

**UNIVERSIDA PÚBLICA DE EL ALTO
VICERRECTORADO
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOOGÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIA ANIMAL Y TECNOLOGÍA
CARRERA MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**“EFECTO DE PROTECTOR DE UREA EN BASE A JABÓN CÁLCICO
Y SÓDICO EN LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS DE LECHE EN EL
CENTRO EXPERIMENTAL DE KALLUTACA,
LA PAZ, BOLIVIA”**

PROYECTO FINANCIADO CON RECURSOS PROPIOS
Resolución HCC N° 001/2021

EQUIPO DE INVESTIGADORES:

M.V.Z. Alan Marquez Apaza
Univ. Moises Mamani Villca
Univ. Patricia Ximena Mamani Marin

EL ALTO – BOLIVIA
2021

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

AUTORIDADES

Dr. Carlos Condori Titirico
RECTOR

Dr. Efrain Chambi Vargas Ph. D.
VICERRECTOR

Dr. Antonio López Andrade Ph. D.
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Ing. Laureano Coronel Quispe
**DECANO DE ÁREA CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES**

Lic. MVZ Rodolfo Efrain Berdeja Ovidio
DIRECTOR DE CARRERA MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

M. Sc. Nestor Salazar Laime
COORDINADOR INSTITUTO DE INVESTIGACIONES

SENAPI

DERECHOS RESERVADOS: Universidad Pública de El Alto

Dirección UPEA: Av. Sucre s/n Zona Villa Esperanza

Diciembre. 2021
El Alto – Bolivia

PRESENTACIÓN

La universidad boliviana tiene como objetivo generar nuevos conocimientos científicos que respondan a las demandas y necesidades de la población, desde el punto de vista productivo es fundamental solucionar los problemas estructurales referentes a la producción animal, donde la alimentación es un aspecto sobresaliente.

La investigación titulada EFECTO DE PROTECTOR DE UREA EN BASE A JABÓN CÁLCICO Y SÓDICO EN LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS DE LECHE EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE KALLUTACA, LA PAZ, BOLIVIA fue realizada entre los meses de abril a octubre de la gestión 2021, la misma aporta conocimientos científicos inéditos, los cuales podrán ser llevados a la práctica común en la alimentación de rumiantes, mejorando la producción y elevando la calidad de vida de los productores.

M. Sc. MVZ Alan Marquez Apaza

DOCENTE INVESTIGADOR

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

La Universidad Pública de El Alto, sus máximas autoridades y personal administrativo por su apoyo a la investigación.

A la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia por el apoyo logístico e institucional a la investigación.

Al Director de carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia por la confianza depositada en el equipo científico.

Al Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Tecnología de Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia por el apoyo a la investigación.

A los encargados, personal técnico, pasantes y tesistas por el apoyo desinteresado a la investigación.

ÍNDICE

CAPITULO I: INTRODUCCION.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.2.1. Objetivo general.....	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. HIPÓTESIS.....	2
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	2
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. MENCIÓN DE OTROS ESTUDIOS RELATIVOS AL TEMA.....	4
2.1.1. Reseña histórica del uso de nitrógeno no proteico en la dieta de rumiantes.....	4
2.1.2. Metabolismo de la urea en rumiantes.....	5
2.1.3. Toxicidad de la urea.....	7
2.1.4. Proceso de saponificación.....	7
2.1.5. Composición de la leche bovina.....	7
2.2. MENCIÓN DE LOS PUNTOS DE VISTA DE OTROS INVESTIGADORES..	9
2.3. CORRIENTE O ENFOQUE ELEGIDO POR EL INVESTIGADOR.....	9
2.4. IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES.....	10
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	11
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	11
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
3.3. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
3.3.1. Variables independientes.....	12
3.3.2. Variables dependientes.....	12
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	13
3.5. AMBIENTE DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	14
3.7. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
3.7.1. Selección de unidades experimentales.....	14
3.7.2. Elaboración del protector de urea.....	14
3.7.3. Elaboración de alimento concentrado.....	15
3.7.4. Alimentación de las unidades experimentales.....	15
3.7.5. Ordeño.....	16
3.7.6. Refractometría de muestras de leche.....	16
3.7.7. Observación de síntomas de la toxicidad de la urea.....	16
3.7.8. Análisis económico.....	17

CAPITULO IV: RESULTADOS.....	18
4.1. PROMEDIOS DE PRODUCCIÓN DE LECHE CON LA INCORPORACIÓN DE UREA Y UREA PROTEGIDA.....	18
4.2. NIVELES DE SOLIDOS TOTALES PROMEDIO CON LA INCORPORACIÓN DE UREA Y UREA PROTEGIDA.....	21
4.3. OBSERVACIÓN DE LA TOXICIDAD DEL PROTECTOR DE UREA.....	22
4.4. RELACIÓN COSTO/BENEFICIO DEL PROTECTOR DE UREA EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE.....	23
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES.....	25
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES.....	26
BIBLIOGRAFÍA.....	27
ANEXOS.....	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición de la leche promedio en distintas especies (por cada 100 g).....	8
Tabla 2. Consumo diario de urea y protector por unidad experimental de acuerdo a tratamiento.....	12
Tabla 3. Composición química del protector de urea en gramos.....	15
Tabla 4. Composición del alimento concentrado para cada tratamiento (en porcentaje) y adición de urea y urea protegida.....	15
Tabla 5. Costos de insumos en bolivianos para elaboración del protector de urea.....	17
Tabla 6. Promedio de producción de leche/día por unidad experimental de acuerdo a tratamiento semanal.....	18
Tabla 7. Promedios de producción de leche con la incorporación de urea y urea protegida	19
Tabla 8. Niveles de sólidos totales promedio con la incorporación de urea y urea protegida	21
Tabla 9. Toxicidad de la urea por tratamiento.....	22
Tabla 10. Análisis de Beneficio/Costo en bolivianos con una estimación diaria para consumo de alimento concentrado y producción de leche.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Promedio de producción de leche por tratamiento con la inclusión de urea protegida en la dieta	20
--	----

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo evaluar el efecto del protector de urea en base a jabón cálcico y sódico en la alimentación de bovinos de leche en el Centro Experimental Kallutaca, La Paz, en un sistema mixto. El trabajo se desarrolló entre los meses de abril y octubre de 2021, para esto se seleccionó 11 bovinos mestizos Holstein (5 vacas en producción a partir del segundo mes luego del parto, 3 vacas vacías y 3 vaquillas) con edades de 1 a 4 años, los cuales fueron sometidos a distintos tratamientos (T1=adaptación; T2=urea protegida 120g; T3= urea protegida 150g; T4= urea 150g; T5= Urea 170g; T6= urea protegida 145g; T7= protector 100g y T8= sin urea ni protector), cada tratamiento durante una semana. El protector de urea fue elaborado a partir de aceite de girasol, CaCl y NaOH, se realiza la mezcla en relación 1:1 con la urea molida y se mezcló con concentrado. Los resultados fueron los siguientes: sobre la cantidad promedio de leche producida en kg/día/vaca, el T3 logro 11.93kg (a), el T4= 11.49 kg (a), T1= 9.88 kg (b), T2= 10.7 kg (ab), T5= 10.6 kg (ab), T6= 10.93 kg (ab), T7 = 10.19 kg (b) y T8= 10.19 kg (b), estos resultados analizados con el Programa estadístico InfoStat con un diseño completamente al azar indica que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre tratamientos. En lo referente a los niveles de sólidos totales los niveles se mantuvieron en los parámetros normales de entre 8.2 a 9.2%, estos resultados analizados con el programa estadístico InfoStat con un diseño completamente al azar, indica que no existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre tratamientos. En lo referente a la intoxicación se pudo evidenciar que durante los tratamientos con urea protegida ninguna unidad experimental mostro síntomas de intoxicación, con el T5 (urea 170g) se observó excesiva salivación. En la relación Costo Beneficio la producción de leche sin urea es de 1.48, la producción de leche con urea es de 1.72 y la producción de leche con urea protegida es de 1.59, por lo que es rentable la producción de leche con la inclusión de urea en la dieta, pero la inclusión de urea protegida reduce el riesgo de intoxicación de este producto.

ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate the effect of the urea protector based on calcium and sodium soap in the feeding of dairy cattle at the Centro Experimental Kallutaca, La Paz, in a mixed system. The work was developed between the months of April and October 2021, for this, 11 cross-breed Holstein cattle were selected (5 cows in production from the second month after calving, 3 empty cows and 3 heifers) with ages of 1 to 4 years, which were subjected to different treatments (T1 = adaptation; T2 = protected urea 120g; T3 = protected urea 150g; T4 = urea 150g; T5 = Urea 170g; T6 = protected urea 145g; T7 = protector 100g and T8 = without urea nor protective), each treatment for a week. The urea protector was made from sunflower oil, CaCl and NaOH, the mixture is carried out in a 1: 1 ratio with ground urea and mixed with concentrate. The results were the following: on the average quantity of milk produced in kg / day / cow, T3 achieved 11.93kg (a), T4 = 11.49 kg (a), T1 = 9.88 kg (b), T2 = 10.7 kg (ab), T5 = 10.6 kg (ab), T6 = 10.93 kg (ab), T7 = 10.19 kg (b) and T8 = 10.19 kg (b), these results analyzed with the Statistical Program InfoStat with a completely random design indicates that there is a significant difference ($p < 0.05$) between treatments. Regarding the levels of total solids, the levels were maintained in the normal parameters of between 8.2 to 9.2%, these results analyzed with the statistical program InfoStat with a completely random design, indicates that there is no significant difference ($p < 0.05$) between treatments. Regarding intoxication, it was evident that during the treatments with protected urea, no experimental unit showed symptoms of intoxication, with T5 (urea 170g) excessive salivation was observed. In the Cost Benefit ratio, the production of milk without urea is 1.48, the production of milk with urea is 1.72 and the production of milk with protected urea is 1.59, so the production of milk with the inclusion of urea is profitable. in the diet, but the inclusion of protected urea reduces the risk of poisoning from this product.

CAPITULO I: INTRODUCCION

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La utilización de concentrados proteicos incrementa los costos de producción y aumenta los riesgos y dependencias del sistema. Sin embargo, la proteína microbiana que se produce en el rumen proporciona más de la mitad de los aminoácidos absorbidos por los rumiantes y puede constituir entre 70 y 100 % del nitrógeno (N) disponible en las partes bajas del tracto digestivo en animales que consumen dietas fibrosas con bajo contenido proteico (Orskov,1992, citado por Rodríguez; Sosa y Rodríguez, 2007).

La urea es un compuesto nitrogenado no proteico, cristalino y sin color, identificado con la fórmula N_2H_4CO , elaborada en plantas químicas que producen amoniaco anhidro cuando fijan el nitrógeno del aire a presiones y temperaturas altas. Además de suplemento proteico en los rumiantes, la urea es utilizada como fertilizante agrícola y en la elaboración de plásticos. 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. 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 nitrogenáticos no proteicos (biureta, fosfato diamónico, acetato de amonio, sulfato de amonio y otros) (Martínez, 2009).

La urea contiene aproximadamente 46% de nitrógeno, representando 287,50% de proteína equivalente total. 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 habiendo 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 (Martínez, 2009).

El uso de la urea en rumiantes está limitado por la alta velocidad de degradación y capacidad de absorción ruminal, es por esta razón que es necesario incluir un protector a este producto el cual cumpla con la función principal de reducir el tiempo de hidrolisis en el rumen, dando mayor oportunidad a las bacterias de aprovechar el nitrógeno para la producción de proteína microbiana sin afectar el pH, ni la composición de la flora microbiana, ni incrementar la producción de metano, ni ocasionar lesiones en los tejidos en el tracto gastrointestinal y principalmente no causar la intoxicación del animal.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto del protector de urea en base a jabón cálcico y sódico en la alimentación de bovinos de leche en el Centro Experimental Kallutaca, La Paz.

1.2.2. Objetivos específicos

- Medir la producción de leche diaria y concentración de sólidos totales en vacas alimentadas con urea protegida en base a jabón cálcico y sódico en distintas concentraciones en el Centro Experimental Kallutaca
- Determinar la toxicidad de la urea protegida en base a jabón cálcico y sódico en distintas concentraciones a través de la observación de síntomas de intoxicación en vacas lecheras alimentadas el Centro Experimental Kallutaca.
- Estimar la relación costo beneficio en la producción de leche en vacas alimentadas con urea protegida en base a jabón cálcico y sódico en distintas concentraciones en el Centro Experimental Kallutaca.

1.3. HIPÓTESIS

No existe diferencia significativa en la suplementación de distintas cantidades de urea protegida (en base a jabón cálcico y sódico) y su efecto en la cantidad de leche producida, concentración de sólidos totales, toxicidad aparente y relación costo beneficio en vacas lecheras del Centro Experimental Kallutaca, La Paz.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Desde el punto de vista nutricional, se comprobó que el principal limitante para la inclusión de la urea en las dietas es la elevada velocidad de degradación ruminal con la consiguiente liberación brusca de amoníaco. Ello llevó a señalar la necesidad de investigar para conseguir una degradación más lenta de forma que la liberación gradual del amoníaco permitiera una mayor eficiencia en el aprovechamiento del mismo (Martínez, 2009).

El uso adecuado de la urea en la nutrición de los rumiantes podría abaratar los costos de producción actuales por lo que es importante probar alternativas económicas factibles para retardar su absorción y poder así incorporar una mayor cantidad a la dieta sustituyendo por completo a los alimentos proteicos en la dieta de los bovinos lecheros, esto sin modificar la estructura física de la molécula ni alterar la fisiología del rumen.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. MENCIÓN DE OTROS ESTUDIOS RELATIVOS AL TEMA

A finales de los años 30 y principios de los 40 del pasado siglo, las investigaciones sobre el uso de los compuestos nitrogenados no proteicos en la alimentación de los rumiantes establecieron que estos podían satisfacer sus necesidades nitrogenadas a partir de dichos productos gracias a su conversión en proteína por los microorganismos del rumen, que la proteína microbiana sintetizada tenía un valor biológico similar al de la proteína vegetal y que el nitrógeno no proteico (NNP) era mejor utilizado cuando las dietas eran deficientes en proteína verdadera y en aquellas con suficientes carbohidratos disponibles (Martínez, 2009).

2.1.1. Reseña histórica del uso de nitrógeno no proteico en la dieta de rumiantes

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 y col., 1975; citado por Martínez, 2009), 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. Se observó que la inclusión de cantidades superiores a 2,5-3% de urea en los concentrados 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 el 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. Ello llevó a Reid (1953) a señalar la necesidad de investigar para conseguir una degradación más lenta de forma que la liberación gradual del amoníaco permitiera una mayor eficiencia en el aprovechamiento del mismo (Martínez, 2009).

Como alternativa a la urea se investigaron productos, como Dehy-100 y Starea, en los que se intentaba mejorar la eficiencia de utilización mediante diferentes procesados. Pero el producto que más interés suscitó fue el biuret. A comienzo de la década de 1970 se promovió la utilización de biuret debido a su lenta velocidad de degradación ruminal y ausencia de toxicidad (Martínez, 2009).

Sin embargo, este producto nunca llegó a tener importancia comercial ya que presentaba como inconvenientes el requerir un largo período de adaptación para que la microflora ruminal fuera capaz de degradarlo. El biuret no está autorizado en los Estados Unidos de América para su inclusión en dietas de hembras rumiantes lecheras por la posibilidad de residuos en la leche, pero sí lo está en la Unión Europea (Martínez, 2009).

2.1.2. Metabolismo de la urea en rumiantes

La urea es un compuesto nitrogenado no proteico, cristalino y sin color, que es muy soluble en agua y es identificado con la fórmula N_2H_4CO , elaborada en plantas químicas. Además de suplemento proteico en los rumiantes, la urea es utilizada como fertilizante agrícola. 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 (Escalona, Ramirez, Barzaga, De La Cruz, & Maurenios, 2007).

Debido a su costo, disponibilidad en el mercado y tradición de uso en la alimentación de rumiantes, la urea es la más utilizada entre los compuestos nitrogenados no proteicos. La urea contiene aproximadamente 46% de nitrógeno, representando 287,50% de proteína equivalente total. 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 habiendo 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 (Escalona et.al. 2007).

La urea es generalmente recomendada en raciones para rumiantes con un rango o concertación aproximada del 3% del alimento concentrado o de acerca del 1% de la materia seca total o del total de la ración. (Escalona et.al. 2007).

Cuando el rumiante consume urea, primeramente, es hidrolizada en amoniaco 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 amoniaco 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 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).

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. 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. citado por Martínez, 2009).

De hecho, la degradación de la urea se valora como 100% a tiempo cero en los modernos sistemas de evaluación proteica para. El amoníaco es utilizado como única fuente de nitrógeno por las bacterias celulolíticas mientras que las bacterias que fermentan los carbohidratos no estructurales satisfacen con él en torno a un tercio de sus necesidades nitrogenadas (NRC. 2001. citado por Martínez, 2009).

En conjunto se estima que el amoníaco ruminal supone 23-95% del nitrógeno bacteriano incorporado. El amoníaco no utilizado es absorbido en todos los tramos del aparato digestivo. La absorción aumenta con el gradiente de concentración y el pH. El hígado metaboliza el amoníaco hasta urea 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 (NRC. 2001. citado por Martínez, 2009).

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. Del 15-94% de la urea hepática es reciclada al rumen por vía salivar. La importancia relativa del reciclado a través de la saliva que aumenta con el contenido de forraje de la dieta (Lapierre y Lobley, 2001, citado por Martínez, 2009).

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).

2.1.3. Toxicidad de la urea

La Urea es degradada en el rumen para liberar amoníaco (NH_3), el cual es usado por los microorganismos para producir aminoácidos. Cuando la urea libera NH_3 más rápido de lo que pudiera ser convertido en proteína microbiana, el exceso de amoníaco será absorbido a través de las paredes del rumen y llevado al hígado por la corriente sanguínea, causando una alcalosis, lo cual es una intoxicación por amoníaco. (Escalona et.al. 2007).

Para evitar la intoxicación los animales deben acostumbrarse a la ingestión de urea aumentando la dosis diaria durante 10 – 15 días y se venen administrar carbohidratos de fácil liberación en la ración, el tratamiento para esta intoxicación es la administración de vinagre 300 ml disueltos en dos litros de agua. (Escalona et.al. 2007).

2.1.4. Proceso de saponificación

La saponificación, es un proceso químico por el cual un cuerpo graso (aceite, cebo o manteca), unido a un álcali (hidróxido de sodio o potasio) y agua, da como resultado jabón y glicerina. El hidróxido de potasio es especialmente significativo por ser el precursor de la mayoría de jabones suaves y de mayor solubilidad. (Stuart, Bertha Chongo, Flores, Herrera, Medina & Sarduy. 2015).

Para obtener un producto de alta calidad se debe recurrir al índice de saponificación, que para el caso del aceite vegetal de girasol es 135.26 para el NaOH, la mezcla debe hacerse en recipientes de vidrio, a una temperatura de 60 a 55 °C. (Stuart, et al. 2015).

Según Duran (2013) la elaboración de jabón cálcico puede hacerse con cloruro de calcio, además del aceite vegetal y el hidróxido de sodio, esto con un proceso artesanal en un recipiente metálico lo que abarata costos de producción.

2.1.5. Composición de la leche bovina

La especie del animal lechero, su raza, edad, junto con el estado de lactancia, el número de pariciones, el sistema pecuario, el entorno físico y la estación del año, influyen en el color, sabor y composición de la leche, pero sobre todo el factor mas influyente es la alimentación, por lo que la cantidad de leche producida y su composición será determinado por la alimentación del animal (PDLA *et al.*, 2001)..

En cuanto a la composición, los principales son: agua, proteína, materia grasa, lactosa y minerales. Las grasas constituyen alrededor del 3 al 4 por ciento del contenido sólido de la leche de vaca, las proteínas aproximadamente el 3,5 por ciento y la lactosa el 5 por ciento, pero la composición química bruta de la leche de vaca varía según la raza. Por ejemplo, el contenido de grasa suele ser mayor en el ganado *Bos indicus* que en el *B. taurus*. El contenido de materias grasas de la leche del ganado *B. indicus* puede ser de hasta el 5,5 por ciento (PDLA *et al.*, 2001).

Tabla 1

Composición de la leche promedio en distintas especies (por cada 100 g).

Nutriente	Vaca	Búfalo	Humano
Agua, g	88,0	84,0	87,5
Energía, kcal	61,0	97,0	70,0
Proteína, gr.	3,2	3,7	1,0
Grasa, gr.	3,4	6,9	4,4
Lactosa, gr.	4,7	5,2	6,9
Minerales, gr.	0,72	0,79	0,20

Nota. Datos tomados del PDLA (2001).

Caseína, la principal proteína de la leche, se encuentra dispersa como un gran número de partículas sólidas tan pequeñas que no sedimentan, y permanecen en suspensión. Estas partículas se llaman micelas y la dispersión de las mismas en la leche se llama suspensión coloidal. (PDLA *et al.*, 2001).

La grasa y las vitaminas solubles en grasa en la leche se encuentran en forma de emulsión; esto es una suspensión de pequeños glóbulos líquidos que no se mezclan con el agua de la leche (PDLA *et al.*, 2001).

La lactosa (azúcar de la leche), algunas proteínas (proteínas séricas), sales minerales y otras sustancias son solubles; esto significa que se encuentran totalmente disueltas en el agua de la leche (PDLA *et al.*, 2001).

Las micelas de caseína y los glóbulos grasos le dan a la leche la mayoría de sus características físicas, además le dan el sabor y olor a los productos lácteos tales como mantequilla, queso, yoghurt, etc. (PDLA *et al.*, 2001).

2.2. MENCIÓN DE LOS PUNTOS DE VISTA DE OTROS INVESTIGADORES

Como alternativa a la urea se investigaron productos, como Dehy-100 y Starea, en los que se intentaba mejorar la eficiencia de utilización mediante diferentes procesados. Pero el producto que más interés suscitó fue el biuret. A comienzo de la década de 1970 se promovió la utilización de biuret debido a su lenta velocidad de degradación ruminal y ausencia de toxicidad (Martínez, 2009).

Sin embargo, este producto nunca llegó a tener importancia comercial ya que presentaba como inconvenientes el requerir un largo período de adaptación para que la microflora ruminal fuera capaz de degradarlo. El biuret no está autorizado en los Estados Unidos de América para su inclusión en dietas de hembras rumiantes lecheras por la posibilidad de residuos en la leche, pero sí lo está en la Unión Europea (Martínez, 2009).

Actualmente se ha desarrollado varios protectores de urea como isobutylidine monourea (Mathison et al., 1994), biuret (Löest et al., 2001), Starea (Bartley y Deyoe, 1975), urea tratada con formaldehído (Prokop y Klopfenstein, 1977), y urea recubierta de aceite de linaza. (Forero et al., 1980), no han sido tan ventajosos porque una parte sustancial de la NNP en estos compuestos pueden dejar el rumen sin convertirse en amoníaco, reduciendo así su incorporación en la proteína bacteriana (Siciliano-Jones & Downer, 2005).

2.3. CORRIENTE O ENFOQUE ELEGIDO POR EL INVESTIGADOR

El enfoque de la investigación utilizado para la investigación fue el modelo mixto, bajo esta perspectiva pudimos obtener resultados validos que responden de forma concreta a los objetivos inicialmente plateados, ya que el modelo genero confiabilidad, factibilidad y validez en los resultados obtenidos.

Desde la perspectiva cuantitativa, la recolección de datos fue fundamental, tanto en la producción de leche por día, niveles de solidos totales en la leche y relación costo beneficio; todo esto contrastado con las cantidades de urea protegida consumida por las unidades experimentales. Con este listado de variables que se logró medir y realizar pruebas piloto y ensayos para ajustar y mejorar los procedimientos en la investigación, iniciando con las pruebas de palatabilidad inicialmente.

Desde la perspectiva cualitativa fue importante asumir, a través de un análisis profundo y reflexivo, las posibles causas del incremento o descenso del consumo voluntario de la urea protegida por las unidades experimentales, dependiendo esto de la presentación del producto, así también del control de toxicidad a través de la observación directa del animal, en este sentido fue fundamental la aplicación prudente de protocolos para el tratamiento de animales intoxicados por urea de acuerdo a la sintomatología presente.

2.4. IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES

En cuanto a las fuentes, será necesario citar el trabajo de investigadores que publicaron sus resultados en revistas científicas internacionales, para tal efecto se utilizó buscadores digitales ampliamente reconocidas (Scielo, Google académico y otros).

Por otra parte, ya que el trabajo es inédito, se buscará el registro de patentes de otros productos similares, esto para garantizar que el producto que se está elaborando no sea el mismo o similar a uno que ya existe.

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Por los medios utilizados la investigación fue de tipo experimental con enfoque científico, donde la variable a ser manipulada será los niveles de urea protegida suplementada a cada unidad experimental. Dicho protector de urea, al ser un producto nuevo, aún no tiene datos comprobados y establecidos en cuanto a su influencia sobre la productividad de las vacas (producción de leche), calidad en la producción (niveles de sólidos totales), toxicidad (niveles de urea en sangre), ni su factibilidad económica (relación costo beneficio).

Las condiciones rigurosamente controladas a las que se sometió a las unidades experimentales en cuanto a alimentación y manejo permitió describir la influencia causada por la suplementación del protector de urea en vacas lecheras en cuanto a su productividad, por consiguiente, la evaluación del producto se muestra en los siguientes capítulos.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación fue de tipo cuali-cuantitativo (modelo mixto) experimental el cual busco establecer la relación entre la variable independiente (niveles de urea protegida en la dieta) y las variables dependientes (cantidad de leche producida, niveles de sólidos totales, niveles de urea en sangre, toxicidad del producto y relación costo beneficio). El tiempo de programado de duración del trabajo de campo fue de 8 semanas, entre los meses de junio y agosto de 2021, las actividades realizadas para cada objetivo específico se explican más adelante.

La técnica empleada para la obtención de datos fue la observación directa, tanto en el consumo de alimento, cantidad de leche producida, niveles de sólidos totales a través de refractometría y niveles de urea en sangre, empleando para esto una guía de observaciones correspondientes a cada variable.

En cuanto al análisis estadístico, para la cantidad de leche producida, niveles de sólidos totales y niveles de urea en sangre, se empleó un diseño de bloques completamente al

azar, en el programa estadístico InfoStat (versión libre). Para el análisis económico se empleo

Tabla 2

Consumo diario de urea y protector por unidad experimental de acuerdo a tratamiento

Semana	Tratamiento	Descripción
1	Adaptación	Adición de 50 g de urea/día incrementando 10 g/día hasta alcanzar 120 g/día
2	Protector 120	Adición de 120 g protector + 120 g de urea por día
3	Protector 150	Adición de 150 g protector + 150 g de urea por día
4	Urea 150	Adición de 150 g/día de urea
5	Urea 170	Adición de 170 g/día de urea
6	Protector 145	Adición de 145 g protector + 145 g de urea por día
7	Protector 100	Adición de 100 g protector + 100 g de urea por día
8	Sin urea	Retiro de la urea y protector de la dieta

En la tabla 2 se muestra a detalle el consumo diario de urea y protector por unidad experimental en cada una de las 8 semanas de acuerdo a tratamiento, este diseño convencional se ajusta a las variables de respuesta y comparaciones que se realizaran más adelante.

3.3. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

Para determinar el efecto causado de las variables independientes sobre las variables dependientes identificamos estas a continuación:

3.3.1. Variables independientes

- Niveles de urea protegida en la dieta (50 Δ 170 g urea /día; 120 Δ 150 g urea + 120 Δ 150 g protector/día)

- Estado fisiológico de las vacas (vacas en producción, vacas secas y gestantes)

3.3.2. Variables dependientes

- Cantidad de leche producida (en kg/día)
- Niveles de sólidos totales en la leche (medidos con refractómetro)
- Niveles de urea en sangre en (mg/dl)
- Relación costo beneficio (costo de producción- cantidad de leche producida)

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población que fue tomada en cuenta fue el hato lechero del Centro Experimental Kallutaca, perteneciente a la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Pública de El Alto, la cual cuenta con 18 bovinos (9 vacas (4 en producción y 5 vacas secas), 1 vaquillona, 3 vaquillas, 1 torete y 4 terneros). Tomando en cuenta que la urea protegida es un producto nuevo y posiblemente tóxico, que hasta podría causar incluso la muerte de las unidades experimentales, no puede ser aplicado fuera del Centro Experimental Kallutaca por el alto riesgo.

En cuanto al muestreo, este se realizó por conveniencia, tomando en cuenta el estado fisiológico de los animales, seleccionando vaquillas, vacas vacías y vacas en producción. Para la investigación se seleccionó 10 unidades experimentales de la raza Holstein mestizo, con edades de entre 1 a 4 años, con una condición corporal de 2.4 a 3, se tomó en cuenta a vacas en producción a partir del segundo mes luego del parto.

3.5. AMBIENTE DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó en Centro Experimental Kallutaca, en el módulo de ovinos de la Carrera Medicina Veterinaria Zootecnia, ubicado en la comunidad de Kallutaca, municipio de Laja, provincia Los Andes del departamento de La Paz. distante a 15 Kilómetros de sede de gobierno situado a entre las coordenadas 16°31'0" de latitud sur y 68°19'0" de longitud oeste, a una altitud de 3935 m.s.n.m. (SEDALP, 2018).

La temperatura promedio anual alcanza 8,4 °C, con un máximo de 15,7° C y 2,8° C como mínimo, por lo cual se considera un lugar frío, la precipitación pluvial promedio anual es de 667 mm³ (SEDALP, 2018).

El trabajo de laboratorio se realizó en el laboratorio Clínico Veterinario de El Alto, ubicado en la Universidad Pública de el Alto, Av Sucre S/N Zona Villa Esperanza.

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron los registros productivos:

- Registro de consumo de alimento concentrado
- Registro de consumo de protector de urea
- Registro de producción de leche
- Registro de calidad de leche
- Registro de toma de muestras sanguíneas
- Registro de resultados sobre niveles de urea sérica

3.7. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

3.7.1. Selección de unidades experimentales

Para la investigación se seleccionó 10 unidades experimentales del Centro Experimental Kallutaca de la raza Holstein mestizo (5 vacas en producción a partir del segundo mes luego del parto, 3 vacas vacías y 2 vaquillas), con edades de entre 1 a 4 años.

3.7.2. Elaboración del protector de urea

Para la elaboración del protector de urea se realizó el proceso de saponificación, luego de pesar todos los insumos, se calentó el aceite a 95°C en un vaso precipitado con la ayuda de un mechero bunsen, luego se mezcló el NaOH con agua en otro vaso precipitado, para después mezclar ambos en el recipiente del aceite vegetal, en otro recipiente se mezcló el CaCl₂ con agua hasta una homogenización total, después se vertió al mismo recipiente que contenía la mezcla de aceite vegetal y NaOH, luego se mantuvo en mechero bunsen

a fuego lento hasta que la mezcla final se convirtió en sólido. Se dejó enfriar para su pesaje y mezcla con la urea molida en una relación 1:1.

Tabla 3

Composición química del protector de urea en gramos

Componente	Cantidad (g)
Aceite vegetal	70
Hidróxido de sodio	9,9
Cloruro de calcio	5
Agua	50
Total	134,9

3.7.3. Elaboración de alimento concentrado

Se elaboró alimento concentrado en el molino del Centro Experimental Kallutaca, a partir de los insumos que se detallan en la tabla 3, la mezcla se realizó de forma manual, luego se almaceno en un deposito evitando el contacto con la humedad.

Tabla 4

Composición del alimento concentrado para cada tratamiento (en porcentaje) y adición de urea y urea protegida.

ALIMENTO	T1	T2	T3	T4
Afrecho	32	31	31	31
Maíz	19	30	30	30
Sorgo	24.2	32	32	32
Soya solvente	18	0	0	0
Sal	1,1	1	1	1
Núcleo vitamínico y mineral	2,4	2.5	2.5	2.5
Fosfato monocálcico	0.8	0.8	0.8	0.8
Conchilla	2.5	2.7	2.7	2.7
Total	100	100	100	100

3.7.4. Alimentación de las unidades experimentales

Previamente se realizó la mezcla del alimento concentrado (1 kg/unidad experimental) con el protector de urea (de acuerdo a la tabla 1) en bolsas individuales, a esto se adiciono 700 g de heno de cebada molida. Se realizó la alimentación por la mañana a horas 7:30 y también por la tarde a horas 15:30, luego todas las unidades experimentales tuvieron un pastoreo de 5 horas (praderas nativas y alfalfar), a todas las unidades experimentales también se les suministro ensilaje de avena y cebada (por la tarde) en una cantidad que corresponda al 1% de su peso vivo (en materia seca) además tuvieron un acceso al agua *ad libitum*.

3.7.5. Ordeño

Se realizó el ordeño 2 veces al día a horas 7:45 y por la tarde a horas 15:45, iniciando con la limpieza de la ubre con agua, luego se ordeño los cuatro pezones extrayendo la leche en su totalidad en baldes plásticos, finalmente se realizó el sellado de los pezones con yodopovidona. Inmediatamente la leche fue pesada en balanza digital registrando la producción de cada unidad experimental.

3.7.6. Refractometría de muestras de leche

Para la prueba de refractometría se tomó 1 ml de la leche ordeñada de una unidad experimental, se depositó 2 gotas en el prisma, luego se cerró con la tapa del prisma repartiendo la muestra homogéneamente para luego observar a luz ambiente a través del ocular, se registró los valores observados en grados Brix. Terminando este procedimiento se realizó la limpieza del prisma con agua destilada. Este mismo procedimiento se realizó con la leche ordeñada de cada una de las unidades experimentales.

3.7.8. Observación de síntomas de la toxicidad de la urea

Se procedió con la observación de todas las unidades experimentales durante 4 horas al día luego de la alimentación para observar algún síntoma de intoxicación, esto durante el pastoreo, el ordeño y el retiro de los animales al respectivo galpón.

El control rutinario fue a diario, para el tratamiento de animales intoxicados se dispuso de ácido acético (vinagre) diluido al 10%, el mismo estaba listo para ser aplicado en una cantidad de 500 ml por animal, el mismo no llegó a utilizarse al no observar síntomas de toxicidad en los animales, a excepción del tratamiento con 170 g de urea donde se observó una salivación excesiva en las vacas productoras de leche.

3.7.9. Análisis económico

En cuanto a los costos de los insumos para la elaboración de los protectores al igual que la urea, estos se resumen en la tabla 5.

Tabla 5

Costos de insumos en bolivianos para elaboración del protector de urea.

Insumo	Cantidad	Unidad	Costo bs
Hidróxido de sodio	100	Gramos	6,00
Cloruro de calcio	100	Gramos	3,00
Aceite vegetal	1000	Mililitros	8,00
Total			17,00
Urea	1000	Gramos	10,00

Al finalizar el trabajo de campo se realizó un análisis económico sobre la relación de costos y beneficio de la inclusión de urea protegida en la dieta de ovinos de engorde alimentados únicamente con alimentos energéticos, para lo cual se empleó la siguiente fórmula (Sapag y Sapag, 2017):

$$\text{Relacion Beneficio/costo} = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Costos totales}}$$

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. PROMEDIOS DE PRODUCCIÓN DE LECHE CON LA INCORPORACIÓN DE UREA Y UREA PROTEGIDA

A continuación, en la tabla 6 se muestra los promedios de producción de leche/día de las unidades experimentales por tratamiento semanal, correspondiente a las 4 unidades experimentales en producción de leche.

Tabla 6

Promedio de producción de leche/día por unidad experimental de acuerdo a tratamiento semanal

Semana	Tratamiento	Unidades experimentales			
		174 c	078 a	164 b	165 a
1	Adaptación	5.64	12.75	8.78	12.33
2	Protector 120	6.83	13.09	9.99	12.91
3	Protector 150	8.09	15.37	10.70	13.54
4	Urea 150	7.81	14.06	11.64	12.83
5	Urea 170	7.94	11.93	10.17	12.36
6	Protector 145	8.67	12.53	10.57	11.94
7	Protector 100	8.09	11.34	9.91	11.40
8	Sin urea	7.37	10.64	10.19	11.07

Con el Análisis de Varianza para los resultados obtenidos en cuanto a la producción de leche podemos observar que existe una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las unidades experimentales, con la comparación de medias de Duncan se estableció que las unidades experimentales 078 y 165 logran mayor producción y son diferentes a las unidades experimentales 164 y 174 respectivamente, esto puede explicarse por el periodo de producción y características propias de los animales,

En la tabla 7 se muestra los promedios de producción por tratamiento de las unidades experimentales durante toda la etapa experimental, así también los valores máximos y mínimos de producción de leche por vaca.

Tabla 7

Promedios de producción de leche con la incorporación de urea y urea protegida

Semana	Tratamiento	Unidades experimentales	Promedio de producción/día (en kg)	Rango de producción (mínimo - máximo)	Total producción/semana (en kg)
1	Adaptación	4	9.88 b	5.02 - 10.02	276.5
2	Protector 120	4	10.70 ab	5.5 – 13.1	299.71
3	Protector 150	4	11.93 a	6.7 – 14.2	333.92
4	Urea 150	4	11.59 a	7.3 – 15.4	324.4
5	Urea 170	4	10.60 ab	8.7 – 16.5	296.8
6	Protector 145	4	10.93 ab	8.3 – 15.4	306
7	Protector 100	4	10.19 b	8-14.3	285.2
8	Sin urea	4	9.82 b	8-14.1	274.9

Al realizar la respectiva comparación con el análisis de varianza se establece que existe diferencia significativa entre los tratamientos, donde el tratamiento con urea protegida 150 g/día logra mayor volumen de producción, seguido por el tratamiento de urea 150 g/día, ambos tratamientos son iguales ($P < 0.05$), a su vez, estos son diferentes a los tratamientos sin urea, adaptación y tratamiento con urea 100 g que logran menores volúmenes de producción, al mismo tiempo estos tratamientos son similares a los tratamientos con urea protegida 120 g, urea protegida 140 g, y urea 170 g.

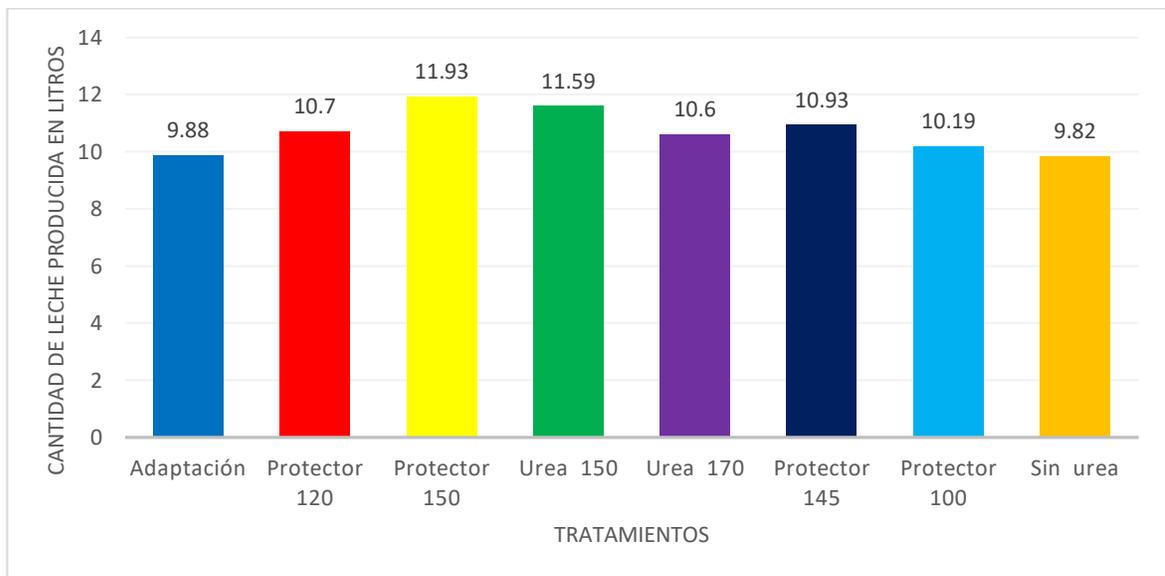
Estos resultados logran mayor repercusión en la producción semanal, donde se observa un incremento significativo con el tratamiento de urea protegida 150 g/día, posiblemente esto se deba a la acción directa del protector, indicando que existe un incremento de hasta un 20.5% en la producción.

Estos resultados son similares a los de Akay et al. (2004, citado por Manella, 2012), evaluaron el desempeño de 220 vacas lecheras recibiendo una dieta control o una dieta conteniendo Optigen (urea protegida comercial). La dieta conteniendo urea de liberación

lenta fue reformulada, retirando parte de la proteína verdadera, pero manteniendo las dietas isonitrogenadas e isoenergéticas. Las vacas que consumieron la dieta reformulada presentaron un aumento de 9% en la producción y, según los autores, ese aumento probablemente ocurrió debido a una mejor eficiencia del Nitrógeno en el rumen, en comparación al Nitrógeno del salvado de soja.

Figura 1

Promedio de producción de leche por tratamiento con la inclusión de urea protegida en la dieta



Los resultados también coinciden con Inostroza (2009, citado por Manella, 2012) que desarrolló un estudio involucrando 16 haciendas lecheras en Winsconsin, EE.UU., con un total de 2368 vacas. Las haciendas fueron sometidas a un delineamiento cross-over y las dietas fueron reformuladas, sustituyendo parte del salvado de soja por 114 g de Optigen y ensilaje de maíz. Fue observado un aumento promedio de 0,5 L/vaca.

Una evaluación incluyendo 18 experimentos conducidos en diferentes países indicó un aumento promedio de 1,3 L de leche/vaca/día, considerando apenas la sustitución de proteína vegetal, en la mayoría de las veces salvado de soja, por Optigen (Manella, 2012).

Estos resultados difieren de Delgado (2011), quien afirma que para el caso de la producción hubo diferencias significativas entre los tratamientos, con producciones de

24.53 L para el tratamiento control y 21.7 L para el tratamiento de urea protegida, por lo que la incorporación de urea protegida disminuye levemente la producción de leche.

4.2. NIVELES DE SÓLIDOS TOTALES PROMEDIO CON LA INCORPORACIÓN DE UREA Y UREA PROTEGIDA

En la tabla 8 se observan los porcentajes de niveles de sólidos totales promedio por tratamiento.

Tabla 8

Niveles de sólidos totales promedio con la incorporación de urea y urea protegida

Semana	Tratamiento	Unidades experimentales	Promedio de sólidos totales en %	Rango de producción (mínimo -máximo)/día
1	Adaptación	4	8.26 a	8.02 - 9.2
2	Protector 120	4	8.73 a	8.5 – 9.1
3	Protector 150	4	8.66 a	8.5 – 9.0
4	Urea 150	4	8.55 a	8.3 – 9.0
5	Urea 170	4	8.63 a	8.2 – 9.1
6	Protector 145	4	8.22 a	8.4 – 9.0
7	Protector 100	4	8.21 a	8.02 - 9.2
8	Sin urea	4	8.43 a	8.1 – 9.1

El análisis de varianza al que se sometieron los resultados indican que no existe diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los tratamientos, por lo que se establece que los tratamientos no influyen en la cantidad de sólidos totales de la leche y que esta se mantuvo estable durante todo el periodo experimental.

Según Manella (2012), El uso de urea de liberación lenta posibilita a los nutricionistas un mejor ajuste de las dietas para maximización del rumen y aumento de la productividad, sin mencionar la cuestión de seguridad, esta no modifica el contenido de sólidos totales en la leche en lo referente a materia grasa, proteína y lactosa, así también por lo general incrementa la cantidad de leche producida.

4.3. OBSERVACIÓN DE LA TOXICIDAD DEL PROTECTOR DE UREA

En la tabla 9 se muestra los resultados respecto a la observación de síntomas de toxicidad de cada tratamiento en las unidades experimentales.

Tabla 9

Toxicidad de la urea por tratamiento

Semana	Tratamiento	Unidades experimentales	Síntomas de toxicidad observados
1	Adaptación	8	Ninguna
2	protector 120	8	Ninguna
3	protector 150	8	Ninguna
4	urea 150	8	Ninguna
5	urea 170	8	Leves
6	protector 145	8	Ninguna
7	protector 100	8	Ninguna
8	sin urea	8	Ninguna

Se puede indicar que solamente en tratamiento con urea 170 g, causo leves síntomas de toxicidad en todas las unidades experimentales, el síntoma observado fue la salivación excesiva, inmediatamente el tratamiento fue suspendido y remplazado por el protector de urea.

Según Escalona (2007), la intoxicación por urea es de curso rápido y generalmente fatal es más común en el otoño, cuando se cambia la alimentación del ganado de una ración a base de voluminoso a otra suplementada con urea, la enfermedad ocurre cuando el ganado es sometido a una ración de acabado. Cuando la urea libera amoniaco más rápido de lo que pudiera ser convertido en proteína microbiana, el exceso de amoniaco será absorbido a través de las paredes del rumen y llevado al hígado por la corriente sanguínea, causando una alcalosis. Los síntomas más comunes de la intoxicación son: inquietud, salivación espumosa excesiva, temores musculares, timpanismo y rigidez en las miembros posteriores.

4.4. RELACIÓN COSTO/BENEFICIO DEL PROTECTOR DE UREA EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE

En la tabla 10 se observa el análisis económico de la incorporación de urea protegida en la dieta de las unidades experimentales.

Tabla 10

Análisis de Beneficio/Costo en bolivianos con una estimación diaria para consumo de alimento concentrado y producción de leche

N°	Detalle	Tratamientos		
		Testigo	Urea	Urea protegida
1	Ingreso, Bs.	31,40	37,08	38,17
2	Costo total, Bs.	21,20	21,50	23,98
3	Beneficio neto, Bs.	11,20	16,58	15,19
4	Beneficio/Costo	1.48	1.72	1.59

El protector de urea tiene un costo de 0.01 bs por gramo, el costo de la urea es de 0.0048 bs por gramo, la inclusión de 200 gramos de urea protegida/día tendría un costo de 1.48 bs, el precio del protector eleva los costos de producción, sin embargo, aporta seguridad al uso de la urea para evitar intoxicación en las vacas.

Según Manella (2012), en estudios conducidos en diferentes países, con diferentes estrategias de uso, se han observado mejorías significativas en la conversión alimentar, en el orden de aproximadamente 4,4%. En un rápido análisis económico con precios promedios de dietas de confinamiento alrededor de US\$ 0,30/kg de MS, el costo de ganancia de dietas control es de US\$ 1,31/kg y, con Optigen, de US\$ 1,21. La mejor conversión promedio observada en 15 dietas conteniendo Optigen, en 9 estudios diferentes, representó una ganancia económica de cerca de US\$ 10/100 kg de peso vivo ganado en confinamiento.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

En esta investigación se validaron los efectos de protector de urea en base a jabón cálcico y sódico en la alimentación de vacas lecheras en el Centro Experimental Kallutaca en la gestión 2021

Se evaluó la cantidad de producción de leche diaria en vacas alimentadas con urea protegida en base a jabón cálcico y sódico en distintas concentraciones, donde los tratamientos con urea protegida 150 g = 11.93 kg; urea 150 g = 11.59 kg lograron mayor producción.

Se evaluó los niveles de sólidos totales en la leche sódico en distintas concentraciones, donde de vacas alimentadas con urea protegida en base a jabón cálcico y los parámetros se mantuvieron con los niveles normales, no existiendo diferencia significativa entre los tratamientos.

Se determinó que no existe toxicidad de la urea protegida en base a jabón cálcico y sódico en distintas concentraciones a través de la no observación de síntomas de intoxicación en vacas lecheras alimentadas con este producto en el Centro Experimental Kallutaca

Se estimó la relación costo beneficio con la utilización de urea y urea protegida en la alimentación de vacas lecheras, donde podemos indicar que existe mayores ingresos económicos con la aplicación de la urea.

CAPÍTULO VI:

RECOMENDACIONES

Se recomienda validar el protector de urea, en cuanto a la composición de la fórmula, usando como base la descrita realizando los ajustes necesarios en cuanto a consumo ideal, así también como las cantidades óptimas de la urea y protector para bovinos.

Continuar las investigaciones tomando en cuenta el estado fisiológico y el propósito de la crianza (leche, carne o lana) en ovinos, además de las categorías, realizando el ajuste correspondiente.

Se recomienda una investigación con la misma metodología para las distintas especies rumiantes, ya que algunas de estas, como los camélidos serían más susceptibles a la intoxicación por urea.

Se recomienda replicar la investigación en campo con los productores de ganado bovino lechero, tomando en cuenta los riesgos y cuidados que se debe tener para este propósito.

BIBLIOGRAFÍA

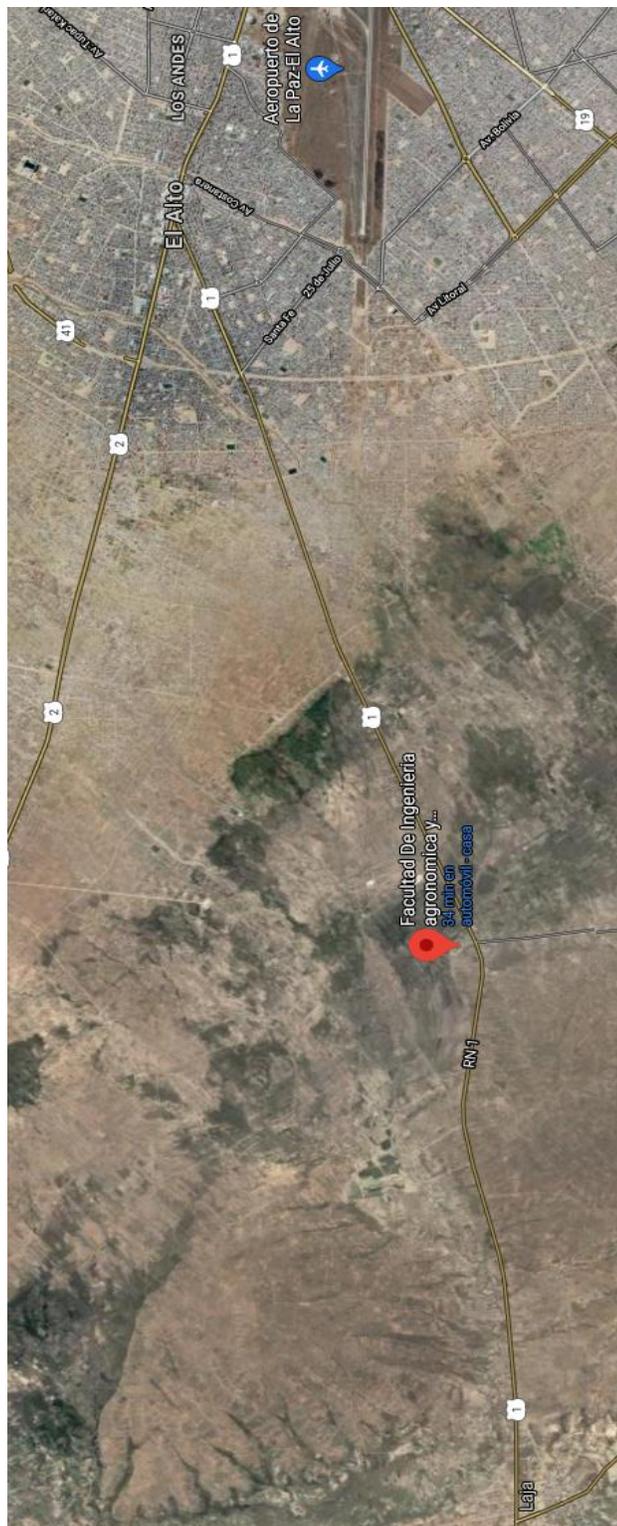
- Borsting, C., Kristensen, T., Misciattelli, L., Hvelplund, T., & Weisbjerg, M. (2003). Reducing nitrogen surplus from dairy farms. Effects of feeding and management. *Livest. Prod. Sci.*, 165-178.
- Bradley, K.. 2013. Cunningham. Fisiología veterinaria. Edición quinta. Edit. Elsevier. P. 624
- Castellaro, G., Orellana, C. & Escanilla, J. (2015). *Manual básico de nutrición y alimentación del ganado ovino*. Facultad de ciencias agronomicas. Universidad de Chile. <http://ficovino.agronomia.uchile.cl/wp-content/uploads/2016/01>
- Crowley, P.; Fernández, A.; Agüero, M.; Arzone, C. (2011). *Técnica de fistulación aplicada a bovinos*. Vet. Arg. – Vol. XXVIII – N° 284 <https://www.veterinariargentina.com/revista/2011/12/tecnica-de-fistulacion-aplicada-a-bovinos/comment-page-1/>
- Delgado J. A., Escoto T. R. (2011). *Efecto de la adición de urea protegida como sustituto parcial de harina de soya en el concentrado de vacas lecheras en pastoreo*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4366/1/T3206.pdf>
- Duran, M. (2013). *Grasas cálcicas para rumiantes*. Archivo de video <https://www.youtube.com/watch?v=5IQQPcj8Rck>
- Escalona, R., P., R., Barzaga, G., De La Cruz, B., & Maurenios, C. (2007). *Intoxicación por urea en rumiantes*. Retrieved from Facultad de medicina veterinaria, Universidad de Granma: <http://www.produccion-animal.com.ar>
- Linear Chemicals S.L. (2019). UREA/BUN BR: Ureasa/GIDH Método enzimático UV Cinético. [bula de reactivo]. 08390 Montgat, Barcelona, España. <https://www.linear.es>
- Löest, C.A., E.C. Titgemeyer, J.S. Drouillard, B.D. Lambert & A.M. Trater. (2001). *Urea and biuret as nonprotein nitrogen sources in cooked molasses blocks for steers fed prairie hay*. Anim. Feed. Sci. Technol. 94:115-126.

- Lopes L, Lázaro Muzzi R., & Alves E.; (2009). *Técnica de fistulação e canulação do rúmen em bovinos e ovinos*. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 2059-2064: <http://www.scielo.br/scielo>.
- Manella Marcelo. (2012). *Uso de urea de liberación lenta en la alimentación de rumiantes*. https://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/85-urea_liberacion_lenta.pdf
- Martinez Andres. (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>.
- Mathison, G.W., S.R. Soofi & M. Worsley. (1994). *The potential of isobutyraldehyde monourea (propanal, 2-methyl-monourea) as a nonprotein nitrogen source for ruminant animals*. Can. J. Animal Science 74:665-674.
- Medina Matias. (2017). *Análisis económico de la utilización de urea de liberación lenta en reemplazo de proteína verdadera en una dieta de engorde a corral en un establecimiento de la provincia de Salta*.
- Morris D. Wilding, Downers Grove, and David. (1967). M. Miller, Forest Park, I., assignors to Swift & Company, Chicago, Ill. Filed Julio 18, 1967, Ser. No. 654,080 <https://patents.google.com/patent/US3600188?q=urea+animal>
- Ochoa Ramiro. (2016). *Diseños Experimentales*. Edición segunda. Edit. Ochoa ediciones. Pag. 386.
- Programa de Desarrollo Lechero para el Altiplano, PDLA*. (2001). La Paz, Bolivia: Ministerio de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural (MAGDR), Viceministerio de Desarrollo Rural (VM DR).
- Prokop, M.J. & T.J. Klopfenstein. (1977). Slow ammonia release urea. Nebraska Beef Cattle Report No. EC 77-218, Nebraska.
- 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>

- Romero Oriella. (2015). *Herramientas de manejo animal. Evaluación de condición corporal y edad en los ovinos*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias-Chile. <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40188.pdf>
- Sapag Nasir & Sapag Reinaldo (2017). *Preparacion y evaluacion de proyectos*. Edicion quinta. Edit. Mc-Graw-Hill Interamericana. Colombia. 443 pag.
- SEDALP. (2018). *Sistema de información municipal regionalizada del departamento de La Paz*. <http://www.autonomias.gobernacion.lapaz.com/sim/municipio>.
- Siciliano-Jones J. & Downer J. (2005). *Utility and safety of a slow-release nitrogen product: Optigen 1200*. Páginas 241-248 in Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries. Proceedings of the 21st Annual Symposium (T. P. Lyons and K. A. Jacques, Eds). Nottingham University Press, UK.
- Stuart R., Bertha Chongo L, Flores, Magaly Herrera, Yolaine Medina & Lucía Sarduy. (2015). *Evaluación de tres métodos de saponificación en dos tipos de grasas como protección ante la degradación ruminal bovina*. Revista cubana de investigación científica, Tomo 49, Número 1,: <http://www.redalyc.org/revista.oa?id=1930>
- Torres E, Vázquez M & Castro C. (2009). *Niveles plasmáticos de metabolitos y cambios de peso vivo en ovejas reproductoras suplementadas con bloques multinutricionales*: https://www.emagister.com/uploads_courses
- Vittone JS., Biolatto A., Lado M., & Munilla M.E. (2014). *Nitrógeno de liberación controlada como fuente alternativa de proteína en sistemas de recría y terminación de vacunos para carne*. EEA INTA Concepción del Uruguay. <http://www.ipcva.com.ar/files/entrieros2014/cartilla.pdf>
- Vittone, J.S.; Lado, M.; Olivera, C.F.; Burmann Alves, T.; & Biolatto, A. (2015). *Performance animal utilizando urea protegida (NITRUM24®) como único aporte proteico en raciones de engorde a corral sin fibra efectiva*: https://www.emagister.com/uploads_courses

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación del Centro Experimental Kallutaca



Anexo 2. Registro de unidades experimentales seleccionadas

N° arete	Características	Observaciones
080	Vaca de segundo parto, en último tercio de producción, raza Holstein mestizo, edad aproximada 5 años	
169	Vaca de segundo parto, seca, raza Holstein mestizo, edad aproximada 6 años	
090	Vaquilla, raza Pardo suizo mestizo, edad aproximada 2 años	
089	Vaquilla, raza Holstein mestizo, edad aproximada 1.5 años	
006	Vaca seca de segundo parto, raza Holstein mestizo, edad aproximada 4 años	
167	Vaca de segundo parto, seca, raza Holstein mestizo, edad aproximada 6 años	Aborto (10-12-20)
164	Vaca de segundo parto en primer tercio de producción, raza Holstein mestizo, edad aproximada 4 años	
165	Vaca de segundo parto en primer tercio de producción, raza Holstein mestizo, edad aproximada 4 años	
174	Vaca de segundo parto en primer tercio de producción, raza Holstein mestizo, edad aproximada 4 años	
078	Vaca de primer parto en primer tercio de producción, raza Holstein mestizo, edad aproximada 3 años	
092	Vaquilla, raza Holstein mestizo, edad aproximada 1 año	

Anexo 3. Registro de producción de leche (en kg) por día

Fecha	turno	Numero de arete				Total turno	total diario
		174	0,78	164	165		
23-jun	mañana	4.3	6.5	6.9	7.88	25.58	33.04
	tarde	0.75	4.51	0	2.2	7.46	
24-jun	mañana		6.52	7.785	7.86	22.165	33.21
	tarde		7	0	4.045	11.045	
25-jun	mañana		8.335	6.97	8.945	24.25	33.175
	tarde		3.88	1.02	4.025	8.925	
26-jun	mañana		10.29	6.84	9.45	26.58	34.92
	tarde		3	2.165	3.175	8.34	
27-jun	mañana	5.19	9.83	7.22	10.48	32.72	41.635
	tarde	1.045	3.6	2.05	2.22	8.915	
28-jun	mañana	5	9.8	7.6	8	30.4	41.8
	tarde	0	3.5	3.2	4.7	11.4	
29-jun	mañana	4.4	9.5	6.8	8.8	29.5	41.2
	tarde	1.3	3	2.9	4.5	11.7	
30-jun	mañana	5.8	10.2	7.4	10.1	33.5	43.86
	tarde	1.28	4.03	2.205	2.845	10.36	
01-jul	mañana	5.4	9.6	7.7	9.7	32.4	42.2
	tarde	0.5	3.6	2.5	3.2	9.8	
02-jul	mañana	6.4	7.2	7.2	9.1	29.9	41.35
	tarde	0.65	3.9	3.1	3.8	11.45	
03-jul	mañana	4.9	9.1	6.6	9.2	29.8	38.7
	tarde	0.6	2.8	2.7	2.8	8.9	
04-jul	mañana	5.4	10.2	7.5	9.6	32.7	42.8
	tarde	2.1	2.3	2.7	3	10.1	
05-jul	mañana	5.5	10.1	7.4	9	32	44.6
	tarde	2	3.2	2.9	4.5	12.6	
06-jul	mañana	5.3	11.1	6.7	9.6	32.7	46.2
	tarde	2	4.3	3.3	3.9	13.5	
07-jul	mañana	7.3	11.8	8.8	9.2	37.1	48.9
	tarde	1	3.6	3.2	4	11.8	
08-jul	mañana	7.9	12.4	8.3	9.2	37.8	50.52
	tarde	0.82	4.1	3.5	4.3	12.72	
09-jul	mañana	8	12.2	8.2	10.1	38.5	49.6
	tarde	1	4.3	2.3	3.5	11.1	
10-jul	mañana	8	12.2	8.2	10.1	38.5	49.6
	tarde	1	4.3	2.3	3.5	11.1	
11-jul	mañana	8	12.2	8.2	10.1	38.5	50.2

	tarde	1	4.1	2.1	4.5	11.7	
12-jul	mañana	6.2	9	7.2	10		
	tarde	0	9.2	2.8	3.3		
13-jul	mañana	5.8	8.5	6.9	9.1		
	tarde	0.6	4.7	2.9	3.9		
14-jul	mañana	5.5	10.6	7.6	9.6		
	tarde	0.6	3.8	3.7	3.2		
15-jul	mañana	6.7	11.1	9.3	8.7		
	tarde	1	3	2.6	3.4		
16-jul	mañana	7.7	10.1	8.5	9.8		
	tarde		3.5	3.2	2.5		
17-jul	mañana	7.3	10.7	8.9	9.8		
	tarde	0.9	3.4	3.2	2.5		
18-jul	mañana	6.6	10.7	8.9	10.9		
	tarde	0.6	3.4	2.8	2.8		
19-jul	mañana	6.5	10.7	8	9.4		
	tarde	2.8	3.1	3.9	3.5		
20-jul	mañana	5.9	10.8	7	9.5		
	tarde	2.6	3.5	3.9	4.2		
21-jul	mañana	7	10.1	7.7	10.4		
	tarde	1.5	3.2	2.8	3.3		
22-jul	mañana	4.5	8.5	7.1	9.9		
	tarde	2.2	2.4	2.2	2.6		
23-jul	mañana	6.7	8.7	7.7	9.2		
	tarde	2.6	3.1	2.8	3.8		
24-jul	mañana	5	8.3	7.4	9.2		
	tarde	1.3	3.1	2.5	2.7		
25-jul	mañana	6.2	9.4	7.7	9.1		
	tarde	1.6	2.4	2.5	2.3		
26-jul	mañana	6.5	9	7.2	9		
	tarde	2	2.8	2.9	3.1		
27-jul	mañana	6.2	9.2	7.5	9		
	tarde	2.3	3.3	3.2	2.9		
28-jul	mañana	7.8	9.7	6.6	9		
	tarde	2.2	3.1	2.7	3		
29-jul	mañana	6.2	10	7.8	8.5		
	tarde	2.4	3	3	3.7		
30-jul	mañana	6	9.1	7.6	8.9		
	tarde	2.3	3	2.7	2.6		
31-jul	mañana	6.1	9.1	8	8.3		
	tarde	1.9	3.1	2.8	3.9		

1-ago	mañana	6.1	9.1	8.8	8.3		
	tarde	2.3	3.1	2.8	3.3		
2-ago	mañana	6.4	9	7.6	8.6		
	tarde	2	3.8	3.5	3.5		
3-ago	mañana	6.7	9.2	7.1	8.3		
	tarde	2.3	3.4	3	3.7		
4-ago	mañana	5.8	8.1	7	8.3		
	tarde	2.4	3.3	3.2	3.5		
5-ago	mañana	6.2	8.7	6.8	7.7		
	tarde	2.1	3.7	3.2	3.5		
6-ago	mañana	6.2	8.7	6.8	7.7		
	tarde	2.1	3	3.2	3.5		
7-ago	mañana	6.3	8.4	6.8	8.2		
	tarde	2	2.7	2.9	2.8		
8-ago	mañana	6.2	8.4	7.3	8.2		
	tarde	1.8	3.1	2.6	2.6		
9-ago	mañana	6.2	7.9	7	8.3		
	tarde	1.9	3.1	3	3.6		
10-ago	mañana	5.3	7.3	6.7	8.4		
	tarde	2.1	3	2.9	3.5		
11-ago	mañana	5.6	7.4	6.7	7.6		
	tarde	2.5	3.7	3.4	4.4		
12-ago	mañana	5.8	7.1	6.7	7.5		
	tarde	2.4	3.2	3.2	3.3		
13-ago	mañana	5.7	7.4	7	7.7		
	tarde	2.6	3.2	3.1	3.3		
14-ago	mañana	5.4	7.6	7.2	7.9		
	tarde	2.7	3	3	3.1		
15-ago	mañana	5.5	7.6	7.5	7.5		
	tarde	2.5	3.1	3.2	3.2		
16-ago	mañana	5.7	7.4	7	7.7		
	tarde	2.6	3.2	3.1	3.3		
17-ago	mañana	5.4	7.6	7.2	7.9		
	tarde	2.7	3	3	3.1		

Anexo 4. Bovinos seleccionados en el Centro Experimental de Kallutaca



Anexo 5. Insumos utilizados para la elaboración del protector de urea



Anexo 6. Elaboración del protector de urea



Anexo 7. Elaboración de alimento concentrado



Anexo 8. Alimentación de unidades experimentales



Anexo 9. Ordeño de leche en vacas suplementadas con urea protegida



Anexo 10. Pesaje de la leche ordeñada



Anexo 11. Refractometría de la leche para determinar concentración de sólidos totales

