN sources for ruminants. *Journal of Animal Science*. 25: 73-77.
- Sowell, B. F., J. G. P. Bowman, E. E. Grings, and M. D. MacNeil. 2003. Liquid supplement and forage intake by range beef cows<sup>1</sup>. *J. Anim. Sci.* 81:294–303.

- Stritzler N; Gallardo M y Gingins M. (1983) Suplementación nitrogenada en forrajes de baja calidad. *Revista Argentina de Producción Animal*. 3(4): 283-309.
- Sudana, I.B.; y Leng, R.A. (1986). Effects of supplementing wheat straw with urea-molasses block and/or cotton seed meal, in intake and liveweight change of lambs. *Animal Feed Science and Technology*. 15: 16-35.
- Tamminga S. 1992. Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. *J Dairy Sci* 75, 345-57.
- Torell D. (1977). Feeding sheep and goats. *En: Church D.(Ed.). Livestock feeds and feeding*. O&B Books. Oregon, U.S.A, pp. 209-222.
- VAN SOEST, P.I. (1994). "Nutritional Ecology of the Ruminant". 2nd. Ed. Comstock Publishing Associates. Ithaca, N.Y. USA. 476 p.
- Vivian, D. R., Garcez Neto, A. F., Freitas, J. A., Fernandes, S. R., & Rozanski, S. (2017). Desempenho e perfil metabólico de cordeiros alimentados com ração contendo níveis crescentes de ureia. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(2), 919–930.
- Wegner M.I., Booth, A.N., Bohstedt, G., Hart, E.B. (1941) The utilization of urea by ruminants as influenced by the level of protein in the ration. *Journal Dairy Science*. 24: 835-844.
- Zapata, C.; Obispo, N.; Díaz, Y.; Palma, J.; y Gil, J. (2004). Efecto de la sustitución parcial de la proteína de la dieta por urea sobre el consumo voluntario de materia seca y respuesta productiva de corderos. *Zootecnia Tropical*. 22(1), 29-48.