

Pick, Guillermo

*Utilización de nitrógeno no proteico en recría de
bovinos*

**Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria
Facultad de Ciencias Agrarias**

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central "San Benito Abad". Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Pick, G. 2011. Utilización de nitrógeno no proteico en recría de bovinos [en línea]. Trabajo Final. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Católica Argentina. Disponible en:
<http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/utilizacion-nitrogeno-no-proteico-recria-bovinos.pdf> [Fecha de Consulta:.....]

(Se recomienda indicar fecha de consulta al final de la cita. Ej: [Fecha de consulta: 19 de agosto de 2010]).



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Facultad de Ciencias Agrarias

Ingeniería en Producción Agropecuaria

Utilización de nitrógeno no proteico en recría de bovinos

**Trabajo final de graduación para optar por el título de:
Ingeniero en Producción Agropecuaria**

Autor: Guillermo Fabián Pick

Profesor tutor: Dr. Jorge M. Galotta

Fecha: 20 de julio de 2011

ÍNDICE

RESUMEN	- 3 -
INTRODUCCIÓN	- 4 -
Digestión y aprovechamiento del nitrógeno por los rumiantes	- 5 -
Nitrógeno no proteico y su presencia en los alimentos	- 10 -
Posibles fuentes de NNP en la ración	- 11 -
Pautas de manejo en la suplementación con NNP	- 13 -
OBJETIVO e HIPÓTESIS	- 15 -
Objetivo	- 15 -
Hipótesis	- 15 -
MATERIALES y MÉTODOS	- 16 -
Animales	- 17 -
Biotipo	- 17 -
Categoría y cantidad	- 17 -
Sexo	- 17 -
Origen	- 17 -
Mediciones	- 17 -
Estadístico	- 17 -
RESULTADOS y DISCUSIÓN	- 19 -
Estadística descriptiva de los pesos para cada tiempo	- 20 -
Análisis estadístico	- 22 -
Normalidad	- 25 -
Homocedasticidad	- 25 -
ANOVA:	- 26 -
CONCLUSIONES	- 29 -
BIBLIOGRAFÍA	- 30 -
ANEXO	- 33 -

RESUMEN

Se evaluó a través de un ensayo la respuesta (aumento de peso vivo diario) de terneras británicas de raza Aberdeen Angus en la etapa de recría pastoril a campo, frente a una suplementación nitrogenada diaria.

El ensayo se realizó en el establecimiento “La Espadaña”, ubicado en la localidad de Verónica, partido de Punta Indio, provincia de Buenos Aires, campo perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Católica Argentina.

Los animales fueron seleccionados de un mismo rodeo y se separaron en dos grupos; uno con un peso vivo promedio de 170 Kg fue suplementado diariamente con 0,5 Kg de maíz entero (grupo testigo) y el otro grupo, con 185 Kg de peso vivo promedio, se suplementó con 0,5 Kg de maíz y 0,05 Kg de OPTIGEN[®] II (grupo experimental). Se analizó el aumento de peso vivo diario promedio para los 90 días de duración del ensayo, realizando mediciones de pesos individuales cada 15 días a partir de comenzado el mismo. Se utilizó para el análisis de los datos un diseño DCA unifactorial, con dos tratamientos y 25 réplicas para cada uno. Se encontraron diferencias significativas en el aumento de peso diario a favor del grupo control de animales ($p < 0,05$).

La suplementación con OPTIGEN[®] II en dietas de terneras británicas de recría en pastoreo extensivo no evidenció mejoras en el aumento de peso vivo diario de los animales tratados con respecto a los animales del grupo testigo, en las condiciones en las que se realizó la experiencia. Los resultados podrían deberse a una actitud de rechazo por parte de los animales en el consumo de la ración con el producto nitrogenado.

INTRODUCCIÓN

Los rumiantes, principalmente los bovinos, tienen una gran importancia en el mundo agropecuario. Desde un punto de vista exclusivamente utilitario, la relevancia de los rumiantes reside en su capacidad de aprovechar vegetales, en tierras no aptas para una explotación agrícola rentable. De este modo, son posibles producciones en suelos de menor calidad y en donde sería impensable hacer agricultura extensiva. Los bovinos, a pesar de tener una eficiencia de conversión menor que los animales no rumiantes, como el cerdo, tienen la capacidad de convertir muy eficientemente la fibra en Kg de carne. Una ventaja adicional es que, en condiciones de pastoreo, no compiten con el hombre en la utilización de granos como fuente de alimentación, a diferencia de la avicultura o la producción porcina (Owens y otro; 1983).

La aplicación de tecnología en los sistemas productivos es fundamental para optimizar los ingresos de las empresas agropecuarias, principalmente las ganaderas, tan acotadas en sus rentabilidades. Para esto se debe tener en cuenta la tecnología disponible y probar determinados productos que puedan tener efecto positivo en lo que se desea producir, y que permitan mejorar el planteo agropecuario.

El manejo eficiente de la recría en los animales a campo es de suma importancia tanto en los campos ganaderos de cría como en los de invernada. Esta es una etapa en la que los requerimientos nutricionales de los animales son muy elevados, principalmente en proteínas, ya que se encuentran en plena síntesis de tejido muscular para su crecimiento corporal. Las hembras de reemplazo en un rodeo de cría deben tener un período de recría, posterior al destete, hasta llegar a la madurez reproductiva la cual le va a permitir llevar a cabo una gestación completa y parir un ternero vivo. Lo mismo sucede para un campo de invernada de novillos o vaquillonas, los cuales antes de entrar en la etapa de engorde, requieren de un período de crecimiento esquelético y muscular para poder desarrollar tamaño y peso corporal, para alcanzar el peso mínimo de faena con un rendimiento eficiente al gancho. Por estos motivos, mejorar esta etapa de los animales es de gran interés para todo productor bovino, ya que, no solo le permitirá ganar más dinero, sino además ahorrar uno de los insumos más caros e importantes de la producción agropecuaria, el tiempo.

El crecimiento animal, según la definición de Brody (1945), es la síntesis constructiva o asimilativa de una sustancia a expensas de otra (nutriente) que experimenta una desasimilación. En un sentido más amplio, el crecimiento de un animal consiste en un aumento de peso corporal resultante de la asimilación de nutrientes ingeridos por parte de los tejidos corporales. El aumento de peso, es la suma de los incrementos de peso correspondientes a los componentes individuales que constituyen el organismo. Puede expresarse como ganancia absoluta en un período determinado de tiempo o como ganancia relativa, generalmente expresada en porcentaje. Cuanto más rápida sea la ganancia de peso durante un período, más

eficiente será la dieta para cubrir las necesidades del animal para ganancia de peso. Para detectar esto los animales utilizados en una prueba de crecimiento reciben la dieta sometida a prueba, al mismo tiempo que animales similares son alimentados con una dieta normal, de calidad nutritiva conocida. De esta manera pueden establecerse comparaciones distintas entre varios alimentos o fuentes de nutrientes. Las dietas que promuevan una ganancia de peso máxima promoverán, generalmente, una eficacia máxima en la utilización de los alimentos (Church y otro; 1977).

Digestión y aprovechamiento del nitrógeno por los rumiantes

Los bovinos gozan de la capacidad de subsistir y producir con alimentos de muy bajo contenido proteico, debido a la síntesis de proteína microbiana en el rumen.

Los microorganismos son aprovechados por el animal y, junto con la proteína que no es fermentada en el rumen, proporcionan en el intestino delgado, los aminoácidos necesarios para cubrir las necesidades de los tejidos (Church, 1993) (Cronje; 2000).

La actividad de los microorganismos del rumen (bacterias, protozoos y hongos) es muy particular. Ellos se caracterizan por su gran capacidad para sintetizar los aminoácidos, incluyendo los esenciales, necesarios para el rumiante (Church y otro, 1996). Son considerados esenciales aquellos aminoácidos que el organismo animal no puede sintetizar en cantidad suficiente y que, por ende, deben ser incluidos en la ración diaria (McDonald, 2006). Por lo tanto, los bovinos son menos dependientes de la calidad de la proteína ingerida en el alimento, ya que la mezcla de aminoácidos absorbida a nivel intestinal puede contener los aminoácidos esenciales en cantidad suficiente aunque no se hallen en la dieta ingerida (Beever y otros; 1971) (Maynard y otro; 1975).

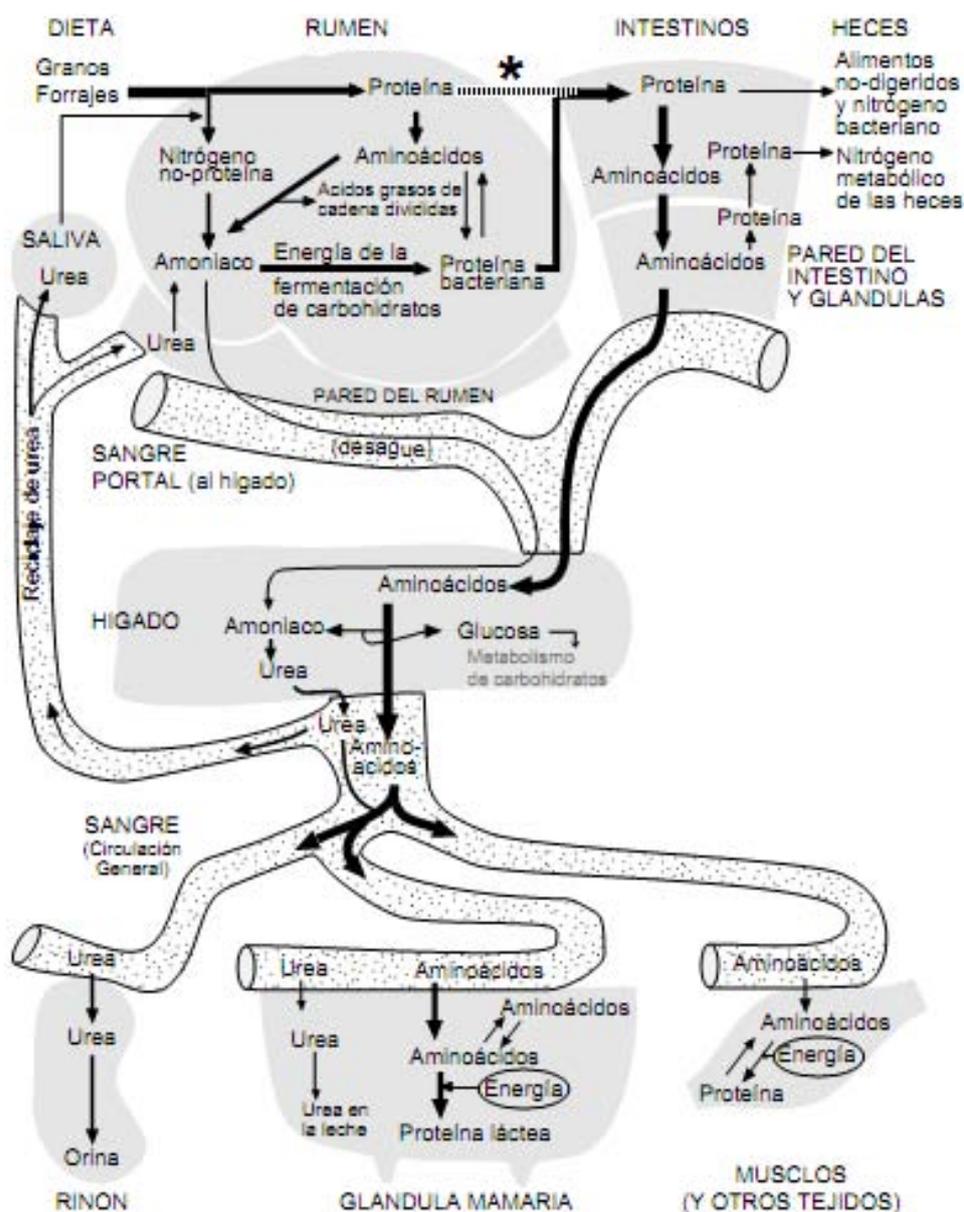
Por otra parte, una porción del N₂ de los alimentos puede administrarse a los rumiantes en reemplazo de las proteínas, en forma de compuestos nitrogenados sencillos como los compuestos de nitrógeno no proteico (NNP), por ejemplo la urea y las sales de amonio (Devant y otros; 2001). En los rumiantes, donde la actividad microbiana de los pre-estómagos es anterior al lugar de mayor actividad de absorción de nutrientes en el tracto gastrointestinal, el NNP puede ser un buen componente del N₂ dietético (McDonald; 2006).

Sin embargo, no es posible obtener una producción máxima en los animales alimentados con dietas a base de NNP como fuente de N₂, debido a que la síntesis microbiana de los aminoácidos limitantes no alcanza para que los animales genéticamente superiores expresen su potencial (Church y otro; 1996).

Durante el paso de los alimentos por el rumen, una parte de las proteínas de la dieta, del 20 al 100 %, es degradada hasta péptidos por acción de las proteasas bacterianas (**Figura 1**, línea de puntos y asterisco). Los péptidos son catabolizados hasta aminoácidos libres, y éstos hasta NH₃, ácidos grasos volátiles

(AGV) y dióxido de carbono (CO₂). La fracción residual, o sea aquella que escapa o evita la degradación ruminal, alcanzará el intestino delgado para ser digerida allí (Wattiaux, 1994).

Figura 1: Metabolismo de las proteínas en los rumiantes (Wattiaux, 1994)



El porcentaje de proteína que escapa a la degradación en el rumen varía con el origen de la proteína, así como las condiciones del rumen, el tiempo de permanencia en el mismo y el nivel de alimentación (Church; 1993) (Bach y otros; 2005).

El NH₃ es el principal residuo de la degradación proteica y es utilizado por los microorganismos ruminales si existen fuentes adecuadas de energía,

principalmente carbohidratos, para la síntesis de proteínas y demás componentes de las células microbianas, como los componentes nitrogenados de la pared celular y los ácidos nucleicos (Chalupa y otros; 1964) (Reynolds y otro; 2008). Si bien el NH_3 es la fuente principal de N_2 para los microorganismos, hay especies de bacterias que obtienen un alto porcentaje de su N_2 total a partir de aminoácidos y péptidos. Por esto, se logra una mayor síntesis de proteína microbiana y una mayor eficiencia en el uso del N_2 , cuando las dietas son suplementadas con proteína y NNP (Cangiano C; 1996).

Las bacterias crecen, posteriormente mueren y se incorporan al contenido ruminal. Los protozoos ingieren bacterias llevándose a cabo el mismo tipo de ciclo de degradación y síntesis de proteínas (Church; 1993).

Las proteínas de los microorganismos y las proteínas de los alimentos que no son degradadas a nivel ruminal son digeridas en el abomaso y en el intestino delgado por enzimas proteolíticas y aportan aminoácidos que son absorbidos por el epitelio intestinal (**Figura 1**). Entonces, los rumiantes dependen de la proteína microbiana y de la proteína de la ración que escapa a la digestión en el rumen como fuente de aminoácidos esenciales. Por lo tanto, se debe tener en cuenta tanto las necesidades de los microorganismos del rumen como las del animal *per se*.

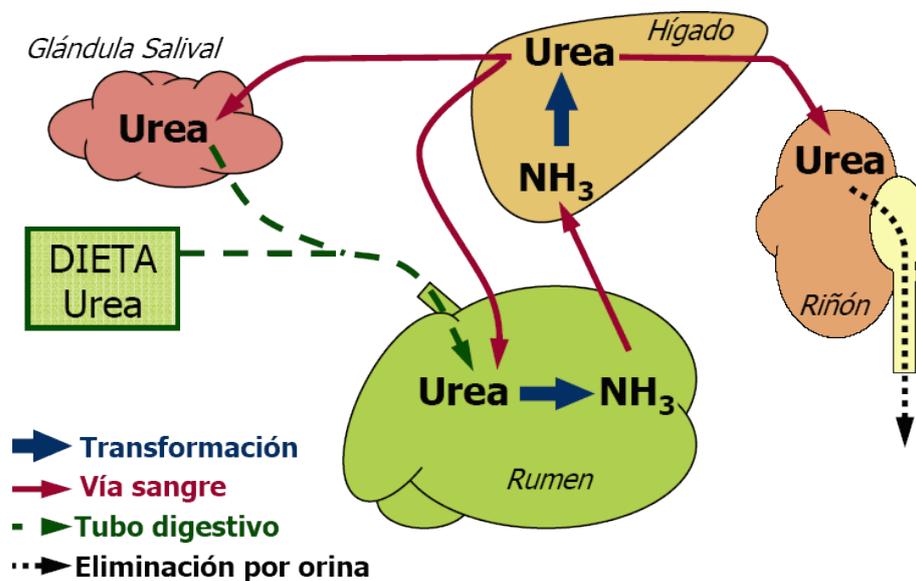
El valor de una proteína se define como el porcentaje de N_2 absorbido en el tracto gastrointestinal, que es utilizado para las funciones corporales productivas. Las proteínas de los microorganismos ruminales son generalmente más bajas en su valor biológico que las proteínas de origen animal, pero de más alta calidad que la de muchos vegetales. Por lo tanto, el balance del metabolismo nitrogenado en el rumen es una disminución del valor de las proteínas de alta calidad y una mejora en el valor biológico de las de pobre calidad (Crampton y otro; 1974).

Estudios realizados en ovejas indican que entre un 50 a 70% del NP microbiano se forma a partir del NH_3 ruminal (Nolan y otros; 1973). Ello dependerá por un lado, de la frecuencia de consumo del suplemento durante el día y de la cantidad consumida, y por otro, de la fracción de NNP presente en la dieta base. El NH_3 liberado en el rumen que no puede ser fijado por los microorganismos se absorbe por el epitelio ruminal o por el epitelio intestinal y llega por la sangre al hígado, donde se transforma en urea (**Figura 2**).

Una parte de la urea formada por el hígado se excreta a través de la orina (Reynolds y otro; 2008). Otra fracción de la urea en sangre, aproximadamente el 20%, es reciclada al rumen con la saliva o por difusión directa a través de la pared del rumen (Cunningham; 1992).

Las dietas pobres en N_2 , al provocar una baja concentración de NH_3 en el rumen, aumentan la concentración de ureasa en el epitelio ruminal y estas favorecerían la difusión de urea desde la sangre hacia el rumen, transformándola en NH_3 y creando un gradiente adecuado para la difusión simple de la urea a través de la pared ruminal (Engelhardt y otro; 2005).

Figura 2: Esquema del ciclo de la urea en el rumiante (Cunningham; 1992).



Los niveles altos de NH_3 en el rumen elevan el pH, lo que produce un aumento de su absorción ruminal y se elevan los niveles de NH_3 en sangre, con un cuadro de intoxicación que en sus formas graves puede llevar a la muerte del animal (Church; 1993). La administración de cantidades de proteína soluble que superan las necesidades del animal es contraproducente desde el punto de vista productivo, aunque no es perjudicial para el animal. Sin embargo, la administración de cantidades exageradas de NNP a los rumiantes, puede ser perjudicial con cuadros graves de intoxicación, especialmente si no consumen cantidades suficientes de carbohidratos.

Los mecanismos de detoxificación del NH_3 por conversión en urea son sobrepasados si las cantidades de NH_3 superan los 80 mg/100 ml de contenido ruminal. Esta cantidad puede liberarse tras el consumo de urea en exceso, pero no de proteína en exceso.

Como se nombró anteriormente, otras fuentes de NH_3 para el rumen son los compuestos de NNP existentes en los alimentos. Su empleo se basa en la capacidad de los microorganismos del rumen para utilizarlos en la síntesis de sus propios tejidos celulares, de modo que pueden cubrir la parte correspondiente a las necesidades microbianas de nitrógeno y, mediante la proteína microbiana, una parte de las necesidades proteicas del huésped (Tillman y otro; 1969).

Si bien se ha comprobado que hay mejores sustratos que la urea para la síntesis de proteína microbiana, al tener en cuenta la relación costo/beneficio, su facilidad de empleo, aceptación por los animales y toxicidad, esta sustancia ha resultado ser el compuesto NNP más investigado y más empleado en la alimentación animal (McDonald; 2006).

Los factores que afectan la síntesis de proteína microbiana en el rumen son (Blanco; 1999):

1) Fuentes de N y concentración de NH_3

En situaciones de pastoreo de buena calidad y con elevados contenidos de proteína las concentraciones de NH_3 superan ampliamente la concentración considerada óptima (de 5-8 mg/dl), llegando a valores promedios diarios de 42 mg/dl en pastoreo de alfalfa, con picos de más de 60mg/dl. Estos valores nos indican claramente un ineficiente uso del N_2 , por un desbalance nitrógeno-energía de la dieta, que afecta la performance animal, debido a la incapacidad de las bacterias para captar más NH_3 .

2) Fuentes de carbohidratos

En un sistema microbiano anaeróbico, como es el rumen, la energía es uno de los factores que limita el crecimiento microbiano, razón por la cual, el suministro y la eficiente utilización de esa energía para la producción de proteína es de suma importancia. Por lo tanto, para lograr una máxima eficiencia de síntesis microbiana, el N_2 y la energía disponible en el rumen deben estar balanceados.

Los carbohidratos tales como azúcares solubles y algunos tipos de almidón son más efectivos que otros carbohidratos en incrementar la utilización del N_2 proveniente de la dieta, promoviendo un rápido crecimiento microbiano. Se observa un incremento en la utilización del NH_3 con el uso de carbohidratos no estructurales, como el almidón, en lugar de los estructurales.

3) Eficiencia de captación del NNP por los microorganismos según el tipo de alimento utilizado:

La eficiencia de captura del N_2 amoniacal por los microorganismos está relacionada directamente con la energía disponible, generada durante la digestión de los componentes de la dieta. Si se trata de una dieta con un forraje grosero de baja calidad, donde el N_2 es limitante, en este caso la liberación de NH_3 por los microorganismos está bien equilibrada con la liberación de energía y de esta manera los microorganismos son capaces de capturar la mayoría de ese N_2 disponible. Si en cambio, se tiene una dieta de forraje fresco, con un alto contenido de proteína, y la mayor parte de esta es soluble, la liberación del NNP es muy rápida y considerables cantidades de NH_3 son absorbidos directamente del rumen. Pero si se suministran suplementos nitrogenados fácilmente disponibles, urea por ejemplo, a animales con una dieta base de forrajes de baja calidad, se observa un desfase entre la rápida fermentación del suplemento proteico y la más lenta de la energía del forraje, con la consiguiente pérdida de N_2 amoniacal por absorción a través de la pared del rumen.

4) Otros factores:

Las necesidades de azufre para la formación de metionina y cisteína, como también las necesidades de fósforo para la síntesis de ácidos nucleicos.

Los requerimientos de los bovinos, para lograr una adecuada etapa de recría, son elevados por ser una fase en la que el crecimiento óseo y muscular es acelerado, por lo que son muy exigentes en especial desde el punto de vista de las proteínas, minerales y vitaminas. Para alcanzar los requerimientos proteicos de los terneros en crecimiento, es necesario contar con praderas de primera calidad, o bien suplementar sus dietas con fuentes exógenas de N₂. Existe una relación entre la suplementación nitrogenada y el consumo de energía, dado que si se favorece la síntesis microbiana por medio de la suplementación proteica, se incrementa la digestibilidad, la tasa de pasaje y el consumo de materia seca. De esta forma se generan mayores cantidades de productos de la fermentación ruminal disponibles para el animal, proteína bacteriana y AGV, por unidad de materia seca consumida y por unidad de tiempo. Este papel del N₂ como regulador del consumo voluntario también se presenta cuando los animales son alimentados con forrajes de baja calidad. En estas dietas el déficit de N₂ en el rumen puede actuar como factor limitante del consumo de energía porque deprime la digestión de la celulosa. Por otra parte, el consumo de estos forrajes está determinado por la tasa de vaciado de forraje del rumen, y debido a la menor actividad bacteriana, ésta se encuentra disminuida. La respuesta animal a un aumento en la provisión proteica, generalmente conduce a un aumento en el consumo voluntario, al incrementarse las tasas de digestión y de pasaje del alimento a través del tracto gastrointestinal (Ensminger, 1981).

Nitrógeno no proteico y su presencia en los alimentos

Tanto en plantas como en animales existen compuestos nitrogenados que son distintos a las proteínas en su estructura, pero sin embargo tienen N₂ en su composición. Se clasifican como compuestos NNP y tienen una amplia distribución en los tejidos animales y vegetales. Algunos de los compuestos NNP contenidos en los alimentos son las amidas, aminos, los aminoácidos, ciertos glucósidos y lípidos nitrogenados, alcaloides, sales de amonio, nitratos y la mayoría de las vitaminas del grupo B. Solo las amidas y los aminoácidos se presentan en cantidad importante, y se hallan en gran cantidad en los alimentos de uso común en la alimentación del ganado (McDonald; 2006).

Estos compuestos son especialmente abundantes en la etapa de crecimiento de los vegetales, y así llegan a constituir hasta un tercio del N₂ total en los forrajes frescos de gramíneas y heno cortados tiernos. Las pasturas tiernas, especialmente en otoño, poseen un contenido de N₂ en forma de NNP de hasta un 25-30 %. Las semillas en período de formación tienen altos % de NNP, pero estos son escasos en las semillas maduras. Gran parte del N₂ de los vegetales ensilados está en esta forma, debido, por una parte al estado vegetativo del forraje

cosechado y, por otra, al proceso de fermentación durante el ensilaje que hidroliza la proteína en aminoácidos. Los henos maduros y las mezclas de concentrados de semillas y subproductos de origen vegetal contienen relativamente poco NNP (De Blas y otro; 1981).

Por lo tanto, al considerar la fuente de N_2 para los microorganismos ruminales, la proporción de Nitrógeno Proteico/NNP varía enormemente de acuerdo al alimento considerado, lo que debe ser ponderado cuando se formula una ración o se desee suplementar con nitrógeno (Maynard y otro, 1975).

Posibles fuentes de NNP en la ración

La progresiva intensificación por parte del hombre de los sistemas de producción hace que en el caso de los rumiantes, la alimentación sea cada vez más compleja, con el empleo de variados ingredientes, aumentando la cantidad de granos y disminuyendo la cantidad de forraje. En estas elaboradas dietas se pone en juego la sapiencia de los ingenieros para utilizar distintos ingredientes que permitan la mayor eficiencia de conversión de los animales al mínimo costo posible de producción, para de esta forma aumentar los ingresos de las empresas. En los últimos años se han utilizado aditivos de NNP como fuente de N_2 para las dietas de rumiantes, muchas veces más económico o de mayor valor nutricional que la proteína vegetal disponible. Se han empleado en forma efectiva compuestos como la urea, el biuret y sales amoniacales de diversos tipos.

El NH_3 producido a partir del NNP no puede ser convertido en proteína microbiana a menos que se disponga, simultáneamente, de cadenas carbonadas y una fuente de energía. Los carbohidratos de la ración cumplen esta función. Sin embargo la forma en que lo hacen los diferentes tipos de carbohidratos varía ampliamente. La celulosa es el menos eficaz de todos para este propósito y el almidón es el más idóneo. Incluso es superior a las melazas o azúcares simples. El factor crucial es la velocidad con la que los carbohidratos liberan energía. Si esta es demasiado lenta, como ocurre con la celulosa, o demasiado rápida como el caso de la glucosa, el NH_3 es convertido en proteína microbiana con poca eficiencia. Esta conversión sería máxima en aquellos compuestos que se convierten a NH_3 a un ritmo similar al que se metaboliza la fuente de energía utilizada. También es importante la cantidad absoluta de energía disponible para ser convertida en proteína microbiana (Haresign y otro; 1988).

En los sistemas de producción animal modernos, el recurso de NNP más difundido como sustituto de la proteína es la **urea**. Este suplemento es básicamente NNP de rápida degradación ruminal. Aproximadamente a las 2 horas de ingestión se produce el pico de amoníaco en rumen y a las 9 o 10 horas éste vuelve a tener el nivel que tenía antes de la ingestión. Se sugiere que puede utilizarse como sustituto de un porcentaje de la proteína dietaria cuando (Abrams; 1964) (McDonald; 2006):

- 1) La ración es baja en proteína

- 2) La proteína dietética sea relativamente insoluble
- 3) Hay una fuente fácilmente utilizable de carbohidratos, tal como almidón, en los alimentos
- 4) Cuando el NNP no constituye más del 40% de la ingesta total de N₂

Los principales problemas que presenta la utilización de la urea son su sabor, su toxicidad y la utilización ineficiente del N ureico en el rumen. La toxicidad se debe a una rápida liberación de NH₃ (Chalupa; 1968) (Wattiaux, 1994). En la actualidad existe un fuerte desarrollo de productos que disminuyen esta velocidad de liberación y facilitan el uso de la urea como fuente de NNP (Taylor-Edwards y otros; 2009) (Cherdthong y otro; 2010).

La urea es un compuesto de NNP comercial conteniendo aproximadamente 46 % de N₂, por lo tanto, 100 gramos de urea representan 287,5 gramos de proteína cruda para el animal (Kjeldahl, contenido de nitrógeno multiplicado por 6,25). Cuando se piensa en incorporar urea a la dieta, motivados por su menor costo con relación a otra fuente proteica, debemos tener presente que sólo aportará N₂, a diferencia de cualquier otro concentrado que aporta simultáneamente cantidades variables de fibra, carbohidratos o lípidos. La clave de suplementar con urea radica en asegurar un nivel constante de N₂ amoniacal en el rumen a fin de maximizar el metabolismo microbiano.

En alimentación en feedlot se puede asegurar el consumo regular de urea durante el día. En pastoreo, en cambio, el suministro se reducirá a una o dos veces por día, provocando picos de producción de NH₃ ruminal. Son precisamente estos excesos de NH₃ los que desencadenan casos de intoxicación, pues el hígado no alcanza a convertirlo en urea para eliminarlo (Chalupa; 1968) (Cherdthong y otro; 2010). Por lo tanto, sería recomendable combinar urea con otra fuente proteica de degradación más lenta, harina de soja por ejemplo, agregar una fuente energética de fácil disponibilidad como ser granos de rápida digestión, y asegurar la completa homogeneización de la mezcla para evitar elevados picos de NH₃ ruminal por parte de algunos animales en particular. También se podría evitar los excesos de NH₃ con fuentes de NNP de degradación controlada en el rumen (Taylor-Edwards y otros; 2009).

Un punto importante a tener en cuenta con respecto a los granos de cereales en la suplementación de las dietas con urea, es el sitio de digestión del almidón. Clasificando a los granos de mayor a menor degradabilidad ruminal de su almidón, tenemos: trigo, cebada, avena, maíz y sorgo, estos dos últimos se digieren principalmente a nivel intestinal. Por lo tanto, si se utilizan fuentes proteicas de rápida degradación en rumen, como la urea, sería conveniente utilizar granos de alta digestión ruminal como la avena, el trigo o la cebada, para hacer una mejor utilización del NH₃ rápidamente disponible y lograr una buena síntesis de proteína bacteriana.

Una forma de administrar la urea es a través del producto OPTIGEN[®] II que produce la empresa ALLTECH, el cual será utilizado en el ensayo que refiere a este trabajo final de graduación. Este producto tiene un núcleo de urea protegido con una película superficial de degradación ruminal controlada. La velocidad de degradación ruminal de este producto sería comparable a la de los concentrados comunes de proteína vegetal, por ejemplo la harina de soja, permitiendo el aporte constante de nitrógeno amoniacal a los microorganismos ruminales, aumentando la eficiencia de utilización de amoníaco en el rumen, otorgando un mejor equilibrio con la digestión de otros ingredientes de la dieta y disminuyendo las posibilidades de intoxicación por parte del animal. Este producto contiene 41% de nitrógeno equivalente a 256% de proteína cruda (<http://www.alimental.com>; 2010) (Taylor-Edwards y otros; 2009).

Otras fuentes de NNP menos utilizadas son:

1) Biuret:

Se produce a partir de la urea por calentamiento, y contiene un 41% de nitrógeno (Equivalente Proteico= 2,56 de PB). Es apenas soluble en agua y no es tóxico, ya que el amoníaco se libera lentamente en el rumen. Por consiguiente, tiene ventajas concretas en comparación con la urea para utilizarlo en los piensos secos. Sin embargo, es más caro, y hace falta un período de adaptación de 2 semanas a 2 meses, antes de que se obtenga una respuesta a la alimentación con biuret, por lo tanto debe ser utilizado en tratamientos prolongados (Ammerman y otros; 1972).

2) Fosfato diamónico:

Se trata de un polvo cristalino de color blanco soluble en agua. Contiene 21,4 % de nitrógeno y 23,7 % de fósforo. Tiene la ventaja, con respecto a la urea, que mejora a la vez el aporte de fósforo

3) Polifosfato amónico:

Es una fuente corriente de fósforo y de NNP en los suplementos líquidos. Se emplea en forma líquida, ya que tiene la ventaja, que no es corrosivo. Contiene 11 % de N₂ y 16,1 % de fósforo (<http://www.fao.org>; 2010).

Pautas de manejo en la suplementación con NNP

A modo de síntesis, para lograr una suplementación eficiente con NNP, reduciendo las posibilidades de intoxicación, se deben considerar los siguientes items (<http://www.produccion-animal.com.ar>; 2010):

- 1) Los bovinos deben ser rumiantes funcionales, adulto, con buena condición corporal.
- 2) La urea usada como suplemento proteico puede reemplazar un 1/3 del total de la proteína, un 3 % de la materia seca (MS) del concentrado o un 1 %

del total de la MS de la ración. Niveles mayores alteran el aumento de peso vivo y la eficiencia de conversión.

- 3) La frecuencia mínima para dar la ración es de 2 veces al día, con previa adaptación según la fuente a suministrar.
- 4) El almidón es el más adecuado para acompañar a la urea como fuente energética, con relaciones aproximadas de 1:10, o sea cada 100 gramos de urea 1000 gramos de almidón suministrados.
- 5) La dieta debe proveer suficiente nitrógeno para la síntesis microbiana y cubrir el resto de los requerimientos proteicos con proteína no degradable en rumen (by-pass) para lograr la mayor eficiencia en animales de altos requerimientos.

OBJETIVO e HIPÓTESIS

Objetivo

- Evaluar la respuesta a la adición de NNP con el producto OPTIGEN[®] II, en dietas de terneras británicas de recría de 178 Kg de peso promedio en pastoreo extensivo, en función de la variación de peso vivo diario.

Hipótesis

El agregado de NNP con el producto OPTIGEN[®] II en dietas de terneras británicas de recría en pastoreo extensivo incrementa el aumento de peso vivo diario de los animales tratados con respecto a los animales del grupo testigo.

MATERIALES y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el establecimiento “La Espadaña”, ubicado en la localidad de Verónica, partido de Punta Indio, provincia de Buenos Aires, campo perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Católica Argentina. El mismo se desarrolló desde el 16 de Junio de 2009, con una duración programada de 90 días, hasta el día 17 de Septiembre de 2009. Además hubo un período previo de 60 días de acostumbramiento de los animales a la suplementación a corral en comederos individuales.

Los animales fueron alimentados diariamente a campo sobre pastos naturales y pasturas viejas degradadas de mediana calidad y disponibilidad, y recibieron una suplementación de adición, suministrada en comederos individuales en los corrales del establecimiento, todas las mañanas luego de ser llevados por el personal encargado. La composición de los alimentos se puede observar en el anexo I. El objetivo de la adición fue, suministrarles a los animales que pastoreaban forrajes de baja calidad, un suplemento que les proporcione NNP y cuantificar el impacto en la performance de los mismos.

Se seleccionaron 50 terneras crías propias del campo, biotipo británico, raza Aberdeen Angus negras y coloradas, las cuales durante los primeros 60 días se suplementaron juntas para acostumbrarlas a la nueva alimentación a corral. Luego se separaron aleatoriamente, dividiendo en dos lotes de 25 animales cada uno, los cuales se identificaron con caravanas verdes las que fueron suplementadas con OPTIGEN[®] II y maíz (grupo experimental o tratamiento), y, con caravanas amarillas los animales que solo recibieron maíz en su ración (grupo control).

Los animales se suplementaron con 0,5 Kg de maíz entero y 0,05 Kg del producto OPTIGEN[®] II a los de caravana verde, y a los de caravana amarilla con 0,5 Kg de maíz entero.

Los animales pastoreaban todos juntos a campo, y el personal del establecimiento todos los días por la mañana llevaba a las terneras hacia los corrales para encerrarlas. Una vez encerradas en el corral anterior a la manga, los animales se separaban de acuerdo al color de su caravana. Una vez separados, se alimentaba a los mismos con sus respectivas dietas; pasaban por la manga y se dirigían a un corral donde había cinco comederos individuales con la suplementación adecuada. Por lo tanto se suplementaban de a cinco terneras, ya que prácticamente todas tardaban en mismo tiempo en ingerir su ración, y de esta forma se economizaba mucho tiempo para racionar los 50 animales.

Los comederos fueron fabricados con tambores de 200 litros de chapa cortados al medio, y colocados sobre unas bases de madera que permitían que los mismos queden a una altura de aproximadamente 80 cm del suelo, evitando así la contaminación del material y evitar que los animales pisen el comedero.

La dosificación del producto OPTIGEN[®] II para cada ración se realizó en el laboratorio de la facultad con una balanza de precisión, la cual permitió medir exactamente los 0,05 Kg de producto de cada ración, que se embolsaron y se sellaron. Al suplementar cada comedero, se colocaba el maíz y el producto, los que se mezclaban manualmente. Sin embargo, al ser dos ingredientes secos y con una gran diferencia en sus tamaños, las perlas de urea no se adherían al maíz y se ubicaban en el fondo del comedero separándose del maíz que quedaba por encima de estas, impidiendo lograr una mezcla homogénea de la ración.

Animales

Biotipo

Británico (Aberdeen Angus negro y colorado)

Categoría y cantidad

50 Terneras de recría

Sexo

Hembras

Origen

Establecimiento “La Espadaña”, Verónica, Provincia de Buenos Aires

Tabla 1: Peso inicial de los animales.

	Control	Tratamiento
Cantidad de animales	25	25
Peso Promedio	170,84 Kg	185,24 Kg
Desvío	13,95 Kg	17,71 Kg
Mínimo	139 Kg	148 Kg
Máximo	198 Kg	220 Kg

Tabla 2: Composición de la dieta.

Alimento	Control	Tratamiento
Campo Natural	Ad-libitum	Ad-libitum
Maíz entero	0,5 Kg	0,5 Kg
OPTIGEN [®] II	0 Kg	0,05 Kg
Agua	Ad-libitum	Ad-libitum

Mediciones

Peso corporal: Individual y quincenal (ver tablas de pesadas).

Estadístico

Estudio experimental o manipulativo:

- Unidad experimental: cada ternera de recría.
- Variable explicativa: suplementación con OPTIGEN[®] II
- Variable respuesta: ganancia de peso vivo diaria.
- Tratamientos: 2, suplementadas y no suplementadas con NNP.
- Réplicas: 25 para cada nivel.

Dos grupos de animales, de 25 individuos cada uno. Un grupo control y el otro tratamiento o experimental (OPTIGEN[®] II).

Los datos de aumento de peso vivo diario se sometieron a análisis de varianza con un diseño completamente aleatorizado unifactorial.

Para el procesamiento de los resultados se utilizó el análisis de varianza (Anova) para la comparación entre tratamientos con un nivel de significación de 0.05, mediante el software estadístico Infostat.

Para determinar si las conclusiones del Anova son válidas, se verificaron previamente una serie de supuestos:

- Las muestras deben ser aleatorias e independientes. Además, dentro de cada tratamiento las observaciones deben ser independientes entre si.
- Las observaciones de cada tratamiento deben proceder de poblaciones normales. Para esto debemos realizar Normalidad, mediante el gráfico Q-Q Plot y la prueba de Shapiro.
- Los tratamientos deben tener la misma variabilidad. (homocedasticidad). Prueba de Levene.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Se presentan los resultados de las pesadas obtenidas durante el ensayo, para cada uno de los grupos, y para cada fecha de pesada.

La **Tabla 3** muestra los pesos de los animales del grupo “testigo o control”, para cada una de las fechas en que se tomaron las muestras. Los pesos son en Kg de peso vivo/cabeza y el tiempo está expresado en días de comenzado el ensayo.

Tabla 3: Planilla de pesadas (Kg) de los animales “testigo o control”.

PLANILLA DE PESADAS SEGÚN FECHA (CARAVANAS AMARILLAS)							
Color	Caravana	16/06/2009	02/07/2009	16/07/2009	18/08/2009	14/09/2009	17/09/2009
		1	17	31	64	87	90
Amarillo	7591	175	182	183	181	181	186
Amarillo	7592	160	159	167	167	172	171
Amarillo	7593	158	172	174	184	186	187
Amarillo	7594	167	180	180	178	178	178
Amarillo	7596	179	186	186	192	198	198
Amarillo	7597	190	207	202	201	200	200
Amarillo	7598	182	185	186	191	183	190
Amarillo	7599	171	185	188	191	187	187
Amarillo	7601	152	160	171	170	170	185
Amarillo	7602	175	182	179	187	194	194
Amarillo	7603	198	215	207	216	213	213
Amarillo	7604	164	174	176	182	182	180
Amarillo	7605	162	171	170	166	185	191
Amarillo	7672	175	187	193	194	188	202
Amarillo	7673	189	200	196	201	198	198
Amarillo	7674	139	153	147	155	156	160
Amarillo	7675	170	183	186	188	189	195
Amarillo	7676	173	189	186	194	193	196
Amarillo	7677	191	200	197	213	202	206
Amarillo	7678	159	174	167	171	170	189
Amarillo	7679	163	182	178	187	182	182
Amarillo	7680	165	184	178	177	185	195
Amarillo	7727	166	177	176	184	178	181
Amarillo	7729	158	172	172	190	187	190
Amarillo	7730	190	195	205	208	215	210

En la **Tabla 4**, se pueden apreciar el peso vivo para cada uno de los animales del grupo “experimental”, o sea aquellos que recibieron la ración con

OPTIGEN[®] II, para cada una de las fechas en que se tomaron las muestras. Las unidades se expresan en Kg de peso vivo por animal y el tiempo en días de inicio del ensayo.

Tabla 4: Planilla de pesadas (Kg) de los animales “tratamiento”.

PLANILLA DE PESADAS SEGÚN FECHA (CARAVANAS VERDES)							
Color	Caravana	16/06/2009	02/07/2009	16/07/2009	18/08/2009	14/09/2009	17/09/2009
		1	17	31	64	87	90
Verde	401	182	195	180	193	187	187
Verde	402	148	163	155	155	161	161
Verde	403	200	215	210	218	215	224
Verde	404	197	205	201	210	217	219
Verde	406	192	200	194	194	194	195
Verde	407	164	182	179	187	188	185
Verde	408	180	192	185	189	185	185
Verde	409	212	222	216	210	216	220
Verde	410	173	180	176	168	183	185
Verde	415	176	187	174	191	189	190
Verde	416	186	194	187	196	190	197
Verde	417	192	192	183	177	182	180
Verde	418	196	210	201	202	207	211
Verde	420	181	198	185	196	179	187
Verde	421	174	187	179	191	189	194
Verde	422	220	215	225	218	220	230
Verde	424	174	191	184	177	179	186
Verde	426	217	219	222	225	229	229
Verde	427	160	175	166	177	174	180
Verde	428	163	178	169	171	172	171
Verde	429	204	217	210	215	218	221
Verde	430	195	208	205	200	206	215
Verde	432	186	200	192	209	202	197
Verde	433	181	185	178	191	184	191
Verde	434	178	187	185	192	192	195

Estadística descriptiva de los pesos para cada tiempo

En la **Tabla 5** se pueden observar las medidas de resumen para las pesadas de ambos grupos de animales para cada tiempo de muestreo. Se indican el peso promedio, el desvío estándar, coeficiente de variación de los pesos y los pesos mínimos y máximos para cada tiempo de pesaje y grupo de animales.

Tabla 5: Medidas de resumen de los pesos para ambos grupos de animales.

Tratamiento	Tiempo	n	Media	DE	CV	Mín.	Máx.
Control	1	25	170,84 Kg	13,95 Kg	8,17%	139 Kg	198 Kg
Control	17	25	182,16 Kg	14,40 Kg	7,90%	153 Kg	215 Kg
Control	31	25	182,00 Kg	13,57 Kg	7,45%	147 Kg	207 Kg
Control	64	25	186,72 Kg	14,70 Kg	7,87%	155 Kg	216 Kg
Control	87	25	186,88 Kg	13,26 Kg	7,10%	156 Kg	215 Kg
Control	90	25	190,56 Kg	11,84 Kg	6,21%	160 Kg	213 Kg
Tratamiento	1	25	185,24 Kg	17,71 Kg	9,56%	148 Kg	220 Kg
Tratamiento	17	25	195,88 Kg	15,22 Kg	7,77%	163 Kg	222 Kg
Tratamiento	31	25	189,64 Kg	17,75 Kg	9,36%	155 Kg	225 Kg
Tratamiento	64	25	194,08 Kg	17,20 Kg	8,86%	155 Kg	225 Kg
Tratamiento	87	25	194,32 Kg	17,48 Kg	8,99%	161 Kg	229 Kg
Tratamiento	90	25	197,40 Kg	18,65 Kg	9,45%	161 Kg	230 Kg

El coeficiente de variabilidad es menor a 10% en todos los tiempos, lo cual demuestra que los datos son homogéneos y la media aritmética es representativa.

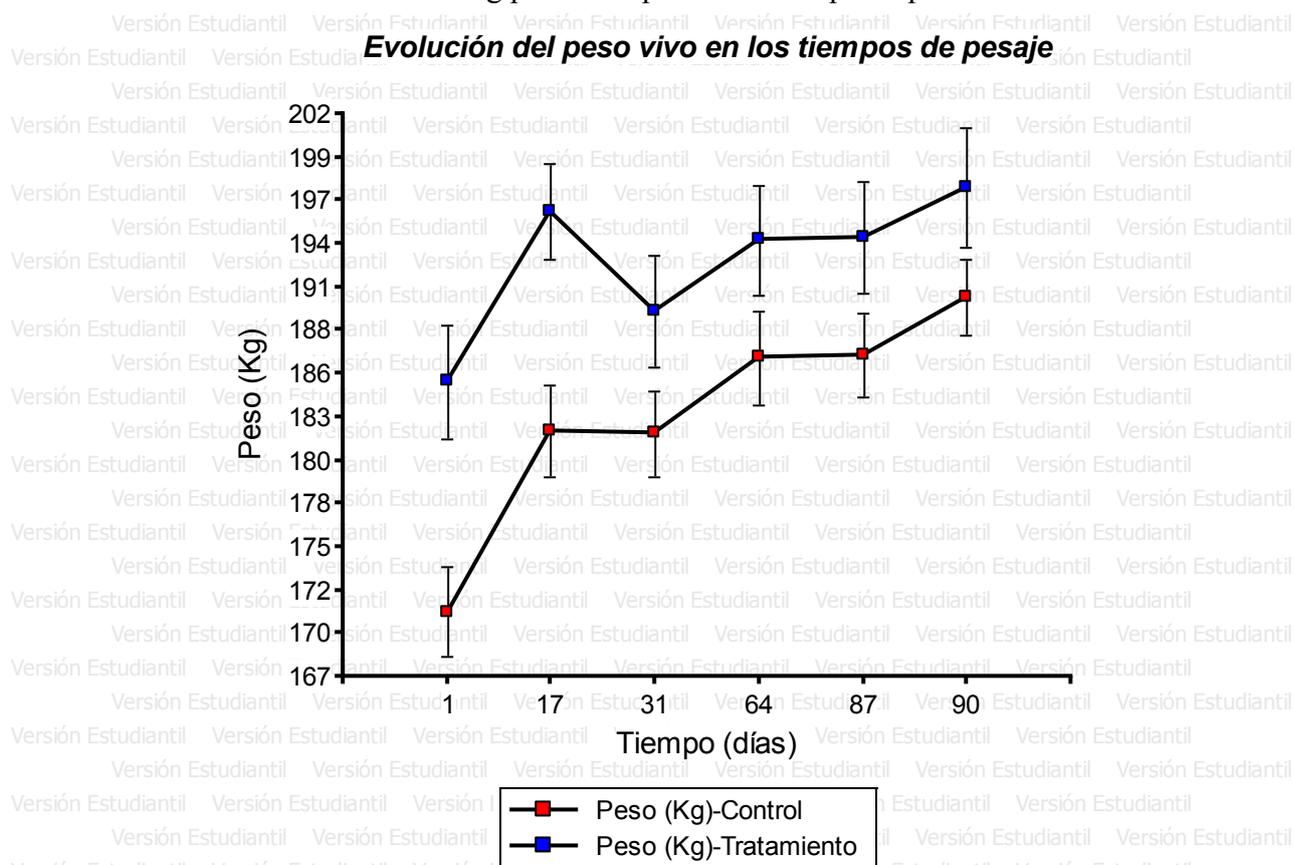
Los pesos de los animales en los 90 días de ensayo, tienen un mínimo de 139 Kg y un máximo de 230 Kg de peso. El rango o recorrido es de 91 Kg.

Las medias y los desvíos estándar se pueden ver claramente en la tabla para cada uno de los tiempos en que se pesaron las terneras.

El **Gráfico 1**, muestra la evolución del peso vivo promedio de los animales, tanto del grupo control (rojo) como del experimental (azul), para cada uno de los tiempos de pesaje.

El eje Y del gráfico muestra los pesos promedios en Kg, y el eje X los distintos tiempos de pesaje, en días de comenzado el ensayo.

Grafico 1: Peso en Kg promedio para cada tiempo de pesada.



Analizando el **Gráfico 1**, se puede ver que existe una diferencia de peso inicial a favor del grupo experimental de animales. Este error al inicio del ensayo no permite realizar un diseño de bloques al azar, para medir la evolución de los pesos en los distintos tiempos del ensayo, debido a que no se puede comenzar con una diferencia inicial tan marcada para medir la eficacia de un producto en la ganancia de peso.

Para soslayar esta diferencia inicial de peso promedio al inicio, se decidió analizar la variable aumento de peso vivo diario promedio, para observar diferencias significativas entre los grupos de animales. Para esto, se calculó el aumento de peso diario promedio para los 90 días de duración del ensayo, para lo cual se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{ADPV}\% = (\text{peso final} - \text{peso inicial}) / 90 \text{ días}$$

Análisis estadístico

Las **Tablas 6 y 7** muestran la ganancia de peso vivo diario promedio para todos los animales (GDP).

Además se calcularon los residuos (RDUO_GPD), residuos absolutos (RABS_GPD) y predichos para la ganancia de peso (PRED_GPD), para poder verificar los supuestos del modelo.

Tabla 6: Aumento de peso vivo (Kg/día) para cada animal del grupo “control”.

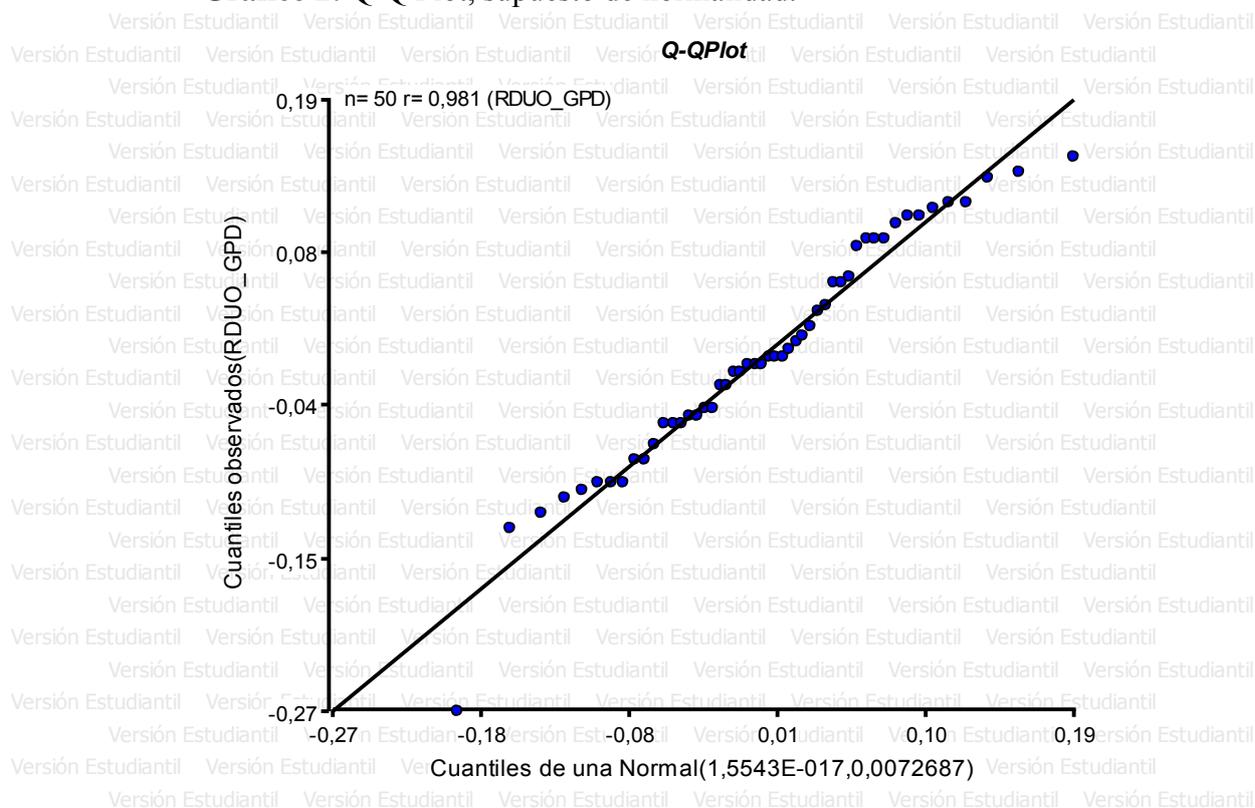
Tratamiento - Animal	ADPV (Kg/día)	RDUO_GPD	RABS_GPD	PRED_GPD
Control - 7591	0,122	-0,1	0,1	0,22
Control - 7592	0,122	-0,1	0,1	0,22
Control - 7593	0,322	0,1	0,1	0,22
Control - 7594	0,122	-0,1	0,1	0,22
Control - 7596	0,211	-0,01	0,01	0,22
Control - 7597	0,111	-0,11	0,11	0,22
Control - 7598	0,089	-0,13	0,13	0,22
Control - 7599	0,178	-0,04	0,04	0,22
Control - 7601	0,367	0,15	0,15	0,22
Control- 7602	0,211	-0,01	0,01	0,22
Control - 7603	0,167	-0,05	0,05	0,22
Control - 7604	0,178	-0,04	0,04	0,22
Control - 7605	0,322	0,1	0,1	0,22
Control - 7672	0,3	0,08	0,08	0,22
Control - 7673	0,1	-0,12	0,12	0,22
Control - 7674	0,233	0,01	0,01	0,22
Control - 7675	0,278	0,06	0,06	0,22
Control - 7676	0,256	0,04	0,04	0,22
Control - 7677	0,167	-0,05	0,05	0,22
Control - 7678	0,333	0,11	0,11	0,22
Control - 7679	0,211	-0,01	0,01	0,22
Control - 7680	0,333	0,11	0,11	0,22
Control - 7727	0,167	-0,05	0,05	0,22
Control - 7729	0,356	0,14	0,14	0,22
Control - 7730	0,222	0	0	0,22

Tabla 7: Aumento de peso vivo (Kg/día) para cada animal del grupo “tratamiento”.

Tratamiento - Animal	ADPV (Kg/día)	RDUO_GPD	RABS_GPD	PRED_GPD
Tratamiento - 401	0,056	-0,08	0,08	0,14
Tratamiento - 402	0,144	0,01	0,01	0,14
Tratamiento - 403	0,267	0,13	0,13	0,14
Tratamiento - 404	0,244	0,11	0,11	0,14
Tratamiento - 406	0,033	-0,1	0,1	0,14
Tratamiento - 407	0,233	0,1	0,1	0,14
Tratamiento - 408	0,056	-0,08	0,08	0,14
Tratamiento - 409	0,089	-0,05	0,05	0,14
Tratamiento - 410	0,133	0	0	0,14
Tratamiento - 415	0,156	0,02	0,02	0,14
Tratamiento - 416	0,122	-0,01	0,01	0,14
Tratamiento - 417	-0,133	-0,27	0,27	0,14
Tratamiento - 418	0,167	0,03	0,03	0,14
Tratamiento - 420	0,067	-0,07	0,07	0,14
Tratamiento - 421	0,222	0,09	0,09	0,14
Tratamiento - 422	0,111	-0,02	0,02	0,14
Tratamiento - 424	0,133	0	0	0,14
Tratamiento - 426	0,133	0	0	0,14
Tratamiento - 427	0,222	0,09	0,09	0,14
Tratamiento - 428	0,089	-0,05	0,05	0,14
Tratamiento - 429	0,189	0,05	0,05	0,14
Tratamiento - 430	0,222	0,09	0,09	0,14
Tratamiento - 432	0,122	-0,01	0,01	0,14
Tratamiento - 433	0,111	-0,02	0,02	0,14
Tratamiento - 434	0,189	0,05	0,05	0,14

Normalidad

Gráfico 2: Q-Q Plot, supuesto de normalidad.



El supuesto de normalidad se comprobó gráficamente mediante un Q-Q Plot (**Gráfico 2**). Se considera que los datos no se apartan significativamente de la recta, por lo tanto se puede deducir que la variable no se aleja de la normalidad.

Adicionalmente, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilks, no encontrándose evidencias de mal ajuste a la distribución normal.

H0: Hay normalidad.

H1: No hay normalidad.

$p > 0,05$

Tabla 8: Prueba de Shapiro – Wilks.
Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO_GPD	50	0,00	0,09	0,96	0,3138

No se rechaza H0 por lo tanto hay normalidad.

Homocedasticidad

H₀: $\sigma^2_1 = \sigma^2_2$ Hay Homocedasticidad

H₁: algún $\sigma^2_1 \neq \sigma^2_2$ No hay Homocedasticidad

$p > 0,05$

Tabla 9: Prueba de Levene

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS_GPD	50	0,01	0,00	76,93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,6E-03	1	1,6E-03	0,61	0,4386
Tratamiento	1,6E-03	1	1,6E-03	0,61	0,4386
Error	0,13	48	2,7E-03		
Total	0,13	49			

El p-valor > 0.05 , por lo tanto no se rechaza H_0 , cumpliéndose así el supuesto de Homocedasticidad.

Mediante las pruebas anteriores, se puede observar que los supuestos se cumplen, por lo tanto, se afirma que las conclusiones del análisis son validas.

ANOVA:

H_0 : El aumento de peso diario, de las terneras sometidas a suplementación, es el mismo en promedio.

H_1 : El aumento de peso diario de alguna de las suplementaciones difiere del resto.
 $P < 0,05$

Tabla 10: Análisis de la varianza.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GPD	50	0,20	0,18	48,64

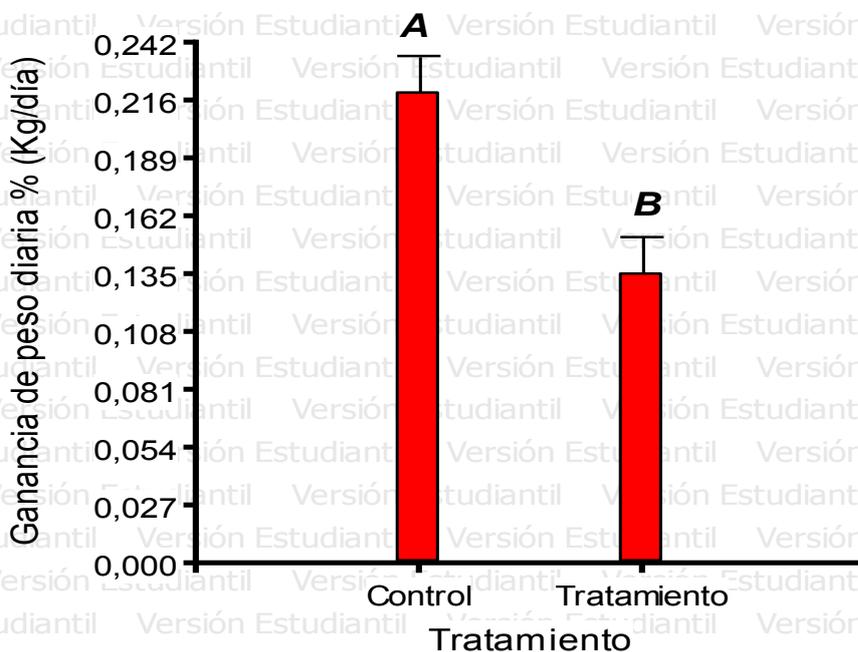
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,09	1	0,09	11,90	0,0012
Tratamiento	0,09	1	0,09	11,90	0,0012
Error	0,36	48	0,01		
Total	0,44	49			

Asumiendo que H_0 es verdadera, se calcula p, siendo este menor al nivel de significación (0,05), por lo tanto se rechaza H_0 , y por lo tanto, al menos uno de los tratamientos difiere del resto. O sea, el aumento de peso diario promedio de alguna de las suplementaciones difiere de la otra.

Gráfico 3: Efecto de la suplementación en la ganancia diaria de peso (GDP)

Efecto de la Suplementación en la GPD



Si se analizan los resultados obtenidos en el ensayo, se puede observar que no cumplen con la hipótesis del mismo. Existe diferencia significativa en la ganancia de peso diaria promedio de los animales de ambos grupos, pero sin embargo, los resultados fueron contrarios de los que se esperaban. Observando el **Gráfico 3**, se puede ver que los animales del grupo control tuvieron una mejor ganancia diaria de peso en promedio durante los 90 días de suplementación (letras distintas indican diferencias significativas).

Esta diferencia podría deberse al comportamiento de los animales suplementados con OPTIGEN[®] II. Estos no comían su ración en forma completa, es decir, consumían el maíz que se encontraba superficialmente y cuando debían comer el grano que se encontraba mezclado con las perlas del producto, dejaban de comer. Por lo tanto, se puede suponer que las terneras percibían algún aroma, sabor o tal vez textura indeseable en el producto ensayado, y por lo tanto se negaban a comerlo. En cambio los animales del grupo control que se suplementaron solamente con grano de maíz, consumían la ración entera sin problemas. Este es el motivo de la diferencia que se observa con claridad en el gráfico.

Si bien los animales pasaron por un período de acostumbramiento de 60 días, cabe aclarar que durante el mismo, si bien se realizó toda la rutina de encierre y suplementación que luego se aplicaría durante el ensayo, no se utilizó el producto y todos los animales recibieron únicamente la ración de grano de maíz, por lo que no se pudo detectar este rechazo de la ración previo al comienzo del ensayo. Tampoco se midió en el ensayo la cantidad de alimento rechazado por los

animales del grupo experimental, y no se evaluó el agregado a la ración de algún ingrediente para mejorar su palatabilidad y por ende su consumo.

CONCLUSIONES

El agregado de NNP con el producto OPTIGEN[®] II en dietas de terneras británicas de recría en pastoreo extensivo, no incrementó el aumento de peso vivo diario de los animales tratados con respecto a los animales del grupo testigo. En estas condiciones de recría, los animales suplementados con OPTIGEN[®] II tuvieron una menor ganancia de peso diario respecto de los animales del grupo control.

Se puede concluir que la suplementación con OPTIGEN[®] II no fue efectiva en las condiciones en que se realizó el ensayo, debido posiblemente a que los animales tratados no comían la ración en su totalidad. Sin embargo, considerando la bibliografía sobre el uso de urea en la suplementación de los rumiantes, los ensayos realizados en laboratorio con el producto, y teniendo en cuenta las características técnicas del OPTIGEN[®] II, es altamente probable que en otras condiciones experimentales se puedan observar ganancias de pesos significativamente mayores en animales suplementados con este producto.

Deberían continuarse distintas líneas de trabajo en donde se busque mejorar la palatabilidad del producto y la homogeneización en el mezclado del mismo para poder hacer una evaluación más eficiente de las bondades del producto ensayado.

BIBLIOGRAFÍA

- Abrams JT. Nutrición animal y dietética veterinaria. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 1964
- Ammerman CB, V~Rde GJ, Moore JE, Burns WC, Chicco CF. Biuret, urea and natural proteins as nitrogen supplements for low quality roughage for sheep, *J Anim Sci* 1972;35:121-127
- Bach A, Calsamiglia S, Stern MD. Nitrogen metabolism in the rumen. *J Dairy Sci.* 2005;88:E9-21
- Beever DE, Harrison DG, Thomson DJ, Osbourn DF. The supplementation of a low-nitrogen hay with urea and its effect on nitrogen transformations within the alimentary tract of adult sheep. *Proc Nutr Soc* 1971;30:15A-16A.
- Blanco M. El alimento y los procesos digestivos en el rumen. http://www.agrarias.unlz.edu.ar/files/anatomia/alimento_y_rumen_I.htm 1999
- Cangiano CA. Producción animal en pastoreo. Instituto de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Balcarce. Argentina. 1996.
- Chalupa W, Evans JL, Stillions MC. Metabolic Aspects of Urea Utilization by Ruminant Animals. *J Nutrition* 1964, 84:77-83
- Chalupa W. Problems in feeding urea to ruminants. *J Anim Sci* 1968;27:207-19
- Cherdthong A, Wanapat M. Development of Urea Products as Rumen Slow-Release Feed for Ruminant. A Review. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 2010;4: 2232-2241
- Church DC. Fisiología digestiva y nutrición de los ruminates. Editorial Acribia. Volumen 1. Zaragoza, España. 1974
- Church DC. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Editorial Acribia Volumen 3. Nutrición Práctica. Zaragoza España. 1974
- Church CD. El Rumiante: Fisiología digestiva y nutrición. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza España. 1993
- Church DC, Pond WG. Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos. Acribia. Zaragoza, España. 1977
- Church DC, Pond WG. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. UTHEA, Noriega Editores. México. 1996
- Crampton EW, Harris LE. Nutrición animal aplicada. Editorial Acribia. Segunda edición. Zaragoza, España. 1974
- Cronje P (editor). Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth, and reproduction. CABI Publishing. Wallingford, UK. 2000

- Cunningham JG. Fisiología Veterinaria. Editorial Interamericana. Mc. Graw-Hill. México. 1992
- De Blas JC, Fraga MJ. Alimentación de los Rumiantes. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 1981
- Devant M, Ferret A, Calsamiglia S, Casals R, Gasa J. Effect of nitrogen source in high-concentrate, low-protein beef cattle diets. *J Anim Sci* 2001; 79:1944-1953
- Engelhardt W, Breves G. Fisiología Veterinaria. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 2005
- Ensminger ME. Producción Bovina para carne. Editorial El Ateneo. Barcelona, España, 1981
- Haresign W, Cole DJA. Avances en nutrición de los rumiantes. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 1988
- Infostat. Manual del usuario. 2008
- McDonald IW. The role of ammonia in ruminal digestion of protein. *Biochem J.* 1952; 51: 86–90
- MacDonald P, Edwards RA. Greenhalgh JFD, Morgan CA. Nutrición animal. Editorial Acribia S.A. 6ta edición. Zaragoza, España. 2006.
- Maynard=Loosli. Nutrición Animal. Editorial Hispano-Americana. 3ra edición. México. 1975
- Nolan JV, Norton RW, Leng RA. Nitrogen cycling in sheep. *Proc Nutr* 1973;32:93
- Owens FN, Bergen WG. Nitrogen metabolism of ruminant animals: historical perspective, current understanding and future implications. *J Anim Sci.* 1983;57:498-518
- Reynolds CK, Kristensen NB. Nitrogen recycling through the gut and the nitrogen economy of ruminants: an asynchronous symbiosis. *J Anim Sci* 2008;86:E293-305
- Taylor-Edwards CC, Hibbard G, Kitts SE, McLeod K., Axe DE, Vanzant E S, Kristensen N, Harmon DL. Effects of slow-release urea on ruminal digesta characteristics and growth performance in beef steers *J Anim Sci* 2009; 87:200-208
- Tillman AD, Sidhu KS. Nitrogen metabolism in ruminants: rate of ruminal ammonia production and nitrogen utilization by ruminants-a review. *J Anim Sci* 1969;28:689-97
- Wattiaux, MA. Esenciales lecheras. Metabolismo de las proteínas en las vacas lecheras. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Universidad de Wisconsin-Madison. 1994 (http://144.92.37.209/sites/default/files/de/es/de_05.es.pdf)

Internet

- http://www.alimental.com/uploadsarchivos/optigen_alltech.pdf. Leído 2010
- ◆ <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/afris/es/Data/486.htm>. Food and Agriculture. United Nations. Leído 2010
- http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/07-suplementacion_con_nitrogeno.htm. Leído 2010

ANEXO

Composición de los alimentos

Informe N°: 5586-5589.

Resultados de los análisis correspondientes a las muestras remitidas por Ensayo Alltech

Determinaciones	5586	5587	5588	Maíz Ensayo
Materia Seca %	50.09	62.67	27.91	92.31
Proteína Bruta % (Base MS)	7.35	7.11	14.24	8.19
Fibra Detergente Neutro (Base MS)	67.02	68.86	51.66	11.01
Fibra Detergente Acido (Base MS)	42.92	42.10	31.22	4.57
ENERGÍA METABOLIZABLE (Mcal/KgMS)	1.73	1.75	2.01	2.66

*EM están calculadas sobre la base de Digestibilidad

5586: Muestra de pastura tomada el 16/07/09.

5587: Muestra de pastura tomada el 18/08/09.

5588: Muestra de pastura correspondiente a 17/09/09

Laboratorio de Evaluación de Alimentos para uso Animal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina