

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

Trabajo Final presentado para optar al Grado de Médico Veterinario

Modalidad: Trabajo de investigación

**SUPLEMENTACION PROTEICA EN EL ÚLTIMO TERCIO DE LA GESTACION**  
**BOVINA: EFECTO SOBRE EL PESO DE LOS TERNEROS.**

Patricio Bringas

DNI: 37 491 738

Director: M.V. Laura macor

Co-Director: Ing. Agr. Oscar Bocco

Río cuarto- Córdoba

Marzo/2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**  
**CERTIFICADO DE APROBACION**

**Título del Trabajo Final: “SUPLEMENTACION PROTEICA EN EL ÚLTIMO TERCIO DE LA GESTACION BOVINA: EFECTO SOBRE EL PESO DE LOS TERNEROS.”**

Autor: Patricio Bringas

DNI: 37491738

Director: Laura Macor.

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la Comisión Evaluadora:

.....  
(Nombres) .....  
.....

Fecha de Presentación: ...../...../.....

.....

Secretario Académico

## RESUMEN

La alimentación del rodeo, una acertada carga animal y una buena elección de la época y duración del servicio, son requisitos indispensables para lograr un adecuado estado nutricional de los animales y consecuentemente una buena producción por vientre. El funcionamiento reproductivo normal de un bovino es sensible a varios factores, entre ellos el nutricional. Los requerimientos nutricionales de la vaca, tanto en calidad como en cantidad, varían de acuerdo a su estado fisiológico. En la alimentación de los bovinos de cría es usual que se utilicen forrajes de baja calidad en el último tercio de la gestación. En esta etapa los requerimientos nutricionales, se incrementan debido a que el feto tiene su máximo crecimiento. Actualmente diferentes trabajos evidencian el efecto positivo sobre la productividad de la progenie ante la suplementación proteica en hembras gestantes que consumen forrajes con una calidad nutricional muy baja. El efecto de la restricción proteica sobre la performance adulta de la progenie se asocia al mecanismo de programación fetal, resultando en diferencias en la eficiencia del crecimiento en los terneros. Los objetivos de este trabajo fueron analizar los resultados obtenidos sobre peso al nacer y peso al destete de los terneros al alimentar hembras en el último tercio de la gestación con dos niveles proteicos; uno que cubriera los requerimientos, 12% por encima de los mismos: Pastura degradada (PD) y otro que los supere (58.9% por encima de los requerimientos): Triticale (T). Al evaluar la respuesta de la progenie a estos tratamientos para peso al nacer, no se observaron diferencias estadísticamente significativas, pero si para peso al destete ajustado a los 205 días y para los aumentos diarios de peso vivo (ADPV), siendo superiores en los hijos de las hembras PD. Los resultados que se observaron concuerdan con lo citados por diferentes autores en la bibliografía consultada, aun utilizando diferentes tipos de dietas todas excedidas en proteína. La conclusión a la que arribó el presente trabajo es que suministrando niveles exacerbados de proteína a los rodeos de cría comerciales en el último tercio de la gestación no necesariamente se aumenta la productividad y la alimentación de la hembra bovina debería realizarse con los mismos niveles de precisión que se utilizan en el resto de la cadena productiva.

## INDICE

|                        |    |
|------------------------|----|
| Introducción           | 5  |
| Hipótesis y objetivos  | 18 |
| Materiales y Métodos   | 19 |
| Resultados y Discusión | 21 |
| Conclusión             | 24 |
| Bibliografía           | 25 |

## INTRODUCCIÓN

La alimentación del rodeo, una acertada carga animal y una buena elección de la época y duración del servicio, son requisitos indispensables para lograr un adecuado estado nutricional de los animales y consecuentemente una buena producción por vientre. La aspiración es lograr un ternero/vaca/año. Si se considera un período gestacional de aproximadamente 280 días y un anestro post parto normal (periodo no fértil) de 40 a 55 días, la hembra bovina cuenta con solo 40 días para quedar preñada nuevamente (Ferrando, *et al.* 2011). El funcionamiento reproductivo normal de un bovino es sensible a varios factores, entre ellos el nutricional. En consecuencia, en animales que sufren deficiencias nutricionales, los ciclos ováricos (21 días de duración) aparecen en forma irregular o se suprimen (anestro posparto mayores de 80 días), reduciéndose las posibilidades de concepción (preñez) y consecuentemente el porcentaje de parición y destete del rodeo (Ferrando, *et al.* 2011).

Es imprescindible una adecuada alimentación si se desea lograr una buena producción por vientre. Los requerimientos nutricionales de la vaca, tanto en calidad como en cantidad, varían de acuerdo al estado fisiológico (preñada, lactante, vacía, seca) en que se encuentre. Dichos requerimientos son mínimos al comienzo de la gestación, aumentan al final de la misma, especialmente en los últimos 2 meses, y se hacen máximos hacia el segundo - tercer mes de lactancia. Este último período (lactancia) es muy importante ya que normalmente se superpone con el servicio, momento en que se define la producción de terneros para el año siguiente (Ferrando *et al.*, 2011).

En la alimentación de los bovinos de cría es usual que se utilicen forrajes de baja calidad en el último tercio de la gestación. En esta etapa los requerimientos nutricionales, se incrementan debido a que el feto tiene su máximo crecimiento. La restricción de nutrientes preparto ha demostrado alargar el intervalo parto/celo, disminuir la tasa de concepción y posteriormente, las tasas de embarazo en vacas de carne (Randel 1990). Vacas con ingesta energética restringida son propensas a perder peso y condición corporal, inducida por un balance de energía negativo (Perry *et al.*, 1991) La restricción de nutrientes y el balance energético negativo resultante, suprime la función del eje hipotálamico-pituitario-gonadal por la disminución de la liberación pulsátil de LH en circulación, que puede interrumpir la actividad ovárica adecuada (Short y Adams, 1988).

Por lo expresado anteriormente, la nutrición tiene que ser acorde con los requerimientos en las diferentes etapas de cada animal y se recomienda focalizar en los niveles de energía y proteína

de la dieta en este período. Un bovino de cría en esta etapa tendría que consumir niveles de energía metabolizable de aproximadamente 17 a 22 (18,5) Mcal EM por día. Esto significa que debe consumir alrededor de 40 o 45 kilos de materia verde, con un 20 % de materia seca (MS) y una concentración de energía de alrededor de 2 Mcal/Kg MS. La cantidad de proteína total se estima de alrededor de 1 kilogramo (Moralejo *et al.*; 2004).

Al respecto, existen muchos trabajos que evidencian el efecto positivo de la suplementación proteica sobre animales que consumen forrajes con una calidad nutricional muy baja. Se ha observado que la suplementación proteica aumenta el consumo, la digestibilidad y el balance de nitrógeno (N) (Bohnert *et al.*, 2011; Currier *et al.*, 2004). Estos efectos contribuyen a un mayor aporte de nutrientes, una mejor nutrición de la vaca y además sobre el ternero, logrando un mayor peso al nacimiento y al destete. En un ensayo realizado por Maresca *et al.* (2014) se observó que la restricción de vacas al 50% de los requerimientos generó terneros más livianos al nacimiento, menor ganancia de peso durante la lactancia y menor peso al destete comparado con las vacas que fueron alimentadas al 100% de sus requerimientos. Cuando la restricción energética se realiza en los primeros meses de gestación los resultados sobre el peso al nacer y peso al destete no han sido tan consistentes (Long *et al.* 2010; Micke *et al.*; 2010).

En el 2011, Summers *et al.* evaluaron dos niveles de suplementación en vacas gestantes, con burlanda como fuente proteica, uno de alta suplementación proteica (AP) y otro de baja suplementación proteica (BP). La diferencia en el aporte total de la suplementación proteica fue un 2% más sobre los niveles basales de la dieta, los cuales dependían de la base del alimento. No se encontraron diferencias en el peso vivo al nacimiento de los terneros provenientes de las madres con distinta suplementación. Los terneros fueron llevados a un feed-lot. En esta etapa la performance de los terneros de las madres suplementadas con AP fue mejor, lo cual dio una mayor ganancia de peso y por lo tanto mayor peso final. Este estudio se realizó durante dos años, pero en el segundo año la diferencia de performance no fue tan marcada, posiblemente debido a una mejor calidad del alimento de base de esas vacas.

Radunz *et al.* en el año 2010 y 2012, realizaron un estudio en el cual se alimentaron vacas en el último tercio de la gestación con tres dietas diferentes: a base de heno, maíz y burlanda. Las dietas fueron planteadas para ser isoenergéticas según valor de tablas del NRC (2000). Las vacas que consumieron burlanda presentaron un 3 % más de aumento de peso que los otros dos tratamientos, pero sin haber diferencias en la condición corporal. El peso de los terneros al nacimiento fue más livianos para las vacas alimentadas con heno, esta diferencia se diluyó un poco al destete, siendo los terneros nacidos de las vacas alimentadas a base de maíz un poco más pesados. Al final del engorde

en el feed-lot no había diferencia ni de peso ni en consumo para los tres grupos. Sin embargo los novillos cuyas madres fueron alimentadas con heno tenían un mayor grado de marmoleado que la progenie de las vacas alimentadas con maíz, los novillos provenientes de las madres alimentadas con burlanda poseían un grado intermedio.

Wilson *et al.* (2015); realizaron un trabajo con el fin de investigar si los efectos de la ingesta excesiva de proteína en la dieta para vacas parto en el último tercio de su gestación, provocaban algún efecto positivo sobre el peso al nacer y peso al destete en la progenie. Las dietas que se utilizaron fueron formuladas para ser isocalóricas y proporcionar el 100% de los requerimientos en proteína cruda (PC) para el control y el 129% (hiperproteica) para el grupo estudiado. Los 2 grupos fueron alimentados con un límite de  $78 \pm 12$  días parto. Todas las vacas se alimentaron con una dieta común después del parto. Al nacer la progenie, se midió peso al nacer y peso al destete ( $121 \pm 11$  días de edad). Los terneros fueron destetados como grupo y colocados en un corral de engorde y alimentados con una dieta de terminación.

En los resultados del trabajo (Wilson *et al.*, 2015) no observaron ningún aumento en el peso al nacimiento de la progenie, lo que concuerda con experimentos previos, donde se evaluaron diferentes fuentes de energía en la dieta (Radunz *et al.*, 2010) durante la gestación tardía. Tampoco no se observaron diferencias con los tratamientos realizados en el peso al destete de los terneros, ni hubo diferencias en las ganancias de peso (GDP) pre destete. Los resultados de este experimento indican que la sobrealimentación con PC en exceso durante la gestación tardía no afecta el peso al nacimiento, peso al destete, ni las GDP de la progenie pre destete. Cuando los terneros fueron llevados al Feed-lot, los aumentos diarios de peso vivo (ADPV) y el peso final no fueron afectados por la ingesta excesiva de proteína en el pre parto de las madres.

La condición corporal es una medida subjetiva que se utiliza para estimar el porcentaje de grasa, llamada “reserva corporal” de la que dispone un bovino para cumplir con sus funciones fisiológicas normales. Un incremento en la condición corporal antes del parto incrementa el peso vivo al nacimiento de los terneros, esto podría deberse a que al tener mayor reserva corporal, es mayor el porcentaje de nutrientes que serían destinados al feto (Spitzer *et al.*, 1986).

Larson *et al.* (2009) reportaron una mayor condición corporal parto en el grupo de vacas que recibió suplementación proteica durante el final de la gestación vs las que no recibieron, sin embargo, los pesos al nacimiento de los terneros sólo tuvieron una tendencia a ser diferente con respecto al grupo no suplementado. La restricción proteica puso en acción el mecanismo conocido como programación fetal, resultando en diferencias en la eficiencia del crecimiento en los terneros.

En mamíferos, la programación fetal es definido como la respuesta a un desafío específico ocurrido durante un período de tiempo crítico (ventana) del desarrollo fetal, que altera la trayectoria del desarrollo de manera cualitativa, cuantitativa o ambas, produciendo efectos persistentes en la vida del animal (Nathanielsz *et al.*, 2007). El crecimiento muscular se debe principalmente a dos procesos biológicos: la proliferación celular y el acúmulo de proteínas. El músculo se desarrolla a partir de la hoja mesodérmica del embrión y deben ocurrir dos cambios fundamentales para la constitución de este tejido. En primer lugar las células precursoras de músculo deben aumentar en número, para luego experimentar cambios en su síntesis proteica que les permitan sintetizar proteínas características de este tejido (Allen *et al.*, 1979). Durante los tres primeros meses de gestación se produce la miogénesis primaria, en la que se forman un bajo número de fibras musculares. Durante los 2 a 8 meses de gestación se forman la mayoría de las fibras musculares, miogénesis secundaria (Prieto *et al.*, 2003).

Las células mesenquimales pueden dar origen a fibras musculares, adipocitos o fibroblastos (Lefaucheur y Gerrard, 2000). Los mioblastos presuntivos son la última célula del linaje miogénico capaz de sintetizar ADN y dividirse. La fusión de estos mioblastos mononucleados lleva a la formación de células multinucleadas (miotúbulos), cuyos núcleos son incapaces de sintetizar ADN (Allen *et al.*, 1979). Esto se demostró utilizando células de musculo de embrión de pollo, las que en cultivo celular se diferenciaron en células multinucleadas similares a las del músculo maduro (Konigsberg, 1961).

Las fibras musculares son células elongadas multinucleadas es decir cada una es un sincitio (célula con varios núcleos resultante de la fusión de varias células) que contiene varios núcleos en un citoplasma común (Duan *et al.*, 2010) que se pueden clasificar según su contractilidad y propiedades metabólicas. La contractilidad está determinada por el polimorfismo de la cadena pesada de polimiosina, que constituye el componente principal de los filamentos finos y determina la velocidad de acortamiento. Desde el punto de vista metabólico las fibras se pueden clasificar en oxidativas y no oxidativas (o glucolíticas) radicando esta diferencia en la actividad de la enzima mitocondrial succino deshidrogenasa (SDH) (Lafaucher y Gerrard, 2000). Las fibras de contracción lenta o tipo 1 (oxidativas) son usadas para mantener la postura, mientras que las de contracción rápida o tipo 2 (glucolíticas) producen movimientos. Una reducción del número de fibras musculares durante este periodo por causa de una subnutrición materna, puede traer una consecuencia irreversible en la descendencia (Du *et al.*, 2010). La nutrición fetal determina el desarrollo muscular durante la vida adulta, ya que el número de fibras musculares no se incrementa después del

nacimiento. La restricción nutricional durante la gestación, puede resultar en un reducido número de fibras musculares y reducida masa muscular impactando en la performance animal. El número de fibras musculares y los adipocitos intramusculares los cuales determinan el marmóreo son influenciados durante el desarrollo fetal (Du *et al.*, 2010).

El metabolismo de las proteínas posee características diferentes en los rumiantes en relación con los no rumiantes. A nivel intestinal la degradación de las proteínas es similar en rumiantes y en no rumiantes. Las proteínas y los péptidos son degradados hasta oligopéptidos por la acción de las enzimas proteolíticas pancreáticas (tripsina, quimotripsina y carboxipeptidasa), luego los oligopéptidos son degradados por las oligopeptidasas de la membrana apical de los enterocitos liberando aminoácidos di y tripéptidos que finalmente son absorbidos. Sin embargo, a diferencia de los no rumiantes, la proteína que llega al intestino del rumiante es diferente de la ingerida con la dieta, debido a que los microorganismos ruminales degradan más de la mitad las proteínas consumidas. Lo hacen mediante proteasas de membrana que desdoblan las proteínas en péptidos y algunos aminoácidos libres, los que son absorbidos por el microorganismo. (Cirio A. *et al.*, 2000)

Los microorganismos que existen en el rumen son los responsables de producir la proteína microbiana que le servirá al bovino, para posteriormente ser utilizada en una serie de procesos productivos. Los niveles de proteína que necesitan los animales varían en función del peso del animal, nivel productivo, estado de preñez y es posible obtenerlos de las tablas de requerimientos. Una vez incorporados al microorganismo los péptidos son hidrolizados hasta aminoácidos, los cuales pueden ser empleados para sintetizar proteína microbiana o bien, como ocurre con la mayor parte de ellos, son utilizados como fuente energética. En este caso los microorganismos separan el grupo amino del aminoácido y lo liberan al medio ruminal como un producto de desecho, y emplean la cadena carbonada para obtener energía como si se tratara de un hidrato de carbono. Por otro lado, los grupos amino (-NH<sub>2</sub>) libres se convierten, por adiciones de H<sup>+</sup> en el ambiente reductor del rumen, en amoníaco (NH<sub>3</sub>) y luego en amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), por lo cual la concentración de este último sirve como un indicador de la actividad proteolítica en el rumen (Cronjé P.B. *et al.*, 2000). Los protozoarios poseen mayor capacidad proteolítica que las bacterias y los hongos, pero debido a que se encuentran en menor cantidad son responsables solo del 10 al 20 % de la actividad proteolítica ruminal, a la que los hongos contribuyen en un porcentaje todavía menor y son fundamentalmente las bacterias las que realizan la mayor parte de la degradación proteica a nivel ruminal (más del 50 %) (Cronjé P.B. *et al.*, 2000).

La cantidad de proteína bacteriana que llega al intestino del rumiante depende de dos factores. Por un lado en la medida en que una dieta balanceada aporta mayor cantidad de energía estimula la división microbiana, aumentando su concentración en el rumen y lo por tanto su llegada al intestino. Por otra parte, se ha insistido en que las bacterias requieren dos sustratos para sintetizar sus proteínas somáticas, siendo estos las cadenas carbonadas y una fuente de N. Así, la producción ruminal de proteína puede verse afectada por desbalances entre ambos sustratos. Si el desequilibrio se debe a un exceso de nitrógeno, ya sea como proteína verdadera o como alguna fuente de NNP, aumentará la concentración ruminal de  $\text{NH}_4^+$  debido a que no es empleado para sintetizar proteínas bacterianas debido a la falta relativa de cadenas carbonadas. El exceso de  $\text{NH}_4^+$  perjudica al animal en dos aspectos. Por un lado aumenta el pH ruminal y puede alterar su funcionamiento si éste supera el rango normal y por otra parte el  $\text{NH}_4^+$  es absorbido por el rumen y detoxificado en el hígado, mediante la formación de urea, con el consecuente gasto energético adicional para el rumiante (Bohnert, *et. al.*2011).

Por otra parte si el desequilibrio se debe a una falta de nitrógeno en relación con la energía que aporta la dieta, este será el factor limitante para el desarrollo bacteriano ya que no se formarán los grupos amino. Se ha estimado que el mayor desarrollo bacteriano se logra con una concentración ruminal de amoníaco de 5 mg/dl (miligramos por decilitro), y valores superiores tienen relación directa con su desbalance con exceso de nitrógeno en la dieta (Bohnert, *et. al.* 2011).

Los forrajes que integran las pasturas o verdeos de buena calidad aportan normalmente cantidades adecuadas de proteínas. Sin embargo, estas proteínas poseen alta disponibilidad ruminal, por lo cual son rápidamente degradadas y sirven fundamentalmente como fuente de  $\text{NH}_4^+$  para la síntesis de proteína bacteriana. Para ello es necesario que exista también una fuente de hidratos de carbono de rápida disponibilidad. Los forrajes cumplen este requisito especialmente en primavera, al presentar altas concentraciones de hidratos de carbono solubles. Durante el otoño, en cambio, los forrajes tienden a mantener su concentración proteica pero disminuye significativamente la de hidratos de carbono solubles, creando un desbalance que lleva a un exceso de  $\text{NH}_4^+$  en el rumen.(Moralejo R. *et al.*, 2004)

El amoníaco presente en el rumen es completamente absorbido a través de su pared, siendo insignificante la cantidad que consigue pasar al abomaso. Inicialmente se pensaba que sólo se absorbía por difusión simple y a través del epitelio ruminal ya que al ser el  $\text{NH}_3$  una molécula sin cargas de superficie (apolar) posee alta liposolubilidad. Luego se demostró que la mayor parte de  $\text{NH}_3$  se encuentra y se absorbe como  $\text{NH}_4^+$ , que si bien no puede difundir porque su carga de

superficie le aporta hidrosolubilidad, es absorbido por mecanismos destinados a la absorción de potasio ( $K^+$ ), como canales de  $K^+$  o cotransporte  $Na^+-K^+-2Cl^-$ . Como el amoníaco es un compuesto tóxico para los tejidos en general, es combinado con  $CO_2$  para formar urea. Esta reacción se produce en el hígado por el llamado ciclo de Krebs-Henseleit o de la ornitina y consume energía a razón de tres ATP por molécula de urea producida. En la mayoría de las especies la urea se elimina del organismo a través de la orina, como producto de desecho del metabolismo proteico. El rumiante en cambio aprovecha la urea usándola como una fuente de nitrógeno para los microorganismos ruminales. La urea llega al rumen secretada con la saliva o directamente a través de la pared ruminal, difundiendo a favor de su gradiente de concentración. Una vez en el rumen es rápidamente desdoblada por la flora ureolítica en  $CO_2$  y amoníaco, cerrando el denominado *ciclo rumino-hepático de la urea* (Cunningham J.G. *et al.*, 1994).

El principal problema de la proteína respecto a su efecto en la reproducción está relacionado con un exceso de este nutriente en la dieta. El organismo en condiciones normales es capaz de convertir el amonio producido en el metabolismo de las proteínas a urea. Sin embargo, cuando existe una alta producción de amonio, provocada por una alta ingesta de proteína en la dieta, el metabolismo del animal no es capaz de desintoxicarse y ello tiene un efecto negativo en los procesos reproductivos. Entre ellos se cuentan: menor tasa de preñez, mayor número de servicio por preñez. De aquí la importancia que los animales reciban una dieta balanceada en términos de proteína total y proteínas degradables y no degradables a nivel ruminal. El exceso de proteína degradable en la dieta incrementa las concentraciones plasmáticas de urea y de amonio en el plasma y útero, incrementando la mortalidad embrionaria (McEvoy *et al.*, 1997).

Se han descrito varios mecanismos por el cual el exceso de proteína afecta la fertilidad de las vacas: a) influye sobre la movilidad y la viabilidad de las gametas (espermatozoides y óvulos) y del embrión, b) altera el eje hipotálamo-hipófisis-ovario, c) afecta la eficiencia del metabolismo y estatus energético (Ferguson y Chalupa, 1989).

Los rumiantes al tener la capacidad de reciclar el N a través de la saliva para volver al rumen para su descomposición en amoníaco, determina que las vacas no necesitarían una suplementación proteica todos los días, la cual puede ser reemplazada por una suplementación con una asignación semanal en 2 o 3 días. Pero cuando hay suficiente urea en el rumen, esta es secretada en orina y leche (Staples *et al.*, 1993). Los requerimientos de proteína se han establecido para el crecimiento y mantenimiento (NRC, 2000) y recientemente han sido revisados por la (Academias nacionales de Ciencias, ingeniería y medicina, 2016); sin embargo, no se han caracterizado

completamente los requerimientos de proteína para la reproducción y el impacto de la suplementación excesiva en reproducción aún en vacas de carne.

Además, los estudios que evaluaron los efectos de la suplementación de un exceso proteico en funciones ováricas y funciones reproductivas, han obtenido resultados inconsistentes. Cuando un exceso de proteína degradable se incorpora en la dieta, el nitrógeno urémico plasmático y el nitrógeno urémico en leche aumentan. En las vacas lecheras, un aumento en el nitrógeno urémico plasmático que resulta en concentraciones superiores a 19 mg/dl, se ha relacionado con una disminución en las tasas de fecundación por inseminación artificial a casi un 20% (Butler *et al.*, 1996). Los datos más recientes sugieren que concentraciones de nitrógeno urémico en leche de 15,4 mg/dl, pueden resultar en una menor probabilidad de éxito de fecundación en vacas lecheras (Rajala-Schultz *et al.*, 2001). Sin embargo estudios anteriores (Guo *et al.*, 2004), reportaron sólo una relación negativa entre aumento del nitrógeno urémico en leche y sin efectos sobre la fecundación durante la primera inseminación. En relación a esto, existen evidencias que la suplementación proteica a largo plazo permite a las vacas adaptarse a las concentraciones de urea elevadas, y que no hay efectos negativos en el desarrollo del embrión (Dawunda *et al.*, 2004; Gat *et al.*, 2012). Estos datos sugerirían que la vaca se adapta a exceso de proteína con el tiempo y por lo tanto, los impactos negativos del exceso proteico en la fertilidad pueden ser temporales.

A pesar de los resultados de Guo *et al.* (2004) y Ferguson *et al.*, (1993) generalmente se acepta que concentraciones elevadas de nitrógeno urémico plasmático están correlacionadas negativamente con el éxito de la fecundación y aunque no están completamente aclarados, se sugieren diferentes hipótesis del por qué la proteína en exceso puede perjudicar la fertilidad. La mayoría de estas hipótesis se centran en el exceso de proteína degradable en rumen y los efectos resultantes de la formación de urea. La primera teoría se refiere a la capacidad de la urea para interrumpir la señalización entre el hipotálamo y el ovario disminuyendo la liberación de gonadotropina y hormonas posteriores (Jordan y Swanson, *et al.*, 1979).

Otra teoría postula que el excesivo consumo de proteína cruda resulta en una gran cantidad de amoníaco y urea en el tracto reproductivo, creando un cambio de las secreciones uterinas (Jordan *et al.*, 1983) y pH (Elrod y Butler, 1993) que alteran el ambiente uterino, dando por resultado un ambiente hostil para el desarrollo embrionario temprano. Esta reducción en el pH uterino como consecuencia de concentraciones elevadas de nitrógeno urémico plasmático fue reconfirmada por Rhoads *et al.*; (2004), donde un grupo de vacas fueron objeto de infusión yugular de urea, y establecieron un menor pH uterino 12 horas después en comparación con una solución salina infundida en las vacas control. Este trabajo es consistente con lo informado por Meza-Herrera *et al.*,

(2009) quienes informaron que las altas concentraciones de proteína periconcepcional resultaron en un pH uterino reducido y redujeron la tasa de fertilidad, pero no afectó la función luteal en la inseminación después de 15 días. Acott y Carr (1984) observaron que la exposición prolongada a condiciones ácidas irreversibles detiene la motilidad del esperma. Por lo tanto, si las vacas se encuentran con concentraciones crecientes de nitrógeno urémico plasmático tienen un pH uterino más ácido antes del estro, por lo cual es factible que el ambiente uterino de las hembras podría retardar o inhibir completamente la motilidad del esperma en la inseminación, lo que resulta en la imposibilidad de que ocurra la fertilización.

Rhoads *et al.*, (2006) realizó una transferencia de embriones solo 7 días después de la inseminación entre vacas con altas y moderadas concentraciones de nitrógeno urémico plasmático. Los embriones de las hembras donantes que presentaban valores de nitrógeno urémico plasmático alto dieron como resultado menor fecundación versus aquellas donantes con nitrógeno urémico plasmático moderados.

Las hembras bovinas para producción de leche han sido objeto de interés al analizar cómo la sobrealimentación proteica altamente degradable tiene efectos en la reproducción, al ser común que en la dieta se realice un aumento de la proteína degradable en rumen para estimular una mayor producción de leche. Sin embargo, mientras que el mayor aporte de proteína degradable en rumen maximiza la producción de leche, la eficiencia reproductiva generalmente se ve disminuida (Butler *et al.*, 1981). Jordan y Swanson (1979) observaron una correlación negativa entre el exceso de proteína degradable en rumen y eficiencia reproductiva (servicios por concepción y días abiertos) cuando PC se incrementó de 12%, 16% a 19% en la dieta.

Si bien el exceso de proteína degradable en rumen está ligada comúnmente a disminuir la función reproductiva, la administración excesiva de proteína no degradable en rumen (RUP) ha sido comúnmente ligada a efectos más positivos sobre la reproducción, acortando el intervalo parto/celo (Figuroa *et al.*, 1992; Sinclair *et al.*, 1994), con mejora de las tasas de concepción en vacas lecheras (Armstrong *et al.*, 1990; Bruckental *et al.*, 1989). Otros estudios compararon la administración excesiva de suplementos no degradables vs suplementos degradables, demostraron que suplementaciones con mayor proteína no degradable en rumen aumentaron la tasa de concepción en vaquillonas de carne al primer servicio (Wiley *et al.*, 1991; Martin *et al.*, 2007) y aumentos en las tasas globales de fecundación en vacas lecheras (McCormick *et al.*, 1999).

Tanto los aminoácidos (AA) como los péptidos de degradación ruminal (RUP) se absorben en el intestino y están disponibles para los rumiantes, el exceso de (RUP) ha demostrado estimular el páncreas para aumentar la producción de insulina (Sletmoen Olson *et al.*, 2000; Schroeder *et al.*, 2005). La insulina afecta los tejidos ováricos al aumentar la síntesis de receptores de LH y realiza acciones en la hipófisis a través de estos receptores (Butler y Canfield, *et al.*, 1989) (Kane *et al.*, 2002). Sin embargo, en particular las concentraciones de nitrógeno ureico en sangre (PUN) no parecen estar relacionadas con la fertilidad en vacas de carne. En un estudio realizado por Bryant *et al.* (2011), en vaquillonas pastando trigo en Oklahoma antes y durante la cría temprana registraron concentraciones de (PUN) superiores a 20 mg / dl durante la sincronización e inseminación artificial (IA), en los resultados no encontraron diferencias en la fecundación a la IA durante toda la temporada en comparación con vaquillonas alimentadas en un lote seco con concentraciones de PUN inferiores a 10 mg / dl. De manera similar, Amundson *et al.* (2015) no notó diferencias en las tasas de fecundación de vaquillonas que mantuvieron una dieta con alto contenido de nitrógeno en comparación con el control cuando las dietas fueron realizadas 60 días antes de la temporada de cría. En ese estudio la urea fue la fuente primaria de proteínas en exceso, con concentraciones (PUN) de 23,4 mg / dl y 13,3 mg / dl para el control, respectivamente.

Finalmente, investigaciones recientes sugieren que, en las vacas de carne y vaquillonas adaptadas a su plano nutricional con exceso de proteína, por lo menos 21 días antes de la temporada de cría, los niveles de (PUN) no están negativamente relacionados con la tasa de fecundación a la IA. Por el contrario, en 1.331 animales analizados, el (PUN) tiende a tener una relación positiva débil con la tasa de fecundación en IA. Cabe señalar que, en los estudios realizados el ganado se adaptó a sus dietas antes del comienzo de la temporada de cría. Por lo tanto, es factible que los cambios abruptos en la dieta que resultan en proteína dietética excesiva alrededor de la temporada de cría pueden afectar negativamente la fertilidad (Gunn *et al.* 2016).

La cantidad de datos en la literatura láctea que relaciona el exceso de proteína dietética con la fertilidad suprimida, principalmente a través de concentraciones incrementadas de urea que afecta la función reproductiva es innegable. Las observaciones son probablemente exacerbadas por factores como el estrés metabólico y los balances energéticos negativos que a menudo son creados durante el pico de lactancia, y coincide con el momento de la IA en muchos rebaños. Sin embargo, investigaciones más recientes en bovinos de carne sugieren que cuando la energía metabolizable no es un factor limitante, el exceso de proteína en la dieta no afecta la fertilidad y los procesos reproductivos (Currier *et al.*, 2004).

Las dietas con altos contenidos de proteínas elevan las concentraciones de nitrógeno, urea en plasma y secreciones uterinas. (Jordan *et al.*, 1983; Canfield *et al.*, 1990; Elrod y Butler, 1993; Roseler *et al.*, 1993). Las elevaciones en las concentraciones de urea en leche también han sido asociadas con baja fertilidad (Butler *et al.*, 1996; Larson *et al.*, 1996; Rajala-Schultz *et al.*, 2001).

De Wit *et al.*, (2001) cita un trabajo que determinó los efectos directos de la urea y del pH ácido durante la maduración de ovocitos y desarrollo embrionario. Para el experimento (1), los ovocitos fueron madurados en diferentes medios que contenían 0, 5, 7.5 y 10 mm de urea (milímetros de urea), (0, 14, 21 ó 28mg/dl nitrógeno de urea, respectivamente). Los resultados indicaron que la tasa de crecimiento no se redujo por ninguna concentración de urea. Sin embargo, se redujo la proporción de ovocitos en desarrollo hasta la etapa de blastocito en 8 días después de la inseminación con una concentración de urea de (7.5 mm). Para el experimento (2), supuestos cigotos fueron recogidos 9 horas después de la inseminación y cultivados en un medio modificado: PotassiumSimplex optimizado medio (KSOM) con las mismas concentraciones de urea del experimento (1), 0, 5, 7.5 y 10mm urea (0, 14, 21 ó 28mg/dl nitrógeno de urea, respectivamente). En cuanto a los resultados la urea no redujo la proporción de ovocitos en desarrollo hasta la etapa de blastocito, aunque con 10 mm de urea se redujo el crecimiento ligeramente. Para el experimento (3), dimethadione (DMD), un ácido débil no metabolizable, fue utilizado para disminuir el pH del medio de cultivo. Supuestos cigotos fueron cultivados en KSOM modificado conteniendo 0, 10, 15 o 20 mm (DMD) para 8 d. El resultado del cultivo en (DMD) redujo la tasa de crecimiento a concentraciones de 15 y 20 mm y el desarrollo hasta la etapa de blastocito en todas las concentraciones.

Estos resultados apoyan la idea que la alimentación con dietas ricas en proteína altamente degradable compromete la fertilidad a través de acciones directas de urea en el ovocito y por alteraciones en el pH uterino. Por otra parte, la exposición de ovocitos a 6 mm de la urea durante la maduración in vitro dio como resultado una deteriorada tasa de meiosis y fertilización.

La alimentación con grandes cantidades de proteína también puede alterar el ambiente uterino mediante la reducción de las concentraciones de magnesio, potasio y fósforo en las secreciones uterinas (Jordan *et al.*, 1983) y reduciendo el pH uterino (Elrod *et al.*, 1993; Elrod y Butler, 1993). Sólo se observaron efectos de la dieta en potasio, fósforo y pH durante la fase lútea. Aunque no se conocen las consecuencias de concentraciones minerales alteradas en la función embrionaria, una reducción en el pH de 7.2 a entre 6.9 y 7.1 se ha relacionado con comprometer el

desarrollo embrionario en ratones (Edwards *et al.*, 1998). En contraste, el desarrollo de embriones de pre implantación de hámster fue afectada por un rango de pH de 6.5 a 7.4 (Bavister *et al.*, 1983; Carney y Bavister, 1987).

Otro trabajo que se realizó con el objetivo de: 1) determinar los efectos directos de la urea sobre la maduración de los ovocitos, el desarrollo embrionario y 2) evaluar si un pH bajo durante el período de crecimiento embrionario interrumpe su desarrollo (Carney and Bavister, 1987; Edwards *et al.*, 1998). Los resultados durante la maduración no fueron reducidos por urea en cualquier concentración probada. En comparación con los ovocitos de control, la proporción de ovocitos que se convirtió en blastocitos en 8 días después de la inseminación fue reducido por maduración en urea 7.5 mm, pero no por maduración en 5 o 10 mm de urea. La proporción de embriones escindidos que desarrollaban blastocitos disminuyó en urea al 7.5 mm y 5 mm pero no por urea al 10 mm.

Los efectos de la urea durante el desarrollo embrionario con la concentración más alta probada (10 mm) redujeron levemente la tasa de crecimiento. Sin embargo, en contraste con los efectos durante la maduración, la urea no redujo la proporción de ovocitos o de embriones que se desarrollaban a la etapa de blastocito. En ese estudio, la exposición de ovocitos a concentraciones fisiológicamente relevantes de urea durante el proceso de maduración interfirió con la capacidad de los embriones formados después de la fertilización para el desarrollo a la fase de blastocito. La exposición del embrión a urea después de la fertilización no tuvo efectos sobre el desarrollo, lo que indica que el embrión por sí mismo era resistente a los efectos directos de urea. Sin embargo, el desarrollo fue deteriorado por la exposición embrionaria a un pH ácido similar a las de las secreciones uterinas de las vacas alimentadas con exceso de proteína degradable.

Tomados en conjunto, los resultados implican que cambios en las concentraciones de urea y pH uterino son causa de infertilidad asociada con la alimentación en base a dietas que contienen exceso de proteína degradable (Elrod *et al.*, 1993; Elrod y Butler, 1993). En concordancia con el estudio anterior, (De Wit *et al.*, 2001) también observo efectos en la exposición a urea durante la maduración, en la proporción de ovocitos que se convertían en blastocitos. Sin embargo, la causa de la disminución en el desarrollo a la etapa de blastocito era diferente. Con la adición de urea (6 mm) en el medio de maduración la metafase I se apresuró en completar, se inhibió la terminación de la metafase II, redujo la tasa de fertilización y disminuyó la proporción de ovocitos que se convirtieron en blastocitos.

Las concentraciones de urea son elevadas en las secreciones uterinas de vacas alimentadas con grandes cantidades de proteína (Jordan *et al.*, 1983) al igual que el oviducto uterino de ovejas alimentadas con urea suplementaria (McEvoy *et al.*, 1997).

El embrión puede adquirir algún mecanismo para contrarrestar los efectos tóxicos de urea que el ovocito carece, o la urea puede interrumpir algún proceso en el ovocito que no ocurre durante el desarrollo embrionario. En contraste con su resistencia a la urea, el embrión es muy susceptible a la interrupción por la reducción de pH, lo que sugiere que una reducción en el pH del fluido uterino en la fase lútea en vacas alimentados con una dieta alta en proteínas es hostil para la supervivencia embrionaria (Elrod *et al.*, 1993; Elrod y Butler, 1993). Los resultados de diferentes trabajos en vacas lecheras son consistentes con la idea de que los efectos de una alimentación con proteína superior a los requisitos, son perjudiciales sobre la fertilidad en vacas lecheras en parte por el efecto directo de la urea en el proceso de maduración de ovocitos y por alteraciones en el pH uterino, sin embargo no se encontró bibliografía que haga referencia al efecto de la urea sobre el desarrollo fetal y el desarrollo de los tejidos fetales durante la gestación.

Como ya se mencionó, en la práctica es común observar una subalimentación de la vaca de cría durante la gestación, incluso no se llega a alcanzar la condición corporal objetivo al parto. Sin embargo, existen sistemas de alto nivel de producción, por ejemplo: las cabañas y los núcleos genéticos, que tienen como objetivo vender parte de su producción como recurso genético. A partir de los efectos conocidos del aporte proteico sobre la productividad de la progenie, surge la inquietud de saber si en algunos sistemas de estas características un aporte superior de proteína también generará diferencias observables en la progenie. La evaluación de los aportes nutritivos de las pasturas no es una práctica común en sistemas de cría, y en general se desconoce si existe un déficit en el aporte proteico.

El presente trabajo tiene por objetivos analizar los resultados obtenidos al usar pasturas de diferentes niveles proteicos, en el último tercio de la gestación sobre parámetros productivos en la progenie. El mismo forma parte de un proyecto de investigación de la Cátedra de Producción Bovina de Carne: “Nutrición de la vaca de cría: Efecto sobre la progenie”.

## **HIPOTESIS**

Diferentes aportes proteicos generan diferencias en la productividad de la progenie en el peso al nacer y peso al destete.

## **OBJETIVO GENERAL**

Analizar los resultados obtenidos al usar pasturas de diferentes niveles proteicos, en el último tercio de la gestación sobre peso al nacer y peso al destete corregido a los 205 días.

## **OBJETIVO PARTICULAR**

Comparar dos niveles proteicos en bovinos de cría y analizar su efecto sobre peso al nacer, peso al destete y aumento diario de peso vivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo, entre diciembre de 2015 y marzo de 2017, en un establecimiento privado de ciclo completo situado sur de la provincia de Córdoba. Se utilizaron bovinos de raza Aberdeen Angus de entre 5 a 6 años de vida, con un peso promedio de 400 kg, y una condición corporal de 2,5. El servicio fue realizado mediante inseminación a tiempo fijo (IATF), el protocolo comenzó con colocación de dispositivos con Progesterona, 2cm de Benzoato de Estradiol, al séptimo día se retiró el dispositivo se aplicó 1cm de Cipionato de Estradiol y 2 cm de un análogo sintético de la prostaglandina F<sub>2</sub>alfa (Clorprosteno), a las 52 hs de retirado el dispositivo se realizó la inseminación con semen congelado. Las mismas fueron diagnosticadas por ecografía al día 30 desde finalizada la IATF.

Respecto a la sanidad se realizó una vacunación con una dosis de complejo reproductivo (Rinotraqueitis Infecciosa Bovina, Diarrea Viral Bovina, Campilobacter fetus fetus, Campilobacter fetus venereal, Lepstospira interrogans pomona pomona, Haemofilus somnus) 25 días previos a la realización de la IATF. Treinta días anteriores al parto se realizó una dosis de complejo entérico.

Se trabajó con un grupo 20 hembras preñadas múltiparas. Las vacas fueron sometidas al mismo tratamiento nutricional desde 2014, habiendo gestado y amamantado un ternero por año, desde esa fecha hasta el momento de la realización del ensayo, al que ingresaron sin ternero al pié. En el período pre-experimental se les administró una pastura de alfalfa hasta los 6 meses de gestación. Luego, durante el último tercio de la gestación se dividieron las hembras en dos grupos: Para el grupo 1 la alimentación fue Triticale (T), mientras que para el grupo 2 fue una pastura degradada de festuca y agropiro (PD). Los requerimientos de las hembras en éste período se calcularon en base a las tablas del NRC 2000. Durante el período experimental se procedió a evaluar la calidad nutricional del recurso forrajero utilizado. Para lo cual se determinó en el laboratorio la Proteína Bruta (PB) y Fibra Detergente Neutra (FDN), según el método de Kjeldahl. Los resultados, junto a los requerimientos de los animales y el nivel de proteína de las dietas en relación a los requerimientos se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1: Análisis nutricional, requerimientos y nivel de proteína de las dietas en relación a los requerimientos.**

| DIETA                  | TRITICALE (T) | PASTURA DEGRADADA (PD) |
|------------------------|---------------|------------------------|
| PB                     | 18,2          | 13,92                  |
| CMS                    | 8,37          | 7,75                   |
| PB REQUERIDA           | 958,35 G/D    | 958,35 G/D             |
| PB QUE CONSUME (%)     | 11,45         | 12,37                  |
| PB QUE CONSUME (G/d)   | 1.523,34 g/d  | 1.078,8 g/d            |
| % SOBRE REQUERIMIENTOS | 58,9 %        | 12,6%                  |

Para evaluar los efectos sobre el crecimiento de la progenie, en primera medida los terneros fueron pesados en forma individual dentro de las 24 horas de nacidos, y se identificó las crías por sexo, madre y padre. El destete se realizó a los 150 días, bajo un protocolo comercial de destete precoz. Los hijos de los diferentes grupos se trataron en iguales condiciones durante toda su vida. Para comparar los resultados se ajustó el peso al destete a los 205 días (P205) (1) y en base a éste, el aumento diario de peso vivo (2).

$$P\ 205 = \text{Ganancia de peso desde el nacimiento hasta el destete} * 205 + \text{Peso al nacer} \quad (1)$$

$$ADPV = (\text{Peso ajustado a los 205 días} - \text{Peso al nacer}) / \text{Edad al destete} \quad (2)$$

Los resultados se analizaron mediante varios análisis de varianza estadísticos (ANOVA) seguido de la prueba de Dunnett.  $P < 0.05$  se consideró significativo (R, 2016)

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores observados para peso al nacer (PN), peso ajustado a los 205 días (P205) y aumento diario de peso vivo (ADPV) se muestran en la Tabla 2. En todos los casos se observaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre ellos.

**Tabla 2: Peso al Nacer, peso a los 205 días y aumento diario de peso vivo para cada tratamiento**

| Variable | Triticale (T)  | Pastura degradada (PD) |
|----------|----------------|------------------------|
| PN       | 34 (4.36) a    | 35 (5.04) a            |
| P205     | 167.34 (22.5)a | 205.34 (25.22)b        |
| ADPV     | 0.65 (0.09)a   | 0.83 (0.11)b           |

Los resultados obtenidos en éste trabajo utilizando una dieta al 112% sobre los requerimientos proteicos para las madres del grupo PD y una dieta al 158.9% sobre los requerimientos proteicos para el grupo experimental T arrojaron los siguientes resultados, para el peso al nacimiento en los terneros hijos del grupo T no se registraron diferencias estadísticamente significativas (1kg) con respecto a los terneros hijos del grupo PD. Pero para peso al destete ajustado a los 205 días si hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los 2 grupos, siendo la misma de (38kg) a favor del grupo PD en el cual sus madres fueron alimentadas con proteína al 112% por encima de sus requerimientos. En cuanto al ADPV también se observaron diferencias estadísticamente significativas la cual fue de (180 g) para el grupo PD, con respecto al grupo T.

Según los resultados observados puede decirse que cuando el aporte de proteína fue mayor a los requerimientos no hubo diferencias estadísticamente significativas en peso al nacer. Esto concuerda con lo observado por (Sommers *et al* 2012) cuando evaluaron 2 dietas con inclusión de burlanda para las madres, una con alto porcentaje de proteína y otra con bajo porcentaje de la misma, en los resultados no encontraron diferencias en el peso al nacimiento de los terneros hijos. Otros trabajo realizado por Radunz *et al* (2010, 2012) en donde alimentaron vacas en el último tercio de la

gestación formando 3 grupos en los cuales uno se alimentó con base a heno, otro con base a maíz y otro con base a Burlanda.

Los resultados para peso al nacimiento arrojaron un mayor peso para el grupo alimentado con maíz y un menor peso para el grupo alimentado con heno, ubicándose los alimentados con burlando en una posición intermedia. En otro trabajo (Larson *et al.*, 2009) realizaron una suplementación proteica en el último tercio de la gestación en un grupo de vacas las cuales obtuvieron una mejor condición corporal vs el grupo control que no recibió ninguna suplementación, en los resultados no se observaron diferencias estadísticamente significativas para el peso al nacimiento de los terneros en los 2 grupos. Wilson *et al* (2015) realizaron 2 dietas las cuales eran isocalóricas, pero para el tratamiento del grupo control utilizaron el 100% de los requerimientos en PC y para el tratamiento del grupo estudiado utilizaron una dieta híper proteica con el 129% del requerimiento respectivamente. En los resultados obtenidos en ese trabajo, ellos no encontraron diferencias estadísticamente significativas para el peso al nacer en los 2 grupos.

En los resultados de este trabajo se observó un menor peso al destete para el tratamiento del grupo T el cual fue alimentado a base de Triticale, comparado con el tratamiento del grupo PD el cual se alimentó con una pastura degradada de festuca y agropiro. Esto puede indicar que el aporte de proteína superior en el último tercio de la gestación a los requerimientos no se relaciona necesariamente con mayores pesos de los terneros al destete. En el trabajo realizado por Summers *et al* (2011) en el que se realizaron 2 dietas con inclusión de burlanda una con alta y otra con baja proteína. Cuando los terneros fueron llevados al feed-lot obtuvieron una mejor performance, mayores ganancias y mayor peso final, cuando sus madres consumieron alta proteína.

Radunz *et al* (2010-2012) realizaron las 3 dietas para las madres, con base a heno, maíz y burlanda, a pesar que hubo algunas diferencias en el peso al nacimiento de los terneros, las diferencias se diluyeron al destete y en el engorde final no hubo diferencias ni de peso ni de consumo para los 3 grupos. En el trabajo realizado por (Wilson *et al* 2015) cuando se utilizó en las madres una dieta al 100% de los requerimientos y otra hiper proteica al 129% de los requerimientos de PC, no se observó diferencias en el peso al destete, ni en las GDP pre destete de la progenie. Cuando los mismos fueron llevados al feed-lot no hubo diferencias en el PV final, ni tampoco en los ADPV.

La diferencia entre los resultados obtenidos entre el presente trabajo y los anteriores respecto al peso al destete de los terneros con exceso de proteína, puede deberse a las fracciones de

proteína degradable y no degradable en el rumen que contienen los diferentes alimentos utilizados en los mismos.

El exceso de proteína degradable, cuando se utilizan pasturas por ejemplo, genera una mayor formación de amoníaco en el rumen, el cual se absorbe por las paredes del mismo y llega al hígado para ser transformado en urea. Cuando la concentración de urea sobre pasa los niveles normales de los rumiantes, esta empieza a ser toxica. El nitrógeno urémico plasmático y el nitrógeno urémico en leche aumentan, el exceso de proteína degradable está ligada comúnmente a disminuir la función reproductiva. Al contrario la administración excesiva de proteína no degradable en rumen, por ejemplo al utilizar ha sido comúnmente ligada a efectos más positivos sobre la reproducción, acortando el intervalo parto/celo, mejorando las tasas de concepción en vacas lecheras. Esto es debido a que los aminoácidos y péptidos de la degradación son absorbidos a nivel intestinal y está disponibles para los rumiantes. El exceso de proteína degradable estimula al páncreas para aumentar la producción de insulina, la cual afecta los tejidos ováricos al aumentar la síntesis de receptores de LH y realizar acciones en la hipófisis a través de estos receptores.

Cabe destacar que, si bien en la bibliografía hay varias hipótesis citadas, las verdaderas causas por las cuales el amonio y el aumento de PH debido a este, pueden afectar la producción de carne o leche aún no están establecidas. Algunas de estas causas podrían deberse a los siguientes efectos. Primero, por menor aporte de proteína al duodeno debido a las pérdidas de nitrógeno en rumen. Segundo, por mayor catabolismo en el rumen (degradación) de los aminoácidos absorbidos, que limita la disponibilidad de aminoácidos para el crecimiento tisular, como ya se mencionó. Finalmente, por un mayor gasto de energía para detoxificar el exceso de amonio producido, que disminuye la energía disponible para producción. Es posible que dicha disminución en la producción sea consecuencia de un efecto combinado del amonio afectando el metabolismo en diferentes niveles, y que no haya una causa principal.

## CONCLUSION

Los resultados obtenidos en el presente trabajo indican que un aporte proteico por encima de los requerimientos en vacas de cría en el último tercio de la gestación, no incrementa necesariamente los aumentos diarios de peso vivo, peso al nacer y peso al destete en la progenie, concordando estos resultados con los citados en la bibliografía.

Si no se respetan los niveles de proteína que un bovino de cría citados por las tablas del (NRC), es posible perjudicar la productividad si la proteína está por encima o por debajo de estos requerimientos. La información que se encuentra disponible sobre el tema no es mucha, y no se sabe con exactitud sobre que niveles de requerimientos proteicos se afecta la productividad, por lo que hace falta seguir investigando sobre el tema.

Una sugerencia para el productor sería, analizar las pasturas que consumen los bovinos enfocándose en los niveles de proteína y energía, y evaluar si los valores son los correctos para no afectar la productividad, al tener terneros más livianos, menos ganancias diarias y menos peso al destete de los mismos.

## BIBLIOGRAFIA

- Acott, T.S., and D. W. Carr. 1984. Inhibition of bovine spermatozoa by caudal epididymal fluid: II. Interaction of pH and a quiescence factor. *Biol. Reprod.* 30:926–935.
- Allen R. E, Merkel R. A, Young R.B. (1979). Cellular aspects of muscle growth: Myogenic cell proliferation. *Journal of Animal Science.* 49: 115-127.
- Amundson, O.L.; Larimore, E.L.; McNeel, A.K.; Chase, C.C.; Cushman, R.A.; Freetly, H.C.; and Perry, G.A. 2015. Uterine environment and pregnancy rate of heifers with high blood urea concentrations. *South Dakota Beef Report Paper 4.*
- Bavister, B. D., M. L. Leibfried, and G. Lieberman. 1983. Development of preimplantation embryos of the Golden hamster in a defined culture medium. *Biol. Reprod.* 28:235–247.
- Bohnert, D. W., T. Del Curto, A. A. Clark, M. L. Merrill, M. L., S. J. Falck and D. L. Harmon. 2011. Protein supplementation of ruminants consuming low-quality cool- or warm-season forage: Differences in intake and digestibility. *J. Anim. Sci.* 89: 3707-3717.
- Bryant, M.H., G. E. Selk, D. R. Stein, R. P. Wettemann, D. L. Lalman, and G. W. Horn. 2011. Effects of growing beef replacement heifers on wheat pasture before and during breeding on reproductive performance. *Prof. Anim. Sci.* 27:9-13.
- Butler W. R. and Smith , R.D . Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J Dairy Sci.* 1989; 72: 767 – 783.
- Butler, W. R., J. J. Calaman, and S. W. Beam. 1996. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 74:858-865.
- Canfield, R. W., C. J. Sniffen, and W. R. Butler. 1990. Effects of excess degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73:2342-2349. doi:10.3168/jds.S0022-0302(90)78916-3
- Carney, E. W., and B. D. Bavister. 1987. Regulation of hamster embryo development in vitro by carbon dioxide. *Biol. Reprod.* 36:1155–1163.
- Cirio A. 2000. Fisiología metabólica de los rumiantes.
- Cronjé P.B. 2000. Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction.
- Cunningham J.G. 1994. Fisiología Veterinaria. Segunda edición

- Currier, T.A., Bohnert, D.W., Falck, S.J. y Bartle, S.J. 2004. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. *J. Anim. Sci.* 82:1508-1517
- Dawunda, P. M., R. J. Scaramuzzi, S. B. Drew, H. J. Biggadike, R. A. Laven, R. Allison, C. F. Collins, and D. C. Wathes. 2004. The effect of diet containing excess quickly degradable nitrogen (QDN) on reproductive and metabolic hormonal profiles of lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 81:195-208.
- De Wit, A. A., M. L. Cesar, and T. A. Kruip. 2001. Effect of urea during in vitro maturation on nuclear maturation and embryo development of bovine cumulus-oocyte-complexes. *J. Dairy Sci.* 84:1800–1804.
- Du M., Tong J., Zhao J., Underwood K.R., Zhu M., Ford S.P., Nathanielsz P.W., (2010). Fetal Programming of Skeletal Muscle Development in Ruminant Animals. *Journal of Animal Science* 88(13): 51-60
- Duan, C., Ren H., Gao S. (2010). Insulin-like growth factors (IGFs), IGF receptors and IGF-binding proteins: Roles in skeletal muscle growth and differentiation. *General and Comparative Endocrinology* 167: 344-351.
- Edwards, L. J., D. A. Williams, and D. K. Gardner. 1998. Intracellular pH of the mouse preimplantation embryo: Amino acids act as buffers of intracellular pH. *Hum. Reprod.* 13:3441–3448.
- Elrod, C. C. and W. R. Butler. 1993. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *J. Anim. Sci.* 71:694-701.
- Ferguson J. and Chalupa, W. 1987. Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. In: Symposium «Interactions of nutrition and reproduction». *J. Dairy Sci.*
- Ferguson, J. D., D. T. Galligan, T. Blanchard, and M. Reeves. 1993. Serum urea nitrogen and conception rate: The usefulness of test information. *J. Dairy Sci.* 76:3742-3746.
- Ferrando C y Namur P. 2011. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LA VACA CON CRÍA AL PIE. E.E.A. INTA La Rioja. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
- Figuroa, M. R., D. P. Dawson, D. Y. Kim, C. E. Batallas, B. A. Kent, M. J. Arambel, and J. L. Waters. 1992. Effect of rumen undegradable protein on reproductive parameters in postpartum lactating cows. *J. Dairy Sci.* 75(Suppl. 1):203.

- Gath, V. P., M. A. Crowe, D. O. O'Callaghan, M. P. Boland, P. Duffy, P. Lonergan, and F. J. Mulligan. 2012. Effects of diet type on establishment of pregnancy and embryo development in beef heifers. *Anim. Reprod. Sci.* 133:139-145. doi:10.1016/j.anireprosci.2012.06.019.
- gestation distillers grains supplementation on fall-calving beef cow performance and steer calf growth and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* 93:4843–4851.
- Gunn, Patrick J.; Lundberg, Allie L.; Cushman, Robert A.; Freetly, Harvey C.; Amundson, Olivia L.; Walker, Julie A.; and Perry, George A. 2016. Effect of circulating blood or plasma urea nitrogen concentrations on reproductive efficiency in beef heifers and cows. Iowa State University animal industry report: AS 662, ASL R3066.
- Guo, K, E. Russek-Cohen, M. A. Varner, and R. A. Kohn. 2004. Effects of milk urea nitrogen and other factors on probability of conception of dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 87:1878-1885.
- Jordan, E. R., and L. V. Swanson. 1979a. Effect of crude protein on reproductive efficiency, serum total protein, and albumin in high-producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 62:58-63.
- Jordan, E. R., T. E. Chapman, D. W. Holtan, and L. V. Swanson. 1983. Relationship of dietary crude protein to composition of uterine secretions and blood in high producing postpartum dairy cows. *J Dairy Sci* 66: 1854-1862.
- Kane, K. K., K. W. Creighton, M. K. Petersen, D. M. Hallford, M. D. Remmenga, and D. E. Hawkins. 2002. Effects of varying levels of undegradable intake protein on endocrine and metabolic function of young post-partum beef cows. *Theriogenology.* 57:2179-2191. doi:10.1016/S0093- 691X(02)00828-2.
- Koinsberg, I.R. (1961). Cellular differentiation in colonies derived from single cell plantings of freshly isolated chick embryo muscle cell. *Proceedings of the national academy of science of the United States of America* 47: 1868.
- Larson, D. M., J. L. Martin, D. C. Adams, and R. N. Funston. 2009. Winter grazing
- Larson, S. F., W. R. Butler, and W. B. Currie. 1996. Reduced fertility associated with low progesterone postbreeding and increased milk urea nitrogen in lactating cows. *J. Dairy Sci.* 80:1288–1295.
- Lefaucheur L., Gerrard D. (2000). Muscle fiber plasticity in farm mammals. *Journal of Animal Science* 77:1-19.
- Lefaucheur L., Gerrard D. (2000). Muscle fiber plasticity in farm mammals. *Journal of Animal Science* 77:1-19

- Long et al. 2010; Micke et al; 2010. Ganadera de la Cuenca del Salado 2014 – CEI Chascomús  
 Programación fetal: nutrición durante la gestación y efectos a largo plazo en la descendencia  
 Machado, P., Muzzio A. Montevideo Uruguay 2013 TESIS DE GRADO
- Maresca S, López Valiente S, Rodríguez A. 2014 Jornada Ganadera de la Cuenca del Salado – CEI  
 Chascomús Programación fetal: nutrición durante la gestación y efectos a largo plazo en la  
 descendencia
- Martin, J. L., A. S. Cupp, R. J. Rasby, Z. C. Hall, and R. N. Funston. 2007. Utilization of dried  
 distillers grains for developing beef heifers. *J. Anim. Sci.* 85:2298-2303.  
 doi:10.2527/jas/2007-0076
- McCormick, M. E., D. D. French, T. F. Brown, G. J. Cuomo, A. M. Chapa, J. M. Fernandez, J. F.  
 Beatty, and D. C. Blouin. 1999. Crude protein and rumen undegradable protein effects on  
 reproduction and lactation performance of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 82:2697-2708.  
 doi:10.3168/jds.S0022-0302(99)75526-8
- McEvoy TG, Robinson JJ, Findley PA, Aitken RP and Robertson IS (1997)
- Meza-Herrera, C. A., T. T. Ross, D. M. Hallford, D. E. Hawkins, and A. Gonzalez-Bulnes. 2009.  
 High periconceptional protein intake modifies uterine and embryonic relationships  
 increasing early pregnancy losses and embryo growth retardation in sheep. *Reprod. Dom.  
 Anim.* Doi:10.1111/j.1439-0531.2009.01341.
- Moralejo R. 2004 ALIMENTACIÓN Y CONDICIÓN CORPORAL DE LA VACA DE CRÍA EN  
 LA ZONA SEMIÁRIDA Conferencia. Revista Angus, Bs. As. Link
- Nathanielsz, P.W., Poston, L., Taylor, P.D. (2007). In utero exposure to maternal obesity and  
 diabetes: Animals models that identify and characterize implications for future health. *Clinics  
 in Perinatology* 34: 515-526.
- NRC 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle. National Academy Press, Washington D.C)  
 nutrition on steer progeny performance. *Prof. Anim. Sci.* 27:251-256.
- Perry, R. C., L. R. Corah, R. C. Cochran, W. E. Beal, J. S. Stevenson, J. E. Minton, D. D.  
 Simms, and J. R. Brethour. 1991. Influence of dietary energy on follicular development,  
 serum gonadotropins, and first postpartum ovulation in suckled beef cows. *J. Anim. Sci.*  
 69:3762-3773.

- Prieto N. 2003-Programación fetal en bovinos impacto sobre caracteres de interés productivo.– . INTA EEA. Estación Experimental Colonia Benítez “Dr. Augusto G. SCHULZ”
- Radunz, A. E., F. L. Fluharty, A. E. Relling, T. L. Felix, L. M. Shoup, H. N. Zerby, and S. C. Loerch. 2012. Parturient dietary energy source fed to beef cows: II. Effects on progeny postnatal growth, glucose tolerance, and carcass composition. *J. Anim. Sci.* 90:4962–4974.
- Radunz, A. E., F. L. Fluharty, M. L. Day, H. N. Zerby, and S. C. Loerch. 2010 Parturient dietary energy source fed to beef cows: I. Effects on pre- and parturient cow performance. *J. Anim. Sci.* 88:2717-2728.
- Rajala-Schultz, P. J., W. J. A. Saville, G. S. Frazer, and T. E. Wittum. 2001. Association between milk urea nitrogen and fertility in Ohio dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84:482-489.
- Randel, R. D. 1990. Nutrition and parturient rebreeding in cattle. *J. Anim. Sci.* 68:853-862.
- Rhoads, M. L., R. O. Gilbert, M. C. Lucy, and W. R. Bulter. 2004. Effects of urea infusion on the uterine luminal environment of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87:2896-2901.
- Rhoads, M. L., R. P. Rhoads, R. O. Gilbert, R. Toole, and W. R. Butler. 2006. Detrimental effects of high plasma urea nitrogen levels on viability of embryos from lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 91: 1-10.
- Roseler, D. K., J. D. Ferguson, C. J. Sniffen, and J. Herrema. 1993. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. *J. Dairy. Sci.* 76:525–534.
- Schroeder, J. W., and M. L. Bauer. 2005. Wet Corn Gluten Feed Fed Fresh or Stored and Supplemented with Rumen Undegradable Protein in the Diets of Lactating Dairy Cows. *Prof. Anim. Sci.* 21:254–262.
- Sinclair, K. D., P. J. Broadbent, and J. S. M. Hutchinson. 1994. The effect of pre- and post-parturient energy and protein supply on the blood metabolites and reproductive performance of single- and twinsuckling beef cows. *Anim. Prod.* 59:391-400.
- Sletmoen-Olson, K. E., J. S. Caton, K. C. Olson, D. A. Redmer, J. D. Kirsch, and L. P. Reynolds. 2000. Undegraded intake protein supplementation: II. Effects on plasma hormone and metabolite concentrations in periparturient beef cows fed low-quality hay during gestation and lactation. *J. Anim. Sci.* 78:456–463.

- Spitzer, J. C. Richards, M. W., and M. B. Warner. 1986. Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 62: 300-306.
- Staples, C. R., C. Garcia-Bojalil, B. S. Oldick, W. W. Thatcher, and C. A. Risco. 1993. Protein intake and reproductive performance of dairy cows: A review, a suggested mechanism, and blood and milk urea measurements. Pg. 37-51 in *Proc. 4th Annu. Florida Ruminant Nutr. Symp.*, Univ. Florida, Gainesville.
- Summers, A. F., K. H. Ramsay, and R. N. Funston. 2011. The effects of maternal nutrition on steer progeny performance. *Prof. Anim. Sci.* 27:251-256.
- Wiley, J. S., M. K. Petersen, R. P. Ansotegui, and R. A. Bellows. 1991. Production from first-calf beef heifers fed a maintenance or low level of prepartum nutrition and ruminally undegradable or degradable protein postpartum. *J. Anim. Sci.* 69:4279-4293.
- Wilson, T. B., A. R. Schroeder, F. A. Ireland, D. B. Faulkner, and D.W. Shike. 2015. Effects of late