

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

SUSTITUCIÓN DE LA PROTEÍNA VERDADERA POR NIVELES CRECIENTES
DE NITRÓGENO NO PROTEÍNICO DE LENTA LIBERACIÓN (OPTIGEN) EN
TERNEROS DE DESTETE PRECOZ ALIMENTADOS EN CONFINAMIENTO

por

Juan Víctor CLERC

Matías FONSECA

Joaquín ROCCO

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO

URUGUAY

2017

Tesis aprobada por:

Director: -----
Ing. Agr. Álvaro Simeone

Ing. Agr. Virginia Beretta

Med. Vet. Juan Franco

Fecha: 20 de octubre de 2017

Autores: -----
Juan Víctor Clerc

Matías Fonseca

Joaquín Rocco

AGRADECIMIENTOS

A Diego Mosqueira y todos los funcionarios de la EEMAC por la ayuda brindada.

A nuestros tutores Álvaro Simeone y Virginia Beretta por guiarnos a lo largo de este trabajo.

A nuestra familia y amigos por el apoyo incondicional durante este largo período.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	2
2.2. <u>REQUERIMIENTOS DE PROTEÍNA</u> <u>EN VACUNOS</u>	2
2.3. <u>METABOLISMO DE LAS PROTEÍNAS</u>	4
2.3. <u>Sistema de proteína metabolizable</u>	4
2.3.2. <u>Síntesis de proteína microbiana (PMo)</u>	5
2.4. <u>UTILIZACIÓN DE NITRÓGENO NO PROTEÍNICÓ</u>	8
2.4.1. <u>Reseña histórica del uso de los productos</u> <u>de nitrógeno no proteínico</u>	8
2.4.2. <u>Fuentes de nitrógeno no proteínico</u>	9
2.4.3. <u>Utilización de NNP en la alimentación</u> <u>de rumiantes</u>	11
2.5. <u>HIPÓTESIS</u>	14
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	15
3.1. <u>LOCALIZACIÓN Y PERÍODO</u> <u>EXPERIMENTAL</u>	15
3.2. <u>CLIMA</u>	15
3.3. <u>ANIMALES</u>	15
3.4. <u>INFRAESTRUCTURA</u>	15
3.5. <u>ALIMENTOS</u>	16
3.6. <u>TRATAMIENTOS</u>	17
3.7. <u>PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL</u>	17
3.7.1. <u>Destete y acostumbramiento</u>	17
3.7.2. <u>Transición a las dietas experimentales</u>	17
3.7.3. <u>Fase experimental</u>	17
3.8. <u>MANEJO SANITARIO</u>	18
3.9. <u>DETERMINACIONES</u>	18
3.9.1. <u>Registros climáticos</u>	18
3.9.2. <u>Peso vivo y altura del anca</u>	18

3.9.3.	<u>Composición de la ganancia</u>	19
3.9.4.	<u>Consumo de materia seca</u>	19
3.9.5.	<u>Digestibilidad</u>	19
3.9.6.	<u>Nitrógeno ureico en sangre</u>	19
3.9.7.	<u>Nitrógeno total en orina</u>	19
3.9.8.	<u>Análisis químicos</u>	19
3.10.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	20
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	22
4.1.	REGISTROS CLIMÁTICOS	22
4.2.	CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LOS TERNEROS	23
4.2.1.	<u>Ganancia media diaria</u>	24
4.2.2.	<u>Peso, altura, AOB y EGS a la salida del corral</u>	26
4.2.3.	<u>Evolución de altura del anca</u>	28
4.3.	CONSUMO	29
4.4.	DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA Y MATERIA ORGÁNICA	33
4.5.	CONSUMO DE NITRÓGENO	33
4.6.	UREA EN SANGRE Y N TOTAL EN ORINA	33
4.7.	EFICIENCIA DE CONVERSIÓN	36
4.8.	SÍNTESIS	37
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	39
6.	<u>RESUMEN</u>	40
7.	<u>SUMMARY</u>	41
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	42
9.	<u>ANEXOS</u>	51

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Ingredientes y composición química de los concentrados utilizados en los tratamientos.....	16
2. Manejo y sanidad.....	18
3. Efecto del nivel de sustitución de proteína verdadera (N x 6.25) de harina de soja por NNP en dietas concentradas sobre el crecimiento y desarrollo de terneros destetados.....	24
4. Efecto de la sustitución de proteína verdadera por NNP sobre el consumo de materia seca consumida promedio por día y por animal de cada tratamiento en el período experimental.....	29
5. Consumo de nitrógeno de terneros de destete precoz de 2 a 5 meses de edad bajo confinamiento y comiendo una RTM con 80% de concentrado, expresado en gramos por día.....	33
6. Consumo y niveles de nitrógeno de los distintos tratamientos y sus contrastes con distintos tipos de curva.....	34
Figura No.	
1. Requerimientos de proteína bruta presentada como g/100 g de alimento, según peso vivo (kg) y ganancia media diaria (kg/día)	3
2. Imagen de producto OptigenII.....	10
3. Registros diarios de precipitaciones y temperatura, y registro mensual acumulado de las precipitaciones durante el período experimental en la EEMAC, comparados con los registros históricos promedios de precipitación y temperatura para el período 1961-1990 en el departamento de Paysandú.....	22
4. Efecto de la sustitución de proteína verdadera por niveles crecientes de NNP sobre la GMD de terneros destetados precozmente, alimentados <i>ad libitum</i> en confinamiento.....	24

5. Efecto del nivel de sustitución de la proteína verdadera por NNP de cada tratamiento sobre la evolución de peso vivo de terneros destetados precozmente y alimentados a corral con dietas concentradas.....	26
6. Efecto del nivel de sustitución de proteína verdadera por NNP sobre el PV y AOB de terneros destetados precozmente, alimentados <i>ad libitum</i> bajo confinamiento a los 5 meses promedio de edad.....	27
7. Efecto del nivel de sustitución de proteína verdadera por NNP sobre el Área de ojo de bife en terneros destetados precozmente de 5 meses de edad, alimentados <i>ad libitum</i> bajo confinamiento.....	28
8. Efecto de la sustitución de proteína verdadera por NNP sobre la evolución de altura del anca de terneros de raza británica, destetados precozmente a los 5 meses de edad, alimentados <i>ad libitum</i> bajo confinamiento.....	29
9. Efecto de la sustitución de proteína verdadera por NNP sobre el consumo promedio diario de materia seca de terneros de destete precoz alimentados a corral, desde los 2 a los 5 meses de edad.....	30
10. Efecto de la sustitución de proteína verdadera por NNP sobre la evolución del CMS en terneros de DP alimentados a corral.....	31
11. Efecto de la sustitución de proteína verdadera por NNP sobre la evolución del consumo en función del peso de terneros destetados precozmente, alimentados en confinamiento.....	32
12. Efecto de niveles crecientes de sustitución de proteína verdadera por NNP sobre las concentraciones de NTO y UES en terneros destetados precozmente, alimentados <i>ad libitum</i> a corral.....	35
13. Evolución del CMS, EC y GMD según el porcentaje de sustitución de proteína verdadera por NNP sobre terneros destetados precozmente, de los 2 a los 5 meses de edad.....	36

1. INTRODUCCIÓN

En una ganadería tan competitiva como la de hoy en día, donde los precios de los insumos, raciones y suplementos son cada vez más elevados, es necesario buscar técnicas que permitan obtener una máxima eficiencia de los recursos utilizados.

A nivel de la cría, una técnica que utilizan los productores para ser más eficientes es el destete precoz. Esto permite aumentar el porcentaje de preñez incrementando el número de terneros del año siguiente.

El destete precoz a corral permite además aumentar el peso a los 180 días con relación al destete precoz a pasto, suministrando dietas concentradas ajustadas para obtener mayores ganancias.

Dados los altos requerimientos de proteína metabolizable (PM) de esta categoría, el componente proteínico de la dieta es fundamental. La proteína utilizada en este tipo de dietas es generalmente de origen vegetal, de alta calidad, donde se encuentran productos como expeler de soja, expeler de girasol, subproductos de destilería, entre otros.

La posibilidad de sustituir la proteína verdadera de origen vegetal por nitrógeno no proteínico (NNP), permite reducir el costo de la ración y eventualmente concentrar más la dieta en términos energéticos. Sin embargo, la sustitución total de proteína verdadera por urea ha demostrado reducir la ganancia media diaria (GMD) en esta categoría. Es posible que, menores niveles de sustitución no afecten la performance animal, respuesta que podría verse reforzada por el uso de fuentes de NNP de lenta degradabilidad en mezcla con urea. No se ha hallado información evaluando esta relación entre el aporte de proteína verdadera y NNP en terneros de destete precoz (DP).

El presente trabajo tuvo como objetivo general evaluar la respuesta animal y la eficiencia en el uso del nitrógeno derivada de la sustitución de fuentes de proteína verdadera por niveles crecientes de NNP de lenta liberación, en dietas de confinamiento altamente concentradas ofrecidas a terneros de destete precoz.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 INTRODUCCIÓN

La presente revisión bibliográfica tiene como objetivo revisar los antecedentes referidos a la inclusión de fuentes de NNP de lenta liberación en la alimentación de vacunos en crecimiento, más específicamente en terneros de destete precoz en confinamiento. Para esto, primeramente se revisará sobre los requerimientos de proteína de esta categoría de animales, para luego seguir por el análisis de aspectos básicamente referidos a proteínas en los rumiantes, como el uso de NNP y fuentes de urea de lenta liberación (ULL). Finalmente se focalizará en antecedentes evaluando el uso de NNP y su efecto sobre la respuesta productiva en diferentes categorías y situaciones de alimentación.

2.2 REQUERIMIENTOS DE PROTEÍNA EN VACUNOS

Las exigencias nutricionales varían en función del proceso productivo en cuestión. Las concentraciones mínimas de nutrientes en la dieta aumentan en la medida que nos movemos de la cría al engorde y de este a la producción de leche.

Los requerimientos de proteína y energía de los terneros destetados precozmente están asociados a las características de crecimiento de esta categoría animal. Dado que el animal se encuentra en etapas iniciales de crecimiento, el músculo es el principal componente de la ganancia de pesos vivo (PV), lo cual tiene dos consecuencias directas: mayores exigencias de proteína por kilogramo de PV producido y mejor eficiencia de conversión (EC) del alimento respecto a etapas posteriores del desarrollo (Simeone y Beretta, 2002).

Entre los factores que influyen en los requerimientos de PM se encuentra la raza, categoría animal, estado fisiológico, condición corporal, frame, entre otros. A su vez dentro de estos factores existe variabilidad según distinto peso animal y las ganancias de peso diario que se quieren obtener. Teniendo en cuenta esto, y considerando el experimento en cuestión, terneros de razas británicas y continentales para carne, de un frame de 3.5, peso de 150 kg y un aumento diario de peso vivo (ADPV) de 1,200 kg necesitan 0,521 kg de PM por día según el National Research Council (NRC, 1996).

Como se deduce de las tablas de NRC (1996), animales de mayores pesos presentan mayores requerimientos diarios de PM, sin embargo, en proporción del total del consumo de materia seca (CMS) estos son menores (figura No. 1).

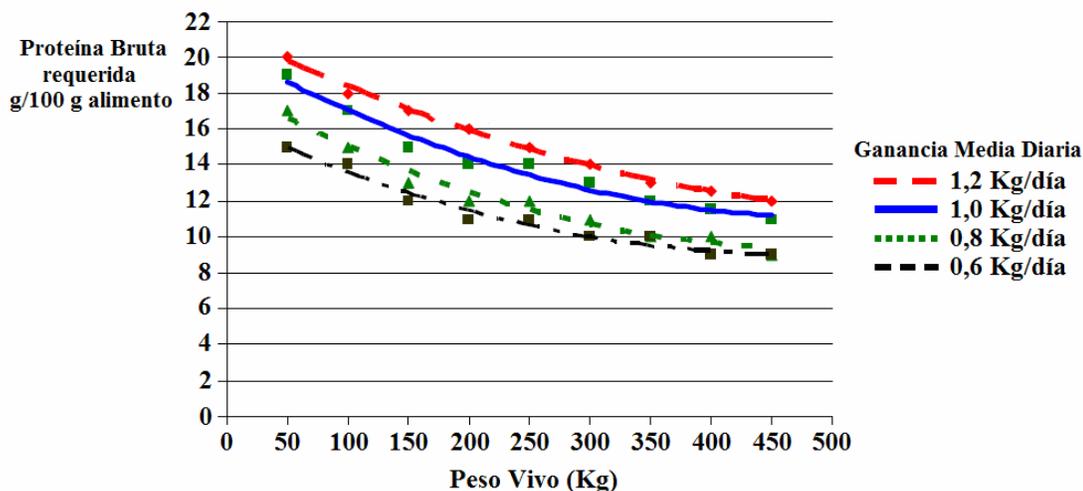


Figura No. 1. Requerimientos de proteína bruta presentada como g/100 g de alimento, según peso vivo (kg) y ganancia media diaria (kg/día) Fuente: Pordomingo (2005).

En la medida que los animales avanzan en su crecimiento, la participación de la proteína en la composición de la ganancia de peso disminuye, y el CMS por unidad de PV producido aumenta (Mac Laughlin, 2005). El mismo autor en 2007, afirma que en animales adultos, siempre y cuando el aporte de proteína degradable en rumen (PDR) del alimento no sea limitante, es posible cubrir entre el 50 y 100 % de los requerimientos de proteína con proteína microbiana (PMo). Cuando la producción de esta no es suficiente para cubrir los requerimientos de PM del bovino, surge la necesidad de proteína no degradable en rumen (PNDR).

En tal sentido, en animales jóvenes, además de una mayor exigencia de proteína en la dieta, debe ser también mayor la proporción de proteína de sobre paso debido a que como tienen un menor consumo y un menor tamaño del rumen, la PMo tendrá menor relevancia en cubrir los requerimientos de PM, en comparación con animales adultos (Mac Loughlin, 2007).

Gamba y Terzián (2010), evaluando fuentes de proteína en terneros destetados precozmente y alimentados a corral muestran que existe una respuesta en la performance animal (medida en términos de ganancia diaria y eficiencia de conversión del alimento), al incremento del nivel de PNDR hasta cierto nivel, en torno al 40%.

2.3 METABOLISMO DE LAS PROTEÍNAS

Los rumiantes comparten ciertas similitudes con los monogástricos en los procesos de digestión de las proteínas. Estos son los que se dan a nivel intestinal, donde las proteínas y los péptidos son degradados en aminoácidos simples por las enzimas pancreáticas y de la membrana apical de los enterocitos (Relling y Mattioli, 2002). Sin embargo, los péptidos y las proteínas que llegan al intestino no son las mismas que fueron ingeridas con el alimento, ya que más de la mitad fue degradada por los microorganismos del rumen. Estos desdoblan las proteínas y los péptidos que el animal consume con la dieta para formar sus propias proteínas, las cuales son posteriormente utilizadas por el rumiante (Relling y Mattioli, 2002). Antecediendo estos estudios, Klopfenstein (1996), Karges, citado por Cabrera Nuñez et al. (2014), señalaron que los requerimientos de proteína de los rumiantes son cubiertos por dos fuentes de proteína; proteína microbiana sintetizada en el rumen y por proteína de la dieta que escapa la degradación ruminal.

Según Stritzler et al., citados por Garriz y López (2002) la proteína de la dieta puede seguir tres caminos:

- 1-Convertirse en amoníaco y pasar a proteína microbiana.
- 2-No ser degradada en el rumen y pasar como tal a los compartimientos subsiguientes.
- 3-Ser utilizada en la fabricación de proteína microbiana sin pasar a amoníaco (a partir de aminoácidos o péptidos).

Dado que la proteína ingerida no es la misma que utiliza el animal para cubrir sus requerimientos por los mecanismos mencionados del metabolismo de las proteínas en los rumiantes, es que hoy en día se utiliza para caracterizar el aporte proteínico de los alimentos el sistema de PM.

2.3.1 Sistema de proteína metabolizable

En 1985, el subcomité del NRC presentó una revisión sobre la utilización del nitrógeno en rumiantes, donde propone expresar los requerimientos de proteína como proteína absorbida (sinónimo de proteína metabolizable). La PM se define como la proteína verdadera absorbida en el intestino, provista por la PMo, y la PNDR.

Hay básicamente dos razones para utilizar el sistema de PM. La primera, es que hay más información que en el año 1984 (cuando se utilizaba el sistema de proteína bruta, PB) sobre los dos componentes del sistema, PMo y PNDR, y la segunda razón, es que el sistema basado en PB asume, erróneamente, que todos los alimentos tienen igual degradación ruminal, y que todas las dietas tienen igual EC de PB a PM.

Mac Laughlin (2007) dice que la PB del alimento está compuesta por 2 fracciones, PDR y PNDR. En el rumen, la PDR es utilizada para la síntesis de PMo, la

que se considera un 80 % proteína verdadera, y se digiere un 80 % (PM proveniente de la PMo = PMo x 0,64). A su vez la fracción no degradable de la PB del alimento (PNDR) pasa sin modificaciones por el rumen, y al llegar al intestino se absorbe como PM, asumiéndose una digestibilidad del 80 % (PM proveniente de la PNDR = PNDR x 0,80).

La PM originada de la PMo y la PNDR, una vez absorbida, es destinada para cubrir los requerimientos de proteína asociados a las funciones de mantenimiento y crecimiento del animal.

2.3.2 Síntesis de proteína microbiana (PMo)

La PMo es formada a partir de los grupos amino que quedan disponibles en el rumen (luego de la degradación de la PDR) y los esqueletos carbonados que resultan de la fermentación. NRC (2001) le da un valor de 130g de proteína microbiana por kg de nutrientes digestibles totales (NDT), cuando las dietas poseen más de 40% de voluminoso, para máxima eficiencia. De modo general, 50 a 70% del nitrógeno microbiano puede ser derivado del amonio ruminal y el resto de péptidos y aminoácidos de la dieta (Alvarenga et al., 2010).

Existen cuantiosos factores que influyen sobre la producción de PMo, entre los cuales se puede mencionar: concentración energética y proteínica en el rumen; cantidad de PDR; deficiencia de cualquier nutriente; y crecimiento bacteriano. Se cuestiona también la sincronía de degradación de la proteína y la energía consumida, sobre la producción de PMo.

En el rumen, la energía es el principal factor 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. La síntesis de proteína microbiana requiere además de un adecuado suministro de nitrógeno para alcanzar la máxima eficiencia. En este sentido la degradabilidad de las proteínas y el reciclaje del nitrógeno (N) son factores condicionantes. Si el nivel de N no fuese el adecuado podría ocurrir una fermentación desacoplada sin producción útil de adenosín trifosfato (ATP). Si en cambio el nivel de N es excesivo, la energía puede tornarse en el factor limitante para una eficiente utilización del N. Por lo tanto, para lograr una máxima eficiencia de síntesis microbiana, el nitrógeno y la energía disponible en el rumen deben estar balanceados. La eficiencia de síntesis de proteína microbiana es generalmente expresada como la cantidad de N microbiano producido por materia orgánica (MO) digerida en el rumen, se acepta como valor promedio una producción de 30 g de N de origen microbiano por kg de MO digerida (Garriz y López, 2002).

A medida que aumenta la energía fermentada en el rumen, aumentan los requerimientos de PDR y, si el nitrógeno no es limitante, se dará un incremento en la producción de PMo. Esto es confirmado por Satter y Slyter (1974), Orskov (1977) que afirman que la cantidad de PMo sintetizada está directamente influenciada por el nivel de carbohidratos digestibles en la dieta. Rennó et al. (2000) coinciden que un factor que afecta el crecimiento microbiano es la relación voluminoso: concentrado.

Clark et al. (1992), afirmaron que la deficiencia de cualquier nutriente puede disminuir la síntesis de PMo en el rumen, el pasaje de aminoácidos al intestino delgado y la producción de leche o ganancia de peso. En el mismo sentido, Mac Laughlin (2007) menciona que el déficit de PDR, aún cuando los requerimientos de PM puedan estar cubiertos, perjudica la productividad del animal, ya que la capacidad de fermentación ruminal de los carbohidratos, la síntesis de vitaminas, y la disponibilidad de minerales disminuye.

Como la PMo es formada por los hongos y bacterias del rumen, el crecimiento de estas poblaciones determina la cantidad que se produce de esta proteína. Por otro lado, las concentraciones ruminales de amoníaco (NH_3) también tienen efecto sobre la población de microorganismos, y estas son afectadas por la solubilidad y tasa de pasaje de las fuentes nitrogenadas de la dieta. Se han estimado niveles de NH_3 en rumen óptimos para un buen crecimiento microbiano, en un rango de 5 a 23 mg/100ml (Satter y Slyter 1974, Orskov 1977).

Garriz y López (2002) dicen que si bien el amoníaco es la fuente principal de N para los microorganismos, hay especies de bacterias que obtienen un alto porcentaje (20-50 %) de su N total a partir de aminoácidos y péptidos. Por esto, se logra una mayor síntesis de PMo y una mayor eficiencia en el uso del N, cuando las dietas con alto contenido de NNP son suplementadas con proteína verdadera.

Con respecto al efecto de las diferentes velocidades de degradabilidad de la proteína consumida, sobre la síntesis de PMo se han realizado gran cantidad de trabajos, que encuentran resultados muy variables o contrastante (Villalobos 1993, Klopfenstein 1996, Cervantes et al. 1997, Shain et al. 1998, entre otros). Por esto, no se puede concluir que la sincronía de disponibilidad de nutrientes favorezca la performance animal. Sin embargo, cuando se alimenta con mucha proteína de rápida degradación ruminal (NNP de rápida degradación), y la energía es aportada por alimentos fibrosos (degradación lenta), puede haber exceso de amonio y producir intoxicación (Benedeti et al., 2013). Parte de esta sincronía puede ser compensada debido al reciclaje de la urea, y por el aumento de la cantidad de comidas diarias tal como ocurre en animales en feedlot (NRC, 2000).

Cuando se producen excesos de amoníaco, este es absorbido a través de las paredes ruminales a la sangre y llevado al hígado donde lo transforma en urea, siendo esta eliminada como orina o reintegrando el ciclo de urea en el organismo. Pero, cuando

la capacidad del hígado se ve superada, queda el amoníaco circulando en el torrente sanguíneo y se asocia con la hemoglobina de los glóbulos rojos, transformando a esta en metaglobina e impidiendo que transporte oxígeno y, en casos graves, produciendo la muerte del animal (Miao Lin et al., 2013).

Para satisfacer los requerimientos de N de los microorganismos Herold et al. (1997), Shain et al. (1998) afirmaron que en dietas de engorde, se puede realizar la suplementación de NNP para cubrir los requerimientos de PDR. La urea provee N disponible a nivel ruminal para la síntesis de PMo y es una alternativa atractiva desde el punto de vista económico, al compararlo con fuentes de proteína natural (Haro y Haro, 2007).

Fernández Mayer (2008) afirma que al suministrar urea, el pico de amoníaco en el rumen se da a las 2 horas de la ingesta, y a las 9 o 10 horas éste vuelve a tener el nivel que tenía antes de la ingesta. La clave de suplementar con urea radica en asegurar un nivel constante de N amoniacal en el rumen a fin de maximizar el metabolismo microbiano. En el ensayo realizado para este trabajo, al suministrar *ad libitum* se puede asegurar el consumo regular de NNP durante el día. Y al trabajar con una fuente de NNP de lenta liberación, no se darían picos de amoníaco ruminal ni un desbalance de N y energía, tratando de maximizar la eficiencia de utilización del N.

A modo de resumen, Astibia et al. (1982) exponen que existen varios factores que influyen en la síntesis de proteína en el rumen y definen la eficiencia de la misma.

- a) Fuentes de N y concentración de amoníaco – Como ya se nombró, el amoníaco es la principal fuente de N para los microorganismos ruminales (aproximadamente el 80%), aunque algunas bacterias también utilizan aminoácidos y péptidos, son necesarios ambas fuentes para una alta eficiencia en la síntesis de proteína.
- b) Fuentes de carbohidratos – Los hidratos de carbono tales como azúcares solubles y algunos tipos de almidón son más efectivos que otros carbohidratos en incrementar la utilización del nitrógeno proveniente de la dieta, promoviendo un rápido crecimiento microbiano. Se observa un incremento en la utilización del amoníaco con el uso de carbohidratos no estructurales (almidón) en lugar de los estructurales.
- c) Eficiencia de captación del NNP por los microorganismos según el tipo de alimento utilizado – La eficiencia de captura del N amoniacal por los microorganismos está relacionada directamente con la energía disponible, generada durante la digestión de los componentes de la dieta. Se pueden dar tres situaciones. Que en la dieta haya N limitante, en este caso la liberación de NNP (amoníaco) por los microorganismos puede estar bien equilibrada con la liberación de energía y de esta manera los microbios son capaces de capturar la mayoría de ese N disponible. Energía limitante, la liberación del NNP es muy rápida y considerables cantidades de amoníaco son absorbidos directamente del

rumen y ser excretado en la orina o volver al rumen por la saliva, o darse un desbalance, donde se observa un desfase entre la rápida fermentación del suplemento proteínico y la más lenta de la energía del forraje, con la consiguiente pérdida de N amoniacal por absorción a través de la pared del rumen.

- d) Otros factores – Hay otros nutrientes que se requieren en menores cantidades pero no son menos importantes, es el caso del azufre y del fósforo. En el caso de un déficit de estos nutrientes, la producción de PMo se verá perjudicada.

2.4 UTILIZACIÓN DE NITRÓGENO NO PROTEÍNICOS

Como se venía hablando, el aporte de aminoácidos provenientes de la PMo es de altísima calidad y la formación de estos se da por parte de las bacterias y los hongos al unir cadenas carbonadas con grupos amino provenientes del NH_4^+ libre en el rumen. Este a su vez, puede haber sido derivado de la proteína verdadera que aporta la dieta o de fuentes de NNP incluidas en la misma (Relling y Mattioli, 2002). Está demostrado que las principales 100 especies de bacterias del rumen pueden cubrir la totalidad de sus requerimientos proteínicos con NNP, a pesar de que la utilización del N y el crecimiento bacteriano sean menor que cuando el aporte se da por proteína verdadera (Relling y Mattioli, 2002).

El NNP se encuentra de manera natural en la dieta de los rumiantes, representando entre el 15 y el 25% del N total aportado por los forrajes verdes y se encuentran bajo las formas de amidas, aminoácidos libres, péptidos de bajo peso molecular, aminas, nucleótidos y otros (Egaña y Morales, 1986). Viendo la capacidad de utilización de estos nutrientes para la formación de proteínas por parte de los rumiantes, es que se comenzó a estudiar la suplementación con estos.

2.4.1 Reseña histórica del uso de los productos de nitrógeno no proteínico

A finales de los años 30 y principios de los 40 del pasado siglo, las investigaciones sobre el uso de los compuestos nitrogenados no proteínicos en la alimentación de los rumiantes establecieron que estos podían satisfacer sus necesidades nitrogenadas a partir de dichos productos gracias a su conversión en proteína por los microorganismos del rumen (Hart et al., 1939), que la PMo sintetizada tenía un valor biológico similar al de la proteína vegetal (Harris y Mitchell, 1941a, 1941b) y que el NNP era mejor utilizado cuando las dietas eran deficientes en proteína verdadera (Wegner et al., 1941) y en aquellas con suficientes carbohidratos disponibles (Mills et al. 1942, Martínez 2009).

A pesar de que inicialmente se probaron numerosos productos (Repp et al., 1955), la urea se impuso. A partir de la década de '40, la utilización de la urea en la alimentación de los rumiantes se extendió, y en las décadas siguientes permitió reducir

notablemente la utilización de la harina de soja en las dietas. Con la extensión del uso de la urea también se obtuvieron numerosos resultados experimentales sobre las ventajas e inconvenientes de su utilización (Loosli et al., 1968). Se observó que la inclusión de cantidades superiores a 2,5-3% de urea en los concentrados reducía la palatabilidad de los mismos y que el consumo excesivo o repentino en animales no adaptados ocasionaba toxicidad por exceso de amoníaco (Helmer et al., 1971). Desde el punto de vista nutricional, pronto se comprobó que la principal limitante para la inclusión de la urea en las dietas era la elevada velocidad de degradación ruminal con la consiguiente liberación brusca de amoníaco. Ello llevó a Reid (1953) a señalar la necesidad de investigar para conseguir una degradación más lenta de forma que la liberación gradual del amoníaco permitiera una mayor eficiencia en el aprovechamiento del mismo (Martínez, 2009).

Como alternativa a la urea se investigaron productos, como Dehy-100 (Conrad y Hibbs, 1968) y Starea (Helmer et al., 1970), en los que se intentaba mejorar la eficiencia de utilización mediante diferentes procesados. Pero el producto que más interés suscitó fue el biuret (Helmer y Bartley, 1971). A comienzo de la década de 1970 se promovió la utilización de biuret (Fonnesbeck et al., 1975) debido a su lenta velocidad de degradación ruminal (Repp et al., 1955) y ausencia de toxicidad (Berry et al., 1956). Sin embargo, este producto nunca llegó a tener importancia comercial ya que presentaba como inconvenientes el requerir un largo período de adaptación para que la microflora ruminal fuera capaz de degradarlo (Schaadt et al. 1966, Oltjen et al. 1968, Martínez 2009).

En los últimos años han aparecido en el mercado nuevos productos comerciales a base de urea tratada para conseguir reducir la velocidad de degradación ruminal (Rumapro®, Optigen®). La velocidad de degradación ruminal de estos productos sería comparable a la de los concentrados comunes de proteína vegetal (Martínez, 2009).

2.4.2 Fuentes de nitrógeno no proteínico

A continuación se realiza una breve reseña de las diferentes fuentes disponibles para suministrar NNP a un animal, según son descritas por Fernández Mayer (2008).

Amoniaco, es un gas que generalmente se disuelve en agua. Es la fuente más barata de N que puede utilizarse en la alimentación del ganado, pero, como es tóxica y difícil de manejar, se usa principalmente para aumentar el contenido de N de los alimentos pobres en proteína mediante la amonización a escala industrial. El amoníaco se fija químicamente y no se libera hasta que el forraje tosco fermenta en el rumen.

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

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 N y 16,1 % de fósforo.

Urea, (CO(NH)), es la fuente más barata de N sólido, con un contenido de 46% de nitrógeno, por lo tanto, 100g de urea representan 287.5g de proteína cruda (contenido de N x 6.25). Es un polvo blanco, cristalino y soluble en agua, que se usa como fertilizante y para la nutrición animal. Actualmente se presenta en el mercado en forma granulada y perlada, siendo esta última la más recomendable para el uso animal por su soltura y facilidad para mezclarla con otros ingredientes.

NNP de lenta liberación, Biuret. Se produce a partir de la urea por calentamiento, y contiene un 41 % de N. Es apenas soluble en agua y no es tóxico, ya que el amoníaco se libera lentamente en el rumen (Fernández Mayer, 2008).

Optigen, es una fuente de NNP, es urea recubierta por un polímero con microporos que permite la liberación controlada. Contiene 41% N, 256% PC, el 50% es liberada en las primeras 12 hrs y el 95% liberada en 24-36 hrs (Alltech, Spain).

Figura No. 2. Optigen II (Alltech)



Fuente: Nunes Filho (2013).

Rumapro, es una solución líquida estable de urea ligada a calcio. La liberación de amonio y calcio se da durante un período de 8 a 12 horas.

Otros productos como Surelease, Starea o Dehy-100 también están disponibles como fuente de NNP.

2.4.3 Utilización de NNP en la alimentación de rumiantes

Los compuestos ricos en NNP se hallan presentes ya naturalmente en los alimentos en más o menos concentración. Particularmente, las pasturas tiernas tienen altas proporciones de NNP (especialmente en otoño). En los sistemas de producción animal, el recurso rico en NNP más difundido es la "urea". Este suplemento es básicamente NNP de rápida degradación ruminal. Su aprovechamiento para la síntesis de PMo dependerá, entre otros factores, del aporte simultáneo de energía en el rumen (Fernández Mayer, 2008).

Sobre el uso de urea, la bibliografía recomienda que no sea más del 1 % de la ración, o hasta el 25 % del total de la proteína para evitar intoxicación por exceso de amonio en rumen. Sin embargo existen numerosos trabajos donde se ha llegado a niveles de incorporación de hasta 3 % base materia seca (MS) sin que se observen síntomas de toxicidad. Es probable que los diferentes resultados estén asociados con la alta o baja digestibilidad de la ración base con que se hicieron los ensayos. En donde existe coincidencia para evitar intoxicaciones por urea es en el manejo de la ración: calidad de la urea (apelmazamiento), mezclado, acostumbramiento gradual, etc. (Mac Loughlin, 2007).

En vista del inconveniente de la urea, de la posible intoxicación con amonio, se comenzaron a estudiar fuentes de NNP de lenta liberación como Surelease, ULL con sulfato de calcio, Optigen, Biuret, etc. Se creía que de esta forma era posible mejorar la sincronización entre disponibilidad de N y energía en el rumen para la síntesis de PMo, mejorando la eficiencia de utilización del N y por lo tanto la performance animal. A su vez una ventaja no menor, es la posibilidad de suministrar mayores cantidades de NNP sin alcanzar niveles de toxicidad por amonio.

Krebs (1937) hizo una revisión completa de la literatura en relación a la alimentación con urea, glicocol y sales de amonio en los experimentos de equilibrio de N. Llegó a la conclusión de que los valores de sustitución de urea por proteína vegetal para la lactancia y crecimiento no estaban bien establecidos. Mitchell y Hamilton (1929), llegaron a conclusiones similares. Harris y Mitchell (1941a), en experimentos con ovejas descubrieron que el agregado de urea a raciones con bajos niveles de N mejoraba la digestión de la celulosa y que el N de la urea es 88,88% digestible. Harris y Mitchell (1941b), obtuvieron crecimientos normales, o casi normales en corderos alimentados con ración con bajo contenido de N y agregado suficiente de urea para que el contenido de N de la ración equivalga a 11% de proteína.

Loosli et al. (1943), hallaron que terneros de 2 meses de edad lograban ganancias en peso y altura satisfactorias cuando la urea era agregada para aumentar el nivel de N de una ración de 4,4% a 16,2% de proteína equivalente. Alrededor del 73% del N provenía de la urea. La digestibilidad aparente del N de la ración era del 80%.

En la Universidad Autónoma de Baja California, México, los investigadores López Soto et al. (2014) creían que combinando urea con ULL debería mejorar la sincronización en dietas que combinan almidón con fibra. Trabajando en novillos Holando, las combinaciones de urea no afectaron el pH ruminal ni la digestión ruminal de la fibra, pero si el flujo de PMo, la digestión post ruminal del N y digestibilidad de la energía de la dieta dependiendo en parte de la proporción de almidón en la dieta.

Por otro lado Bourg et al. (2012), estudiaron también la sincronización entre la degradación ruminal de carbohidratos y la liberación de NNP en el rumen. Creían poder mejorar la eficiencia de utilización del N y por lo tanto la performance animal. No se observó diferencia significativa en performance animal en todo el período de evaluación. Ensayos similares a este, que obtuvieron resultados parecidos fueron realizados por: Tedeschi et al. (2002), Wahrmond y Hersom (2007), Taylor et al. (2009), Pinos et al. (2010).

Estudiando la respuesta animal al uso de fuentes de NNP en dietas en confinamiento, se han realizado múltiples experimentos donde se evalúan diferentes niveles de sustitución de proteína verdadera por fuentes de NNP. Existen experimentos, donde incluso, se llega a sustituir el 100% de la proteína verdadera. También se ha evaluado la sustitución de fuentes de NNP de rápida liberación por otras de lenta liberación. En todos los casos los resultados son muy variados. A continuación se presentan algunos experimentos realizados.

Beraza et al. (2010) evaluando la sustitución total de proteína de origen vegetal (expeler de girasol) por NNP en 24 terneros ($126 \pm 15,1$ kg) y 24 novillos ($289 \pm 33,2$ kg) Hereford, suministrando cuatro dietas difiriendo en la fuente suplementaria de proteína: proteína verdadera (expeler de girasol, EXP, 36% PC); NNP de rápida liberación (urea, 287% PC); NNP de lenta liberación (Optigen II, OPT; 260% PC) o una mezcla 1:1 de urea y Optigen II (U:O); llegaron a la conclusión de que la sustitución total de la fuente de proteína verdadera, en este caso expeler de girasol, por NNP no afectó la ganancia diaria de PV de terneros de destete o novillos en terminación, y esta respuesta se manifestó para las diversas formas de presentación del NNP incluidas en la ración: rápida liberación (urea), lenta liberación (Optigen) o la mezcla 1:1 de ambos ingredientes.

Clarindo et al. (2008) estudiaron la sustitución de una fuente de proteína verdadera, harina de soja, por urea, en combinación con dos fuentes de energía, maíz molido y sorgo molido, en raciones totalmente mezclada para la alimentación de toros terminados en confinamiento. Para el experimento, se utilizaron 24 machos sin castrar, de razas Nelore y Canchim, con un peso medio inicial de 417 kg y 15 meses de edad, alimentados durante 90 días con 4 dietas (20% de fardo y 80% de concentrado): maíz molido y harina de soja, maíz molido y urea, sorgo molido y harina de soja, sorgo molido y urea. Según NRC (1996), todos los tratamientos presentaban un balance positivo de PM. No se encontraron diferencias en la respuesta animal a las diferentes

fuentes energéticas ($P > 0,05$), sin embargo los animales alimentados con harina de soja presentaron una mayor ganancia de peso y mejor EC ($P < 0,05$).

Pick (2011), estudió la utilización de NNP en recría de bovinos evaluando la respuesta sobre la GMD promedio para 90 días. Para esto trabajó con 50 terneras Aberdeen Angus con suplementación diaria a campo con 0,5kg de maíz o 0,5 maíz más 0,05kg de Optigen II. Encontró que al incorporar la fuente de NNP la GMD disminuyó de manera significativa ($P < 0,05$), pasando de 0,216 a 0,135 kg/día, y atribuye este resultado a una actitud de rechazo por parte de los animales a consumir la ración con Optigen II.

Bourg et al. (2012), estudiaron el efecto de la suplementación con Optigen II en performance, características de carcasa y balance de N de novillos Aberdeen Angus alimentados con maíz floculado incluyendo diferentes niveles y fuentes de NNP: 1,2% de urea; 1,3% de Optigen (sustituye urea por Optigen); y 3,1% de Optigen (sustituye urea y salvado de algodón, siendo la única fuente de proteína). Las primeras dos dietas contenían harina de algodón pero en la última el aporte de PB era dado todo por el NNP. No se halló diferencias significativas ($P < 0,10$) en PV inicial, PV final, GMD, y CMS, por lo que concluye que el Optigen puede remplazar por completo el uso de proteína verdadera en dietas para animales en terminación sin afectar la calidad de carcasa.

El N ingerido está estrechamente relacionado con el CMS pero también se relaciona con la fuente de alimento y sus contenidos de N (Alvarenga et al., 2010).

Al realizar estudios con NNP, surge otra variable de respuesta, la excreción de N en heces y orina. El nitrógeno excretado se encuentra principalmente en la forma de urea y la concentración de este nutriente en el plasma sanguíneo refleja la ineficiente utilización de la PB de la dieta (Broderic et al., 1997). Esto puede suceder cuando el consumo de proteína es exagerado y se exceden los requerimientos característicos de la edad, el sexo, estado fisiológico, etc. del animal aumentando el N fecal y urinario (Alvarenga et al., 2010). Esto también lo confirman Wikerson et al. (1993), Hoffman et al. (2001), al afirmar que existe una relación lineal entre el consumo de N y la excreción del mismo en heces y orina.

Alvarenga et al. (2010), estudiando vacas lecheras bajo el régimen de confinamiento, llegan a la conclusión que cuando se aumenta el suplemento se puede apreciar un incremento en el N fecal, manteniéndose iguales los niveles de N en la orina. Sin embargo, Marini y Van Amurgh (2004) observan la situación inversa, al aumentar el suplemento, se dan aumentos lineales de excreción de N urinario, sin modificar la cantidad de N fecal. Esta diferente respuesta puede deberse a características de la dieta, como la degradabilidad de la proteína, o por características propias de los animales.

El recorrido del N en el organismo animal es de fácil interpretación, pero de difícil predicción, ya que hay muchas vías que se pueden tomar, siendo muchos los

factores que pueden variar: N en plasma, heces y orina y el reciclaje del mismo a través de la saliva, etc.

Buscando una relación entre la fuente de N suministrada y los resultados del balance de N, Bourg et al. (2012) en su ensayo mencionado anteriormente, encuentran que como era de esperar, los novillos alimentados con mayores niveles de Optigen II tuvieron una mayor ($P = 0,02$) ingesta de N que aquellos con baja inclusión Optigen II, tendieron a tener mayor N fecal ($P=0,09$), sin embargo, al analizar los valores obtenidos como porcentaje del N ingerido, los autores no encontraron diferencias significativas entre los dos niveles de NNP suministrado. Su experimento también dejó en claro que los animales de los tratamientos con altos niveles de NNP excretaron mayores cantidades de N en orina ($P=0,05$), mientras que no hubo diferencias entre tratamientos de distinta fuente (urea vs. Optigen) ($P=0,20$).

En contraste con los resultados anteriores, Taylor y Edwards et al. (2009b) alimentando novillos Holstein y Angus con ULL y urea pura, encontraron que la excreción fecal de N fue mayor para los novillos alimentados con ULL, mientras que la ingesta de N y el nitrógeno total en orina (NTO) no difirió entre tratamientos.

2.5 HIPÓTESIS

Existe un nivel óptimo de sustitución de proteína verdadera por NNP de lenta liberación en la dieta de terneros de destete precoz alimentados en confinamiento con una ración totalmente mezclada (RTM) altamente concentrada, que maximiza la ganancia de peso vivo y eficiencia de conversión del alimento.

La eficiencia de uso de N varía conforme aumenta el nivel de sustitución de proteína verdadera por NNP de lenta liberación.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El experimento se llevó a cabo en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC), situada en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (EEMAC), perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República. Se ubica en el km. 364,2 de la ruta 3, en el departamento de Paysandú, Uruguay. Tuvo una duración de 77 días a partir del 20/01/2014.

3.2 CLIMA

Según la MDN. DNM (1990) el régimen de precipitaciones anuales de Paysandú promedia en 1.218mm con una humedad relativa de 73% y una temperatura media de 17,9°C. Para los 77 días que se llevó a cabo el ensayo (22 ene.- 9 abr.), en dicha localidad se promedian 481mm de lluvias acumuladas, con una humedad relativa de 70,25% y una temperatura media de 22,025°C. Los registros de precipitaciones, temperaturas media mínima y máxima para el período experimental se muestran en el anexo 1.

3.3 ANIMALES

Fueron utilizados 25 terneros machos castrados de raza Hereford nacidos en la primavera del 2013. Todos los animales eran provenientes del rodeo de la EEMAC y habían sido destetados precozmente, a los dos meses de edad con un peso promedio de 84,6 (\pm 10,9 kg). Al inicio del período experimental los animales alcanzaron un peso promedio de 98,1 (\pm 12,1 kg). El destete se realizó a corral y desde entonces, hasta finalizado el ensayo, los animales se mantuvieron en confinamiento.

3.4 INFRAESTRUCTURA

Los animales fueron alimentados en corrales individuales (10m²/animal) semitechados. Todos los corrales disponían de un bebedero con agua limpia, un comedero y una buena sombra (figura en anexo).

3.5 ALIMENTOS

Se formularon 5 RTM experimentales en base a NRC (1996) para ganancias de en torno a 1 kg de peso vivo/día, isoprotéicas e isoenergéticas, con una relación de voluminoso: concentrado de 20:80, variando el porcentaje de sustitución de la proteína aportada por la harina de soja por NNP. La fibra fue aportada por fardo de alfalfa (*Medicago sativa*). El NNP fue aportado a través de la inclusión de urea y NNP de liberación lenta (Optigen, Alltech). En el cuadro No. 1 se presenta la composición de formulación de ingredientes del concentrado.

Cuadro No. 1. Ingredientes y composición química de las raciones utilizadas en los tratamientos.

Ingredientes (% MO)	Sustitución de proteína verdadera por NNP*				
	0%	15%	30%	45%	60%
Grano de maíz	80,05	81,9	83,78	85,65	87,5
Harina de soja	14,62	12,42	10,23	8,04	5,85
Urea	0,74	0,69	0,62	0,54	0,49
Optigen	0,00	0,39	0,79	1,18	1,58
Melaza	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23
Zoodry feedlot	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
Carbonato de calcio	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Sal común Na Cl	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Rumensin (10% monensina)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Levadura beef-sacc	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Sulfato de calcio	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Composición química					
PC	17,0	17,1	17,0	17,0	17,0
PNDR	41,0	42,5	44,1	45,7	47,1
FDN	9,6	9,6	9,7	9,8	9,9
Digestibilidad esperada de la MS	84,6	84,7	84,8	85	85,1
Relación Ca/P	1,68	1,69	1,70	1,71	1,73
Relación N/S	12,54	12,87	13,16	13,47	13,84

*Sustituye proteína proveniente de la harina de soja por NNP aportado por mezcla de urea y Optigen.

3.6 TRATAMIENTOS

Los animales fueron distribuidos al azar con previa estratificación por PV a una de las cinco raciones experimentales, cada tratamiento en el nivel de sustitución de proteína verdadera (aportada por harina de soja) por NNP. Los niveles de sustitución fueron 0, 15, 30, 45 y 60 %, tomando el tratamiento 1 de 0% de sustitución como el testigo experimental.

3.7 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

En dicho período se pueden diferenciar tres etapas: destete y acostumbramiento; transición a las dietas experimentales (período pre-experimental); y fase experimental de aplicación de los tratamientos.

Cabe destacar que los terneros seleccionados para el experimento se encontraban bajo confinamiento desde su destete el 15 de diciembre, con 10 días iniciales de transición a dieta sólida y 27 días de introducción a la dieta experimental.

3.7.1 Destete y acostumbramiento

El primer día de destete los terneros permanecieron en los corrales solamente con sombra y agua sin ofrecerle ningún tipo de alimento. El segundo día, en el horario de la mañana, se ofreció colocando en el comedero 0,500kg/cabeza de fardo más 0,200kg de concentrado. El suministro se realizó por la mañana, solo una vez al día. El tercer día, se aumentó el concentrado 0,200kg/cabeza y esto se realizó durante los días sucesivos hasta alcanzar un consumo del 1% del PV. Bajo este régimen se mantuvieron los animales hasta la siguiente etapa.

3.7.2 Transición a las dietas experimentales

Los animales fueron trasladados a los corrales donde permanecieron durante toda la fase experimental. Separados los animales según su tratamiento, se comenzó la transición sustituyendo de a 300 gramos de la ración que venían consumiendo por la experimental, hasta alcanzar una sustitución total. Una vez alcanzado el pasaje a la nueva ración, se prosiguió aumentando la oferta de la misma, disminuyendo a su vez la oferta de fardo hasta alcanzar una relación 80/20. Luego los terneros se separaron individualmente y se incrementó la oferta hasta alcanzar el consumo *ad libitum*, finalizando la etapa de transición.

3.7.3 Fase experimental

El alimento fue ofrecido con tres comidas diarias de igual cantidad, al amanecer, medio día y media tarde. En los comederos se colocaba fardo sin picar, y por encima de este se colocaba la RTM.

A primera hora de la mañana se retiraba el remanente y se registraba el peso para estimar el consumo diario y ajustar la oferta, de forma que los animales estuvieran siempre *ad libitum*. Para esto último, el rechazo debía estar entre el 5 y 10% de lo que se había ofertado el día anterior y de ser menor 2 días consecutivos, se incrementaba la oferta un 10%. Los comederos se limpiaban antes de ofrecer la comida de la mañana. Todos los días los bebederos se llenaban con agua limpia.

3.8 MANEJO SANITARIO

El manejo sanitario que se llevó a cabo es explicitado en el cuadro No. 2. Además, en todos los días, se realizaba control de ojos y de miásis, curando con polvo oftalmológico y con curabichera ‘Diclotrin’ en el caso que correspondiera y en casos preventivos.

Cuadro No. 2. Manejo de sanidad

Fecha	Manejo
15/12	Vacunación contra queratoconjuntivitis
22/01	Ivermectina gold Clostrisan
19/2	Ivermectina gold (1cc/50kg de PV) Pouon bayticol 10 cc/100kg Aftosa
19/3	Ivermectina gold (1cc/50kg de PV) Pouon bayticol 10 cc/100kg

3.9 DETERMINACIONES

3.9.1 Registros climáticos

Se obtuvieron de la estación meteorológica de la EEMAC los registros de temperatura y de precipitaciones para los meses correspondientes.

3.9.2 Peso vivo y altura del anca

Se tomó registro del peso de los animales cada 14 días. La evaluación se realizaba a primera hora de la mañana sin ayuno, previo al primer suministro de comida. La altura del anca, fue registrada cada 28 días.

3.9.3 Composición de la ganancia

Para caracterizar la composición de la ganancia se midió con ecógrafo el área de ojo de bife (AOB) y el espesor de la grasa subcutánea (EGS) al terminar el ensayo, cuando los animales tenían entre 5 y 6 meses de vida.

3.9.4 Consumo de materia seca

Fue estimado como la diferencia de peso entre la oferta y rechazo diario del alimento. Estas determinaciones fueron realizadas con el peso fresco, por lo que para la definición del % de MS, se recolectaban muestras del alimento ofrecido (fardo y ración) y del remanente una vez por semana y se secaba durante 48h en estufa de aire forzado a 60°C. Las muestras secas fueron conservadas para posterior realización de análisis químicos

3.9.5 Digestibilidad

Se determinó la digestibilidad aparente in vivo sobre todos los animales en un período de seis días. Dada la dificultad que presentaba la recolección total de heces, la digestibilidad se halló utilizando marcadores internos (cenizas insoluble en detergente ácido). La digestibilidad puede ser calculada conociéndose el indicador en la dieta (ID) y en heces (IF) a partir de la ecuación, $\text{digestibilidad (\%)} = 100 - [100 \times (\text{ID}/\text{IF})]$ (Rodríguez, 2007).

Durante dicho período de días, se tomaron muestras diarias del alimento ofrecido y rechazado. Durante los últimos tres días se tomaron muestras de heces, recogidas del suelo en dos momentos de cada día, a las 8hs y a las 10hs el primer día; a las 10hs y a las 12hs el segundo día; y a las 12hs y 14hs el tercer día. Estas muestras fueron combinadas en muestras compuestas por cada ternero.

3.9.6 Nitrógeno ureico en sangre

Se tomaron muestras de sangre de cada ternero mediante punción de las venas yugular o coccígeas 4 horas luego de la primer comida del día. Las correspondientes muestras de sangre fueron centrifugadas para separar el plasma, posteriormente para realizar el análisis de concentración de nitrógeno ureico en plasma se utilizó un kit de color comercial y las lecturas en espectrofotómetro con filtro de 600 nm.

3.9.7 Nitrógeno total en orina

Las muestras de orina fueron obtenidas a la mitad del periodo experimental, aproximadamente 4 horas después del primer suministro diario de alimento mediante estimulación de las vías urinarias. De la orina recolectada, después de la

homogenización y el filtrado, se obtuvieron alícuotas de 10ml para ser diluidas en 40ml de ácido sulfúrico 0.036N, según lo descrito por Valadares et al. (1997). Estas muestras tuvieron su pH ajustado por debajo de 3, con el fin de evitar la destrucción bacteriana de los derivados de purina, y fueron acondicionadas en recipientes plásticos correctamente identificadas y congeladas (-20°C) para el posterior análisis de urea (Alvarenga et al., 2010).

3.9.8 Análisis químicos

Todas las muestras de alimento ofrecido y residual fueron secadas en estufas con aire forzado a 60°C y enviadas al laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía para determinar cenizas, PC, MO, N total, NNP, fibra detergente neutro, fibra detergente ácida y lignina detergente ácida.

3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento fue analizado mediante modelos lineales correspondientes a un diseño de parcelas al azar que considera al animal como una única unidad experimental. El siguiente modelo estadístico general incluyó el efecto de los tratamientos y su interacción.

$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_1 x_{i1} + \varepsilon_{ij}$, donde,

Y_{ijk} : variable de respuesta (PV, EC, etc.)

T_i : efecto del i-ésimo nivel de sustitución de proteína de origen vegetal por NNP de lenta liberación (i= 0%; 15%; 30%, 45%, 60%)

$\beta_1 x_{i1}$: coeficiente de regresión asociado a la covariable peso de inicio

ε_{ij} : error experimental

El efecto de los tratamientos sobre la GMD de PV fue analizado según un modelo lineal mixto de heterogeneidad dependiente del PV en función del tiempo, considerando la auto correlación entre las medidas repetidas de PV. Se utilizaron diferentes procedimientos dentro del paquete estadístico SAS (1999).

$Y_{ijkl} = \beta_0 + \zeta_i + \varepsilon_{ij} + \beta_1 d_k + \beta_{1i} \zeta_i d_k + \beta_2 PV_{ij} + \sigma_{ijkl}$, donde,

Y_{ijkl} : PV

β_0 : intercepto

ζ_i : efecto del i-ésimo tratamiento (i= 0, 15, 30, 45, 60)

ε_{ij} : error experimental

β_1 : es la pendiente promedio (ganancia diaria) del PV en función de los días (dk)

$\beta_{1i} \alpha_i$: es la pendiente del PV en función de los días (dl) para cada tratamiento

β_2 : es la pendiente que afecta a la covariable PV al inicio del experimento (PV_{ij})
 σ_{ijkl} : es el error de la medida repetida en el tiempo (dentro de animales)

Para analizar las variables de respuesta que están asociadas al consumo de alimento se utilizó el procedimiento “mixed” en base al modelo general:

$Y_{ijklm} = \mu + \zeta_j + \varepsilon_{jk} + S_l + (\zeta S)_{jl} + \sigma_{ijklm}$. donde,

Y_{ijkl} : CMS, rechazo

μ : media general

ζ_j : efecto del j-ésimo nivel de inclusión de NNP (j= 0%; 15%; 30%, 45% y 60%)

S: efecto de la S-ésima semana (l= 1,...).

ε_{jk} : error experimental

σ_{ijkl} : es el error de la medida repetida en el tiempo

Las variables como EC, digestibilidad, AOB, y EGS fueron analizadas utilizando el procedimiento GLM de SAS de acuerdo al modelo lineal general de la forma $Y_{ij} = \mu + \zeta_j + \varepsilon_{ij}$

Cuando el efecto del tratamiento fue significativo, se analizó la significancia del efecto lineal y cuadrático asociado al nivel de inclusión de NNP. Se consideró que un efecto es estadísticamente significativo cuando la probabilidad de error Tipo I es menor al 5%.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 REGISTROS CLIMÁTICOS

La figura No. 3 detalla las condiciones climáticas que acontecieron en la EEMAC durante el período experimental, comparándolas con los registros promedios del período ocurrido entre los años 1961 y 1990 para el departamento de Paysandú (MDN. DNM, 1990).

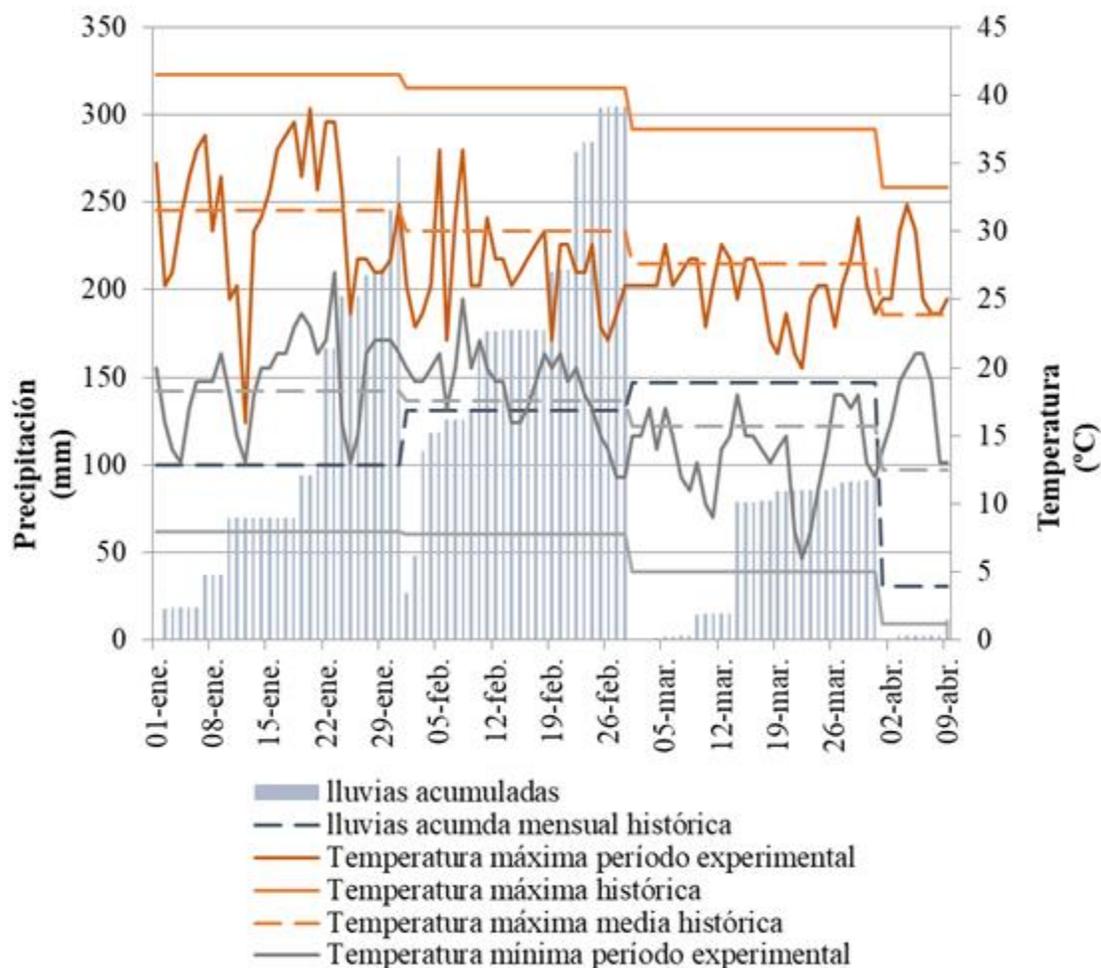


Figura No. 3. Registros diarios de precipitaciones y temperatura, y registro mensual acumulado de las precipitaciones durante el período experimental en la EEMAC, comparados con los registros históricos promedios de precipitación y temperatura para el período 1961-1990 en el departamento de Paysandú.

Como se puede apreciar, la acumulación de las precipitaciones para los primeros 37 días del ensayo (22 de enero al 28 de febrero) fue muy superior a lo normal,

doblando los registros históricos del período '61-'90. Esto condicionaba un verano muy lluvioso, pero luego, durante el mes de marzo y los primeros 9 días de abril, las lluvias acumuladas fueron inferiores a los registros históricos. En definitiva, lo que se aprecia en cuanto a las precipitaciones concuerda con las características típicas del Uruguay, demostrando un régimen isohigro pero con gran variabilidad. Para el periodo experimental las precipitaciones sumaron 704.5 mm.

El exceso de agua que hubo en el período del ensayo antes mencionado no sería un problema por la situación en que se encontraban los terneros, con la protección ofrecida por el tinglado, el piso de gravilla que hace menos barro y el suministro de agua limpia y constante. Además estando en confinamiento, alimentados con RTM no dependían de la producción y crecimiento del pasto para su alimentación.

Al analizar los registros de temperatura se puede apreciar que tanto para las mínimas como para las máximas, las curvas oscilan en la media de cada mes, sin alcanzar los valores extremos históricos, mostrando que el tiempo se comportó de manera normal, de todas maneras, la media para el periodo experimental fue de 21.5°C, medio grado menos que la media histórica para el mismo periodo. Teniendo en cuenta los resultados presentados por Simeone y Beretta (2011), donde muestran efecto significativo de la sombra sobre la ganancia de peso en terneros destetados precozmente respecto a los terneros a los que no se les suministró sombra (1450g vs. 1301g ($P < 0,05$)), conviene destacar que el tinglado pudo haber disminuido el efecto de los días calurosos del verano (fin de enero se alcanzó los 39°C) y que las bajas temperaturas registradas durante el período experimental, no serían perjudiciales, sino al contrario estimulaba el consumo.

4.2 CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LOS TERNEROS

El cuadro No. 3, resume los resultados evaluando el efecto de los tratamientos sobre la ganancia de PV y desarrollo de los terneros a la salida del corral.

Cuadro No. 3. Efecto del nivel de sustitución de proteína verdadera de harina de soja por NNP en dietas concentradas sobre el crecimiento y desarrollo de terneros destetados precozmente.

	Nivel de sustitución (%) de N proteínico por NNP					Efecto lineal	Efecto cuadrático
	0	15	30	45	60		
Peso inicio (kg)	96	95	102	99	98	0,6778	0,7119
GMD (kg/día)	1,421	1,398	1,320	1,221	0,871	<0,0001	0,0014
Peso final (kg)	207	206	196	192	164	<0,0001	0,0084
Altura final (cm)	107,1	107,8	107,5	109,9	105,3	0,7177	0,1046
AOB (cm ²)	41,0	40,7	40,4	39,4	30,6	0,0003	0,0073
EGS (cm)	2,86	3,13	2,93	2,77	2,17	0,1576	0,2364

GMD: ganancia media diaria, AOB: área del ojo de bife, EGS: espesor de grasa subcutánea

4.2.1 Ganancia media diaria

La GMD presentó una respuesta de efecto cuadrático frente al incremento en el nivel de NNP, evidenciando que hay un óptimo de inclusión donde la GMD se hace máxima, mostrando un nivel óptimo de sustitución de 10,5% el cual arroja una ganancia máxima de 1,428 kg/día (figura No. 4).

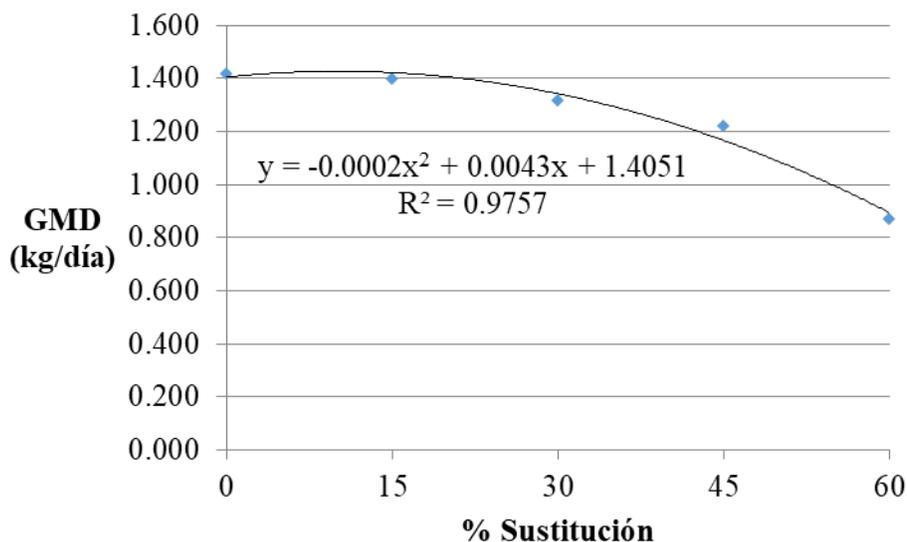


Figura No. 4. Efecto de la sustitución de proteína verdadera por niveles crecientes de NNP sobre la GMD de terneros destetados precozmente, alimentados *ad libitum* en confinamiento

Valores tanto por encima como por debajo del nivel óptimo de sustitución para esta variable, obtendrán menores ganancias, siendo más acentuada la disminución a niveles de sustitución mayores al óptimo.

Trabajos anteriores muestran resultados similares, como el de Gamba y Terzián (2011) trabajando con terneros de raza británica, destetados precozmente y una sustitución de harina de soja por NNP del 100% obtuvieron una GMD de 800 g/día, resultados comparables a los 871 g de ganancia que presentó el tratamiento de 60% de sustitución del presente ensayo.

Pick (2011), trabajando con terneros Aberdeen Angus de 180 kg de peso, suplementados diariamente sobre campo natural y pradera degradada y de baja disponibilidad, encontró diferencias negativas al agregado de Optigen a la ración del tratamiento experimental (0,5 kg de grano de maíz entero + 0,05 kg de Optigen) sobre el tratamiento testigo (0,5 kg de maíz entero).

Lorenzatti et al. (2004), al sustituir expeler de girasol por urea en 2 niveles, 50 y 100%, en terneros de 140 kg de PV, llegaron al resultado de que el reemplazo del 50 % del aporte de N por una fuente no proteínica no perjudica el comportamiento productivo de terneros en engorde a corral respecto al uso de 100% de harina de girasol, sin embargo el reemplazo total de harina de girasol por urea sí tiene un efecto negativo en la GMD (0,757kg vs 0,473kg).

Milton et al. (1997b) observaron diferencias en GMD en novillos, al sustituir el 100% de una fuente de proteína verdadera (harina de soja), por una fuente de NNP (urea).

Mascardi (2007), Simeone et al. (2009a) reportan que la sustitución total del expeler de girasol por N de lenta liberación (Optigen II), en terneros de más de 200 kg y en novillos bajo confinamiento, no obtuvieron diferencias significativas en cuanto a ganancia diaria de peso en dietas altamente concentradas.

Estudios realizados por Manella, citado por Alltech (2012), en novillos de razas carniceras, evaluando distintos niveles de sustitución (50 y 100%) de salvado de soja por Optigen, obtuvieron mayor ADPV y EC, a favor de las dietas con Optigen.

Los resultados en ganancia de peso coinciden con los del experimento de Milton et al. (1997a), quienes compararon harina de soja con urea como fuente de NNP en novillos, y si bien la categoría animal evaluada no es la misma, estos obtuvieron también mejores resultados en cuanto a GMD a favor de la proteína vegetal. Esto fue atribuido a una menor flora microbiana dado por la falta de aminoácidos y péptidos que no aporta la fuente de NNP, en comparación con la harina de soja.

Volpi Lagreca et al. (2011), estudiando la sustitución de harina de girasol por urea, en novillos también coinciden que a medida que se aumenta el nivel de sustitución de proteína vegetal por NNP, disminuye el ADPV.

Los resultados presentados en el presente experimento podrían estar explicados simplemente por menores consumos a medida que aumenta el nivel de sustitución.

4.2.2 Peso, altura, AOB y EGS a la salida del corral

La evolución del PV promedio de los terneros de los distintos tratamientos se muestra en la figura No. 5.

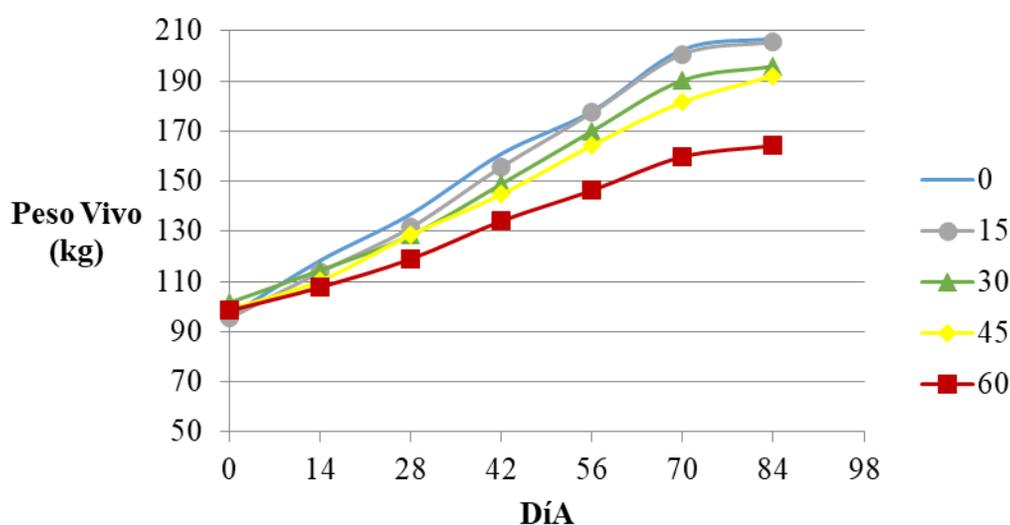


Figura No. 5. Efecto del nivel de sustitución de la proteína verdadera por NNP sobre la evolución de PV de terneros destetados precozmente y alimentados a corral con dietas concentradas.

El PV y el AOB a la salida del corral respondieron en forma cuadrática (cuadro No. 3) frente a sustituciones crecientes de proteína de origen vegetal por NNP, no observándose efecto sobre el EGS ni en altura de anca. En la figura No. 6 se presentan las curvas de respuesta para las dos variables.

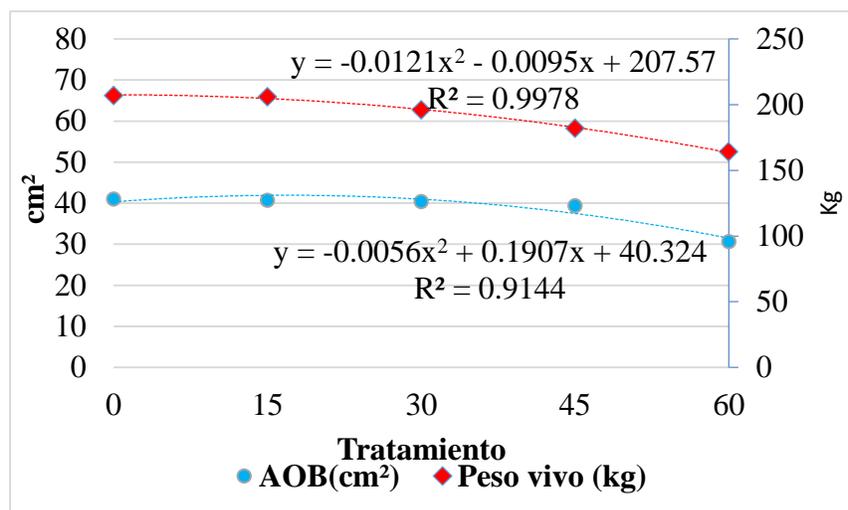


Figura No. 6. Efecto del nivel de sustitución de proteína verdadera por NNP sobre el PV y AOB en terneros destetados precozmente, alimentados *ad libitum* bajo confinamiento a los 5 meses promedio de edad.

Para el caso del peso de los terneros a la salida del corral (figura No. 6), el ensayo mostró efecto de los tratamientos sobre esta variable ($P < 0,0001$) y se identificó un nivel óptimo de inclusión de 7,903% que maximizaría el peso vivo final (PVF) en 206,89kg.VF.

Al medir el AOB de los terneros de los distintos tratamientos, también se evidenció efecto del nivel de sustitución de proteína verdadera por NNP y mostró una respuesta cuadrática ($P = 0,0073$) identificándose un valor óptimo de inclusión de 17,04%, el cual genera un área máxima de 41,948cm² para el músculo *longissimus dorsi*.

Esto dado, se procede a graficar el AOB en función del % de sustitución como una variable continua, determinando luego la ecuación de la curva.

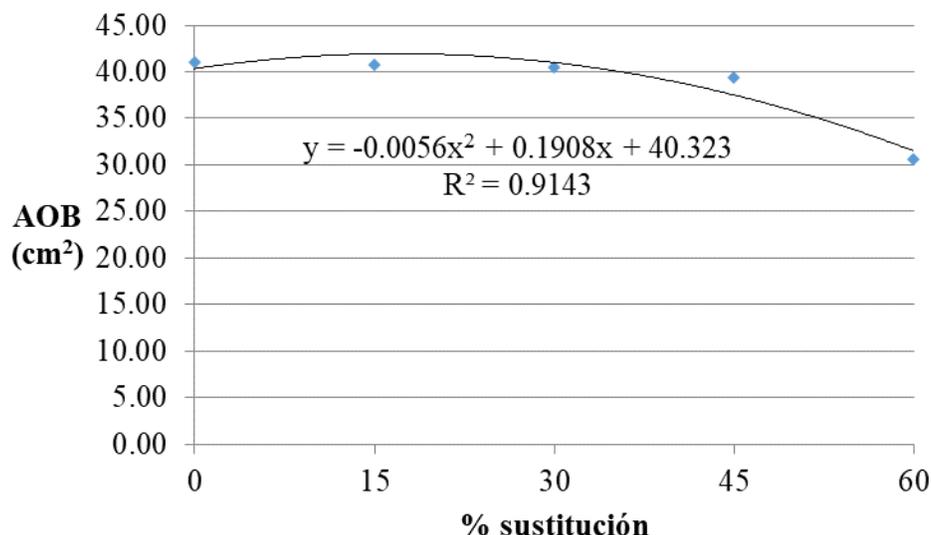


Figura No. 7. Efecto del nivel de sustitución de proteína verdadera por NNP sobre el AOB en terneros destetados precozmente de 5 meses de edad, alimentados *ad libitum* bajo confinamiento.

En la figura anterior queda evidenciado claramente que el AOB disminuye a medida que aumenta el % de inclusión de NNP en la dieta.

Los resultados no coinciden con los de Bourg et al. (2012), quienes no encontraron diferencias significativas en calidad de carcasa utilizando urea y Optigen en novillos suplementando con urea y Optigen al 1,3 % y 3,1 %. Estos midieron el peso de la sección de la 9^{na} a 11^{ava} costilla sin encontrar diferencias significativas.

El nivel de sustitución de proteína verdadera por NNP de lenta liberación no mostró efecto significativo del EGS más que con el peso vivo inicial (PVI) ($P=0,0085$).

4.2.3 Evolución de altura del anca

Los registros obtenidos de las sucesivas mediciones de la altura del anca, son representados en la figura No. 8 agrupados según los diferentes tratamientos. No se encontraron diferencias significativas para esta variable.

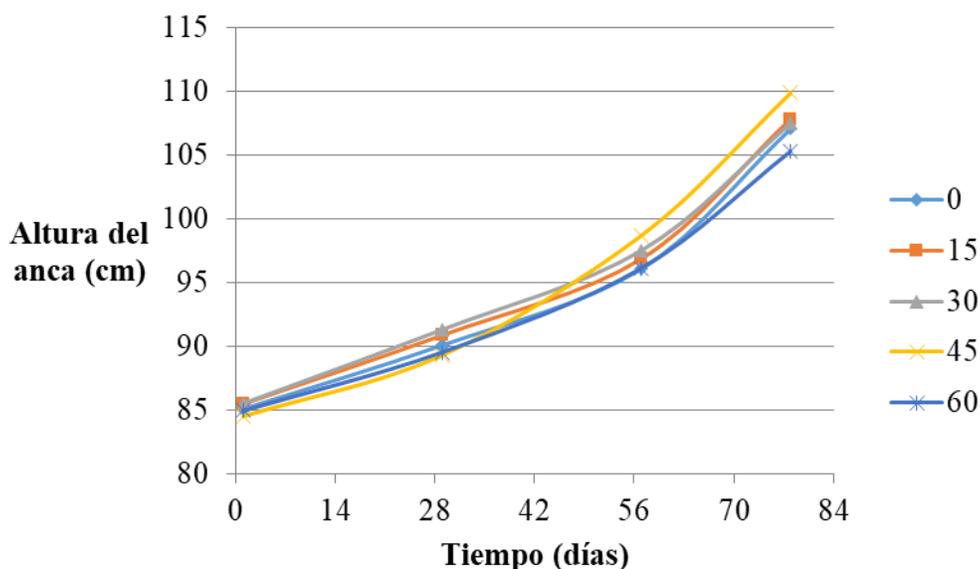


Figura No. 8. Efecto de la sustitución de proteína verdadera por NNP sobre la evolución de altura del anca de terneros de raza británica, destetados precozmente a los 5 meses de edad, alimentados *ad libitum* bajo confinamiento.

4.3 CONSUMO

El porcentaje del alimento rechazado en relación al ofrecido, evidencia que los animales estuvieron *ad libitum* durante el período experimental, registrándose valores variando entre el 8% y 14% dependiendo del tratamiento

En el cuadro No. 4 se presenta un resumen con el consumo expresado en kg de materia seca (MS) y el CMS presentado como % del peso vivo de los animales de cada tratamiento.

Cuadro No. 4. Efecto de la sustitución de proteína verdadera por NNP sobre el consumo de materia seca promedio en el período experimental.

	Nivel de sustitución (%) de N proteínico por NNP					Efecto lineal	Efecto cuadrático
	0	15	30	45	60		
Consumo (MS/día)	5,55	5,32	5,25	4,88	3,53	0,003	0,0529
CMS (kg/100kg PV)	3,64	3,52	3,41	3,36	2,68	0,0002	0,0669

Del cuadro No. 4 se evidencia que existió un efecto en el consumo, disminuyendo a medida que aumenta el % de sustitución. Este efecto también se demuestra cuando la variable se expresa como kg MS/100 kg de PV por lo que las diferencias de consumo son independientes al PV del animal.

Según NRC (2000), el consumo está regulado por distintos mecanismos según la dieta. En dietas con baja concentración energética y alto contenido de fibra la regulación está dada por mecanismos físicos, básicamente el llenado del rumen y la tasa de pasaje. En cambio en dietas concentradas, el consumo está regulado por mecanismos metabólicos, los cuales hacen que el consumo sea más estable.

El CMS mostró ser influenciado por el efecto del tratamiento ($P=0,0024$), de la semana ($P<0,0001$), del día de la semana ($P<0,0001$) y de las distintas interacciones entre estos factores, exceptuando el efecto tratamiento x día de la semana ($P=0,3414$). El CMS mostró una respuesta cuadrática frente a niveles crecientes de sustitución de proteína verdadera x NNP ($P=0,0529$).

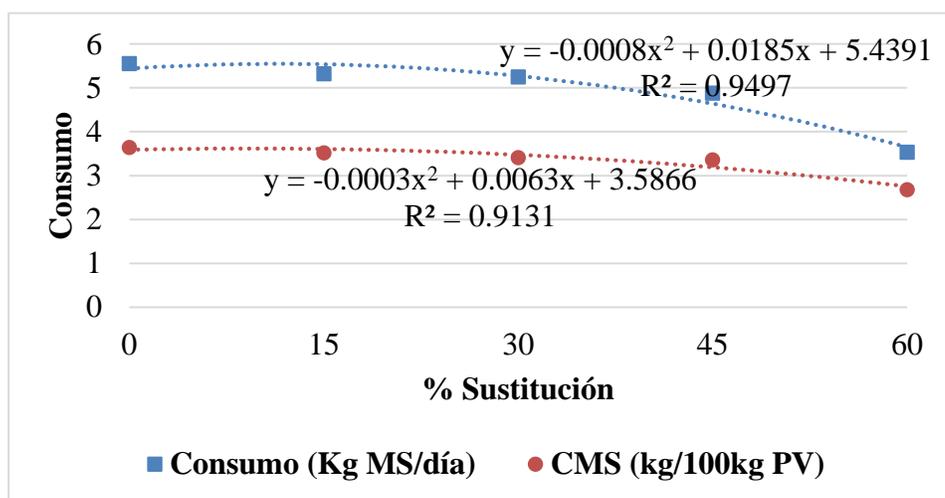


Figura No. 9. Efecto de la sustitución de proteína verdadera por NNP sobre el consumo promedio diario de materia seca de terneros de destete precoz alimentados a corral, desde los 2 a los 5 meses de edad.

El consumo máximo expresado en kg MS/día se da al sustituir el 11,6 % de proteína verdadera por NNP alcanzando un máximo de 5,7 kg de alimento por animal por día. Al expresar el consumo como % PV, el máximo es de 3,623% y se da con una sustitución de 10,33%. A partir de dicho valor de sustitución, el CMS comenzó a

disminuir, concordando con los resultados de Benedetti et al. (2014), quienes trabajando con novillos cruza de raza carnífera encontraron una disminución en el CMS con el aumento de NNP (0, 33, 66, 100 % de sustitución) en dos tipos de dieta (40 y 80 % de concentrado). Sin embargo, al revisar la bibliografía se encontraron trabajos con resultados diferentes.

Ribeiro et al. (2011) consiguieron un aumento en el CMS al administrar ULL a animales alimentados con forraje de mala calidad. Este caso se explica porque se da un buen complemento al aportar N que a los forrajes le falta y además de manera lenta, en sinergia con la velocidad que los forrajes se degradan.

Por otra parte, en otros estudios no se encontró diferencias en el CMS cuando se utilizó urea recubierta (Galo et al. 2003, Pinos et al. 2010, Highstreet et al. 2010, Sinclair et al. 2011, Lizarazo et al. 2013). Tampoco concuerdan con los de Rennó et al. (2005), Magalhaes et al. (2006), quienes evaluaron la performance animal, con niveles crecientes de urea en la dieta, sin haberse visto afectado el consumo. Estos resultados pueden ser explicados por dietas diferentes, variando en la proporción de concentrados y contenido de proteína, resultando que los animales tengan distintos requerimientos y en consecuencia distinto consumo.

El CMS fue aumentando a lo largo del tiempo ($P < 0,0001$), siendo esta respuesta dependiente del tratamiento, identificándose una menor tasa de aumento del consumo para un 60 % de sustitución, la cual fue menor al de los demás ($P < 0,05$, figura No. 10).

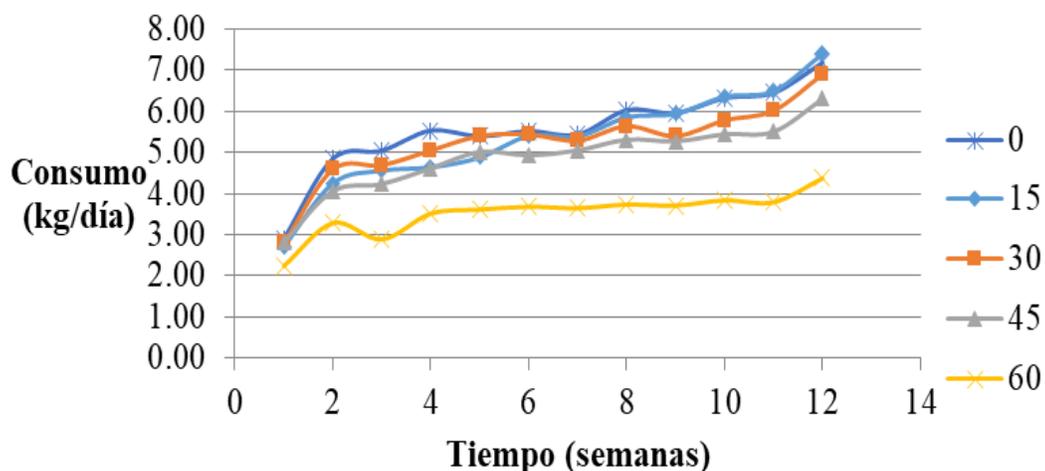


Figura No. 10. Efecto de la sustitución de proteína verdadera por NNP sobre la evolución del CMS en terneros de DP alimentados a corral.

Dado que el efecto del tratamiento sobre el CMS expresado en kg refleja también los cambios de peso asociados al tratamiento, se reporta también el consumo expresado cada 100 kg de PV. Esta variable fue también afectada por los tratamientos ($P=0,0024$), la semana de evaluación y el día dentro de la semana ($P<0,0001$). El CMS (%PV) varió en forma cuadrática ($P=0,0669$) al aumentar el nivel de sustitución de proteína verdadera por NNP.

A diferencia del CMS en kg de alimento, cuando se expresa en función del PV disminuye con el correr del tiempo, debido al mayor aumento del PV que del CMS, por lo que se ve una tendencia inversa, la cual se refleja en la figura a continuación.

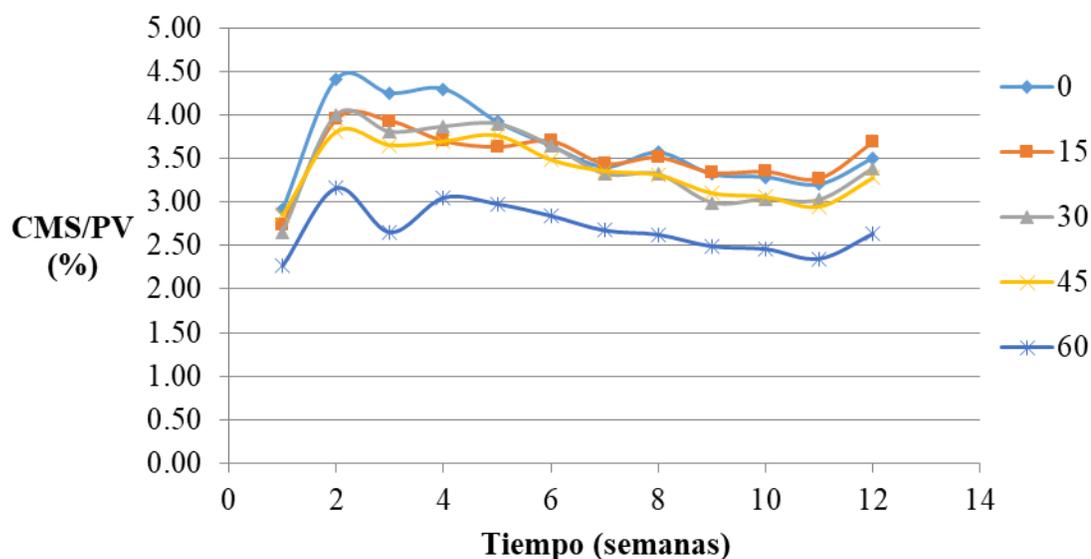


Figura No. 11. Efecto de la sustitución de proteína verdadera por NNP sobre la evolución del consumo en función del peso de terneros destetados precozmente, alimentados en confinamiento.

El consumo expresado como porcentaje del PV de los terneros del presente experimento, fue en torno de 3,5%, lo cual difiere un poco con lo expresado por Pordomingo (2005), quien dice que esa categoría animal consume en promedio entre el 2,8% y el 3,2% del PV de MS. Esto puede estar explicado debido a las temperaturas por debajo de la media que se presentaron en los meses de febrero y marzo, lo cual puede haber incidido en el aumento del consumo.

4.4 DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA Y MATERIA ORGÁNICA

La digestibilidad se determina con la cantidad ingerida y excretada, sea de MS o de la MO. En este ensayo no hubo efecto de los tratamientos en esta variable para ninguno de los dos casos en que fue expresada, como MS ($P=0,74$), ni como MO ($P=0,74$).

4.5 CONSUMO DE NITRÓGENO

A pesar que el consumo total de N va bajando de 125 gramos por día para el tratamiento 0 a 107gramos por día para el tratamiento 60%, no se muestra efecto significativo de los tratamiento para esta variable ($P=0,71$).

Cuadro No. 5. Consumo de N de terneros de DP de 2 a 5 meses de edad, bajo confinamiento y comiendo una RTM con 80 % de concentrado, expresado en gramos por día.

Tratamiento	Consumo de N (g/día)
0	125,2
15	116,85
30	114,56
45	114,07
60	107,21

Cuando la variable consumo de N se expresa en gramos (g) de N por kilogramo de PV de los animales, tampoco se ve efecto significativo de los tratamientos ($P=0,86$).

A pesar de esto, como los tratamientos contenían distintos tipos de N (proteínico vs. no proteínico) hubo diferencias en la utilización del mismo, las cuales se muestran y se discuten a continuación.

4.6 UREA EN SANGRE Y N TOTAL EN ORINA

La cantidad de NNP en la dieta hizo variar los niveles de urea en sangre (UES) y del nitrógeno total excretado en la orina (NTO) de manera significativa ($<0,0001$ y $0,0585$ respectivamente). En el cuadro No. 6 se muestra como las curvas de respuesta de estas variables se contrastan con los distintos tipos de curvas.

Cuadro No. 6. Consumo y niveles de N de los distintos tratamientos y sus contrastes con distintos tipos de curva.

	Nivel de sustitución (%) de N proteínico por NNP					Efecto lineal	Efecto cuadrático	Efecto cúbico
	0	15	30	45	60			
UES* (g/l)	0,17	0,13	0,16	0,32	0,31	<,0001	0,0014	<,0001
NTO** (g/día)	32,06	22,08	28,25	36,34	31,35	0,28	0,39	0,0114
CNT*** (g/día)	125,21	116,85	114,57	114,07	107,21	0,18	0,88	X
CNT (g/kg de PV)	0,79	0,77	0,74	0,78	0,80	0,82	0,32	X

*Urea en sangre

**Nitrógeno total en orina

***Consumo de nitrógeno total

Viendo estos contrastes sorprende que la curva de tercer orden presenta una mejor asociación con las variables y esto no se da con gran frecuencia en los procesos biológicos. A continuación se grafican los resultados y se trazan las líneas de tendencia.

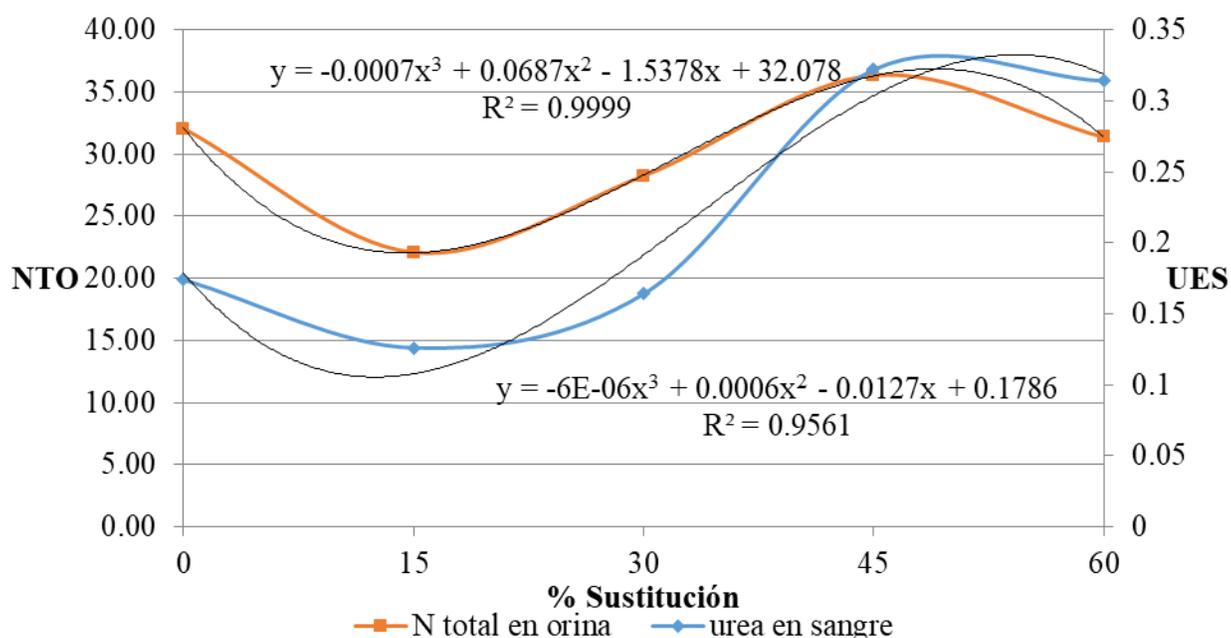


Figura No. 12. Efecto de niveles crecientes de sustitución de proteína verdadera por NNP sobre las concentraciones de NTO y UES en terneros destetados precozmente, alimentados *ad libitum* a corral.

Para la variable UES la curva presenta un mínimo y un máximo de 0,1017 y 0,2977g de urea por litro de sangre respectivamente, cuando hay una sustitución de NNP de 13,19 y 53,47%.

Para la variable NTO la curva presenta un mínimo y un máximo de 22,089 y 39,48 g/día en 14,33 y 51,10% de sustitución, respectivamente.

De la misma figura se aprecia que a medida que aumenta la concentración de NNP en la dieta, también aumenta el % de N en sangre y el % de eliminación de N como urea en la orina. Esta eliminación de N mediante la orina es demandante de energía, que se consume en eliminar un exceso y se está perdiendo de ser utilizada para la ganancia de PV.

Al alimentar terneros de 2 a 5 meses de edad, y utilizando una RTM con 80% de concentrado, se sustituyó la proteína vegetal por NNP de lenta liberación. A distintos niveles, se generó una curva de NTO y UES. Nuestros resultados concuerdan con los de Gamba y Terzián (2015), quienes encontraron diferencias significativas en la concentración de UES al evaluar la inclusión total de NNP en dietas de terneros de destete precoz, siendo mayor la concentración en el tratamiento con urea. La explicación del aumento de la concentración de UES, al aumentar el NNP en dietas isoprotéicas, la dan Oliveira et al. (2001), como una disminución en la eficiencia de utilización del

amonio ruminal. Ellos asocian sus resultados con un comportamiento del tipo lineal creciente, a diferencia del cúbico que se da en este ensayo, donde se ve un mínimo (15% de sustitución) y un máximo (45% de sustitución) tanto de la concentración de UES como de NTO de los animales. También concuerdan con el aumento de NTO, coincidiendo con Benedetti et al. (2014), pero asociándolo con distintos tipos de curvas (cuadrático y lineal, respectivamente). El aumento que se da en este caso, puede ser explicado por la rápida hidrólisis del amonio ruminal, lo cual disminuye la eficiencia de utilización del N dietario (Benedetti et al., 2014).

Por otra parte, y contradiciendo los resultados hallados en este ensayo, Sinclair et al. (2011) no encontraron diferencias en la concentración de UES, en vacas lecheras en lactación media, cuando se reemplazó harina de soja por urea y por ULL. Benedetti et al. (2014) tampoco encontraron efecto en UES ni en la eficiencia de los microorganismos ruminales al incorporar ULL en dietas para animales de razas carniceras en terminación. En cuanto al NTO Lizarazo et al. (2013), no concuerdan con lo hallado en este ensayo, ya que no encontraron efecto sobre este factor.

4.7 EFICIENCIA DE CONVERSIÓN

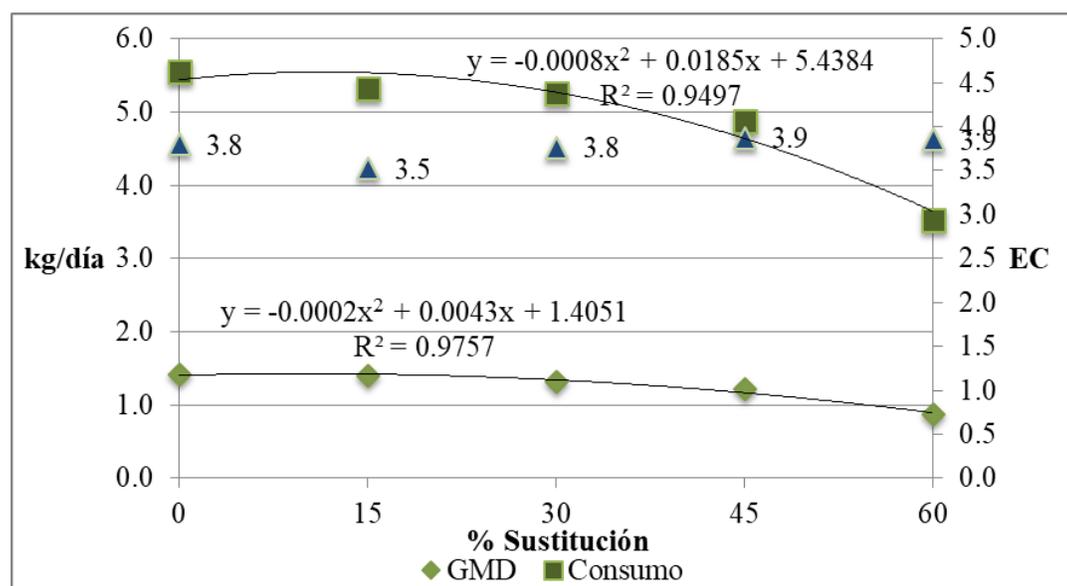


Figura No. 13. Evolución del CMS, EC y GMD según el porcentaje de sustitución de proteína verdadera por NNP sobre terneros destetados precozmente, de los 2 a los 5 meses de edad.

La figura muestra una EC que estadísticamente no varía y que oscila entre 3,5 y 3,9 (kg/kg PV) según los tratamientos. Esto está explicado por la forma en que el consumo y la GMD tienden a disminuir al aumentar el % de sustitución de proteína vegetal por NNP, dando una EC estable.

A medida que se aumentó el % de NNP en la dieta, se ve una depresión de forma cuadrática en el consumo, pero también se comporta de la misma manera la GMD aunque decrece en menor escala. Por esta razón la eficiencia de conversión se mantiene prácticamente constante. Aumenta mínimamente en los tratamientos de 45% y 60%, pero esta diferencia no es significativa.

La EC obtenida en este ensayo no se vio influenciada por un efecto tratamiento ($P=0,3463$) ni por un efecto del PVI ($P=0,9613$) (figura No. 13). Los resultados concuerdan con lo hallado por Pereda et al. (2008), quien estudió la sustitución de expeler de girasol por urea en terneros Bradford bajo una oferta de alimento *ad libitum* y no encontró diferencias significativas en EC ($P>0,05$). También coinciden con lo enunciado por Cooper et al. (2002), Tedeschi et al. (2002).

Por otra parte, no son coincidentes con los de Benedetti et al. (2014), quienes hallaron un aumento de la EC, por la sincronización de la disponibilidad de energía y N. Tampoco con los resultados de Milton et al. (1997a, 1997b).

En otros casos, hay ensayos que no muestran significancia en la EC cuando el porcentaje de sustitución es poco, pero sí de ser mayores. Tal es el caso del experimento llevado a cabo por Lorenzatti et al. (2004), con terneros de razas británicas y sus cruza, siendo alimentados *ad libitum*. El testigo de su experimento, 100% harina de girasol, no difirió significativamente del de 50% de sustitución con urea, pero si se diferenciaron de aquel con 100%, siendo este mucho más ineficiente. Milton et al. (1997a), obtuvieron una respuesta semejante al sustituir harina de soja por urea, sin hallar diferencias a bajos niveles de inclusión, pero a medida que se incrementaba, mayores eran las diferencias.

Algunos investigadores han encontrado beneficios en la eficiencia de utilización de nutrientes al utilizar ULL. Johnson (1976), Nocek (1988), Swensson (2003), Borsting et al. (2003), Mac Loughlin (2007), Manella (2012), pero explican este beneficio por la sincronía ruminal de la velocidad de degradación de los nutrientes. En el presente ensayo, el cual presenta una dieta concentrada, al aumentar la ULL no refleja mejorías de este tipo que se evidencien en la EC. Además se vieron mayores niveles de NTO y UES, por lo que, al contrario, muestra ser menos eficiente.

Esto demuestra que hay un costo energético para eliminar el N no utilizado, pero no es mucho porque no se refleja en la ganancia con sustituciones mayores.

4.8 SÍNTESIS

El NNP en la dieta mostró ser aceptado por el organismo de los animales e incluso mostró ser beneficioso cuando se utiliza en proporciones entorno al 10%. Pero al aumentar el % de sustitución por encima de ese valor la respuesta de la GMD y de consumo tiende a ser negativa. Los terneros disminuyen el consumo y también el

consumo expresado como % de PV. Esto explica que el consumo es menor no porque los animales sean más livianos, sino porque el NNP limita la ingesta del alimento.

Al disminuir el consumo se ven afectadas variables importantes como ser la GMD y el AOB, que muestran una relación directa con este.

A medida que aumenta el consumo de NNP por encima de 14 % de sustitución aproximadamente, también aumenta el % de UES y el NTO. Esto demuestra ineficiencia por dos motivos, primero porque el animal está siendo alimentado con mayor cantidad de N del que está utilizando y segundo, este exceso de N tiene que ser eliminado por un proceso que lleva un gasto energético que en contrapartida podría ser utilizado para la ganancia de peso. Este gasto energético no es muy significativo, porque a medida que se aumenta el % de sustitución, la ganancia media diaria no decrece tan drásticamente. El exceso de N se puede explicar por las diferentes velocidades de degradación de los nutrientes de la dieta utilizada donde los carbohidratos son de rápida fermentación (maíz) en contrapartida con la ULL.

A pesar de los cambios mencionados anteriormente, hubo características que permanecieron constantes. Este es el caso del EGS, de la altura del anca y de la EC. Esta última es de gran interés productivo y se encuentra en torno a 3,8kg de ración/kg PV sin variar estadísticamente entre los tratamientos. Esto está explicado por la forma en que el consumo y la GMD tienden a disminuir a medida que aumenta el % de sustitución manteniendo así una EC sin variar significativamente ($P=0,3463$).

Al finalizado el ensayo, luego de las últimas mediciones, se observa que tratamientos con mayor % de sustitución en la dieta, dan un animal de igual altura y EGS, pero más liviano y con menos músculo, por la disminución del PV y del AOB.

Al aumentar la concentración de NNP con los tratamientos, provoca una respuesta cuadrática en el CMS, donde niveles de inclusión mayores a 11,6 % no benefician la performance productiva.

Las implicancias prácticas a las que se llegan después de haber realizado este ensayo, es que básicamente la relación de precios y el sistema de producción en particular comandan el nivel de sustitución óptimo para cada caso. Como el nivel de sustitución no cambia la EC, los precios y el tiempo que se pretenda engordar a los animales con este sistema serían los factores a evaluar. Si el precio del NNP es favorable, se puede sustituir en mayor medida, teniendo en cuenta que las ganancias diarias son menores, por lo que para llegar a un peso determinado llevara más días.

5. CONCLUSIONES

Al sustituir la harina de soja por NNP, se hallaron diferencias en PVF, GMD, AOB, CMS y en los niveles de N en sangre y en orina. Las variables que no mostraron efecto de los tratamientos fueron la altura del anca, EGS, comportamiento animal y la EC.

Existe un nivel óptimo de sustitución de proteína verdadera por NNP de lenta liberación en la dieta de terneros de DP alimentados en confinamiento con una RTM altamente concentrados que maximiza la ganancia de peso vivo. No así la EC, la cual permanece constante.

La eficiencia de uso de N varía conforme aumenta el nivel de sustitución de proteína verdadera por NNP de lenta liberación disminuyendo a medida que aumenta el nivel de inclusión.

6. RESUMEN

El ensayo realizado tuvo como objetivo evaluar la respuesta animal a diferentes niveles de sustitución de proteína verdadera por NNP de lenta liberación, en una ración altamente concentrada para terneros de destete precoz a corral. Como fuente de proteína verdadera se utilizó harina de soja, y como fuente de NNP fue utilizado el Optigen (Alltech) y urea en distintas combinaciones según el tratamiento. Dicho experimento fue llevado a cabo en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, en el departamento de Paysandú, República Oriental del Uruguay. El mismo comenzó el 22 de enero del 2014 y finalizó el 9 de abril del mismo año, completando 77 días de experimento. Para el mismo se utilizaron 25 terneros machos Hereford, provenientes del rodeo de la EEMAC, nacidos en la primavera del 2013. Su peso al destete fue de 84,6 (\pm 10,9 kg). Las características evaluadas fueron ganancia media diaria, peso vivo final, consumo, comportamiento, altura del anca, espesor de grasa subcutánea, área de ojo de bife, digestibilidad y niveles de nitrógeno en orina y sangre. Existió diferencia en ganancia de peso para los diferentes tratamientos ($P=0,9884$), siendo mayor la ganancia media diaria del tratamiento testigo, el cual tenía 0,74% de urea en la dieta y 0% de Optigen, resultando en una dieta con un muy alto nivel de proteína verdadera. Se observó una disminución en la ganancia de peso a medida que aumentaba el nivel de sustitución de proteína verdadera por NNP de lenta liberación, siendo el óptimo de sustitución un 10,75%. A su vez, el consumo también disminuía a medida que aumentaba el nivel de sustitución, es por esto que no se observaron diferencias significativas en la eficiencia de conversión del alimento entre tratamientos. La eficiencia en el uso del nitrógeno disminuyó a medida que aumentó el nivel de sustitución. Esto se vio debido a que aumentó el nitrógeno en sangre y en la orina, a medida que aumentaron los niveles de sustitución de proteína verdadera por nitrógeno no proteínico.

Palabras clave: Proteína verdadera; Nitrógeno no proteínico; Terneros; Destete precoz a corral; Optigen.

7. SUMMARY

The experiment's main objective was to evaluate the response of early weaning calves to the substitution of true protein with slow release urea, when fed on high concentrated feedlot diet. The slow release urea analyzed was Optigen II (Alltech) and was compared to soybean meal. The experiment was performed at the 'Estación Experimental Mario A. Cassinoni' in Paysandú, Uruguay, starting the 22nd. of January of the year 2014 and finishing the 9th. of April of that same year. There were used twenty five male Hereford calves, born on the spring of 2013, with an initial weight was of 84.6kg (\pm 10,9). The characteristics that were analyzed were: daily gain, finishing weight, dry mater intake, behavior, height, fatness, ribeye area, digestibility, nitrogen released and nitrogen in plasma. It was found that the daily gain was higher when the diet contained more true protein in comparison with the non-protein nitrogen, probably explained because of the higher intake of dry mater. As these both variable, dry mater intake and daily gain, decreased with more levels of substitution in a similar way, it was found that the conversion efficiency remained stable along the different treatments. However the nitrogen use efficiency decreased as we add non protein nitrogen and it was reflected on higher values of nitrogen plasma and nitrogen in urine.

Key words: True protein; Non-protein nitrogen; Calves; Early weaning; Optigen.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarenga, S.; de Souza J. M.; de Campos, S.; Soares, A.; Motta, S; Magno, A. 2010. Balanço de nitrogênio em fêmeas leiteiras em confinamento alimentadas com concentrado à base de farelo de soja ou farelo de algodão. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 39 (5): 1135-1140.
2. Astibia, O. R.; Cangiano, C. A.; Cocimano, M. R.; Santini, F. J. 1982. Utilización del nitrógeno por el rumiante. *Revista Argentina de Producción Animal*. 4 (4): 373-384.
3. Benedeti, P. B. D.; Paulino, P. V. R.; Marcondes, M. I.; Valadares filho, S. C.; Martins, T. S.; Lisboa, E. F.; Silva, L. H. P.; Teixeira, C. R. V.; Duarte, M. S. 2013. Soybean meal replaced by slow release urea in finishing - diets for beef cattle. (en línea). *Livestock Science*. 165: 51-60. Consultado abr. 2016. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141314002285>
4. Beraza, D.; Eichen, M.; Gallo, J.; Shneeberger, R. 2010. Utilización de nitrógeno no proteínico como única fuente de proteína adicional en dietas para vacunos altamente concentradas. *Agrociencia (Uruguay)*. 14 (3): 200.
5. Berry, W. T.; Riggs, J. K.; Kunkel, H. O. 1956. The lack of toxicity of biuret to animals. *Journal of Animal Science*. 15: 225-233.
6. Borsting, C. F.; Kristensen, T.; Misciattelli, L.; Hvelplund, T.; Weisbjerg, M. R. 2003. Reducing nitrogen surplus from dairy farms. Effects of feeding and management. *Livestock Production Science*. 60: 191-199.
7. Bourg, B. M.; Tedeschi, L.; Wickersham, T. A.; Tricarico, J. 2012. Effects of a slow-release urea product on performance, carcass characteristics, and nitrogen balance of steers fed steam-flaked corn. *Journal of Animal Science*. 90 (11): 3914-3923.
8. Broderick, G. A.; Clayton, M. K. 1997. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *Journal of Dairy Science*. 80: 2964-2971.
9. Cabrera Núñez, A.; Lammoglia Villagomez, M. A.; Daniel Rentaria, I.; Rojas Ronquillo, R.; Flores Assad, J. A. 2014. Efecto de la harina de ave sobre rendimientos productivos en toretes de engorda. (en línea). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 17: 281-284. Consultado may. 2016. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/939/93931761017.pdf>

10. Cervantes, M.; Ceseña, A. M.; Zinn, R. A. 1997. Flujo y digestión de nutrientes en vaquilla Holstein alimentadas con dietas a base de urea o harinolina como fuentes principales de proteína cruda. (en línea). *Agrociencia* (México). 31 (2): 247. Disponible en <http://www.colpos.mx/agrocien/96-99/312.pdf>
11. Clarindo, R. L.; Portela Santos, F. A.; Machado Bittar, C. M.; Imaizumi, H.; Dos Anojos Lima, N. V.; Mengueli Pereira. 2008. Avaliação de fontes energéticas e protéicas na dieta bovinos confinados em fase de terminação. *Ciência Animal Brasileira*. 9 (4): 902-910.
12. Clark, J. H.; Klusmeyer, T. H.; Cameron, M. R. 1992. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 75: 2304.
13. Conrad, H. R.; Hibbs, J. W. 1968. Nitrogen utilization by the ruminant. Appreciation of its nutritive value. *Journal of Dairy Science*. 51 (2): 276-285.
14. Cooper, R. J.; Milton, C.; Klopfenstein, T.; Jordon, D. J. 2002. Effect of corn processing on degradable intake protein requirement of finishing cattle. *Journal of Animal Science*. 80: 242-247.
15. Egaña, J. I.; Morales, M. S. 1986. Metabolismo del nitrógeno en rumiantes. (en línea). *Monografía de Medicina Veterinaria* (Universidad de Chile). 8 (2): s.p. Consultado may. 2016. Disponible en <http://www.monografiasveterinaria.uchile.cl/index.php/MMV/article/view/4877/4763>
16. Fernández Mayer, A. 2008. Urea, suplementación con nitrógeno no proteínico en rumiantes. (en línea). *Bordenave, INTA* 5 p. Consultado abr. 2016. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/44-urea_caracteristicas.pdf
17. Fonnesbeck, P. V.; Kearl, L. C.; Harris, L. E. 1975. Feed grade biuret as a protein replacement for ruminants; a review. *Journal of Animal Science*. 40: 1150-1184.
18. Galo, E.; Emanuele, S. M.; Sniffen, C. J.; White, J. H.; Knapp, J. R. 2003. Effects of a polymer coated urea product on nitrogen metabolism in lactating Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 86: 2154–2162.
19. Garriz, M.; López, A. 2002. Suplementación con nitrógeno no proteico en rumiantes. (en línea). Buenos Aires, Sitio Argentino de Producción

Animal. 24 p. Consultado may. 2016. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/07-suplementacion_con_nitrogeno.pdf

20. Harris, L. E.; Mitchell, H. H. 1941. The value of urea in the synthesis of protein in the paunch of the ruminant. *Urbana*. 22 (2): 183-196.
21. Hart, E. B.; Bohstedt, G.; Deobald, H. J.; Wegner, M. I. 1939. The utilization of simple nitrogenous compounds such as urea and ammonium bicarbonate by growing calves. *Journal of Dairy Science*. 22: 785-798.
22. Helmer, L. G.; Bartley, E. E.; Deyoe, C. W. 1970. Feed processing. VI. Comparison of starea, urea, and soybean meal as protein sources for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 53: 883-887.
23. _____; _____. 1971. Progress in the utilization of urea as a protein replacer for ruminants; a review. *Journal of Dairy Science*. 54:25-51.
24. Herold, D.; Downs, D.; Klopfenstein, T. J.; Klemesrud, M. 1997. Effect of dried poultry waste on performance of finishing yearling steers. (en línea). *Nebraska Beef Cattle Reports. Animal Science Commons*. no. 433. pp. 67-69. Disponible en <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1432&context=animalscinber>
25. Highstreet, A.; Robinson, P. H.; Garrett, J. G. 2010. Response of Holstein cows to replacing urea with a slowly rumen released urea in a diet high in soluble crude protein. *Livestock Science*. 129: 179-185.
26. Hoffman, P. C.; Esser, N. M.; Bauman, L. M.; Denzine, S. L.; Engstrom, M.; Chester-Jones, H. 2001. Effect of dietary protein on growth and nitrogen balance of Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*. 84: 843-847.
27. Johnson, R. R. 1976. Influence of carbohydrate solubility on non-protein nitrogen utilization in the ruminant. *Journal of Animal Science*. 43: 184-191.
28. Klopfenstein, T. 1996. Need for escape protein by grazing cattle. *Animal Feed Science and Technology*. 60:191-199.
29. Krebs, K. 1937. Der Wirt der Amide bei der Fütterung des Rindes. *Biedermanns Z. Tierernähr*. 9: 394-507.
30. Lizarazo, A. C.; Mendoza, G. D.; Kú, J.; Melgoza, L. M.; Crosby, M. 2014. Effects of slow-release urea and molasses on ruminal metabolism of

lambs fed with low-quality tropical forage. *Small Ruminant Research*. 116 (1): 28-31.

31. Loosli, J. K.; McCay, C. M. 1943. Utilization of urea by young calves. *Journal of Nutrition*. 25: 197-202.
32. _____. 1968. Non protein nitrogen in the nutrition of ruminants. Roma, FAO. 94 p. (FAO Agricultural Studies no. 73).
33. López-Soto, M. A.; Rivera-Méndez, C. R.; Aguilar-Hernández, J. A.; Barreras, A.; Calderón-Cortés, J. F.; Plascencia, A.; Dávila-Ramos, H.; Estrada-Angulo, A.; Valdes-García, Y. S. 2014. Effects of combining feed grade urea and a slow-release urea product of characteristics of digestion, microbial protein synthesis and digestible energy in steers fed diets with different starch; ADF ratios. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 27 (2): 187-93
34. Lorenzatti, P. J.; Santini, F. J.; Pavan, E.; Villareal, E. L.; Depetris, G. J. 2004. Efecto de la sustitución de la harina de girasol por urea en dietas en engorde a corral. *Revista Argentina de Producción Animal*. 24 (1): s.p.
35. Mac Loughlin, M. V. R. J. 2005. Suplementación en bovinos; variación en los consumos individuales. (en línea). Buenos Aires, s.e. 13 p. Consultado mar. 2016. Disponible en <http://www.produccionbovina.com/>
36. _____. 2007. Proteína metabolizable y la nutrición de bovino para carne. (en línea). Buenos Aires, Sitio Argentino de Producción Animal. 4 p. Consultado may. 2016. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/112-proteina_metabolizable.pdf
37. _____. 2009. Tablas de requerimientos de nutrientes para recría y engorde de bovinos. (en línea). Buenos Aires, Sitio Argentino de Producción Animal. 9 p. Consultado may. 2016. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/17-TABLAS.pdf
38. Magalhães, K. A.; Valadares, R. F. D. 2006. Desempenho, digestibilidade e características de carcaça de novilhos mestiços leiteiros em confinamento alimentados com diferentes níveis de uréia na dieta. *Arquivo Brasileiro de Medicina, Veterinária e Zootecnia*. 58 (5): 860-867.
39. Manella, M. 2012. Uso de urea de liberación lenta en la alimentación de rumiantes. (en línea). Buenos Aires, Sitio Argentino de Producción Animal. 8 p. Consultado abr. 2016. Disponible en <http://www.produccion->

animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/85-urea_liberacion_lenta.pdf

40. Marini, J. C.; Klein, J. D.; Sands, J. M.; van Amburgh, M. E. 2004. Effect of nitrogen in take on nitrogen recycling and urea transporter abundance in lambs. *Journal of Animal Science*. 82: 1157–1164.
41. Martínez, A. L. 2009. Urea de lenta degradación ruminal como sustituto de proteína vegetal en dietas para rumiantes. (en línea). *Revista Electrónica de Veterinaria*. 10 (12): s.p. Consultado jun. 2016. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121209/120906.pdf>
42. Mascardi, L. E. 2007. Evaluación de una fuente de urea protegida en la dieta de terneros alimentados a corral. Tesis PhD. Buenos Aires, Argentina. Universidad de Buenos Aires. 153 p.
43. Mejía Haro, J.; Mejía Haro, I. 2007. Nutrición proteica de bovinos productores de carne en pastoreo. (en línea). *Acta Universitaria*. 17 (2): 45-54 Consultado abr. 2016. Disponible en http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/File/NUTRICION_PROTEICA_BOVINOS_EN_PASTOREO.pdf
44. Miao, L.; Guo, W.; Meng, Q.; Stevenson, D. M.; Weimer, P. J.; Schaefer, D. M. 2013. Changes in rumen bacterial community composition in steers in response to dietary nitrate. *Applied Microbiology Biotechnology*. 97 (19): 8719-8727.
45. Milton, C. T.; Brandt, R. T. 1997a. Effect of degradable and escape protein and roughage type on performance and carcass characteristics of finishing yearling steers. (en línea). *Journal of Animal Science*. 75 (11): 2834-2840. Consultado abr. 2016. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9374294>
46. _____; _____. 1997b. Urea in dry-rolled corn diets; finishing steer performance, nutrient digestion, and microbial protein production. *Journal of Animal Science*. 75 (5): 1415-24.
47. Mitchell, H. H.; Hamilton, T. S. 1929. *Biochemistry of the amino acids*. New York, Chemical Catalog Company. 619 p.
48. NRC (National Research Council, US). 1985. *Ruminant nitrogen usage*. Washington, D. C., National Academy Press. 148 p.

49. _____. 1996. Nutrient requirements of beef cattle. 7th. rev. ed. Washington, D. C., National Academy Press. 232 p.
50. _____. 2000. Nutrient requirements of beef cattle. (en línea). 7th. rev. ed. Washington, D. C., National Academy Press. 248 p. Consultado abr. 2016. Disponible en http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=9791
51. Nocek, J. E. 1988. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. *Journal of Dairy Science*. 71: 2051-2069.
52. Oliveira, A. S.; Valadares, R. F.; Valadares, S.; Cecon, P. R.; Renno, L.; Queiroz, A. C.; Chizzotti, M. L. 2001. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de ureia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30 (5): 1624-1629.
53. Oltjen, R. R.; Slyter, L. L.; Kozak, A. S.; Williams, E. E. 1968. Evaluation of urea, biuret, urea phosphate and uric acid as NPN sources for cattle. *Journal of Nutrition*. 94: 193-202.
54. Orskov, E. R. 1977. Capacity for digestion and effects of composition of absorbed nutrients on animal metabolism. *Journal of Animal Science*. 45: 600.
55. Parish, J. A.; Rhinehart, J. D. 2008. Protein in beef cattle diets. (en línea). Mississippi, Mississippi State University. Extension Service. 7 p. (Publication no. 2499). Consultado abr. 2016. Disponible en <https://extension.msstate.edu/sites/default/files/publications/publications/p2499.pdf>
56. Pereda, L.; Colombatto, D.; Elizalde, J. C.; Grigera Naón, J. J. 2008. Efecto de la suplementación con distintas fuentes de nitrógeno sobre la respuesta de terneros de recría, pastoreando verdes o encerrados en corrales. (en línea). Buenos Aires, Infogranja. s.p. Consultado may. 2016. Disponible en http://www.infogranjas.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=3128%3Aefecto-de-la-suplementacion-con-distintas-fuentes-de-nitrogeno-sobre-la-respuesta-de-terneros-de-recria-pastoreando-verdeos-o-encerrados-en-corrales&catid=339%3Amayor-bovinos-carne&Itemid=263
57. Pick, G. 2011. Utilización de nitrógeno no proteico en recría de bovinos. Ingeniero en producción agropecuaria. Buenos Aires, Argentina. Universidad Católica Argentina. Facultad de Ciencias Agrarias. 34 p.

58. Pinos-Rodríguez, J. M.; Yosahandi, L.; Gonzalez-Muñoz, S. S.; Bárcena, R.; Salem, A. 2010. Effects of a slow release coated urea product on growth performance and ruminal fermentation in beef stress. *Italian Journal of Animal Science*. 9: 16-19.
59. Pordomingo, A. J. 2005. Feedlot: alimentación, diseño y manejo. Anguil, La Pampa, INTA. 224 p. (Serie Técnica no. 62).
60. Reid, J. T. 1953. Urea as a protein replacement for ruminants; a review. *Journal of Animal Science*. 36: 955-996.
61. Reilling, A. E.; Mattioli, G. A. 2002. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. La Plata, U.N.L.P. Facultad de Ciencias Veterinarias. Cátedra de Fisiología. 72 p.
62. Rennó, L. N.; Valadares, R. F. D.; Leão, M. I. 2000. Estimativa da produção de proteína microbiana em novilhos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 29 (4): 1223-1234.
63. _____.; De Campos, S. 2005. Níveis de uréia na ração de novilhos de quatro grupos genéticos; consumo e digestibilidades totais. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 34 (5): 1775-1785.
64. Repp, W. W.; Hale, W. H.; Burroughs, W. 1955. The value of several non-protein nitrogen compounds as protein substitutes in lamb fattening rations. *Journal of Animal Science*. 14: 901-908.
65. Ribeiro, S. S.; Vasconcelos, J. T.; Morais, M. G.; Itavo, C. B. C. F.; Franco, G. L. 2011. Effects of ruminal infusion of a slow-release polymer-coated urea or conventional urea on apparent nutrient digestibility, in situ degradability, and rumen parameters in cattle fed low-quality hay. *Animal Feed Science and Technology*. 164: 53-61.
66. Rodríguez, M.; Oliveira, E. 2007. Uso de Indicadores para estimar consumo y digestibilidad de pasto. LIPE, lignina purificada y enriquecida. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 20 (4): 518-525.
67. SAS Institute. 1999. SAS/STAT user's guide; SAS software (release 8.2). Cary, NC, USA. s.p.
68. Satter, L. D.; Slyter, L. L. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *British Journal of Nutrition*. 32: 194-208

69. Schaadt, H. Jr.; Johnson, R. R.; Mc Clure, K. E. 1966. Adaptation to and palatability of urea, biuret and diammonium phosphate as NPN sources for ruminants. *Journal of Animal Science*. 25: 73-77.
70. Shain, D. H.; Stock, R. A.; Klopfenstein, T. J.; Herold, D. W. 1998. Effect of degradable intake protein level of finishing cattle performance and ruminal metabolism. *Journal of Animal Science*. 76: 242.
71. Simeone, A.; Beretta, V. 2002. Destete precoz en ganado de carne. Montevideo, Hemisferio Sur. 118 p.
72. _____.; _____.; Elizalde, J. C.; Sabbia, J. 2009a. Reformulando la ganadería en Uruguay; ¿cómo se va a criar y engordar el ganado en los tiempos venideros? *In*: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10^a., 2009, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 10-40.
73. _____.; _____. 2009b. Replacing sunflower meal with Optigen® in high grain feedlot diets; response of calves and steers. *In*: Annual Alltech Animal Health and Nutrition Symposium (25th., 2008, Lexington, Kentucky). Science and technology in the feed industry.s.n.t. s.p.
74. _____.; _____.; _____.; Caorsi, J.; Gamba, D.; Terzián, A. 2010. Evaluación de fuentes de proteína en terneros destetados precozmente y alimentados a corral. *In*: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (13^a., 2011, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 21-25.
75. Sinclair, L. A.; Blake, C. W.; Griffin, P.; Jones, G. H. 2011. The partial replacement of soybean meal and rapeseed meal with feed grade urea or a slow-release urea and its effect on the performance, metabolism and digestibility in dairy cows. *Animal*. 6 (06): 920-927
76. Stritzler, N. P.; Gallardo, M.; Gingins, M. A. 1983. Relationship between content of crude protein in rations for dairy cows, N in urine and amonia release. (en línea). *Livestock Production Science*. 84 (2): 125-133. Consultado abr. 2016.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030162260300232X>
77. Taylor-Edwards, C. C.; Hibbard, G.; Kitts, S. E.; McLeod, K. R.; Axe, D. E.; Vanzant, E. S.; Kristensen, N. B.; Harmon, D. L. 2009a. Effects of slow-release urea on ruminal digesta characteristics and growth performance in beef steers. *Journal of Animal Science*. 87: 200-208.

78. _____; Hibbard, C. C.; Kitts, S. E.; McLeod, K. R.; Axe, D. E.; Vanzant, E. S.; Kristensen, N. B.; Harmon, D. L. 2009b. Influence of slow-release urea on nitrogen balance and portal-drained visceral nutrient flux in beef steers. *Journal of Animal Science*. 87: 209-221.
79. Tedeschi, L. O.; Baker, M. J.; Ketchen, D. J.; Fox, D. G. 2002. Performance of growing and finishing cattle supplemented with a slow release urea product and urea. *Canadian Journal of Animal Science*. 82: 567-573.
80. Villalobos, G. 1993. Integration of complementary forage with native range for efficient beef production in the sand hills of Nebraska. PhD. Diss. Lincoln, Nebraska. University of Nebraska. 268 p.
81. Volpi Lagreca, G.; Alende, M.; Pordomingo, A. J. 2011. Effect of condensed tannins on performance of heifers finished on whole corn diets. (en línea). Resúmenes. *Revista Argentina de Producción Animal*. 31 (1): s.p. Consultado abr. 2016. Disponible en <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/rapa/article/view/2592/2440>
82. Wahrmund, J. L.; Hersom, M. J. 2007. Evaluation of dried distillers grains or soybean hulls with and without Optigen® II to background beef calves. (en línea). *Journal of Animal Science*. 85 (1): 410. Consultado may. 2016. Disponible en <http://www.jtmtg.org/JAM/2007/abstracts/0409.PDF>
83. Wegner, M. I.; Booth, A. N.; Bohstedt, G.; Hart, E. B. 1941. Preliminary observations on chemical changes of rumen ingesta with and without urea. *Journal of Dairy Science*. 24: 51-56.
84. Wilkerson, V. A.; Klopfenstein, T. J.; Britton, R. A.; Stock, R. A.; Miller, P. S. 1993. Metabolizable protein and amino acid requirements of growing beef cattle. *Journal of Animal Science*. 71: 2777-2784.

9. ANEXOS

Anexo 1. Registros climáticos del período experimental.

Día	Precipitación
22-ene.	68.8
24-ene.	29.2
27-ene.	12.2
28-ene.	2.8
29-ene.	1
30-ene.	33.5
31-ene.	30.2
01-feb.	26.9
02-feb.	21.8
03-feb.	594
04-feb.	10.4
06-feb.	7.1
09-feb.	6.1
10-feb.	36.1
11-feb.	8.4
12-feb.	0.3
13-feb.	0.3
14-feb.	0.3
18-feb.	0.3
19-feb.	33
20-feb.	1
21-feb.	0.3

22-feb.	66.8
23-feb.	5.6
24-feb.	0.5
25-feb.	19.3
26-feb.	0.3
28-feb.	0.3
02-mar.	0.3
04-mar.	1
05-mar.	0.5
07-mar.	1
09-mar.	11.9
10-mar.	0.3
14-mar.	63.8
16-mar.	0.3
17-mar.	0.3
19-mar.	5.8
21-mar.	0.5
26-mar.	1.3
27-mar.	2.8
28-mar.	1
30-mar.	0.3
31-mar.	0.3
03-abr.	3
09-abr.	8.9

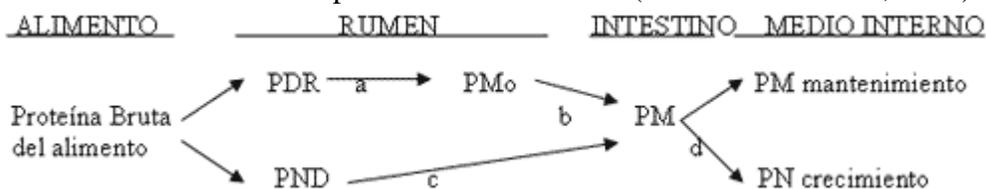
Temp. °C		
Promedio	Máx.	Mín.
21.5	38.6	7

Anexo 2. Estadísticas climáticas del período 1961-1990 en Paysandú. Temperaturas medias, máximas y mínimas absolutas, máximas medias, mínimas medias, humedad relativa media, presión atmosférica media, horas de sol u insolación acumulada media, a presión de vapor, velocidad media del viento, dirección predominante del viento, acumulados promedios de precipitación y acumulado promedio de días con precipitación mayores o iguales a 1 milímetro.

Estación meteorológica: Paysandú							
Ubicación: -32.348 -32.348							
	PER.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.
TMED.	61-90	24,8	23,7	21,6	18	14,8	11,7
TX.	61-91	41,5	40,5	37,5	33,2	33	29,2
TN.	61-92	8	7,8	5	1,2	-4,5	-4
TXM.	61-90	31,5	30	27,6	23,9	20,4	16,8
TNM.	61-90	18,3	17,6	15,7	12,5	9,6	6,9
HR.	61-90	65	69	72	75	77	80
P.	61-90	1010,7	1012,1	1013,7	1015,8	1016,9	1018,2
HS.	81-90	287,8	222,6	233,5	198,6	183,8	149
PV.	61-90	20,4	20,1	18,6	15,6	13,1	11
VEL.	61-91	3,5	3,3	3	2,6	2,7	2,8
RR.	61-90	100	131	147	103	77	70
FRR.	61-90	6	6	7	6	6	5
	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
TMED.	11,8	12,9	14,6	17,5	20,4	23,1	17,9
TX.	30,6	32,8	32,4	36,2	37,5	42,4	42,4
TN.	-4	-3	-3,4	1,8	2,2	7	-4,5
TXM.	16,9	18,5	20,5	23,5	26,4	29,7	23,8
TNM.	7,1	7,5	8,8	11,6	14,1	16,8	12,2
HR.	79	75	73	72	69	66	73
P.	1018,7	1018,3	1017,6	1015,1	1012,8	1011	1015,1
HS.	167,2	183,6	203,1	244	258,6	289,8	2621,6
PV.	10,9	11,1	12,1	14,4	16,6	18,6	15,2
VEL.	3,1	3,2	3,8	3,4	3,5	3,4	3,2
RR.	71	73	91	122	118	115	1218
FRR.	6	5	6	7	6	6	72

TMED.	Temperatura media, mensual o anual (°C)
TX.	Temperatura máxima absoluta del período, mensual o anual (°C)
TN.	Temperatura mínima absoluta del período, mensual o anual (°C)
TXM.	Temperatura máxima media, mensual o anual (°C)
TNM.	Temperatura mínima media, mensual o anual (°C)
HR.	Humedad relativa media, mensual o anual (%)
P.	Presión atmosférica (al nivel medio del mar), media mensual o anual (hPa)
HS.	Tiempo de insolación directa, acumulada por mes, media anual o mensual del período (hrs.)
PV.	Presión del vapor, media mensual o anual (hPa)
VEL.	Velocidad (del viento horizontal), media mensual o anual (m/s)
RR.	Precipitación acumulada por mes, media mensual o anual del período (mm)
FRR.	Días con precipitación ≥ 1 mm, media mensual o anual

Anexo 3. Sistema de proteína metabolizable (modelo 1 del NRC, 2000)



PDR= Proteína degradable en rumen	a= 13% del TND
PND= Proteína no degradable en rumen	b= PMo*0.64
PMo= Proteína microbiana	c= PND*0.80
PM= Proteína metabolizable	d= Eficiencia de PM a PN
PN= Proteína neta o retenida	

Anexo 4. Análisis de varianza del peso vivo final

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	-2.04691134 B	16.61039809	-0.12	0.9032
TRAT. 0	42.72808135 B	6.04647975	7.07	<.0001
TRAT. 15	41.38374730 B	6.05562802	6.83	<.0001
TRAT. 30	31.67733622 B	6.05835224	5.23	<.0001
TRAT. 45	27.82216703 B	6.03617136	4.61	0.0002
TRAT. 60	0.00000000 B	.	.	.
PVINI	1.69458243	0.16313738	10.39	<.0001

TRAT.	PVFINAL LSMEAN	LSMEAN Number
0	206.885815	1
15	205.541481	2
30	195.835070	3
45	191.979901	4
60	164.157734	5

Anexo 5. Altura

Parameter	Pr > t		
	Alt. 28d	Alt. 56d	Alt. 84d
Intercept	0.0246	0.0876	0.0001
TRAT. 0	0.6782	0.9737	0.2081
TRAT. 15	0.3180	0.7338	0.0538
TRAT. 30	0.1925	0.5150	0.0813
TRAT. 45	0.8298	0.2079	0.0107
TRAT. 60	.	.	.
ALTINI	<.0001	0.0009	0.0018

TRAT.	LSMEAN		
	ALT_28d	ALT_56d	ALT_84d
0	90.0579221	96.0620779	107.042273
15	90.8994805	96.8205195	108.196818
30	91.3546753	97.4653247	107.891136
45	89.1955844	98.7244156	109.310455
60	89.4923377	96.1276623	105.159318

Anexo 6. Análisis de varianza del espesor de grasa subcutánea

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	-1.945542633 B	1.45491487	-1.34	0.1969
TRAT. 0	0.692237742 B	0.52961484	1.31	0.2068
TRAT. 15	0.965778739 B	0.53041614	1.82	0.0844
TRAT. 30	0.765836012 B	0.53065476	1.44	0.1653
TRAT. 45	0.603229501 B	0.52871192	1.14	0.2681
TRAT. 60	0.000000000 B	.	.	.
PVINI	0.041926246	0.01428930	2.93	0.0085

TRAT.	EGD LSMEAN	LSMEAN Number
0	2.85882134	1
15	3.13236234	2
30	2.93241961	3
45	2.76981310	4
60	2.16658360	5

Anexo 7. Análisis de varianza del área del ojo de bife

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	13.41701362 B	6.11881858	2.19	0.0410
TRAT. 0	10.38596108 B	2.22735857	4.66	0.0002
TRAT. 15	10.10631056 B	2.23072855	4.53	0.0002
TRAT. 30	9.79860207 B	2.23173208	4.39	0.0003
TRAT. 45	8.80982526 B	2.22356124	3.96	0.0008
TRAT. 60	0.00000000 B	.	.	.
PVINI	0.17543685	0.06009537	2.92	0.0088

TRAT	AOB LSMEAN	LSMEAN Number
0	41.0098213	1
15	40.7301708	2
30	40.4224623	3
45	39.4336855	4
50	30.6238602	5

Anexo 8. Análisis de varianza de la eficiencia de conversión

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	3.828249664 B	0.50015961	7.65	<.0001
TRAT. 0	-0.057468997 B	0.18206697	-0.32	0.7557
TRAT. 15	-0.331275904 B	0.18234244	-1.82	0.0851
TRAT. 30	-0.086772369 B	0.18242447	-0.48	0.6397
TRAT. 45	0.019903454 B	0.18175658	0.11	0.9139
TRAT. 60	0.000000000 B	.	.	.
PVINI	0.000241365	0.00491227	0.05	0.9613

TRAT.	EC LSMEAN	LSMEAN Number
0	3.79445377	1
15	3.52064686	2
30	3.76515039	3
45	3.87182622	4
60	3.85192276	5

Anexo 9. Ganancias medias diarias

Label	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
DÍAS	1.2463	0.02483	145	50.20	<.0001
DÍAS NIVEL_SUST NNP 0	1.4209	0.05552	145	25.59	<.0001
DÍAS NIVEL_SUST NNP 15	1.3981	0.05552	145	25.18	<.0001
DÍAS NIVEL_SUST NNP 30	1.3198	0.05552	145	23.77	<.0001
DÍAS NIVEL_SUST NNP 45	1.2213	0.05552	145	22.00	<.0001
DÍAS NIVEL_SUST NNP 60	0.8713	0.05552	145	15.69	<.0001
DÍAS NIVEL_SUST NNP 0-15	0.02282	0.07851	145	0.29	0.7717
DÍAS NIVEL_SUST NNP 0-30	0.1012	0.07851	145	1.29	0.1996
DÍAS NIVEL_SUST NNP 0-45	0.1996	0.07851	145	2.54	0.0120
DÍAS NIVEL_SUST NNP 0-60	0.5496	0.07851	145	7.00	<.0001
DÍAS NIVEL_SUST NNP 15-30	0.07835	0.07851	145	1.00	0.3200
DÍAS NIVEL_SUST NNP 15-45	0.1768	0.07851	145	2.25	0.0258
DÍAS NIVEL_SUST NNP 15-60	0.5268	0.07851	145	6.71	<.0001
DÍAS NIVEL_SUST NNP 45-60	0.3500	0.07851	145	4.46	<.0001

Anexo 10. Consumo de materia seca

Effect	Trat.	Semana	Día dentro sem.	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
Trat.	0			5.5491	0.3303	20.2	16.80	<.0001
Trat.	15			5.3197	0.3303	20.2	16.11	<.0001
Trat.	30			5.2467	0.3303	20.2	15.89	<.0001
Trat.	45			4.8786	0.3303	20.2	14.77	<.0001
Trat.	60			3.5261	0.3303	20.2	10.68	<.0001
Semana		1		2.6972	0.1547	24.3	17.44	<.0001
Semana		2		4.2050	0.1547	24.3	27.19	<.0001
Semana		3		4.2822	0.1547	24.3	27.69	<.0001
Semana		4		4.6689	0.1547	24.3	30.19	<.0001
Semana		5		4.8578	0.1547	24.3	31.41	<.0001
Semana		6		4.9923	0.1547	24.3	32.28	<.0001
Semana		7		4.9601	0.1547	24.3	32.07	<.0001
Semana		8		5.3106	0.1547	24.3	34.33	<.0001
Semana		9		5.2531	0.1547	24.3	33.97	<.0001
Semana		10		5.5451	0.1547	24.3	35.85	<.0001
Semana		11		5.6487	0.1547	24.3	36.52	<.0001
Semana		12		6.4279	0.1993	66.4	32.25	<.0001
Trat.*semana	0	1		2.9037	0.3458	24.3	8.40	<.0001
Trat.*semana	0	2		4.8469	0.3458	24.3	14.01	<.0001
Trat.*semana	0	3		5.0437	0.3458	24.3	14.58	<.0001
Trat.*semana	0	4		5.5303	0.3458	24.3	15.99	<.0001
Trat.*semana	0	5		5.3917	0.3458	24.3	15.59	<.0001
Trat.*semana	0	6		5.5146	0.3458	24.3	15.95	<.0001
Trat.*semana	0	7		5.4346	0.3458	24.3	15.71	<.0001
Trat.*semana	0	8		6.0240	0.3458	24.3	17.42	<.0001
Trat.*semana	0	9		5.9566	0.3458	24.3	17.22	<.0001
Trat.*semana	0	10		6.3169	0.3458	24.3	18.27	<.0001
Trat.*semana	0	11		6.4477	0.3458	24.3	18.64	<.0001
Trat.*semana	0	12		7.1788	0.4457	66.4	16.11	<.0001
Trat.*semana	15	1		2.7100	0.3458	24.3	7.84	<.0001
Trat.*semana	15	2		4.2491	0.3458	24.3	12.29	<.0001
Trat.*semana	15	3		4.5580	0.3458	24.3	13.18	<.0001
Trat.*semana	15	4		4.6371	0.3458	24.3	13.41	<.0001
Trat.*semana	15	5		4.8774	0.3458	24.3	14.10	<.0001
Trat.*semana	15	6		5.4011	0.3458	24.3	15.62	<.0001

Trat.*semana	15	7		5.3857	0.3458	24.3	15.57	<.0001
Trat.*semana	15	8		5.8491	0.3458	24.3	16.91	<.0001
Trat.*semana	15	9		5.9369	0.3458	24.3	17.17	<.0001
Trat.*semana	15	10		6.3526	0.3458	24.3	18.37	<.0001
Trat.*semana	15	11		6.4860	0.3458	24.3	18.75	<.0001
Trat.*semana	15	12		7.3934	0.4457	66.4	16.59	<.0001
Trat.*semana	30	1		2.8014	0.3458	24.3	8.10	<.0001
Trat.*semana	30	2		4.5854	0.3458	24.3	13.26	<.0001
Trat.*semana	30	3		4.6877	0.3458	24.3	13.55	<.0001
Trat.*semana	30	4		5.0466	0.3458	24.3	14.59	<.0001
Trat.*semana	30	5		5.3983	0.3458	24.3	15.61	<.0001
Trat.*semana	30	6		5.4349	0.3458	24.3	15.72	<.0001
Trat.*semana	30	7		5.2854	0.3458	24.3	15.28	<.0001
Trat.*semana	30	8		5.6369	0.3458	24.3	16.30	<.0001
Trat.*semana	30	9		5.3949	0.3458	24.3	15.60	<.0001
Trat.*semana	30	10		5.7786	0.3458	24.3	16.71	<.0001
Trat.*semana	30	11		6.0154	0.3458	24.3	17.39	<.0001
Trat.*semana	30	12		6.8954	0.4457	66.4	15.47	<.0001
Trat.*semana	45	1		2.8249	0.3458	24.3	8.17	<.0001
Trat.*semana	45	2		4.0591	0.3458	24.3	11.74	<.0001
Trat.*semana	45	3		4.2323	0.3458	24.3	12.24	<.0001
Trat.*semana	45	4		4.6160	0.3458	24.3	13.35	<.0001
Trat.*semana	45	5		5.0103	0.3458	24.3	14.49	<.0001
Trat.*semana	45	6		4.9303	0.3458	24.3	14.26	<.0001
Trat.*semana	45	7		5.0491	0.3458	24.3	14.60	<.0001
Trat.*semana	45	8		5.3102	0.3464	24.4	15.33	<.0001
Trat.*semana	45	9		5.2689	0.3458	24.3	15.24	<.0001
Trat.*semana	45	10		5.4400	0.3458	24.3	15.73	<.0001
Trat.*semana	45	11		5.5031	0.3458	24.3	15.91	<.0001
Trat.*semana	45	12		6.2991	0.4458	66.5	14.13	<.0001
Trat.*semana	60	1		2.2460	0.3458	24.3	6.49	<.0001
Trat.*semana	60	2		3.2846	0.3458	24.3	9.50	<.0001
Trat.*semana	60	3		2.8891	0.3458	24.3	8.35	<.0001
Trat.*semana	60	4		3.5143	0.3458	24.3	10.16	<.0001
Trat.*semana	60	5		3.6111	0.3458	24.3	10.44	<.0001
Trat.*semana	60	6		3.6806	0.3458	24.3	10.64	<.0001
Trat.*semana	60	7		3.6457	0.3458	24.3	10.54	<.0001
Trat.*semana	60	8		3.7329	0.3458	24.3	10.79	<.0001
Trat.*semana	60	9		3.7083	0.3458	24.3	10.72	<.0001
Trat.*semana	60	10		3.8374	0.3458	24.3	11.10	<.0001
Trat.*semana	60	11		3.7911	0.3458	24.3	10.96	<.0001

Trat.*semana	60	12		4.3726	0.4457	66.4	9.81	<.0001
Día_dentrosem.			1	4.7198	0.1514	22.3	31.18	<.0001
Día_dentrosem.			2	4.6479	0.1522	22.8	30.53	<.0001
Día_dentrosem.			3	4.8517	0.1522	22.8	31.87	<.0001
Día_dentrosem.			4	4.9351	0.1522	22.8	32.42	<.0001
Día_dentrosem.			5	4.9123	0.1522	22.8	32.27	<.0001
Día_dentrosem.			6	5.0836	0.1522	22.8	33.40	<.0001
Día_dentrosem.			7	5.1781	0.1522	22.8	34.02	<.0001
Trat.*Día_dentrosem.	0		1	5.3423	0.3385	22.3	15.78	<.0001
Trat.*Día_dentrosem.	0		2	5.4262	0.3404	22.8	15.94	<.0001
Trat.*Día_dentrosem.	0		3	5.4900	0.3404	22.8	16.13	<.0001
Trat.*Día_dentrosem.	0		4	5.5080	0.3404	22.8	16.18	<.0001
Trat.*Día_dentrosem.	0		5	5.5065	0.3404	22.8	16.18	<.0001
Trat.*Día_dentrosem.	0		6	5.7645	0.3404	22.8	16.94	<.0001
Trat.*Día_dentrosem.	0		7	5.8063	0.3404	22.8	17.06	<.0001
Trat.*Día_dentrosem.	15		1	5.0363	0.3385	22.3	14.88	<.0001
Trat.*Día_dentrosem.	15		2	4.9725	0.3404	22.8	14.61	<.0001
Trat.*Día_dentrosem.	15		3	5.2251	0.3404	22.8	15.35	<.0001
Trat.*Día_dentrosem.	15		4	5.4652	0.3404	22.8	16.06	<.0001
Trat.*Día_dentrosem.	15		5	5.3902	0.3404	22.8	15.84	<.0001
Trat.*Día_dentrosem.	15		6	5.4425	0.3404	22.8	15.99	<.0001
Trat.*Día_dentrosem.	15		7	5.7062	0.3404	22.8	16.76	<.0001
Trat.*Día_dentrosem.	30		1	5.0513	0.3385	22.3	14.92	<.0001
Trat.*Día_dentrosem.	30		2	4.8819	0.3404	22.8	14.34	<.0001
Trat.*Día_dentrosem.	30		3	5.2595	0.3404	22.8	15.45	<.0001

Trat.*Día_dent rosem.	30		4	5.2713	0.3404	22.8	15.49	<.0001
Trat.*Día_dent rosem.	30		5	5.2273	0.3404	22.8	15.36	<.0001
Trat.*Día_dent rosem.	30		6	5.4913	0.3404	22.8	16.13	<.0001
Trat.*Día_dent rosem.	30		7	5.5444	0.3404	22.8	16.29	<.0001
Trat.*Día_dent rosem.	45		1	4.6533	0.3387	22.3	13.74	<.0001
Trat.*Día_dent rosem.	45		2	4.5980	0.3404	22.8	13.51	<.0001
Trat.*Día_dent rosem.	45		3	4.8971	0.3404	22.8	14.39	<.0001
Trat.*Día_dent rosem.	45		4	4.8100	0.3404	22.8	14.13	<.0001
Trat.*Día_dent rosem.	45		5	4.9319	0.3404	22.8	14.49	<.0001
Trat.*Día_dent rosem.	45		6	5.1344	0.3404	22.8	15.08	<.0001
Trat.*Día_dent rosem.	45		7	5.1255	0.3404	22.8	15.06	<.0001
Trat.*Día_dent rosem.	60		1	3.5155	0.3385	22.3	10.39	<.0001
Trat.*Día_dent rosem.	60		2	3.3610	0.3404	22.8	9.87	<.0001
Trat.*Día_dent rosem.	60		3	3.3866	0.3404	22.8	9.95	<.0001
Trat.*Día_dent rosem.	60		4	3.6211	0.3404	22.8	10.64	<.0001
Trat.*Día_dent rosem.	60		5	3.5057	0.3404	22.8	10.30	<.0001
Trat.*Día_dent rosem.	60		6	3.5853	0.3404	22.8	10.53	<.0001
Trat.*Día_dent rosem.	60		7	3.7079	0.3404	22.8	10.89	<.0001

Anexo 11. Consumo materia seca en % peso vivo

Effect	Trat.	Semana	Día Dentrose.	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr> t
TRAT.	0			3,6447	0.1459	20.5	24.98	<.0001
TRAT.	15			3,5201	0.1459	20.5	24.13	<.0001
TRAT.	30			3,4149	0.1459	20.5	23.41	<.0001
TRAT.	45			3,3585	0.1459	20.5	23.02	<.0001
TRAT.	60			2,6812	0.1459	20.5	18.38	<.0001
SEMANA		1		2,6843	0.07321	32.4	36.67	<.0001
SEMANA		2		3,8650	0.07321	32.4	52.80	<.0001
SEMANA		3		3,6596	0.07321	32.4	49.99	<.0001
SEMANA		4		3,7228	0.07321	32.4	50.85	<.0001
SEMANA		5		3,6385	0.07321	32.4	49.70	<.0001
SEMANA		6		3,4644	0.07321	32.4	47.32	<.0001
SEMANA		7		3,2402	0.07321	32.4	44.26	<.0001
SEMANA		8		3,2665	0.07326	32.5	44.59	<.0001
SEMANA		9		3,0492	0.07321	32.4	41.65	<.0001
SEMANA		10		3,0378	0.07321	32.4	41.50	<.0001
SEMANA		11		2,9602	0.07321	32.4	40.44	<.0001
SEMANA		12		3,2983	0.1168	199	28.24	<.0001
TRAT.*SEMANA	0	1		2,9169	0.1637	32.4	17.82	<.0001
TRAT.*SEMANA	0	2		4,4120	0.1637	32.4	26.95	<.0001
TRAT.*SEMANA	0	3		4,2503	0.1637	32.4	25.97	<.0001
TRAT.*SEMANA	0	4		4,2986	0.1637	32.4	26.26	<.0001
TRAT.*SEMANA	0	5		3,9214	0.1637	32.4	23.96	<.0001
TRAT.*SEMANA	0	6		3,6454	0.1637	32.4	22.27	<.0001
TRAT.*SEMANA	0	7		3,4037	0.1637	32.4	20.79	<.0001
TRAT.*SEMANA	0	8		3,5700	0.1637	32.4	21.81	<.0001
TRAT.*SEMANA	0	9		3,3206	0.1637	32.4	20.29	<.0001
TRAT.*SEMANA	0	10		3,2869	0.1637	32.4	20.08	<.0001
TRAT.*SEMANA	0	11		3,2051	0.1637	32.4	19.58	<.0001
TRAT.*SEMANA	0	12		3,5052	0.2611	199	13.42	<.0001
TRAT.*SEMANA	15	1		2,7323	0.1637	32.4	16.69	<.0001
TRAT.*SEMANA	15	2		3,9480	0.1637	32.4	24.12	<.0001
TRAT.*SEMANA	15	3		3,9323	0.1637	32.4	24.02	<.0001
TRAT.*SEMANA	15	4		3,7006	0.1637	32.4	22.61	<.0001
TRAT.*SEMANA	15	5		3,6323	0.1637	32.4	22.19	<.0001
TRAT.*SEMANA	15	6		3,6991	0.1637	32.4	22.60	<.0001

TRAT.*SEMANA	15	7		3,4420	0.1637	32.4	21.03	<.0001
TRAT.*SEMANA	15	8		3,5089	0.1637	32.4	21.44	<.0001
TRAT.*SEMANA	15	9		3,3383	0.1637	32.4	20.39	<.0001
TRAT.*SEMANA	15	10		3,3489	0.1637	32.4	20.46	<.0001
TRAT.*SEMANA	15	11		3,2709	0.1637	32.4	19.98	<.0001
TRAT.*SEMANA	15	12		3,6876	0.2611	199	14.12	<.0001
TRAT.*SEMANA	30	1		2,6577	0.1637	32.4	16.24	<.0001
TRAT.*SEMANA	30	2		4,0017	0.1637	32.4	24.45	<.0001
TRAT.*SEMANA	30	3		3,8086	0.1637	32.4	23.27	<.0001
TRAT.*SEMANA	30	4		3,8686	0.1637	32.4	23.63	<.0001
TRAT.*SEMANA	30	5		3,8983	0.1637	32.4	23.81	<.0001
TRAT.*SEMANA	30	6		3,6523	0.1637	32.4	22.31	<.0001
TRAT.*SEMANA	30	7		3,3263	0.1637	32.4	20.32	<.0001
TRAT.*SEMANA	30	8		3,3197	0.1637	32.4	20.28	<.0001
TRAT.*SEMANA	30	9		2,9949	0.1637	32.4	18.30	<.0001
TRAT.*SEMANA	30	10		3,0346	0.1637	32.4	18.54	<.0001
TRAT.*SEMANA	30	11		3,0283	0.1637	32.4	18.50	<.0001
TRAT.*SEMANA	30	12		3,3881	0.2611	199	12.98	<.0001
TRAT.*SEMANA	45	1		2,8494	0.1637	32.4	17.41	<.0001
TRAT.*SEMANA	45	2		3,8046	0.1637	32.4	23.24	<.0001
TRAT.*SEMANA	45	3		3,6540	0.1637	32.4	22.32	<.0001
TRAT.*SEMANA	45	4		3,6980	0.1637	32.4	22.59	<.0001
TRAT.*SEMANA	45	5		3,7637	0.1637	32.4	22.99	<.0001
TRAT.*SEMANA	45	6		3,4840	0.1637	32.4	21.28	<.0001
TRAT.*SEMANA	45	7		3,3554	0.1637	32.4	20.50	<.0001
TRAT.*SEMANA	45	8		3,3090	0.1643	32.9	20.14	<.0001
TRAT.*SEMANA	45	9		3,1020	0.1637	32.4	18.95	<.0001
TRAT.*SEMANA	45	10		3,0591	0.1637	32.4	18.69	<.0001
TRAT.*SEMANA	45	11		2,9474	0.1637	32.4	18.01	<.0001
TRAT.*SEMANA	45	12		3,2758	0.2612	199	12.54	<.0001
TRAT.*SEMANA	60	1		2,2651	0.1637	32.4	13.84	<.0001
TRAT.*SEMANA	60	2		3,1586	0.1637	32.4	19.30	<.0001
TRAT.*SEMANA	60	3		2,6529	0.1637	32.4	16.21	<.0001
TRAT.*SEMANA	60	4		3,0483	0.1637	32.4	18.62	<.0001
TRAT.*SEMANA	60	5		2,9766	0.1637	32.4	18.18	<.0001
TRAT.*SEMANA	60	6		2,8411	0.1637	32.4	17.36	<.0001
TRAT.*SEMANA	60	7		2,6734	0.1637	32.4	16.33	<.0001
TRAT.*SEMANA	60	8		2,6249	0.1637	32.4	16.04	<.0001
TRAT.*SEMANA	60	9		2,4903	0.1637	32.4	15.21	<.0001

TRAT.*SEMANA	60	10		2,4597	0.1637	32.4	15.03	<.0001
TRAT.*SEMANA	60	11		2,3491	0.1637	32.4	14.35	<.0001
TRAT.*SEMANA	60	12		2,6347	0.2611	199	10.09	<.0001
Día_dentrosem.			1	3,2480	0.06953	26.4	46.71	<.0001
Día_dentrosem.			2	3,2033	0.07047	27.8	45.45	<.0001
Día_dentrosem.			3	3,3124	0.07047	27.8	47.00	<.0001
Día_dentrosem.			4	3,3423	0.07047	27.8	47.43	<.0001
Día_dentrosem.			5	3,3048	0.07047	27.8	46.89	<.0001
Día_dentrosem.			6	3,4025	0.07047	27.8	48.28	<.0001
Día_dentrosem.			7	3,4539	0.07047	27.8	49.01	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	0		1	3,5635	0.1554	26.4	22.93	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	0		2	3,6219	0.1576	27.8	22.98	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	0		3	3,6397	0.1576	27.8	23.10	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	0		4	3,6188	0.1576	27.8	22.96	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	0		5	3,5855	0.1576	27.8	22.75	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	0		6	3,7211	0.1576	27.8	23.61	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	0		7	3,7622	0.1576	27.8	23.87	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	15		1	3,3725	0.1554	26.4	21.70	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	15		2	3,3556	0.1576	27.8	21.29	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	15		3	3,4812	0.1576	27.8	22.09	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	15		4	3,6287	0.1576	27.8	23.03	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	15		5	3,5250	0.1576	27.8	22.37	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	15		6	3,5670	0.1576	27.8	22.64	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	15		7	3,7105	0.1576	27.8	23.55	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	30		1	3,3448	0.1554	26.4	21.52	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	30		2	3,2303	0.1576	27.8	20.50	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	30		3	3,4677	0.1576	27.8	22.01	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	30		4	3,4174	0.1576	27.8	21.69	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	30		5	3,3707	0.1576	27.8	21.39	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	30		6	3,5299	0.1576	27.8	22.40	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	30		7	3,5436	0.1576	27.8	22.49	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	45		1	3,2506	0.1556	26.5	20.88	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	45		2	3,2090	0.1576	27.8	20.36	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	45		3	3,3999	0.1576	27.8	21.58	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	45		4	3,3032	0.1576	27.8	20.96	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	45		5	3,3825	0.1576	27.8	21.46	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	45		6	3,4979	0.1576	27.8	22.20	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	45		7	3,4667	0.1576	27.8	22.00	<.0001
TRAT.*Día_dentrosem.	60		1	2,7085	0.1554	26.4	17.42	<.0001

TRAT.*Día_dentrose	60		2	2,5998	0.1576	27.8	16.50	<.0001
TRAT.*Día_dentrose	60		3	2,5734	0.1576	27.8	16.33	<.0001
TRAT.*Día_dentrose	60		4	2,7436	0.1576	27.8	17.41	<.0001
TRAT.*Día_dentrose	60		5	2,6601	0.1576	27.8	16.88	<.0001
TRAT.*Día_dentrose	60		6	2,6967	0.1576	27.8	17.11	<.0001
TRAT.*Día_dentrose	60		7	2,7865	0.1576	27.8	17.68	<.0001

Anexo 12. Rechazo de ración como % del ofrecido

Effect	Tra	Seman	Día	Estima	Standard	DF	t	Pr> t
	t.	a	dentrose	te	Error		Valu	
			m				e	
TRAT.	0			80,279	0,9915	26.5	8.1	<.0001
TRAT.	15			96,622	0,9915	26.5	9.74	<.0001
TRAT.	30			92,916	0,9915	26.5	9.37	<.0001
TRAT.	45			87,693	0,9916	26.6	8.84	<.0001
TRAT.	60			139,081	0,9915	26.5	14.03	<.0001
SEMANA		1		143,442	0,8819	365	16.27	<.0001
SEMANA		2		26,886	0,8819	365	3.05	0.0025
SEMANA		3		188,962	0,8819	365	21.43	<.0001
SEMANA		4		109,582	0,8819	365	12.43	<.0001
SEMANA		5		106,006	0,8819	365	12.02	<.0001
SEMANA		6		107,567	0,8819	365	12.21	<.0001
SEMANA		7		126,231	0,8819	365	14.31	<.0001
SEMANA		8		99,597	0,8842	368	11.26	<.0001

SEMANA		9	123,527	0,8819	365	14.01	<.0001
SEMANA		10	91,838	0,8819	365	10.41	<.0001
SEMANA		11	89,283	0,8819	365	10.12	<.0001
SEMANA		12	- 21,101		177 5	-0.93	0.3523
TRAT.*SEMANA	0	1	97,771		2 365	4.96	<.0001
TRAT.*SEMANA	0	2	0,3951		2 365	0.2	0.8413
TRAT.*SEMANA	0	3	144,937		2 365	7.35	<.0001
TRAT.*SEMANA	0	4	76,300		2 365	3.87	0.0001
TRAT.*SEMANA	0	5	110,954		2 365	5.63	<.0001
TRAT.*SEMANA	0	6	109,451		2 365	5.55	<.0001
TRAT.*SEMANA	0	7	111,411		2 365	5.65	<.0001
TRAT.*SEMANA	0	8	57,891		2 365	2.94	0.0035
TRAT.*SEMANA	0	9	108,769		2 365	5.52	<.0001
TRAT.*SEMANA	0	10	82,700		2 365	4.19	<.0001
TRAT.*SEMANA	0	11	77,163		2 365	3.91	0.0001
TRAT.*SEMANA	0	12	- 17,947		177 5	-0.35	0.7235
TRAT.*SEMANA	15	1	122,409		2 365	6.21	<.0001
TRAT.*SEMANA	15	2	43,197		2 365	2.19	0.0291
TRAT.*SEMANA	15	3	162,597		2 365	8.25	<.0001

TRAT.*SEMANA	15	4		147,42 6	2	365	7.48	<.000 1
TRAT.*SEMANA	15	5		102,52 9	2	365	5.2	<.000 1
TRAT.*SEMANA	15	6		90,337	2	365	4.58	<.000 1
TRAT.*SEMANA	15	7		128,20 9	2	365	6.5	<.000 1
TRAT.*SEMANA	15	8		126,89 4	2	365	6.44	<.000 1
TRAT.*SEMANA	15	9		120,24 0	2	365	6.1	<.000 1
TRAT.*SEMANA	15	10		76,057	2	365	3.86	0.000 1
TRAT.*SEMANA	15	11		76,554	2	365	3.88	0.000 1
TRAT.*SEMANA	15	12		- 36,981	5	177 5	-0.73	0.466
TRAT.*SEMANA	30	1		127,09 7	2	365	6.45	<.000 1
TRAT.*SEMANA	30	2		12,846	2	365	0.65	0.515 2
TRAT.*SEMANA	30	3		181,72 0	2	365	9.22	<.000 1
TRAT.*SEMANA	30	4		117,90 6	2	365	5.98	<.000 1
TRAT.*SEMANA	30	5		74,249	2	365	3.77	0.000 2
TRAT.*SEMANA	30	6		90,434	2	365	4.59	<.000 1
TRAT.*SEMANA	30	7		126,60 6	2	365	6.42	<.000 1
TRAT.*SEMANA	30	8		99,451	2	365	5.04	<.000 1
TRAT.*SEMANA	30	9		133,28 0	2	365	6.76	<.000 1

TRAT.*SEMANA	30	10		92,783		2	365	4.71	<.000 1
TRAT.*SEMANA	30	11		77,020		2	365	3.91	0.000 1
TRAT.*SEMANA	30	12		- 18,399		5	177 5	-0.36	0.716 8
TRAT.*SEMANA	45	1		111,27 7		2	365	5.64	<.000 1
TRAT.*SEMANA	45	2		37,289		2	365	1.89	0.059 4
TRAT.*SEMANA	45	3		167,89 1		2	365	8.51	<.000 1
TRAT.*SEMANA	45	4		69,534		2	365	3.53	0.000 5
TRAT.*SEMANA	45	5		98,814		2	365	5.01	<.000 1
TRAT.*SEMANA	45	6		118,22 9		2	365	6	<.000 1
TRAT.*SEMANA	45	7		115,23 4		2	365	5.84	<.000 1
TRAT.*SEMANA	45	8		85,967		2	381	4.3	<.000 1
TRAT.*SEMANA	45	9		109,81 7		2	365	5.57	<.000 1
TRAT.*SEMANA	45	10		86,340		2	365	4.38	<.000 1
TRAT.*SEMANA	45	11		84,826		2	365	4.3	<.000 1
TRAT.*SEMANA	45	12		- 32,897		5	177 5	-0.65	0.516 9
TRAT.*SEMANA	60	1		258,65 7		2	365	13.1 2	<.000 1
TRAT.*SEMANA	60	2		37,149		2	365	1.88	0.060 4
TRAT.*SEMANA	60	3		287,66 3		2	365	14.5 9	<.000 1

TRAT.*SEMANA	60	4		136,74 6		2	365	6.93	<.000 1
TRAT.*SEMANA	60	5		143,48 6		2	365	7.28	<.000 1
TRAT.*SEMANA.	60	6		129,38 6		2	365	6.56	<.000 1
TRAT.*SEMANA	60	7		149,69 4		2	365	7.59	<.000 1
TRAT.*SEMANA	60	8		127,78 0		2	365	6.48	<.000 1
TRAT.*SEMANA	60	9		145,52 9		2	365	7.38	<.000 1
TRAT.*SEMANA	60	10		121,31 1		2	365	6.15	<.000 1
TRAT.*SEMANA	60	11		130,85 4		2	365	6.64	<.000 1
TRAT.*SEMANA	60	12		0,0718		5	177 5	0.01	0.988 7
Día_dentrosem.			1	120,42 0	0,7079		166	17.0 1	<.000 1
Día_dentrosem.			2	129,28 5	0,7553		211	17.1 2	<.000 1
Día_dentrosem.			3	100,66 5	0,7553		211	13.3 3	<.000 1
Día_dentrosem.			4	87,061	0,7553		211	11.5 3	<.000 1
Día_dentrosem			5	100,01 6	0,7553		211	13.2 4	<.000 1
Día_dentrosem.			6	80,130	0,7553		211	10.6 1	<.000 1
Día_dentrosem.			7	77,652	0,7553		211	10.2 8	<.000 1
TRAT.*Día_dentrosem	0		1	98,227		2	165	6.21	<.000 1
TRAT.*Día_dentrosem.	0		2	80,539		2	211	4.77	<.000 1
TRAT.*Día_dentrosem.	0		3	80,243		2	211	4.75	<.000 1

TRAT.*Día_dentros em.	0		4	84,278		2	211	4.99	<.000 1
TRAT.*Día_dentros em.	0		5	92,030		2	211	5.45	<.000 1
TRAT.*Día_dentros em.	0		6	63,419		2	211	3.75	0.000 2
TRAT.*Día_dentros em.	0		7	63,219		2	211	3.74	0.000 2
TRAT.*Día_dentros em.	15		1	133,60 3		2	165	8.45	<.000 1
TRAT.*Día_dentros em.	15		2	140,29 6		2	211	8.31	<.000 1
TRAT.*Día_dentros em.	15		3	102,43 6		2	211	6.06	<.000 1
TRAT.*Día_dentros em.	15		4	64,085		2	211	3.79	0.000 2
TRAT.*Día_dentros em.	15		5	90,016		2	211	5.33	<.000 1
TRAT.*Día_dentros em.	15		6	86,878		2	211	5.14	<.000 1
TRAT.*Día_dentros em.	15		7	59,042		2	211	3.5	0.000 6
TRAT.*Día_dentros em.	30		1	111,31 5		2	165	7.04	<.000 1
TRAT.*Día_dentros em.	30		2	134,14 2		2	211	7.94	<.000 1
TRAT.*Día_dentros em.	30		3	75,842		2	211	4.49	<.000 1
TRAT.*Día_dentros em.	30		4	83,033		2	211	4.92	<.000 1
TRAT.*Día_dentros em.	30		5	104,42 8		2	211	6.18	<.000 1
TRAT.*Día_dentros em.	30		6	67,600		2	211	4	<.000 1
TRAT.*Día_dentros em.	30		7	74,051		2	211	4.38	<.000 1

TRAT.*Día_dentros em.	45		1	120,590	2	169	7.58	<.0001
TRAT.*Día_dentros em.	45		2	126,626	2	211	7.5	<.0001
TRAT.*Día_dentros em.	45		3	74,450	2	211	4.41	<.0001
TRAT.*Día_dentros em.	45		4	96,486	2	211	5.71	<.0001
TRAT.*Día_dentros em.	45		5	72,103	2	211	4.27	<.0001
TRAT.*Día_dentros em.	45		6	48,854	2	211	2.89	0.0042
TRAT.*Día_dentros em.	45		7	74,745	2	211	4.43	<.0001
TRAT.*Día_dentros em.	60		1	138,363	2	165	8.75	<.0001
TRAT.*Día_dentros em.	60		2	164,820	2	211	9.76	<.0001
TRAT.*Día_dentros em.	60		3	170,356	2	211	10.09	<.0001
TRAT.*Día_dentros em.	60		4	107,423	2	211	6.36	<.0001
TRAT.*Día_dentros em.	60		5	141,502	2	211	8.38	<.0001
TRAT.*Día_dentros em.	60		6	133,900	2	211	7.93	<.0001
TRAT.*Día_dentros em.	60		7	117,203	2	211	6.94	<.0001

Anexo 13. Comportamiento animal

Actividad de consumo

Effect	Num. DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT.	4	20	2.18	0.1076
Día_dentrosem.	1	20	1.12	0.3029
TRAT.*Día_dentrosem.	4	20	5.20	0.0049

TRAT.	Estimate	Standard Error	Letter Group
60	0.3124	0.5199	A
45	0.3057	0.5202	A
15	0.2977	0.5202	A
30	0.2711	0.5209	A
0	0.2538	0.5212	A

Actividad de rumia

Effect	Num. DF	Den. DF	F Value	Pr > F
TRAT.	4	20	0.26	0.8988
Día_dentrosem	1	20	0.12	0.7360
TRAT.*Día_dentrosem	4	20	0.31	0.8675

TRAT.	Estimate	Standard Error	Letter Group
30	0.1122	0.5450	A
15	0.09694	0.5481	A
45	0.09583	0.5481	A
0	0.09373	0.5486	A
60	0.08939	0.5497	A

Actividad de descanso

Effect	Num. DF	Den. DF	F Value	Pr > F
TRAT.	4	20	1.12	0.3738
Día_dentrosem	1	20	1.63	0.2168
TRAT.*Día_dentrosem	4	20	4.13	0.0134

TRAT.	Estimate	Standard Error	LetterGroup
0	0.6379	0.5255	A
15	0.5875	0.5249	A
30	0.5834	0.5249	A
45	0.5801	0.5250	A
60	0.5750	0.5248	A

Actividad consumo de agua

Effect	Num. DF	Den. DF	F Value	Pr > F
TRAT.	4	20	0.62	0.6534
Día_dentrosem.	1	20	0.68	0.4180
TRAT.*Día_dentrosem.	4	20	2.13	0.1146

TRAT.	Estimate	Standard Error	Letter Group
30	0.02774	0.5854	A
60	0.02282	0.5898	A
45	0.01667	0.6043	A
15	0.01447	0.6173	A
0	0.01319	0.6207	A

Anexo 14. Corrales

