

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

SUPLEMENTACIÓN PROTEICA EN LA RECRÍA DE CORDERAS SOBRE
CAMPO NATURAL

por

María Milagros BARBOSA MATTOS
Gretel Dayana MACHADO RIVERO

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2013

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Lucía Piaggio

Ing. Agr. María de Jesús Marichal

Ing. Agr. Ricardo Rodríguez

Fecha: 19 de diciembre de 2013

Autor:

María Milagros Barbosa Mattos

Gretel Dayana Machado Rivero

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecemos a nuestra familia y amigos por su apoyo incondicional durante toda la carrera.

A Lucía Piaggio por ser nuestra guía en este trabajo y estar siempre dispuesta a ayudarnos cuando la necesitamos.

A “lili” por toda su ayuda durante el trabajo de campo.

A Haroldo, Pedro, Ramón, Alexis, Medina, Filipo y todo el personal del CIEDAG por su apoyo en nuestras tareas diarias.

A María de Jesús Marichal por su aporte en este trabajo.

Al personal del Laboratorio de Nutrición Animal y Evaluación de Alimentos de la Facultad, por su colaboración en el in-situ y los análisis realizados.

A “Coco” Bentancur por su ayuda en el análisis estadístico.

A todos muchas gracias!

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1. IMPORTANCIA DE LA ALIMENTACIÓN DURANTE LA RECRÍA.....	2
2.2. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO NATURAL.....	4
2.2.1. <u>Valor nutritivo del campo natural</u>	4
2.2.2. <u>Caracterización del campo natural sobre Basamento Cristalino</u> ...	6
2.2.3. <u>Caracterización del campo natural del Centro de Investigación y Experimentación “Dr. Alejandro Gallinal” (CIEDAG)</u>	6
2.3. CONSUMO ANIMAL EN PASTOREO.....	9
2.3.1. <u>Selectividad</u>	10
2.4. NECESIDADES NUTRICIONALES PARA EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE CORDEROS.....	12
2.5. ALTERNATIVAS ALIMENTICIAS PARA LA RECRÍA ESTIVAL.....	15
2.5.1. <u>Suplementación proteica</u>	15
2.6. SUPLEMENTOS PROTEICOS.....	21
2.7. DIGESTIÓN Y METABOLISMO DE LA PROTEÍNA.....	27
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	31
3.1. LOCALIZACIÓN, PERÍODO EXPERIMENTAL Y SUELOS.....	31
3.2. INFORMACIÓN CLIMÁTICA.....	31
3.3. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	32
3.4. ANIMALES EXPERIMENTALES.....	33
3.5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	33
3.5.1. <u>Manejo sanitario</u>	33
3.5.2. <u>Carga animal y manejo del pastoreo</u>	34

3.5.3. <u>Implementación de la suplementación</u>	34
3.5.3.1. <u>Acostumbramiento</u>	34
3.5.3.2. <u>Tipo de comedero</u>	35
3.5.3.3. <u>Frecuencia de suplementación</u>	35
3.6. DETERMINACIONES EN LOS ANIMALES.....	35
3.7. DETERMINACIONES EN LAS PASTURAS.....	36
3.7.1. <u>Masa de forraje y composición morfológica (kg MS/ha)</u>	36
3.7.2. <u>Tasa de crecimiento</u>	36
3.7.3. <u>Procesamiento de muestras</u>	36
3.7.4. <u>Análisis químicos en alimentos y pasturas</u>	37
3.8. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE LA CINÉTICA DE DEGRADACIÓN.....	37
3.8.1. <u>Preparación de las muestras</u>	38
3.8.2. <u>Incubación y extracción de las muestras</u>	38
3.8.3. <u>Degradabilidad de la materia seca y del nitrógeno de cada Alimento</u>	39
3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	39
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	42
4.1. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO NATURAL.....	42
4.1.1. <u>Disponibilidad, remanente y composición de la materia seca ofrecida</u>	42
4.1.2. <u>Composición química</u>	45
4.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUPLEMENTOS PROTEICOS UTILIZADOS.....	46
4.3. RESPUESTA ANIMAL.....	47
4.3.1. <u>Evolución y ganancia de peso vivo</u>	47
4.3.2. <u>Eficiencia de conversión</u>	50
4.3.3. <u>Evolución de la condición corporal</u>	51
4.3.4. <u>Determinación de la digestibilidad de la materia orgánica</u>	51
4.4. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE LA CINÉTICA DE DEGRADACIÓN.....	52
5. <u>CONCLUSIONES</u>	56
6. <u>RESUMEN</u>	57

7. <u>SUMMARY</u>	59
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	60
9. <u>ANEXOS</u>	69

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Requerimientos de energía, proteína, Ca y P para corderos en crecimiento de 4 meses de edad, considerando que el 20% de la proteína es no degradable en rumen.....	14
2. Ganancia media diaria (g/c/d) de corderos sobre campo natural (10 corderos/ha) con diferentes suplementos proteicos.....	18
3. Ganancia media diaria (g/c/d) de corderos sobre campo natural (10 corderos/ha) con pastoreo controlado sobre pasturas ricas en proteína.....	19
4. Composición química del grano de arvejas.....	22
5. Composición química de la Harina de soja.....	24
6. Precipitación (mm) del período octubre 2011- abril 2012, y media de la serie histórica 1986-2004.....	32
7. Temperatura (°C) máxima, mínima y media del período octubre 2011-abril 2012, y media de la serie histórica 1986-2004.....	32
8. Campo natural: disponible y remanente.....	42
9. Crecimiento diario del campo natural.....	43
10. Campo natural: disponible y remanente según tratamiento (kgMS/ha).....	44
11. Asignación de forraje (AF) y Forraje desaparecido, expresados en kg de MS cada 100 kg de PV según tratamiento.....	45
12. Composición química del campo natural (resultados expresados en BS).....	45

13. Porcentaje de materia seca y proteína cruda (expresada en base seca) de los suplementos.....	47
14. Peso vivo (kg) inicial y final según tratamiento, y promedio.....	48
15. Ganancia diaria media (g/c/d) según tratamiento.....	49
16. Ganancia relativa $[(PV_{final}-PV_{inicial})/PV_{inicial} \times 100]$ expresada en porcentaje, según tratamiento.....	50
17. Condición corporal inicial, final y variación según tratamiento.....	51
18. Digestibilidad de la materia orgánica (expresada en porcentaje) según tratamiento.....	52
19. Parámetros de la degradabilidad ruminal (valores a , b y kd) y degradabilidad efectiva (considerando dos tasas de pasaje; 0.06 y 0.08) de la materia seca (MS) según alimentos.....	53
20. Parámetros de la degradabilidad ruminal (valores a , b y kd) y degradabilidad efectiva (considerando dos tasas de pasaje; 0.06 y 0.08) de la proteína cruda (PC) según alimentos.....	55

Figura No.

1. Producción diaria de materia seca del campo natural, expresada mensualmente.....	7
2. Digestibilidad de la materia orgánica en la materia seca producida (%DMOMS), expresada mensualmente.....	8
3. Contenido de proteína cruda (%PC) expresado mensualmente.....	9
4. Digestión y metabolismo de los compuestos nitrogenados en el rumen.....	29

5. Evolución del peso vivo (kg) para cada tratamiento, en función de los días.....	48
6. Evolución de la carga parasitaria (HPG) para cada tratamiento, en función de los días.....	49
7. Degradabilidad <i>in situ</i> de la MS % según los diferentes Alimentos.....	53
8. Degradabilidad <i>in situ</i> de la PC % según los diferentes Alimentos.....	55

1. INTRODUCCIÓN

El sistema de producción ovina de nuestro país se caracteriza por utilizar como principal base forrajera las pasturas naturales. Bajo estas condiciones la recría de las corderas destetadas durante el periodo estival se caracteriza por no alcanzar un desarrollo y crecimiento adecuado para lograr encarnerar a los dos dientes. Esto se debe a que la pastura en dicha estación presenta baja calidad tanto en proteína como energía, ya que en el tapiz vegetal predominan las especies estivales, las cuales en esta estación del año se encuentran en estado reproductivo. Esto determina bajas ganancias de peso por no cubrirse los altos requerimientos de esta categoría, principalmente en proteína.

En la medida que se atrasa la edad a la primera encarnerada se va a estar afectando la productividad de todo el sistema de producción, ya que eso implicaría mantener una categoría improductiva, en lugar de estar esos vientres produciendo corderos. Por el contrario, si se realiza la encarnerada temprano en la vida del vientre, se logrará un mayor número de corderos producidos en su vida productiva, mayor extracción de carne y lana, mejora el progreso genético y la eficiencia de uso de los recursos en el sistema.

Existen varias alternativas que permiten complementar al campo natural y levantar las restricciones ya mencionadas. Una de ellas es la suplementación con alimentos proteicos sobre campo natural.

El presente trabajo tiene por objetivo evaluar la ganancia diaria de corderas destetadas en verano sobre campo natural suplementadas con diferentes fuentes proteicas.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 IMPORTANCIA DE LA ALIMENTACIÓN DURANTE LA RECRÍA

El desempeño reproductivo de las borregas de dos dientes es pobre, siendo la mortalidad neonatal y la baja prolificidad las principales responsables, causadas principalmente por los bajos pesos corporales en la encarnerada, la deficiente nutrición durante la gestación y las condiciones climáticas durante el tiempo de pariciones (Azzarini, 1991).

Para lograr una adecuada recría, las ganancias para este período deberían encontrarse entre 50 y 120 g/c/d; por encima de este último valor se consideran como ganancias para engorde (Piaggio 2011b, Pastorín 2011).

Azzarini (1991), afirma que el deterioro en la capacidad productiva por efecto de pobres niveles de crianza puede manifestarse además en deterioros permanentes en la producción de lana y en los niveles de reproducción. Y que aún luego de restaurar los niveles normales de nutrición, el peso vivo adulto de los ovinos puede verse deprimido en forma temporal o permanente luego de una nutrición deficitaria a temprana edad. El grado en que esto ocurra es variable, y va a depender de cómo sea la naturaleza, intensidad y duración de la deficiencia.

El desarrollo de los folículos pilosos comienza en la vida fetal y finaliza en los primeros meses de vida. Al año de edad normalmente todos los folículos están maduros pero su eficiencia de producción dependerá de los niveles de alimentación recibidos, tanto en pre como en post-destete (Fernández Abella, 2011). En un trabajo realizado por Rodríguez (1990) en el Centro de Investigación y Experimentación "Dr. Alejandro Gallinal" (CIEDAG), se encontró que los efectos de ambos períodos fueron aditivos, siendo el período de post-destete el de mayor efecto.

Bajos niveles nutricionales en etapas tempranas de la vida del futuro vientre, pueden afectar de manera permanente su capacidad reproductiva (La cría..., 1984). Durante las primeras semanas de vida de las corderas, la actividad ovárica es muy importante; los folículos crecen sin alcanzar la ovulación. Por lo cual una buena alimentación durante esta etapa posibilita que la cordera exprese su potencial genético; manifestándose en las razas o animales más prolíficos gestaciones múltiples cuando adultas (Fernández

Abella, 2011). El mismo autor señala que el desarrollo y maduración del útero ocurre en etapas posteriores y se prolonga hasta la pubertad. El inicio de esta última de forma temprana, favorece la maduración y mejora la fertilidad de por vida de las hembras, logrando una buena eficiencia uterina, es decir mayor capacidad de retención de embriones.

En una revisión realizada por Dyrmondson (1981), se señala a la edad y peso vivo, entre algunos de los factores que tienen incidencia en la manifestación de la pubertad de la hembra ovina, existiendo una importante variación entre y dentro de razas, influyendo además los factores ambientales locales.

Azzarini (1991), trabajando con hembras Corriedale en la zona basáltica del Departamento de Tacuarembó durante los años 1982, 1983 y 1984, evaluó el efecto de dos tratamientos de alimentación en la recria, uno basado en campo natural y otro en praderas convencionales, sobre el desempeño productivo posterior. Entre los resultados encontrados, se indicó una clara asociación entre el peso vivo de las borregas y su entrada en la pubertad ($r^2=0.89$), así como también entre el peso vivo y la cantidad de celos manifestados en el período de evaluación ($r^2=0.99$). Los tratamientos y el efecto año fueron altamente significativos. Datos extranjeros, señalan que por cada kilo de aumento del peso vivo de los reemplazos, se puede incrementar en un 2 % el porcentaje de parición (La cría..., 1984).

Azzarini (1991), haciendo referencia a otros trabajos, señala que existen evidencias de que la reproducción de borregas diente de leche (8 a 11 meses) no origina efectos perjudiciales en la performance reproductiva posterior, por el contrario, las que parieron y criaron un cordero tuvieron en el transcurso de su vida útil un desempeño superior.

En el Uruguay, el 37 % de las explotaciones encarnera todas sus borregas con 2 dientes o menos, siendo este valor de 34 y 47% para las explotaciones con majadas de menos de 500 y más de 3000 ovejas respectivamente, por lo tanto este indicador de eficiencia de la cría, es mayor en la medida que aumenta el tamaño de la majada (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2003).

En cuanto al porcentaje de productores que encarnaran una parte (“algunas”) de las borregas de dos dientes o menos, son el 25% del total y dicen encarnar cerca de la mitad de las borregas de la edad indicada (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2003).

Esto es consecuencia de que al ser el campo natural la principal base alimenticia, no todas las borregas alcanzan el desarrollo adecuado a los dos dientes como para ser encarnadas. Según Piaggio (2011b), el peso vivo al primer servicio para obtener buenos resultados reproductivos debe ser entre 70-80% del peso vivo maduro, superando los 40 kg para la mayoría de los biotipos utilizados en nuestro país, de 55 kg de peso adulto estándar.

Esto va afectar a la productividad de todo el sistema de producción a través de una reducción en: el número de corderos producidos en la vida productiva del vientre, la extracción de carne y lana, el avance genético de la majada y la eficiencia del uso de los recursos del establecimiento (Montossi et al., 1997).

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO NATURAL

El campo natural es un *“tipo de cobertura vegetal formada de gramíneas, con plantas herbáceas o subarborescentes, los árboles son raros”* (Berretta y do Nascimento, 1991). Según Berretta (1996), esta cubierta es variable en composición florística y densidad, según el material geológico que da lugar a suelos de diferente textura, fertilidad y profundidad. El mismo autor menciona que el clima y las elevaciones del Uruguay no serían un factor de diferenciación de tipos de campos, aunque algunas especies subtropicales o templadas prosperan mejor en el norte o sur respectivamente.

La mayor parte de la producción pecuaria del Uruguay se desarrolla sobre pasturas naturales (Berretta, 1996), las cuales ocupan el 71% del total de la superficie explotada (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2000).

2.2.1 Valor nutritivo del campo natural

El valor nutritivo es función del consumo de nutrientes y de la eficiencia de conversión de los nutrientes ingeridos, en producto animal (Hodgson, 1990). El mismo autor define el consumo de nutrientes como el producto de la cantidad de forraje consumido y la concentración de nutrientes en ese forraje. La

eficiencia de conversión de nutrientes en producto animal comprende las eficiencias en los procesos digestivos y metabólicos.

Con respecto al contenido de proteína cruda (PC), Invernizzi y Silveira (1992), evaluando la calidad de distintas especies nativas, encontraron que este nutriente presenta los mínimos valores durante el verano, cuando todas las especies han florecido y se encuentran en diferentes grados de madurez (floración, frutos caídos o cañas secas), mientras que los valores más altos se registraron en los meses más fríos del año, en invierno, cuando se encuentran en estado vegetativo. En concordancia con lo anterior, Carbajal et al. (1987) en un trabajo de investigación similar, señalan que el mínimo contenido de PC en el período estival coincide con un aumento en el porcentaje de materia seca de las plantas, lo que lleva a una disminución en la calidad de la pastura.

Según Mieres et al. (2004) los valores promedio de digestibilidad de la materia orgánica registran el máximo en los meses de invierno (56.01%), seguido por primavera (55.91%), otoño (55.05%) y verano (54.73%). Los mismos autores señalan, que en lo que refiere a la energía metabolizable, el contenido promedio en campo natural expresado en Mcal/kg MS, es de 2.04 en verano, 2.08 en otoño, 2.09 en invierno y 2.10 en primavera.

Se debe tener en cuenta, que los ovinos en pastoreo, tienen la capacidad de seleccionar una dieta, que difiere del forraje disponible. Aún en pasturas mono específicas de alta calidad los ovinos pueden seleccionar partes de la planta (Forbes y Mayes, 2002). Los mismos autores señalan que en condiciones extensivas, donde puede haber una heterogeneidad considerable en el alimento disponible, en cuanto a especies, calidad y distribución espacial, los animales probablemente seleccionen una dieta de mayor calidad respecto al promedio general de la vegetación presente en esa área.

Poppi et al. (1987), señalan que la digestibilidad del forraje disminuye en la medida que el contenido de material muerto se incrementa, pero como los animales seleccionan dietas conteniendo mayor proporción de hojas verdes y menos material muerto, la digestibilidad del material consumido es superior respecto a la del forraje ofrecido. La digestibilidad de la materia orgánica de la dieta puede mantenerse relativamente constante en pasturas conteniendo hasta un 70 % de material muerto.

2.2.2 Caracterización del campo natural sobre basamento Cristalino

El área correspondiente a Basamento Cristalino al centro del país ocupa unos 2.5 millones de hectáreas de suelos formados directo sobre el Cristalino más o menos alterado, o a partir de sedimentos cuaternarios (Lodolitas) depositados sobre el Basamento (Risso et al., 2001).

La Unidad San Gabriel-Guaycurú, es la más importante de la Región, ocupando 1.140.000 ha de suelos superficiales y medios, Litosoles y Brunosoles de entre 10 y 40 cm de profundidad, colores pardos-rojizos, texturas francas, ácidos, contenido medio de materia orgánica, pendientes entre 5 y 9% y riesgos de erosión medios a altos (Risso et al., 2001). Risso y Morón (1990), señalan (para el promedio de 5 años de evaluación en el CIEDAG), que el rendimiento de forraje del campo natural de suelos típicos sobre Cristalino es bajo a medio (3.1 tt MS/ha/año), con una importante variación anual (CV 29.8%) y entre estaciones, con un mínimo en el invierno.

Las gramíneas invernales son escasas, poco competitivas y más apetecidas, reduciendo sensiblemente su frecuencia en la primavera-verano, frente a aquellas de ciclo estival, que son las netamente dominantes (Risso et al., 2001). Rosengurtt, citado por Risso et al. (2001) menciona que en ciertas condiciones de manejo y situaciones, pueden cobrar relevancia los componentes cespitosos del tapiz (pastos duros, p.e. *Stipa* sp., *Piptochaetium* sp., etc), los cuales presentan menor apetecibilidad y son difíciles de manejar. Pueden ser también importantes, las malezas enanas (no gramíneas), las que incrementan su frecuencia en situaciones de degradación de la vegetación (Risso et al., 2001), como las que se dan por sobrepastoreo.

2.2.3 Caracterización del campo natural del Centro de Investigación y Experimentación “Dr. Alejandro Gallinal” (CIEDAG)

El CIEDAG se encuentra en suelos desarrollados sobre Basamento Cristalino, de fertilidad media a baja y con un mínimo contenido de fósforo.

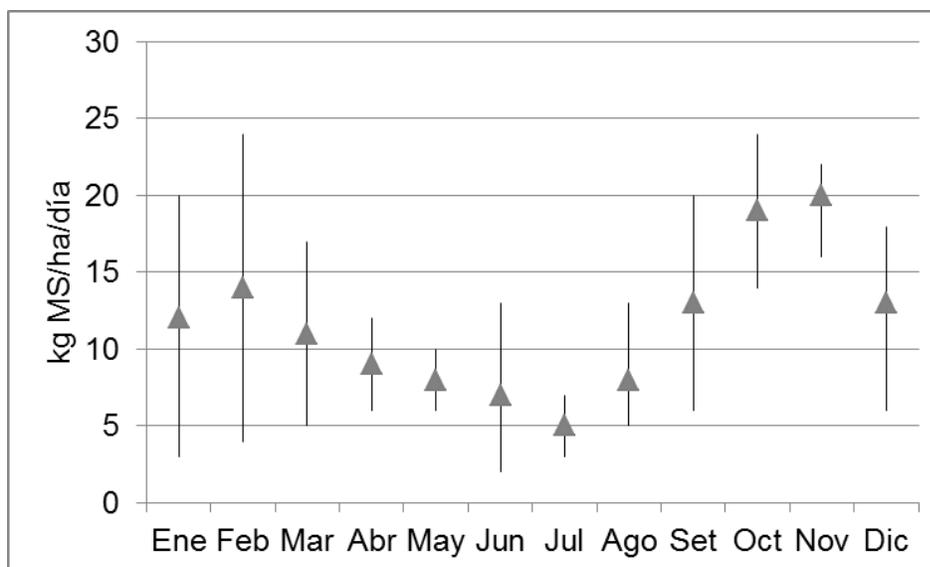
En los suelos de fertilidad media (3% materia orgánica), la vegetación dominante está compuesta por gramíneas estivales como *Andropogon ternatus*, *Bothriochloa laguroides*, *Paspalum plicatulum*, *Coelorachis selloana*, *Panicum milioides*, *Axonopus affinis*, *Eragrostis neesii*, *Paspalum notatum* y *Sporobolus platensis*, mientras que las gramíneas invernales son escasas (Formoso, 2005).

Formoso (2005), determinó la producción primaria neta aérea (PPNA) en el CIEDAG, cuyo promedio anual fue de 4218 kg MS/ha/año (1984-2001), con un máximo y un mínimo de 6061 y 2314 kg MS/ha/año respectivamente. En cuanto a la variabilidad de la producción, la mayor ocurre en los meses de verano e invierno; siendo de gran importancia en el período estival por el alto potencial productivo en esta estación, ya que en primavera y verano se concentra entre el 65 y 70% de la PPNA anual.

La digestibilidad de la materia orgánica (DMO) promedio de la PPNA es de 60.4% y el contenido de proteína cruda de 9.3% (Formoso, 2005).

A continuación, se presentan tres gráficos, mostrando los valores máximos, mínimos y promedios de la tasa de crecimiento diario, la digestibilidad de la materia orgánica en la materia seca y el contenido de proteína cruda del campo natural, elaborados en base a registros de relevamientos en el CIEDAG.

Figura 1. Producción diaria de materia seca del campo natural, expresada mensualmente.

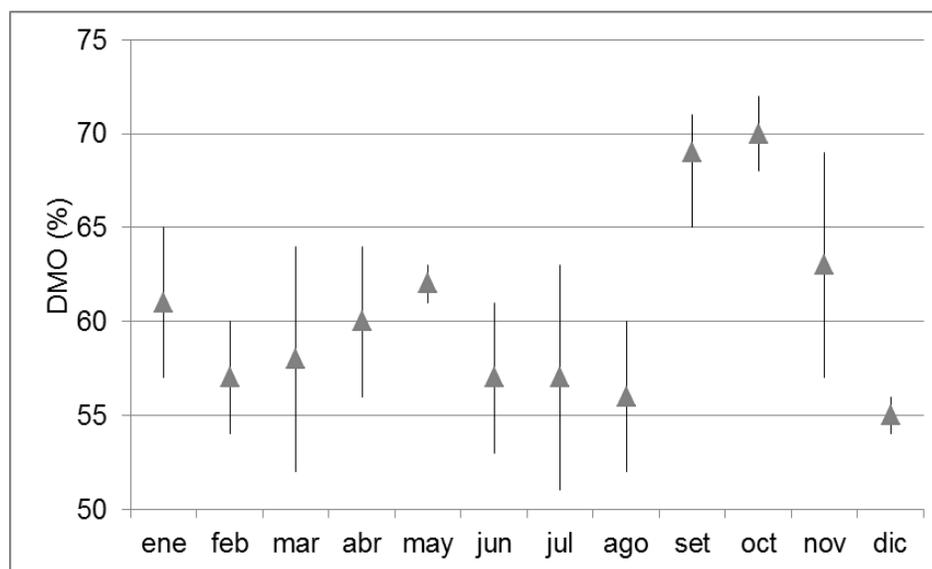


Fuente: adaptado de Formoso et al. (2001).

Las mayores tasas de crecimiento se registran en los meses de primavera y verano, con valores promedio de 17.3 y 13 kg MS/ha/día respectivamente. Esto está explicado básicamente por el rebrote y crecimiento

de las especies estivales que son las que predominan en el tapiz. Y como fuera anteriormente mencionado, la mayor variabilidad también ocurre en los meses estivales.

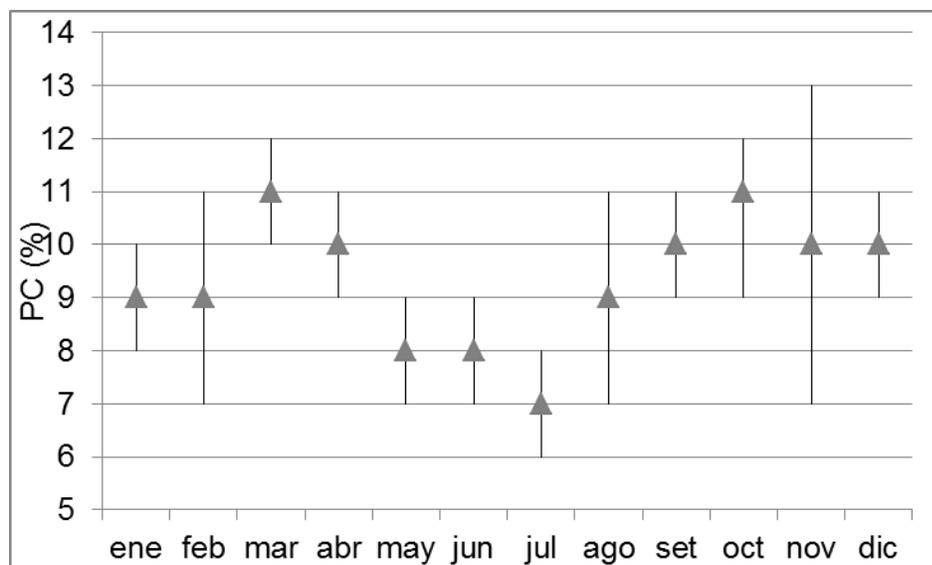
Figura 2. Digestibilidad de la materia orgánica en la materia seca producida (%DMO), expresada mensualmente.



Fuente: adaptado de Formoso et al. (2001).

Los bajos valores en el verano, en promedio 57.6% DMO, están asociados a la acumulación de forraje seco y encañado, determinando una menor calidad de la pastura.

Figura 3. Contenido de proteína cruda (%PC) expresado mensualmente.



Fuente: adaptado de Formoso et al. (2001).

En el gráfico se observa el bajo tenor proteico que presentan las pasturas en el verano, en promedio 9.3% PC. Como expresan Norbis y Piaggio (2005), esta es la principal limitante nutricional que enfrentan los corderos durante el primer verano cuando son destetados sobre campo natural, dado los altos requerimientos de esta categoría.

2.3 CONSUMO ANIMAL EN PASTOREO

El desempeño animal será efecto directo de la cantidad y calidad del forraje consumido, pero variando de acuerdo a la habilidad que tenga el animal para digerir y transformar la materia seca en nutrientes asimilables (Montossi et al., 1996).

De acuerdo a la revisión realizada por Montossi et al. (1996), en la actividad de los rumiantes en las pasturas, se alternan períodos de pastoreo, rumia y descanso. El consumo se inicia al amanecer y tiende a finalizar al anochecer, dependiendo de una serie de factores que pueden modificar esta conducta, como las condiciones climáticas. El comportamiento y consumo del animal en pastoreo, están fuertemente influenciados por la cantidad, distribución y calidad del forraje al que acceden.

Poppi et al. (1987), señalan que la relación entre el consumo animal en pastoreo y el nivel de disponibilidad de forraje, puede ser definido como una curva asintótica. Según los mismos autores, hay dos secciones muy diferentes de la curva, la primera es ascendente, estando el consumo afectado por factores no nutricionales; la segunda fase de la curva es asintótica, siendo los factores nutricionales los que están afectando el consumo. Los primeros están relacionados a la habilidad del animal para cosechar el forraje, estando influenciado por la estructura de la pastura, el comportamiento animal en pastoreo (tasa de bocado, tiempo de pastoreo y tamaño de bocado) y la selección. En cambio los segundos, incluyen la digestibilidad de la pastura, el tiempo de retención en el rumen y concentración de productos metabolizables.

La capacidad de consumo de los rumiantes varía dependiendo de una serie de factores (Weston, 1981). Weston (1981) menciona entre los factores asociados al animal, el potencial genético de los mismos y su estado fisiológico, los cuales pueden provocar un aumento o reducción del consumo. El mismo autor señala en relación al clima, que la temperatura, radiación solar y humedad relativa elevadas, están asociadas con disminuciones en el consumo, mientras que condiciones de frío, incrementan el consumo, siempre que no ocurra estrés por frío intenso.

Los animales en pastoreo tienen preferencias por ciertos tipos de vegetación, por lo cual dentro de un potrero las comunidades vegetales tienen distinta utilización. Además, los animales, frecuentan más aquellos pastos que por su mayor calidad pueden cubrir sus necesidades alimenticias (McNaughton, citado por Montossi et al., 1996).

En condiciones de pastoreo sobre campo natural, donde existe una gran heterogeneidad vegetal, el proceso de selección por parte de los rumiantes, es muy importante, afectando fuertemente el nivel de consumo y la calidad de lo consumido, y por lo tanto la performance animal.

2.3.1 Selectividad

La selectividad es una actividad compleja y dinámica, y en ella interaccionan tres variables: los animales, las plantas y el ambiente (Montossi et al., 2000). Puede ser definida como *“un proceso dinámico, multifactorial, que integra los requerimientos animales y sus capacidades metabólicas, con un vasto conjunto de plantas con diferentes configuraciones químicas y espaciales*

que determinan distintos valores absolutos y relativos de los diferentes componentes de la dieta” (Robbins, citado por Montossi et al., 2000).

En una extensa revisión realizada por Montossi et al. (2000) en relación a este tema, se señala que la experiencia de los animales a temprana edad y la presencia materna, son importantes factores que afectan el desarrollo de la selección alimenticia. Los rumiantes jóvenes tienen la capacidad de aprender cuál alimento ingerir o rechazar mediante las interacciones con sus madres, con otros animales de la majada, y a través de retroalimentaciones post-ingestivas de nutrientes y toxinas. Esto determinará diferencias en las preferencias de pastoreo, consumo de forraje y ganancia de peso vivo.

Los animales pequeños tienen mayores costos metabólicos por unidad de volumen del rumen que los animales más grandes y como consecuencia de esto tienen que seleccionar forrajes con alta tasa de fermentación, rápida producción de energía y alta velocidad de pasaje a través del rumen (Demment y Van Soest, citados por Montossi et al., 2000).

El tamaño del aparato bucal del rumiante juega un rol muy importante en el proceso de selección de la dieta, lo cual resulta en una mayor capacidad del ovino respecto al vacuno de seleccionar distintas especies y partes de la planta, permitiéndole obtener dietas de mayor calidad (Montossi et al., 1998).

La selectividad animal influye sobre la digestibilidad de la dieta ingerida en comparación con el forraje ofrecido, y afecta al consumo a través del tamaño del bocado. La selectividad es un proceso de dos fases que involucra la selección del sitio de pastoreo, seguido por la selección del bocado (Poppi et al., 1987).

Durante el período estival, el consumo de los ovinos se ve reducido como consecuencia de la selección que éstos practican sobre los componentes verdes de la pastura (L' Huillier et al., citados por Montossi et al., 2000). Esto también ocurre en nuestras condiciones de pastoreo en la misma estación.

2.4 NECESIDADES NUTRICIONALES PARA EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE CORDEROS

La crianza de los reemplazos comienza al pie de sus madres. En esta etapa, el potencial de crecimiento del animal joven es muy grande, reflejado esto en las altas tasas de ganancia de peso, siempre que el nivel de alimentación de sus madres permita una alta producción láctea, lo que habitualmente no sucede en la mayoría de las condiciones (La cría..., 1984).

Mazzitelli (1983), Gaggero y Rodríguez (1983), mencionan que luego del nacimiento, el cordero es exclusivamente dependiente de la leche materna, por lo cual la época de parición es determinante en el potencial de producción de leche de sus madres, dada su incidencia en la disponibilidad de forraje. La etapa de amamantamiento es transitoria en la vida del rumiante, pasando a depender cada vez menos del alimento que le provee su madre para aumentar cada vez más la ingesta de forraje y transformarse en un animal poligástrico. Ya en la tercera y cuarta semana postparto, la producción de leche declina y el cordero comienza a pastorear. A las ocho semanas alcanza un desarrollo ruminal tal que le permite ser destetado, con muy pocos inconvenientes en la tasa de crecimiento, siempre y cuando reciba forraje de buena calidad dada su limitada capacidad de consumo. Cuando el forraje es limitado en cantidad y calidad, la ganancia se ve deprimida dado el bajo nivel de consumo que determina la pastura. En caso de permanecer al pie de sus madres, se establece una relación de competencia por el forraje disponible; situación que se observa normalmente en pastoreo a campo natural.

El período postdestete, generalmente coincide con los meses de verano cuando la calidad de las pasturas se ve disminuída por la acumulación de forraje seco y encañado, de menor digestibilidad. Esto provoca una menor velocidad de crecimiento en las corderas, ya que estas categorías necesitan altos porcentajes de proteína en el forraje para lograr un adecuado desarrollo muscular y óseo (La cría..., 1984).

Altos niveles de alimentación durante el período de postdestete repercute en mayores ganancias diarias, siempre que el consumo de forraje en el predestete haya sido alto, ya que esto controla el grado de desarrollo ruminal (Hughes y Poppi, citados por Rodríguez, 1990).

Se debería evitar un crecimiento demasiado rápido en el período prepuberal, hacia los 3 meses de edad, en donde ocurre la diferenciación del tejido mamario, ya que esto conduciría a una disminución de la producción de leche posterior (Bocquier et al., 1990).

Para obtener una performance adecuada del cordero, es necesario realizar un control efectivo de parásitos gastrointestinales. El riesgo de infestación es mayor en la medida que aumenta el consumo de forraje (por ingestión de larvas presentes en la pastura). Una estrategia de manejo que contribuye a disminuir esto, es eliminar el pastoreo de ovinos dos o tres meses previo al ingreso de los corderos a la pastura (Gaggero y Rodríguez, 1983).

Para minimizar las pérdidas de corderos postdestete, es importante asegurar un peso y edad adecuados, siendo de 2 a 3 meses y de 15 a 20 kg los valores críticos recomendados para destetes sobre pasturas y campo natural respectivamente (SUL, 2011).

Jones et al. (2004), señalan que la cantidad y la diversidad de nutrientes requeridos por los tejidos, es función del estado de crecimiento del animal, su historia nutricional y su capacidad genética para crecer. La metabolización de los nutrientes absorbidos será modificada por el suministro de éstos y otros nutrientes en relación a los requerimientos de los tejidos en ese momento. La mayor demanda para los tejidos del animal en crecimiento es por energía, específicamente energía metabolizable (EM) para impulsar la síntesis de proteína a partir de los aminoácidos. En la medida que los corderos se desarrollan, la cantidad de proteína por kg de peso ganado disminuye, mientras que la proporción de lípidos se incrementa, por lo cual, cada kg de peso vivo sucesivo contiene más energía que el anterior (Jones et al., 2004).

Los requerimientos de energía, incluyen las necesidades para el mantenimiento del animal y para el depósito de proteína y/o grasa. Los requerimientos energéticos para el crecimiento, reflejan el ritmo y composición del mismo, siendo mayores en la medida que se incrementan las ganancias (Byers, 1989).

Los rumiantes presentan una combinación de requerimientos proteicos, para nutrir los microorganismos y para obtener un suministro adecuado de aminoácidos esenciales digestibles en el intestino (Church, 1989).

A continuación en el Cuadro 1, se presentan los requerimientos de energía, proteína, calcio y fósforo para corderos en crecimiento, de acuerdo a las tablas del NRC de 2007.

Cuadro 1. Requerimientos de energía, proteína, Ca y P para corderos en crecimiento de 4 meses de edad, considerando que el 20% de la proteína es no degradable en rumen.

			Requerimientos						
			Energía		Proteína			Minerales	
PV (kg)	GD (g/d)	CMS (kg)	EM (Mcal/d)	ENg (Mcal/d)	PC (g/d)	PM (g/d)	DIP (g/d)	Ca (g/d)	P (g/d)
Maduración tardía; concentración energética de la dieta 1.91 Mcal/kg.									
20	100	0.57	1.09	0.21	76	51	39	2.3	1.5
30	200	1.05	2.02	0.42	137	92	73	4.1	2.9
Maduración temprana; concentración energética de la dieta 2.39 Mcal/kg.									
20	100	0.63	1.51	0.46	70	47	55	2.1	1.5
30	200	1.20	2.86	0.91	125	84	103	3.7	3.0

Fuente: adaptado del NRC (2007).

De acuerdo a los datos presentados en el Cuadro 1, se calcularon los requerimientos de corderos de 25 kg de PV (peso vivo promedio en el período experimental) para obtener una ganancia de 150 g/d. Los mismos deberían tener un consumo de materia seca de 3,24 a 3,68% PV, 1,93 a 2,38 Mcal EM/kgMS y 13,15 a 10,60%PC para una maduración tardía y temprana respectivamente.

2.5 ALTERNATIVAS ALIMENTICIAS PARA LA RECRÍA ESTIVAL

Como señala Oficialdegui (1990), en la mayoría de las condiciones en que se desarrolla la cría ovina en nuestro país, donde la principal fuente de alimentación es el campo natural, el factor que actúa generalmente limitando la posibilidad de obtener mayores niveles de producción es la oferta, en cantidad y calidad, del forraje disponible para los animales. El mismo autor plantea que existe una amplia gama de alternativas que permiten levantar esa restricción, como el uso de verdeos, praderas convencionales, mejoramientos del campo natural y ajustes en el sistema de pastoreo y utilización de diferentes suplementos.

Para el caso de la recría estival, algunas de las alternativas disponibles son: suplementación con concentrados proteicos, suplementación con concentrados balanceados, pastoreo controlado (horas por día o días por semana) de pasturas con alta calidad y contenido de proteína, pastoreo sobre praderas convencionales de alto aporte estival, ejemplo llantén y achicoria, y verdeos estivales, como soja, moha, sorgo y nabos forrajeros (Piaggio, 2011a).

2.5.1 Suplementación proteica

La suplementación es una práctica de manejo que puede ser integrada en forma sistemática (estructural) o coyuntural (en determinadas situaciones) al manejo del establecimiento (Oficialdegui, 1990).

El suplemento puede ser definido en el nivel más simple, como algo adicionado para corregir una deficiencia (Dove, 2002). Sin embargo en las situaciones de pastoreo, la interacción del rumiante con la pastura representa el encuentro entre dos ecosistemas extremadamente complejos: la pastura en sí, respondiendo a los nutrientes del suelo, al agua, a las variables climáticas y al proceso de pastoreo; y el animal, con la selección de la dieta, consumo y demanda de nutrientes tanto para mantenimiento y producción, como para mantenimiento de la población de los microorganismos del rumen (Dove, 2002). La introducción de un suplemento puede corregir una deficiencia, pero en el proceso puede también tener efectos positivos a través de un incremento del consumo o incremento en la digestión del forraje o efectos negativos que resultan en la disminución del consumo y/o disminución de la digestión de la mayoría de los constituyentes del forraje (Doyle, citado por Dove, 2002).

En la revisión realizada por Mieres (1997), se resalta que los cambios positivos en el consumo y la digestibilidad del forraje, responden básicamente a las siguientes razones:

- Corrección de una deficiencia de nitrógeno ruminal, que lleva a una mayor tasa de digestión y a incrementar el consumo de forraje y energía.
- Incremento en el flujo de nitrógeno no amoniacal al duodeno, ya sea proteína microbiana o no degradable. Esta mejora en el estatus nitrogenado podría estimular el consumo y la eficiencia en la utilización de la energía.
- Corrección de la deficiencia de algún aminoácido o desbalance a nivel de tejido.

Como fuera mencionado con anterioridad, las categorías jóvenes presentan altos requerimientos de proteína, por lo cual la suplementación con dicho nutriente tiene un gran impacto, en especial cuando el forraje es deficiente en el mismo, como lo es en el caso del campo natural.

Una ventaja que presenta esta alternativa, es que puede ser realizada una o dos veces por semana o en autoconsumo sin riesgos de problemas digestivos (Piaggio, 2011a).

La suplementación puede ser con alimentos proteicos concentrados (ejemplo harina de soja, girasol, bloques proteicos, entre otros), o en base a pasturas de alto contenido proteico (como lotus, alfalfa, etc.). Esta última, se realiza mediante pastoreo controlado por tiempo de acceso, con altas cargas, y realizado en frecuencias diarias o semanales (Piaggio, 2011b).

El consumo normalmente se ve reducido con dietas de baja concentración proteica debido a que ésta limita la tasa de fermentación ruminal (Martínez de Acurero et al., 2002).

En un trabajo de investigación Martínez de Acurero et al. (2002), evaluaron el efecto de la suplementación proteica sobre la capacidad productiva en ovinos bajo un sistema de alimentación intensivo. A corderos machos enteros de tres meses de edad se le asignaron tres tratamientos: T₁: sorgo forrajero a voluntad (Testigo); T₂: sorgo forrajero a voluntad + 254 g/d de suplemento; T₃: sorgo forrajero a voluntad + 376 g/d de suplemento. El suplemento utilizado presentaba una contenido de 17% de PC, de acuerdo a las

recomendaciones del NRC de 1985, para corderos de 20 kg de peso vivo con moderado y rápido potencial de crecimiento. Con respecto al consumo diario de forraje en base seca, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Pero cuando se incluyó el concentrado, el consumo total diario fue significativamente inferior ($P < 0,01$) en aquellos animales no suplementados, lo que estaría explicando un efecto aditivo del suplemento. En cuanto a la ganancia total de peso, fue significativamente superior ($P < 0,05$) en los grupos suplementados con respecto al control, lo cual fue atribuido al mejor aporte nutricional y/o a la adecuada relación energía: proteína que se ofrece a través del suplemento. Con respecto a las ganancias diarias de peso también fueron superiores ($P < 0,05$), en los animales suplementados.

Los Cuadros 2 y 3 que se presentan a continuación, muestran un resumen de los resultados obtenidos con distintas alternativas estivales en el CIEDAG.

Cuadro 2. Ganancia media diaria (g/c/d) de corderos sobre campo natural (10 corderos/ha) con diferentes suplementos proteicos.

Estrategia de alimentación	2004	2005	2006	2007
Campo natural (CN), testigo	33	47	62	55
Pradera	93	61	70	
CN + Ración	95	116	72	
CN + Bloques proteicos	34	52		
CN				
+ HS (100g/c/d)		72	89	
+ HS (200g/c/d)			110	
+ HS (300g/c/d)			129	
+ HG (270g/c/d)			83	
CN				
+ HS (150g/c/d)				78
+ HS (250g/c/d)				101
+ HS (350g/c/d)				118

Fuente: Piaggio (2011b).

De las estrategias presentadas el campo natural y la pradera, son los que presentan mayor susceptibilidad frente a las condiciones ambientales y por lo tanto en años malos, no permiten lograr las ganancias adecuadas cuando son utilizados como único alimento.

Las estrategias que incluyen concentrados como complemento de la dieta base sobre campo natural, permiten alcanzar las ganancias críticas para la recría. Para el caso de la harina de soja aún en bajas cantidades diarias de 100 g/cordero/día ha expresado buenos resultados para objetivos de recría.

Cuadro 3. Ganancia media diaria (g/c/d) de corderos sobre campo natural (10 corderos/ha) con pastoreo controlado sobre Lotus Makú y cultivo de Soja.

Estrategia de uso de pastura como suplemento proteico	2004	2005	2006	2007
Campo natural (testigo, 10 c/ha)	33	47	62	55
Campo natural + Lotus Makú acceso en días por semana:				
- 1 día cada 7días (70 c/ha en Makú, 12 c/ha en CN)	61			
- 1 día cada 3 días (30 c/ha en Makú, 15 c/ha en CN)	78	63		
Campo natural + Lotus Makú acceso diario h/día:				
- 3 h/día (32 c/ha en Makú, 15 c/ha en CN)		87	93	
- 6 h/día (22 c/ha en Makú, 18 c/ha en CN)			124	
CN + acceso diario a cultivo de soja h/día:				
- 3 h/día (60 c/ha en soja, 12 c/ha en CN)				87

Fuente: Piaggio (2011b).

La implementación de pasturas de alta calidad como suplemento proteico tanto en frecuencias diarias como semanales, permitió mejorar el desempeño productivo de los corderos (Piaggio, 2011b). Lográndose en algunos casos, duplicar las ganancias de los suplementados respecto al testigo.

El acceso en horas por día es menos adecuado en comparación al de días por semana cuando la pastura a utilizar como “suplemento proteico” se encuentra a una distancia considerable del campo natural, siendo algunos de los motivos los costos energéticos del traslado y las dificultades en el manejo (Piaggio, 2011b).

Piaggio (2011b), menciona que el uso de forrajes de alta calidad para suplementación proteica, si bien redundaría en un mejor beneficio económico en comparación con la suplementación con concentrados, es más dependiente del clima e implica mayor mano de obra.

En trabajos realizados en el CIEDAG, sobre el cultivo de soja, tanto como suplemento del campo natural (60 corderos/ha, 3 h/día), o pastoreo permanente con altas cargas (40-50 corderos/ha), los animales presentaron ganancias diarias de 87 g/c/d y 124-130 g/c/d respectivamente. Para el caso del pastoreo permanente, si bien se obtienen ganancias de peso moderadas a altas, el poco tiempo de descanso de las parcelas, resulta en un menor tiempo de utilización del cultivo, ya que dificulta el tiempo necesario de rebrote y el manejo de defoliación (Piaggio, 2011b).

Extrapolando valores de ganancia de peso de vacunos, para alcanzar una correcta recría, se debería lograr una ganancia diaria mínima de 0.2% del peso vivo, lo que en corderos equivaldría a 50 g/d (Piaggio, 2011a). La posibilidad de llevar a cabo una u otra alternativa para obtener esas ganancias, dependerá de la realidad de cada establecimiento, considerando los factores económicos, la disponibilidad de mano de obra y los recursos naturales entre otros.

Frederiks et al. (1986), trabajando con corderos Merino destetados a los 7-8 meses de edad, sobre pastura natural madura evaluaron el efecto de diferentes suplementos en dos frecuencias de suministro, en la ganancia de peso vivo y en la producción de lana. El periodo experimental se extendió durante 90 días. Los concentrados energéticos evaluados fueron el grano de avena y triticale y los proteicos, lupino, harina de girasol y harina de girasol

tratada con formaldehído. La cantidad suministrada de cada suplemento fue 150 g/c/día. El testigo, sin suplementación, experimentó una pérdida de 22 g/c/día en los primeros 51 días, mientras que los suplementados con concentrados energéticos manifestaron mantenimiento de peso vivo o ganancias de hasta 25 g/c/día, y los suplementados con concentrados proteicos con ganancias de 12 a 36 g/c/día.

Con respecto a los concentrados energéticos la suplementación cada tres días fue mejor que la diaria ya que estuvo asociada a una menor sustitución de pastura por suplemento. Para el caso de los suplementos proteicos ambas frecuencias de suplementación fueron efectivas en aumentar la ganancia de peso vivo.

2.6 SUPLEMENTOS PROTEICOS

Se define suplemento proteico como aquellos alimentos que contienen más del 20% de proteína cruda (Church, 1989). Existen diversas fuentes de proteína: suplementos proteicos de origen vegetal, animal, marino, microbiano y de fuentes de nitrógeno no proteico, como la urea, generadas a partir de procesos de fabricación química (Church, 1989).

Entre los suplementos proteicos de origen vegetal se destacan las semillas de leguminosas forrajeras y las harinas de semillas de oleaginosas, subproducto de la industria aceitera.

Dentro de las semillas de leguminosas utilizadas como suplemento proteico se encuentra la arveja, para la cual no se encontraron antecedentes en la alimentación de rumiantes.

En el Cuadro 4, se presenta la composición química del grano de arveja basado en diversas fuentes de información.

Cuadro 4. Composición química del grano de arvejas.

Fuente	MS (%)	PC (%)	FDA (%)	FDN (%)	Lignina (%)	Cenizas (%)	EE (%)
Alasino (2009)	90	22.6	8.19	16.65	0.85	3.3	1.38
NRC (2007)	93	24.9	-	-	-	4.0	1.5
Bauza et al. (2012b)	87.83	20.58	-	13.72	-	-	2.16
AFRC (1993)	86.8	25.2	-	-	-	-	1.4

Según Alasino (2009), la arveja presenta un alto contenido de proteína y almidón (46.8%), lo que las convierte en una fuente potencialmente rica de energía. Bauza et al. (2012b), estimaron el contenido de energía digestible de la arveja, en 3.79 Mcal/kg de MS. Alasino (2009), Bauzá (2012a) destacan el excelente contenido de aminoácidos esenciales en el grano de arveja, sin embargo, tiende a ser deficiente en aminoácidos azufrados (metionina y cistina), así como también en triptófano. En general ha demostrado ser un alimento satisfactorio cuando se utiliza en la alimentación de los animales, sin procesar, lográndose adecuadas performances en todas las especies evaluadas (Church, 1989). Bauzá et al. (2012b), determinaron un valor de 85.18% de digestibilidad de la PC para cerdos, dentro del rango de 83-86% reportado por Alasino (2009).

De acuerdo al AFRC (1993), los parámetros de degradabilidad del nitrógeno para la arveja presentan los siguientes valores: $a=0.56$, $b=0.44$ y $c=0.09$, siendo a el N soluble, b el N lentamente degradable y c la tasa de degradación de b . En la misma fuente se reporta una digestibilidad en el intestino delgado de la proteína no degradable de 0.80 y una degradabilidad del nitrógeno total de 0.76 para una tasa de pasaje de 0.06/h y 0.77-0.79 para una tasa de pasaje de 0.08/h.

En un trabajo llevado a cabo en el CIEDAG, corderos de destete en pastoreo de sorgo BMR, con una carga continua de 50 corderos/ha, experimentaron ganancias individuales de 73 y 120 g/c/d para el testigo sin suplementación y los animales suplementados con arveja, respectivamente (Piaggio et al., 2012).

Entre las fuentes proteicas comerciales más importantes se encuentran los subproductos de la industria aceitera, harinas de semillas de oleaginosas. Se caracterizan por presentar un elevado contenido de proteína cruda (la mayoría superior al 40%) y un porcentaje elevado de nitrógeno presente como proteína verdadera (aproximadamente 90%) la cual es altamente digestible y de valor biológico moderado a bueno (Church, 1989). Una de las harinas más utilizadas es la de soja. Este subproducto sólido, se obtiene de la extracción del aceite por presión y solvente (Marichal et al., 2009). Presenta alto contenido de lisina (Church, 1989), y es relativamente deficitaria en metionina y triptófano (Bauza, 2012a). Las harinas de soja se clasifican según su contenido de proteína cruda en base fresca, denominándose por ejemplo, harina de soja 42 a la que presenta como mínimo 42.0%PC (Marichal et al., 2009). Además este alimento se destaca por su alta preferencia, por ser muy palatable, lo que facilita el adiestramiento; alta degradabilidad y digestibilidad de la PC, 63% y 82% respectivamente. El valor energético también es elevado, resultando en excelentes desempeños productivos cuando es utilizado por diferentes especies animales (Church 1989, Bauzá 2012a). Por las características anteriormente mencionadas, se considera a este alimento la mejor fuente de proteína vegetal disponible en cualquier cantidad, siendo fuente de proteína estándar en muchas raciones utilizadas (Church, 1989).

En el Cuadro 5, se presenta la composición química de la harina de soja según dos fuentes consultadas.

Cuadro 5. Composición química de la Harina de soja.

Fuente	MS (%)	PC (%)	FDA (%)	FDN (%)	LDA (%)	EE (%)
Marichal et al. (2009)*	87.8	42.8	6	20	0	2
AFRC (1993)	90.5	49.7	-	-	-	1.7

*HS 42, % base "tal cual ofrecido".

En cuanto a la degradabilidad del nitrógeno según el AFRC (1993) los valores estimados para sus parámetros fueron $a=0.08$; $b=0.92$ y $c=0.08$. La degradabilidad total del N es de 0.60 y 0.54 considerando una tasa de pasaje de 0.06 y 0.08 por hora respectivamente. Para la proteína no degradable en rumen la digestibilidad es de 0.85.

De acuerdo al Cuadro 2, presentado con anterioridad en donde se observan resultados de trabajos de suplementación en campo natural, el uso de este suplemento, superó las ganancias del testigo (49 g/c/d), encontrándose valores entre 72 y 129 g/c/d, dependiendo de la cantidad suministrada, así como del año de evaluación.

Los animales jóvenes de rápido crecimiento requieren un abastecimiento mayor de algunos aminoácidos (como los azufrados y Cistina) que los provistos por los microorganismos, por lo cual es importante buscar fuentes de proteína de alto valor biológico que escapen a la degradación ruminal para ser procesadas directamente en el abomaso e intestino delgado. Algunas alternativas empleadas para lograrlo son los tratamientos de los alimentos con ácido fórmico, formaldehído o taninos para reducir la degradabilidad ruminal y obtener así un suministro adecuado de aminoácidos a nivel intestinal (Church, 1989).

En lo que refiere a los taninos, en base a la revisión realizada por Hervás (2001), se definen como un grupo heterogéneo de fenoles, con alto peso molecular, los cuales tienen la propiedad de unirse a las proteínas, alcaloides y minerales formando complejos que dificultan su degradabilidad total o parcialmente. Se clasifican en dos grupos: taninos hidrolizables y taninos condensados. Los taninos presentan una importante afinidad por las proteínas, esto se explica porque la molécula del tanino presenta un número importante de

grupos fenólicos los que disponen de puntos para formar enlaces con grupos carbonilo de los péptidos. Algunos de los posibles enlaces sugeridos en la formación de los complejos tanino-proteína son los puentes de hidrógeno, interacciones hidrofóbicas, enlaces iónicos y enlaces covalentes.

En la misma revisión de Hervás (2001), se señala que los taninos pueden causar efectos benéficos y perjudiciales en la nutrición de los rumiantes, dependiendo entre otras cosas del grupo de tanino que se considere, ya que estos presentan diferentes estructuras y composición química, de la especie, de sus requerimientos y de los restantes componentes de la dieta. Con respecto a los principales efectos negativos que causan los taninos, se señalan: la disminución de la ingesta voluntaria, de la digestibilidad del alimento, así como también diversos efectos tóxicos. Entre sus efectos benéficos, se destaca la mejor utilización de las proteínas ya que se reduce la degradabilidad ruminal lo que genera una mayor disponibilidad de aminoácidos en el intestino, mejorando la producción animal.

La degradabilidad disminuye debido a la interferencia de los taninos con los microorganismos del rumen por una menor adhesión microorganismo-partícula, también por inhibición de la actividad enzimática (Bae et al., 1993) y el crecimiento de varias cepas de bacterias ruminales (Nelson et al., 1997).

Otro efecto que se logra al incluir taninos en la dieta, es el control de parásitos gastrointestinales. Esto puede ser resultado de efectos directos o indirectos. Entre los primeros se señala la interacción parasito-tanino que afecta a las funciones fisiológicas de los parásitos, reduciendo la viabilidad de los estados larvales, interfiriendo en la eclosión de los huevos y en el desarrollo del estado larval infectivo. Con respecto a los efectos indirectos, varios estudios en ovinos han demostrado que mejorando su nutrición proteica, mediante la prevención de la degradación microbiana e incremento del flujo de aminoácidos al duodeno, se disminuye la infestación parasitaria por una mejora en la inmunidad del huésped (Min y Hart, 2003).

En un estudio realizado por Frutos et al. (2000), se determinó la degradabilidad *in situ* de la materia seca y del nitrógeno de la harina de soja (HS) tratada con diferentes dosis de taninos de quebracho. Cada 100 g de HS, se aplicaron 0, 1, 5, 10, 15 o 25 g de taninos de quebracho, formándose 6 tratamientos S0, SQ1, SQ2, SQ3, SQ4 y SQ5 respectivamente. La desaparición de la MS y el N fueron ajustados mediante el siguiente modelo descrito por

Orskov y McDonald (1979): $d=a+b(1-e^{-ct})$. No se encontraron marcadas diferencias ($p>0.05$) entre los tratamientos para la suma de los parámetros $a+b$ (fracción rápidamente y lentamente degradable respectivamente) que representan la degradabilidad potencial, pero sí para a y c (tasa de degradación de la fracción b) dependiendo de la dosis utilizada. El a de la MS fue similar en todos los tratamientos, excepto para SQ3, y el del N fue menor en todas las harinas de soja tratadas en comparación al testigo (de 0.032 a 0.132 vs. 0.154). Los dos tratamientos con la mayor dosis de taninos (SQ4 y SQ5) fueron los que presentaron una reducción significativa de c . Una vez obtenidos los parámetros a , b y c , se estimó la degradabilidad (de la MS y el N) de acuerdo a la siguiente ecuación descrita por Orskov y McDonald (1979): $Dg=a+(bc/(c+Kp))$, siendo Kp la tasa de pasaje ruminal, con un valor de 0.08. Los resultados mostraron un efecto de los taninos de quebracho sobre la degradabilidad de la HS, presentando valores significativamente menores para los tratamientos SQ4 y SQ5 en relación al testigo para la MS. Mientras que la degradabilidad del nitrógeno, fue reducida significativamente en SQ3, SQ4 y SQ5.

En un trabajo de investigación similar, realizado por Al-Dobaib (2009), se evaluó el efecto de los taninos de quebracho (75% de taninos condensados), sobre la cinética de degradación *in vitro* de la materia orgánica y el nitrógeno, así como también en el desempeño de los corderos. Los tratamientos utilizados fueron 4: QT0, QT1, QT2 y QT3, formados a partir de la aplicación de niveles crecientes de taninos de quebracho en el heno de alfalfa, siendo 0, 1, 2 y 3% de la MS las cantidades empleadas en cada tratamiento respectivamente. Para determinar la cinética de degradabilidad, se utilizó el siguiente modelo propuesto por McDonald (1981): $P = a + b(1 - e^{-c(t-Lt)})$, asumiendo una tasa de pasaje de 0.03 por h (AFRC, 1993). Entre los resultados encontrados, en lo que respecta a la degradabilidad de la MO, los parámetros a (fracción rápidamente degradable) y b (fracción potencialmente degradable), fueron reducidos por efecto de los taninos; siendo el QT3, el único estadísticamente diferente del testigo ($P < 0.05$). En cambio para c (tasa de degradación de b), no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. El Lt (tiempo lag, requerido para comenzar la degradación), se vió significativamente incrementado en el QT3. En cuanto a la degradabilidad del N, para las constantes a , b y c , ocurrió un marcado efecto inhibitorio de los taninos en los tratamientos QT2 y QT3, en comparación al QT0 Y QT1. El tiempo lag en el tratamiento QT3 se vió incrementado respecto al QT0 y QT1, mientras que QT2

tuvo un valor intermedio. En lo que refiere al comportamiento productivo animal, se evaluó la ganancia de peso total, la ganancia media diaria y la ganancia de peso relativa (ganancia total/peso vivo inicial), siendo el tratamiento QT2 el que presentó los mayores valores en todas ellas respecto al testigo, y QT1 y QT3 intermedios. Por lo que frente a valores de consumo similares QT2 fue el tratamiento que expresó una mejor eficiencia de conversión, de 7.4 a 1.

Otra alternativa de suplementación proteica es el uso de bloques los cuales pueden estar formulados por diferentes componentes, entre los cuales se pueden encontrar sales, urea, melaza, afrechillo, granos, oligoelementos y vitaminas.

En otro trabajo, previamente mencionado, basado en pastoreo de sorgo, donde se probaron dos tipos de bloques proteicos, con y sin taninos, los corderos suplementados obtuvieron una mayor ganancia que el testigo (133 y 134 vs. 73 g/c/d, respectivamente), no existiendo diferencias significativas entre ambos tipos de bloques (Piaggio et al., 2012).

2.7 DIGESTIÓN Y METABOLISMO DE LA PROTEÍNA

La concentración de PC en la MS de la pastura, puede ir de 3 % en forrajes maduros hasta 30 % en pasturas fertilizadas, donde el 25–30% del N total, puede presentarse como nitrógeno no proteico (NNP) en forma de nitrato, amoníaco, amidas y aminas. Leguminosas, como el trébol blanco, contienen hasta un 25% de PC en la MS (Annison et al., 2002).

En general, en la medida que las plantas maduran el contenido de fibra se incrementa y la proteína cruda disminuye.

En los rumiantes la proteína de la dieta es hidrolizada por los microorganismos del rumen, estos fermentan y modifican la mayoría de las proteínas del alimento y NNP. Aquella fracción proteica que es digerida en el rumen, se la conoce como proteína degradable en rumen (PDR), y es la fuente de nitrógeno para que los microorganismos sintetizen proteína microbiana (Mc Donald et al., 2006). La fracción de la proteína verdadera de la dieta, que permanece no degradable y pasa al intestino, es conocida como “proteína de escape”, “proteína bypass” o “proteína no degradable” (PND) (Annison et al., 2002).

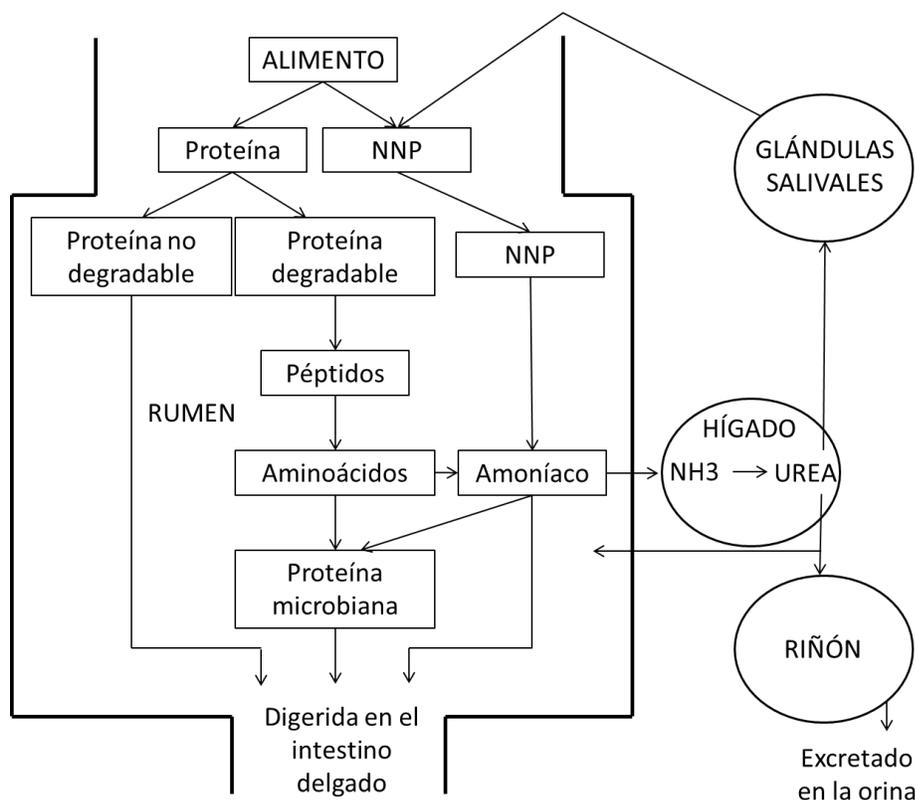
Las fuentes de PDR son degradadas por las proteasas de las plantas o microbianas, primero a péptidos, después a aminoácidos y finalmente, por descarboxilación y/o desaminación, a amoníaco y ácidos grasos de cadena corta. Esos intermediarios de la fermentación, junto con las fuentes de NNP de la dieta, tales como aminos o urea, pueden ser asimilados en diversos grados por los microorganismos del rumen y usados para la síntesis de enzimas y proteínas estructurales, las que representan alrededor del 40% de la MS microbiana. Parte del amoníaco en el líquido ruminal que no es asimilado por los microorganismos, es absorbido a través de la pared ruminal hacia el torrente sanguíneo, mientras que una menor fracción sale del rumen en la digesta moviéndose hacia el tracto digestivo inferior. El amoníaco que pasa al torrente sanguíneo y llega al hígado, se transforma en urea, la cual retorna al rumen (con la saliva o por difusión a través de la pared ruminal), o se excreta por medio de la orina. La urea que regresa al rumen, es rápidamente desintegrada a amoníaco quedando disponible como fuente de nitrógeno para los microorganismos (Annison et al., 2002).

Los procesos catabólicos y anabólicos en los microorganismos usualmente ocurren simultáneamente pero en diferentes grados dependiendo de las especies. El efecto global, por lo general, es alterar el perfil de proteína cruda y NNP que entra al rumen, en productos microbianos que salen del rumen de manera que el valor potencial de los alimentos de alta calidad proteica es a menudo reducido, mientras que las fuentes de NNP son mejoradas a proteína verdadera en la biomasa microbiana. Esta última tiene un alto valor biológico y es fuente de aminoácidos esenciales y no esenciales. Los aminoácidos (AA) azufrados metionina y cisteína (S-AA) son particularmente importantes para el crecimiento de la lana, pero su concentración en las proteínas bacterianas puede ser limitante para una óptima producción (Annison et al., 2002).

Estos procesos implican que los AA que alcanzan el intestino delgado son proporcionados por la proteína no degradable y la proteína microbiana. La digestión postruminal de la proteína, es similar en rumiantes y no rumiantes (Annison et al., 2002).

A modo de resumen de lo expuesto anteriormente, a continuación se presenta una figura, esquematizando el proceso de digestión y metabolismo de los compuestos nitrogenados en el rumen.

Figura 4. Digestión y metabolismo de los compuestos nitrogenados en el rumen.



Fuente: adaptado de Mc Donald et al. (2006).

En una revisión realizada por Lardy (s.f.) sobre el efecto de la suplementación proteica de ganado en pastoreo, se señala que cuando se suplementa a ganado pastoreando forrajes de baja calidad, la urea y otras fuentes de nitrógeno no proteico no parecen ser una adecuada fuente de proteína degradable. En cambio cuando se suplementa con proteína verdadera, esta parece tener un efecto estimulante sobre los microorganismos del rumen, aumentando generalmente el consumo y/o la digestibilidad del forraje; siendo variable la respuesta. Entre los posibles factores que estarían explicando las respuestas anteriormente mencionadas según el mismo autor se encuentran:

- Provisión de aminoácidos y péptidos, los cuales posiblemente estimulen la población microbiana del rumen.
- Suministro de otros factores de crecimiento para la bacterias ruminales.
- Estimulación de la cinética ruminal.

- Aumento de proteína by-pass la cual ayuda a alcanzar la proteína metabolizable necesaria para el animal.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN, PERÍODO EXPERIMENTAL Y SUELOS

El trabajo experimental fue llevado a cabo en el Centro de Investigación y Experimentación “Dr. Alejandro Gallinal” (CIEDAG) perteneciente al Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL), ubicado en Cerro Colorado, Florida en el km 140 de la Ruta 7 (33° 52´ latitud Sur, 55° 34´ longitud Oeste).

El período experimental se inició el 30 de enero de 2012 y finalizó el 27 de abril de 2012, totalizando un período de recría estival de 87 días.

Los suelos de los potreros donde fue llevado a cabo el experimento, pertenecen al grupo de suelos CONEAT 5.4. Estos suelos integran la unidad San Gabriel-Guaycurú en la carta a escala 1:1.000.000; se desarrollaron de materiales cristalinos, y en parte, de sedimentos limo-arcillosos poco potentes y discontinuos que los recubren. Son moderadamente profundos y superficiales, de texturas francas, fertilidad media, a veces baja, moderadamente bien a bien drenados. Se encuentran también suelos de color negro o pardo muy oscuro textura franca a franco arcillosa, fertilidad alta y moderadamente bien drenados. En el Anexo 1 se dispone del análisis de suelo de los potreros de campo natural utilizados en el experimento.

3.2 INFORMACIÓN CLIMÁTICA

En el Cuadro 6 se presentan los registros pluviométricos realizados en la estación experimental para el período octubre 2011- abril 2012 (mm/mes) y la serie histórica local (promedio 1986- 2004) y en el Cuadro 7 las temperatura máxima, mínima y media para el mismo período y la serie local correspondiente.

Cuadro 6. Precipitación (mm) del período octubre 2011- abril 2012, y media de la serie histórica 1986-2004.

Precipitaciones (mm)		
Mes	2011 - 2012	Media 86-04
Octubre	62,2	121,3
Noviembre	59,2	121
Diciembre	63,6	103,9
Enero	78,4	87,7
Febrero	123,0	109,6
Marzo	48,3	116,9
Abril	103,7	119,2

Fuente: SUL (2011).

Cuadro 7. Temperatura (°C) máxima, mínima y media del período octubre 2011- abril 2012, y media de la serie histórica 1986-2004.

Temperatura (°C)				
Mes	Máx.	Mín.	Media	Media 86-04
Octubre				15,9
Noviembre				18,3
Diciembre				20,7
Enero	30,7	16,2	23,4	22,8
Febrero	28,6	18,0	23,3	22,0
Marzo	25,7	15,1	20,4	20,6
Abril	21,5	11,3	16,4	17,2

Fuente: SUL (2011).

3.3 TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Fueron evaluados 5 tratamientos en un diseño completamente al azar (DCA), con medidas repetidas en el tiempo, donde a cada unidad experimental (grupo de 5 corderas) se le adjudicó un tratamiento y fueron realizadas 3 repeticiones por tratamiento.

Los tratamientos evaluados fueron 4 alimentos proteicos utilizados como fuente de 50 g de proteína cruda por cordera por día como suplemento del campo natural y un tratamiento testigo sin suplementación.

T1: Testigo, Campo Natural (CN)

T2: CN + 50 g de proteína cruda por cordera por día, utilizando como fuente Harina de Soja peleteada (100 g HSP/cordera/día)

T3: CN + 50 g de proteína cruda por cordera por día, utilizando como fuente Bloque proteico con taninos (175 g BPCT/cordera/día)

T4: CN + 50 g de proteína cruda por cordera por día, utilizando como fuente Bloque proteico sin taninos (175 g BPST/cordera/día)

T5: CN + 50 g de proteína cruda por cordera por día, utilizando como fuente grano de arveja (250 g GA/cordera/día)

El bloque proteico con taninos, se incluyó para evaluar su efecto en el nivel de infección de parásitos gastrointestinales. Este estudio corresponde a otra tesis de grado, por lo cual el tema no será abordado en el presente trabajo.

3.4 ANIMALES EXPERIMENTALES

Se emplearon 75 corderas de la raza Corriedale, nacidas en la primavera 2011 (promedio octubre) y destetadas a los 3 meses de edad.

El peso promedio al inicio del experimento fue de 22.2 ± 3.5 kg y 2.8 ± 0.6 unidades de condición corporal.

Las corderas fueron divididas en 15 grupos, homogéneos en peso vivo, condición corporal y carga parasitaria (H.P.G). Para el criterio de homogeneidad en HPG, se formaron grupos con un conteo promedio menor a 200 huevos/g. Los tratamientos fueron asignados al azar a los grupos de corderas.

3.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.5.1 Manejo sanitario

En la señalada las corderas fueron vacunadas para prevención de Ectima contagioso. En diciembre se realizó la primera vacunación para Clostridiosis, y la segunda vacunación fue realizada al momento del destete.

Previo al inicio del experimento, las corderas que presentaron conteo mayor a 800 huevos por gramo de materia fecal (HPG), fueron dosificadas con un antihelmíntico.

Al inicio del experimento las corderas se vacunaron contra clostridiosis, 2 cc de Clostrisan por cordera. Con relación al control de parasitosis gastrointestinal se realizó muestreo individual de heces y conteo de huevos de parásitos por g de heces (HPG). Las corderas de conteo mayor a 800 HPG se las dosificaron con Zolvix (monepantel), toma oral de 1 cc cada 10 kg de peso vivo. Cada 15 días, en el día previo a la determinación de peso vivo, fueron extraídas muestras fecales individuales y fueron realizados los coproparasitarios. Para la toma de decisión de dosificar se consideró el criterio de desparasitar a las corderas que presentaran individualmente conteos mayores a 2000 huevos/g, y en el grupo de corderas de la parcela de pastoreo se tomó como valor crítico un conteo promedio mayor a 800 huevos/g.

3.5.2 Carga animal y manejo del pastoreo

A cada grupo de 5 corderas se le asignó en forma aleatoria una parcela de campo natural de 0,5 ha con el objetivo de utilizar una carga de 10 corderas/ha. El manejo del pastoreo fue de carga continua y en cada parcela de pastoreo disponían agua a voluntad, en bebederos monitoreados diariamente.

3.5.3 Implementación de la suplementación

3.5.3.1 Acostumbramiento

Al destete, en el encierro realizado para el mismo, las corderas recibieron harina de soja peleteada como primer adiestramiento, de manera que al inicio del experimento ya habían tenido contacto con alimentos concentrados en comederos.

El período de acostumbramiento a consumir alimento concentrado, de 15 días, se consideró parte del período experimental y fue llevado a cabo en cada una de las parcelas (Anexo 2).

Se comenzó suministrando harina de soja diariamente a todos los grupos excepto los tres grupos de las parcelas testigo, a razón de 50 g/c/d. En todas las parcelas había corderas que ya sabían consumir dicho suplemento, por lo cual no fue necesario introducir animales señuelos. En la medida que transcurrían los días, se iba incorporando y aumentando el suplemento proteico que le correspondía a cada parcela, en tanto que la harina de soja disminuía

(excepto las parcelas suplementadas con dicho alimento), hasta llegar así a la cantidad establecida para cada tratamiento.

3.5.3.2 Tipo de comedero

Los alimentos se suministraron en comederos de madera de acceso de un solo lado, de 1.8 * 0.30 m quedando un frente por cordera de 0.36 m, y a una altura de 0.40 m del nivel del suelo.

3.5.3.3 Frecuencia de suplementación

Una vez que todos los animales de la parcela aprendieron a comer el suplemento y tenían un consumo parejo del mismo, la frecuencia de suplementación fue de 2 veces por semana, suministrando martes y viernes la cantidad de suplemento proteico correspondiente a las 5 corderas 3.5 días. El horario de suplementación fue a las 8:00 am.

El suplemento se distribuía de manera homogénea a lo largo del comedero para que todos los animales pudieran tener acceso al mismo. En el caso de los bloques los mismos se presentaban parcialmente desarmados, para lograr una mejor distribución en el comedero y un consumo más homogéneo (Anexo 3).

3.6 DETERMINACIONES EN LOS ANIMALES

A partir del 25 de enero y cada 15 días se determinó el peso vivo de todos los animales, hasta el día 27 de abril donde se realizó la última pesada. Todas ellas fueron realizadas en las primeras horas de la mañana, con previo ayuno nocturno.

La condición corporal fue determinada en la primera y en la última pesada utilizando la escala de 5 puntos de Jefferies (1961).

El día previo a la tercera, cuarta y quinta pesada se extrajo materia fecal para ser enviada al Laboratorio de Nutrición Animal y Evaluación de alimentos, de la Facultad de Agronomía, UDELAR, para estimar la digestibilidad de la materia orgánica según la ecuación: $DMO = 0,7326 - 0,3598 \exp. [(-0,9052 PC (g/kgMO))/100]$, de Peripolli et al. (2011).

3.7 DETERMINACIONES EN LAS PASTURAS

3.7.1 Masa de forraje y composición morfológica (kg MS/ha)

A inicio y fin del experimento, se determinó la cantidad de materia seca por parcela, expresada en kg MS/ha, así como también el porcentaje de material verde y material muerto.

La determinación se realizó mediante corte al ras de suelo con tijera de aro en cuadros de 0.1 m² (0.2 m x 0.5 m). Se efectuaron tres cortes por parcela, uno para determinar los porcentajes de material verde y muerto, y los dos restantes para el cálculo de disponibilidad y remanente a inicio y fin del período respectivamente. Las muestras frescas extraídas se colocaron en bolsas de nylon correctamente identificadas, posteriormente se determinó su peso fresco y se colocó en sobres de papel para ser secadas en la estufa a 60 °C. Una vez estabilizado su peso (a las 48hs aproximadamente) se determinó el peso seco de las muestras y se calculó el porcentaje de materia seca parcial (MSP) y la disponibilidad como:

$$\text{MSP (\%)} = \frac{\text{Peso seco de la muestra (kg)} * 100}{\text{Peso fresco de la muestra (kg)}}$$

$$\text{kg MS/ha} = \frac{\text{Peso seco de la muestra (kg)} * 10.000 \text{ m}^2}{0.1 \text{ m}^2}$$

3.7.2 Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento diaria (kg MS/ha/día) de la pastura durante el período experimental fue determinada mediante la colocación de jaulas de exclusión al inicio del experimento, con cortes al ras del suelo al final.

Tasa de crecimiento diaria de la pastura (kg MS/ha/día)=

$$\text{TCP} = \frac{\text{Peso seco de la muestra al final (kg)} * 10.000 \text{ m}^2}{0.1 \text{ m}^2} / (\text{días de exclusión})$$

3.7.3 Procesamiento de muestras

El procesamiento de las muestras y las determinaciones de materia seca parcial (MSP) fueron realizados en el laboratorio del CIEDAG. Los análisis de composición química de los alimentos y de las heces, se llevaron a cabo en

el Laboratorio de Nutrición Animal y Evaluación de Alimentos de la Facultad de Agronomía, UDELAR.

Una vez determinado el contenido de MSP de la pastura, las muestras por parcela fueron molidas en un molino Willey (malla 1 mm), y se formó una muestra compuesta de todas las parcelas, para disponible total y para material verde y muerto. Las muestras compuestas fueron identificadas y almacenadas para posterior análisis químico. Del mismo modo se procedió con las muestras de heces, pero en este caso se mantuvo la individualidad de las parcelas (una muestra por unidad experimental).

3.7.4 Análisis químicos en alimentos y pasturas

En las muestras de pasturas y de alimentos utilizados como suplementos fueron determinados la materia seca analítica (MSA), el contenido de cenizas y calculada la materia orgánica (MO) y el N total por el método de Kjeldahl, y en las muestras de heces la MS, Cenizas y N total, para estimar la digestibilidad, según los métodos analíticos recomendados por el AOAC del año 2007. La proteína cruda (PC) fue calculada como N total por el factor 6.25. La fibra insoluble en detergente ácido (FDAmo) fue determinada según la técnica descrita Van Soest et al. (1991).

3.8 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE LA CINÉTICA DE DEGRADACIÓN

Se estimó y comparó la cinética de degradación de los alimentos utilizados (CN, HSP, BPCT, BPST, y GA) mediante la técnica gravimétrica de fermentación *in situ* de acuerdo a la técnica de la bolsa de nylon descrita por Orskov et al. (1980).

Cada alimento se evaluó en dos animales y en dos períodos. Los tiempos de incubación empleados fueron: 0, 2, 4, 8, 12, 24, 48, 72 y 96 h.

Se utilizaron dos capones de raza Corriedale de 4 años de edad, 50 kg de peso vivo, provistos de cánulas ruminales, pertenecientes al CIEDAG, SUL. Los animales fueron tratados de acuerdo a las normas del Comité de ética de la Universidad de la República.

3.8.1 Preparación de las muestras

Cada alimento a incubar fue previamente molido en un molino Willey.

Las bolsas utilizadas eran de poliéster de 5 x 9 cm, de polifilamento y con un tamaño de poro promedio de $50 \pm 15 \mu\text{m}$. Fueron identificadas según alimento y tiempo de incubación con un marcador permanente. Luego utilizando una balanza de precisión, se colocaron 3 g de cada alimento en las bolsas correspondientes y se sellaron (dejando aproximadamente 0,5 cm de borde).

3.8.2 Incubación y extracción de las muestras

Una muestra de cada alimento y pertenecientes a un mismo tiempo de incubación fueron agrupadas y atadas en piolas de diferente color según el capón, de manera de poder diferenciarlas. También se incluyeron una bolsa sin muestra (blanco), con el objetivo de ajustar el material entrante en las bolsas, y una bolsa con heno de alfalfa como estándar de referencia en todos los tiempos. Se colocó una pesa atada en un extremo de la piola, para que las bolsas quedaran localizadas próximas al saco ventral del rumen, y permitiendo acompañar el movimiento del contenido ruminal.

Previo a la introducción de las bolsas en el rumen, las muestras se colocaron en un recipiente con agua aproximadamente a 39 °C, durante 15 minutos.

Las bolsas fueron extraídas de acuerdo al tiempo de incubación correspondiente, colocadas inmediatamente en un recipiente con agua helada para detener la actividad microbiana y puestas a congelar. Posteriormente, al finalizar el procedimiento *in situ*, las bolsas fueron lavadas con agua fría en máquina de lavarropa doméstico automático en 2 ciclos de 2 minutos, colocadas en bandejas de aluminio, y secadas en estufa de aire forzado a 60 °C durante 48 hs.

Para estimar el tiempo 0, las muestras fueron sumergidas en agua durante 15 minutos a 39 °C y manejadas de manera similar a las incubadas pero sin introducirse en el rumen. Esto se realizó para determinar el porcentaje de material soluble y las pérdidas por manipuleo que no corresponden a los efectos de la acción microbiana en el rumen.

3.8.3 Degradabilidad de la materia seca y del nitrógeno de cada alimento

Una vez que las muestras fueron secadas para determinar la materia seca, sobre el residuo se realizó un análisis de N total por el método de Kjeldahl.

3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La ganancia diaria fue estudiada con un modelo lineal de heterogeneidad de pendientes y medidas repetidas, donde se modeló el peso vivo con el siguiente modelo general.

$$Y_{ijkl} = \beta_0 + \tau_i + \varepsilon_{ij} + \beta_1 \text{Días}_i + (\beta_{1i} - \beta_1) \tau_i \text{Días}_i + \beta_2 \text{PVini}_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} : es el PV

β_0 : es un intercepto

τ_i : es el efecto del i-ésimo tratamiento

β_1 : es el coeficiente de regresión de la variable tiempo (ganancia diaria)

β_{1i} : es el coeficiente de regresión de la variable tiempo para cada tratamiento

β_2 : es el coeficiente de regresión de la covariable PV inicial

ε_{ij} : es el error de la unidad experimental

ε_{ijkl} : es el error de la interacción entre animales y mediciones

Se utilizó el procedimiento Mixed del paquete estadístico SAS versión 9.2 (del SAS Institute, del año 2008). Las ganancias diarias se compararon por contrastes simples. La autocorrelación entre medidas repetidas se modeló según un esquema autorregresivo de primer orden.

El efecto de los tratamientos sobre la digestibilidad de la materia orgánica (DMO) fue estudiado ajustando el siguiente modelo lineal de medidas repetidas.

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} + M_k + (\tau M)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : es la variable DMO

τ_i : es el efecto del i-ésimo tratamiento

ε_{ij} : es el error experimental

M_k : es el efecto del k-ésimo momento de medición

$(\tau M)_{ik}$: es la interacción entre tratamientos y mediciones

ε_{ijk} : es el error de la medida repetida

También se utilizó el procedimiento Mixed del paquete SAS. Las medias de los efectos significativos fueron comparadas usando el test de Tukey. La autocorrelación entre medidas repetidas fue ajustada según un esquema autorregresivo de orden 1.

Las curvas de degradabilidad *in situ* se ajustaron según el siguiente modelo.

$$Y_i = A + B (1 - \exp(-kd.t)) + \varepsilon_i$$

Donde:

Y_i : es la variable dependiente

A: es la fracción rápidamente degradable

B: es la fracción lentamente degradable

Kd: es la tasa de degradación de B

t: es el tiempo de incubación

ε_i : es el error experimental.

Se utilizó el procedimiento NLIN del paquete estadístico SAS. Se ajustó una curva para cada capón, período y tratamiento.

Una vez estimados los parámetros mediante la ecuación antes mencionada, se calculó la degradabilidad efectiva (DE) según la siguiente fórmula:

$$DE = A + B (kd/(kd+kp))$$

Donde:

DE: es la degradabilidad efectiva

A: es la fracción rápidamente degradable

B: es la fracción lentamente degradable

Kd: es la tasa de degradación de B

Kp: es la tasa de pasaje en el rumen (se utilizó 0.06 y 0.08)

El efecto de los tratamientos sobre los parámetros de la cinética y sobre la degradabilidad efectiva fue estudiado ajustando el siguiente modelo.

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + P_k + (\tau P)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : son los parámetros de las curvas y la degradabilidad efectiva

τ_i : es el efecto del i-ésimo tratamiento

P_k : es el efecto del k-ésimo período

$(\tau P)_{ik}$: es la interacción tratamiento por período

ε_{ijk} : es el error experimental

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO NATURAL

4.1.1 Disponibilidad, remanente y composición de la materia seca ofrecida

En el Cuadro 8, se presentan los datos de la base forrajera utilizada. Los mismos están expresados en kg MS/ha y porcentaje, del forraje total, material verde (MV) y restos secos (RS), tanto al inicio como fin del experimento.

La disponibilidad de MS total promedio de ambos potreros (1067 kg MS/ha) fue baja con respecto a los valores reportados por Norbis y Piaggio (2005), de 1.550 y 1.770 kg MS/ha, para el verano 2003-2004 y 2004-2005 respectivamente en similar campo natural. Esto refleja la variabilidad anual que experimentan las pasturas naturales, principalmente en los meses de verano.

Según Poppi (1983) para que el consumo de forraje de corderos sea máximo, las pasturas deben ser densas y hojosas con una masa de forraje de aproximadamente 1800 kg MS/ha; valores por debajo, generan restricciones en el consumo asociado a la estructura de la pastura. Mientras que Rattray et al. (1987) mencionan que valores por debajo de 2000 kg MS/ha dificultan el consumo de ovinos.

Cuadro 8. Campo natural: disponible y remanente.

		Kg MS/ha		
		Total	MV	RS
Disponibles	Potrero 3	1.284 (100)	759 (59,1)	525 (40,9)
	Potrero 4	849 (100)	531 (62,5)	318 (37,5)
	Promedio	1.067 (100)	645 (60,4)	422 (39,6)
Remanente	Potrero 3	2.074 (100)	1.479 (71,3)	595 (28,7)
	Potrero 4	1.382 (100)	1.020 (73,8)	362 (26,2)
	Promedio	1.728 (100)	1.249,5 (72,3)	478,5 (27,7)

Entre paréntesis figuran los valores expresados en porcentaje.

Con respecto a la composición morfológica cerca del 40 % del material disponible estaba conformado por restos secos. Esta proporción, si bien es alta y puede estar asociada a una baja digestibilidad de la pastura, de acuerdo a Poppi et al. (1987), como los ovinos presentan la capacidad de seleccionar dietas conteniendo mayor proporción de hojas verdes y menos material muerto respecto al ofrecido, la digestibilidad del material consumido es mayor que la de la pastura, señalando además que la digestibilidad de la materia orgánica de la dieta puede ser relativamente constante en pasturas conteniendo hasta un 70 % de material muerto.

En el Cuadro 9 se presenta la tasa de crecimiento diaria del campo natural (experimentada en el período comprendido del 3 febrero al 2 de mayo de 2012). La tasa de crecimiento diaria promedio fue de 26,2 kg MS/ha/d, crecimiento superior al reportado por Formoso et al. (2001), para pasturas naturales de Cristalino, cuyos valores para los meses de febrero a abril son 11,3 kg MS/ha/d en promedio, con un máximo de 17,7 kg MS/ha/d y un mínimo de 5 kg MS/ha/d.

Cuadro 9. Crecimiento diario del campo natural.

	Crecimiento (kg MS/ha/día)
Potrero 3	28,1
Potrero 4	24,2
Promedio	26,2

A partir de los datos de disponibilidad y la tasa crecimiento (TC) del período experimental, se calculó la oferta de forraje total y del material verde, siendo para el primer caso de 38,5 kg MS/ha/d y para el segundo de 33,6 kg MS/ha/d. Gibb y Treacher (1976) mencionan que el desempeño de los corderos es máximo cuando la oferta es de 3 a 4 veces superior a su nivel de ingestión potencial, siendo éste 3 a 4 % del PV. En este caso, si se considera el PV promedio del período experimental (25,75 kg) y la carga (10 c/ha), la oferta debería estar entre 2,32 y 4,12 kg MS/cordero/d, por lo cual la oferta de forraje total y del material verde calculadas (3,85 y 3,36 kgMS/cordero/d), estarían cumpliendo con los valores anteriormente mencionados.

Una vez calculada la oferta, considerando el peso vivo promedio para todo el período experimental y la carga, se estimó la asignación de forraje, siendo de 14,95 kg de MS / 100 kg de PV y 13,05 kg de MS / 100 kg de PV para

disponible total y material verde respectivamente. Estos valores se consideran no restrictivos, según los reportados por Silveira (2001), Castro (2002), quienes alcanzaron las máximas ganancias de peso vivo en corderos, con ofertas de 14,4% y 26,3% (kg de MS / 100 kg de PV) en pasturas de *Lolium multiflorum* y *Pennisetum americanum* respectivamente.

También se calculó el forraje desaparecido como: [(MS disponible + TC*días) – MS remanente], presentando valores de 1,86 kg MS/c/d y 1,93 kg MS/c/d para el total y el material verde respectivamente. Si se expresan estos valores en relación al peso vivo promedio, se obtiene para el desaparecido total 7,2 kg de MS / 100 kg de PV y para el material verde 7,5 kg de MS / 100 kg de PV. De acuerdo al NRC (2007), los valores de consumo para corderos de 25 kg de peso vivo, se encuentran entre 0.81 y 0.92 kg MS/c/d. Si se comparan los valores del desaparecido con los de consumo, se observa que los primeros son más altos, lo cual es esperable, dado que en el forraje desaparecido, además del consumo, existen pérdidas por pisoteo, deyecciones, entre otras.

En el Cuadro 10 se presentan los valores de disponible y remanente para cada tratamiento y en el Anexo 4 el análisis de la varianza. Como puede apreciarse no se encontraron diferencias ($P < 0.05$).

Cuadro 10. Campo natural: disponible y remanente según tratamiento (kg MS/ha).

Tratamiento	Disponible	Remanente
CN (Testigo)	1118	1792
CN+BPST	1078	1357
CN+HSP	1078	1613
CN+GA	1043	2068
CN+BPCT	797	1463

Valores seguidos por igual letra en la misma columna no difieren ($P < 0.05$).

Utilizando las mismas ecuaciones para calcular la asignación de forraje y el forraje desaparecido, antes citadas, se obtuvieron para cada tratamiento, los valores presentados en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Asignación de forraje (AF) y Forraje desaparecido, expresados en kg de MS cada 100 kg de PV según tratamiento.

Tratamiento	AF kg MS/100kgPV	Desaparecido kg MS/100kgPV
CN (Testigo)	15,7	7,4
CN+BPST	14,6	8,7
CN+HSP	14,6	7,6
CN+GA	15,0	5,6
CN+BPCT	13,7	7,2

4.1.2 Composición química

En el Cuadro 12 se presenta la composición química del disponible y remanente del campo natural, en la fracción material verde y restos secos.

Cuadro 12. Composición química del campo natural (resultados expresados en BS).

	Fracción	MSP%	MSA%	Cenizas%	PC%	FDA _{mo} %
Disponible	MV	41.8	92.71	9.72	11.37	30.33
	RS		91.95	11.23	6.62	36.09
Remanente	MV	33.7	96.29	12.26	11.54	47.31
	RS		96.23	10.35	6.19	39.46

En el cuadro se observan las diferencias entre el disponible y el remanente en cuanto a su composición química, presentándose menor calidad de la pastura al final del período. Esto estaría explicado por el avance en la madurez de las especies que componen el tapiz, siendo la tendencia a incrementarse los porcentajes de cenizas y FDA.

Los datos presentados reafirman la problemática planteada con anterioridad del bajo tenor proteico de las pasturas naturales en especial durante el período estival. Se destaca la diferencia entre las fracciones material verde y restos secos; presentando estos últimos aproximadamente la mitad de proteína que los primeros. Los valores de PC del disponible del CN, 9,49 % (promedio ponderado por la proporción de RS y MV) es similar al reportado por Formoso et al. (2001) de 9,0 % para los meses de enero y febrero. Si se compara el valor de proteína cruda del material verde disponible y remanente,

con los requerimientos vistos con anterioridad, se observa que el primero presenta un contenido proteico de 11,37 – 11,54 %, mientras que de acuerdo al NRC (2007) la categoría de recria requiere valores del orden del 13,15 a 10,60 % PC para corderos de 25 kg con maduración tardía y temprana respectivamente.

A partir de los valores de FDA y utilizando las ecuaciones citadas por Reid et al. (1991), se estimó la Energía Metabolizable (EM) del disponible, obteniendo un valor de 2,21 Mcal/kgMS. Este valor es similar al de 2,12 Mcal/kgMS, calculado con la ecuación: $\text{Mcal EM/kg MS} = [(3,6 \times \% \text{MOD}) / 100]$ de Minson (1982), a partir de la DMO% reportada por Formoso et al. (2001) para el mismo período (enero-febrero), de 59%.

La Energía Metabolizable (EM) del material verde disponible estimada con las ecuaciones citadas por Reid et al. (1991) fue de 2,27 Mcal/kgMS y para el material verde remanente fue 1,80 Mcal/kgMS. Si se contrasta este valor con los requerimientos energéticos según el NRC (2007), los cuales se encuentran entre 1,93 y 2,38 Mcal/kg MS (para corderos de 25 kgPV, con una ganancia de 150 g/d) para una maduración tardía y temprana respectivamente, se puede observar que los mismos estarían cubiertos al inicio. Hacia el final del período, al aumentar en el %FDA, la EM del material verde disminuye, no llegando a cubrir por completo los requerimientos.

De esto puede concluirse que el campo natural como único alimento, estaría cubriendo las necesidades energéticas, pero no así las proteicas de la categoría animal en estudio.

4.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS SUPLEMENTOS PROTEICOS UTILIZADOS

En el Cuadro 13 se caracterizan los suplementos utilizados de acuerdo al porcentaje de materia seca, proteína cruda, cenizas, fibra cruda, extracto etéreo y extracto no nitrogenado que presentan. Se destaca el alto porcentaje de proteína de la harina de soja (54.22%), seguida por los bloques sin taninos y con taninos (38.94 y 33.73% respectivamente) y por último la arveja (22.87%). Cabe resaltar el alto porcentaje de extracto no nitrogenado del grano de arveja, lo cual permite que sea utilizado como un suplemento energético además de proteico.

Cuadro 13. Composición química (expresada en base seca) de los suplementos.

Alimento	MS%	PC% (BS)	Cenizas%	FC%	EE%	ENN
HSP	90.41	54.22	3.21	6.69	0.78	35.10
GA	89.86	22.87	6.58	4.19	1.93	64.43
BPST	83.92	38.94	31.92	4.30	0	24.84
BPCT	84.14	33.73	23.97	5.81	0	36.49

En base al contenido de proteína de los suplementos y al consumo de los mismos, se compararon los requerimientos de proteína de los animales con los aportes de la dieta (campo natural más suplementación). Se asumió un consumo de pastura de 0,81 kg (para corderos de 25 kg, con una ganancia de 150 g/d y con maduración tardía, de acuerdo al NRC, 2007) y un contenido de PC de 11,46 (promedio del material verde disponible y remanente). De acuerdo a estos cálculos, se observó que al adicionar los suplementos proteicos, la dieta estaría cubriendo los requerimientos de 13,15 – 10,60% PC, mencionados con anterioridad. Los porcentajes de proteína cruda calculados para las dietas con suplementación fueron de 15.78, 13.91, 15.67 y 14.84 % para campo natural más suplementación con HSP, GA, BPST y BPCT respectivamente.

4.3 RESPUESTA ANIMAL

4.3.1 Evolución y ganancia de peso vivo

En el Cuadro 14 se presenta el peso vivo inicial y final promedio para cada tratamiento y el análisis de la varianza en el Anexo 5. Sólo se detectaron diferencias ($p < 0.05$) al final del periodo entre los tratamientos testigo y suplementación con harina de soja, siendo la diferencia entre ambos de 2,75 kg. Los tratamientos CN + suplementación proteica mediante el uso de bloques con y sin taninos y CN + suplementación proteica con grano de arveja, presentaron un comportamiento intermedio.

Cuadro 14. Peso vivo (kg) inicial y final según tratamiento, y promedio.

Tratamiento	PV inicial	PV final
CN	22,2 A	27,6 B
CN+BPCT	22,3 A	29,4 AB
CN+GA	21,5 A	29,4 AB
CN+BPST	22,8 A	29,9 AB
CN+HSP	22,4 A	30,3 A
Promedio	22,2	29,3

Valores seguidos por igual letra en la misma columna no difieren significativamente ($P < 0.05$).

A continuación, en la Figura 5, se presenta la evolución del peso vivo de los diferentes tratamientos. Como puede observarse la tasa de crecimiento entre la primera y segunda pesada fue la mayor de todo el período en todos los tratamientos esto se explica por el crecimiento compensatorio que manifestaron los animales luego de superar el estrés del destete.

Se destaca además la pérdida o estancamiento de peso que experimentaron entre la 5° y 6° pesada, lo cual coincide con un importante incremento en la carga parasitaria de las corderas como puede observarse en la Figura 6.

Figura 5. Evolución del peso vivo (kg) para cada tratamiento, en función de los días.

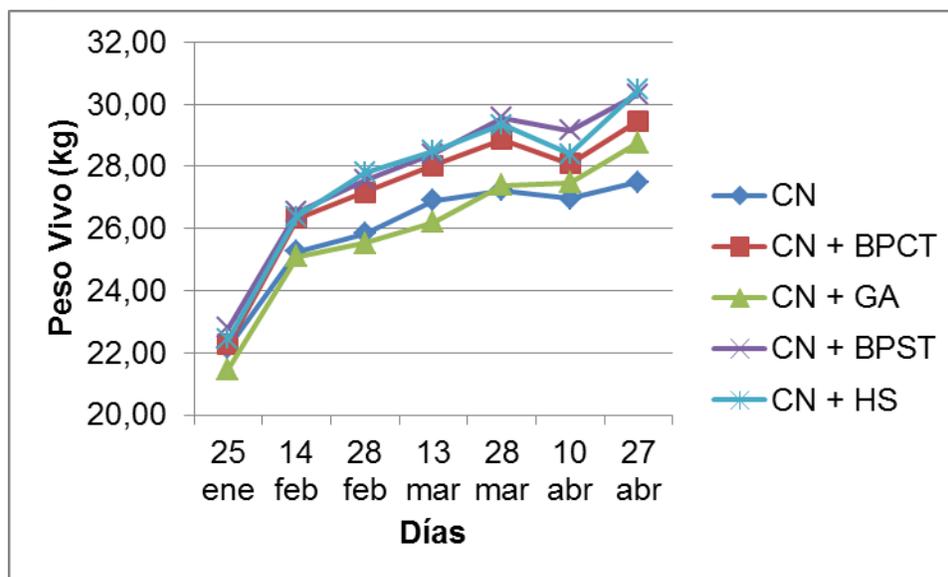
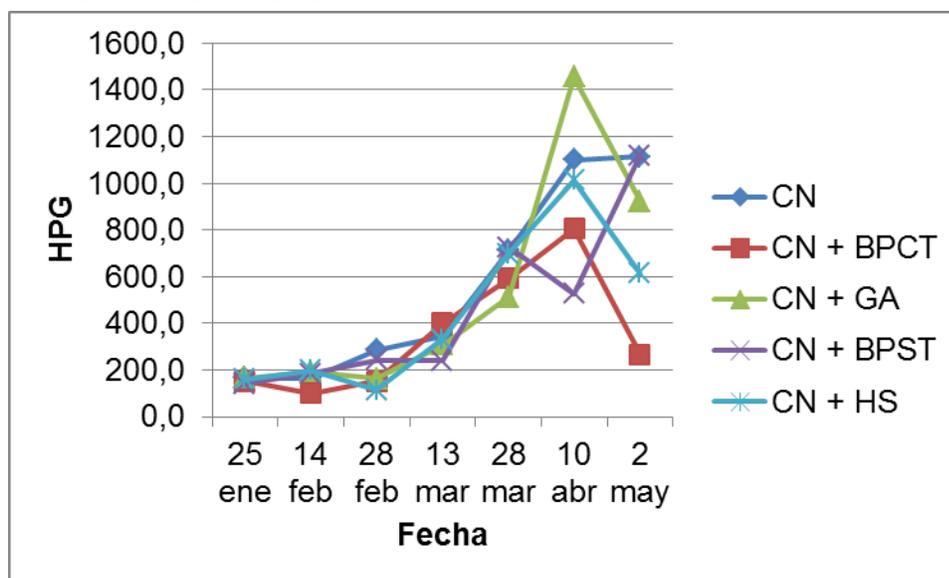


Figura 6. Evolución de la carga parasitaria (HPG) para cada tratamiento, en función de los días.



En el Cuadro 15 se presenta el efecto de los tratamientos evaluados sobre la ganancia diaria media de las corderas y en el Anexo 6 el análisis de la varianza. Fueron detectadas diferencias ($p=0.0024$) entre los tratamientos con suplementación y el testigo. La GDM de las corderas suplementadas fue en promedio 24,3 g superior que la experimentada en el tratamiento testigo (83,28 g/c/d vs. 58,98 g/c/d).

Cuadro 15. Ganancia diaria media (g/c/d) según tratamiento.

Tratamiento	GDM g/c/d
CN	58,98 B
CN+BPCT	79,51 A
CN+GA	82,71 A
CN+BPST	82,93 A
CN+HSP	87,97 A
Error estándar	0.007
Pr>t	<0.0001

Los valores de GDM obtenidos se pueden considerar adecuados ya que superan los 50 g/c/d reportados por Piaggio (2011a), Pastorín (2011) como ganancia mínima para la etapa de recría.

Si se expresa la ganancia en términos relativos, calculada como: $[(PV_{final} - PV_{inicial}) / PV_{inicial} \times 100]$, puede apreciarse en el Cuadro 16 que tampoco se expresan diferencias entre los tratamientos suplementados pero sí con respecto al testigo ($P < 0.05$). El análisis de la varianza se presenta en el Anexo 7.

Cuadro 16. Ganancia relativa $[(PV_{final} - PV_{inicial}) / PV_{inicial} \times 100]$ expresada en porcentaje, según tratamiento.

Tratamiento	Ganancia relativa (%)
CN	24.40 B
CN+BPCT	34.03 A
CN+GA	34.03 A
CN+BPST	35.53 A
CN+HSP	37.40 A
Promedio	33.08

Valores seguidos por igual letra en la misma columna no difieren significativamente ($P < 0.05$).

Si se comparan los datos de ganancia relativa presentados, con los obtenidos por Al-Dobaib (2009), Pastorín (2011), se observa que son similares. La ganancia relativa del tratamiento testigo a campo natural con una carga de 10 c/ha reportado por Pastorín (2011) fue de 22,3%, mientras que el suplementado con 100 g/c/d de harina de soja peleteada fue de 38,1% y el promedio general para todos los tratamientos de 33,2%. Para Al-Dobaib (2009), los valores se encuentran en el orden de 33,2% a 39,2%.

4.3.2 Eficiencia de conversión

Considerando la ganancia de peso vivo durante el período experimental, los kilos de suplemento consumidos, y el porcentaje de materia seca de los mismos, se calculó la eficiencia de conversión. Los valores obtenidos, fueron 3.15, 7.52, 7.53 y 7.77 kg MS de suplemento consumido por kg PV ganado, para la HSP, BPST, BPCT y GA respectivamente.

Dependiendo de los precios de los suplementos y las eficiencias de conversión, se puede evaluar la conveniencia de cada alternativa de acuerdo al costo del kg producido.

4.3.3 Evolución de la condición corporal

Los valores de CC inicial y final se presentan en el Cuadro 17. La CC inicial promedio fue de 2,83 unidades y la final de 3,60 unidades, no existiendo diferencias ($P < 0.05$) entre los tratamientos. En el Anexo 8 se presenta el análisis de la varianza.

Cuadro 17. Condición corporal inicial, final y variación según tratamiento.

Tratamiento	CC inicial	CC final	Var. CC
CN	2,73	3,47	0,73
CN+BPCT	2,90	3,67	0,77
CN+GA	2,77	3,60	0,83
CN+BPST	2,83	3,67	0,83
CN+HSP	2,90	3,60	0,70
Promedio	2,83	3,60	0,77

Valores seguidos por igual letra en la misma columna no difieren significativamente ($P < 0.05$).

En cuanto a la variación de la condición corporal, tampoco expresó diferencias entre los tratamientos. Se podría haber esperado que la condición corporal reflejara un comportamiento similar al de las ganancias, pero dado que estas últimas fueron altas incluso en el tratamiento testigo, esto no se observó.

4.3.4 Determinación de la digestibilidad de la materia orgánica

En el Cuadro 18, se presenta el efecto de los tratamientos sobre la digestibilidad de la materia orgánica y el análisis de la varianza en el Anexo 9. Como puede apreciarse no fueron detectadas diferencias ($p < 0.10$) entre los tratamientos con suplementación, pero sí entre el suplementado con grano de arveja y el testigo campo natural.

Cuadro 18. Digestibilidad de la materia orgánica (expresada en porcentaje) según tratamiento.

Tratamiento	DMO (%)
CN+GA	62.96 A
CN+BPST	62.45 AB
CN+BPCT	62.25 AB
CN+HSP	62.41 AB
CN	61.24 B

Valores seguidos por igual letra en la misma columna no difieren significativamente ($P < 0.10$).

El valor de DMO para campo natural, se encuentra entre el promedio de 59% y máximo de 63% reportado por Formoso et al. (2001), para los meses de enero a abril.

4.4 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE LA CINÉTICA DE DEGRADACIÓN

En la Figura 7 se describen las curvas de degradabilidad *in situ* de la materia seca de los alimentos utilizados, en función del tiempo. Como se observa, los bloques son los que presentan una mayor degradabilidad inicial, lo que se constata también al observar el valor de *a* (fracción rápidamente degradable) en el Cuadro 19, seguido por el grano de arveja y la harina de soja y por último el campo natural. En el Anexo 10 se presenta el análisis de la varianza para la degradabilidad *in situ* de la materia seca.

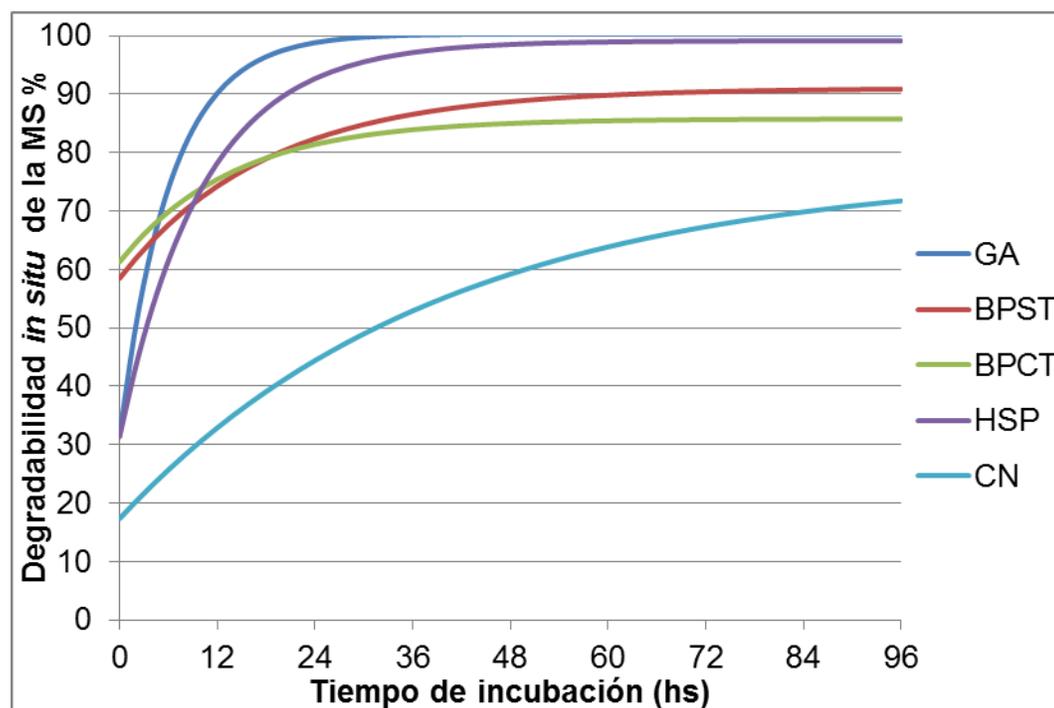
En cuanto al parámetro *b* (fracción lentamente degradable), el grano de arveja y la harina de soja son los que presentan los valores más altos, sin diferencias ($P < 0.05$) entre ambos. Le siguen el campo natural, el bloque sin taninos y el bloque con taninos.

Con respecto a la tasa de degradación de *b* (*kd*), se observa que el grano de arveja es el que presenta la más alta, seguido por la harina de soja. Los bloques tienen un comportamiento intermedio entre esta última y el campo natural, el cual mostró el menor *kd*.

En lo que refiere a la Degradabilidad efectiva (DE), para ambas tasas de pasaje ruminal utilizadas (0.06 y 0.08), no se encontraron diferencias ($p < 0.05$) entre la harina de soja y los bloques proteicos, los cuales mostraron

valores intermedios entre el grano de arveja y el campo natural que fueron los de mayor y menor DE respectivamente.

Figura 7. Degradabilidad *in situ* de la MS% según los diferentes alimentos.



Cuadro 19. Parámetros de la degradabilidad ruminal (valores *a*, *b* y *k_d*) y degradabilidad efectiva (considerando dos tasas de pasaje; 0.06 y 0.08) de la materia seca (MS) según alimentos.

MS	Alimentos				
	CN	HSP	BPCT	BPST	GA
<i>a</i>	0,17 C	0,31 B	0,61 A	0,58 A	0,32 B
<i>b</i>	0,54 B	0,68 A	0,25 D	0,33 C	0,69 A
<i>K_d</i>	0.0290 C	0.0979 B	0.0719 BC	0.0552 BC	0.159 A
DE (<i>K_p</i> 0.06)	34.773 C	73.322 B	74.384 B	74.014 B	81.225 A
DE (<i>K_p</i> 0.08)	31.561 C	68.600 B	72.659 B	71.710 B	77.041 A

Valores seguidos por igual letra en la misma fila no difieren significativamente ($P < 0.05$).

En la Figura 8 se describen las curvas de degradabilidad *in situ* de la proteína cruda de los alimentos utilizados, en función del tiempo, y en el Cuadro 20 se presentan los parámetros de la degradabilidad ruminal, así como también la degradabilidad efectiva de cada alimento. En el Anexo 11 se presenta el análisis de la varianza. En cuanto al parámetro *a* éste es mayor en los bloques, le sigue el grano de arveja, la harina de soja y el campo natural. Con respecto a los bloques, lo esperable, hubiera sido encontrar diferencias entre ambos, ya que la inclusión de taninos disminuye la degradabilidad a nivel ruminal. Sin embargo no se detectaron estas diferencias, lo cual podría deberse al efecto de altas temperaturas durante el proceso de elaboración que afecta negativamente la unión tanino-proteína, y por lo tanto, se pierde el efecto de protección de la proteína a nivel ruminal. El alto valor de *a* en los bloques con respecto a los otros alimentos, se puede deber a que contienen alto contenido de nitrógeno como urea. En la fracción lentamente degradable (*b*) no se observan diferencias ($P < 0.05$) entre el campo natural, la harina de soja y el grano de arveja, siendo los bloques proteicos los de menor valor. Para la tasa de degradación de *b*, si bien el único alimento que se diferencia estadísticamente de los demás ($p < 0.05$) es el grano de arveja, se resalta el bajo valor del campo natural.

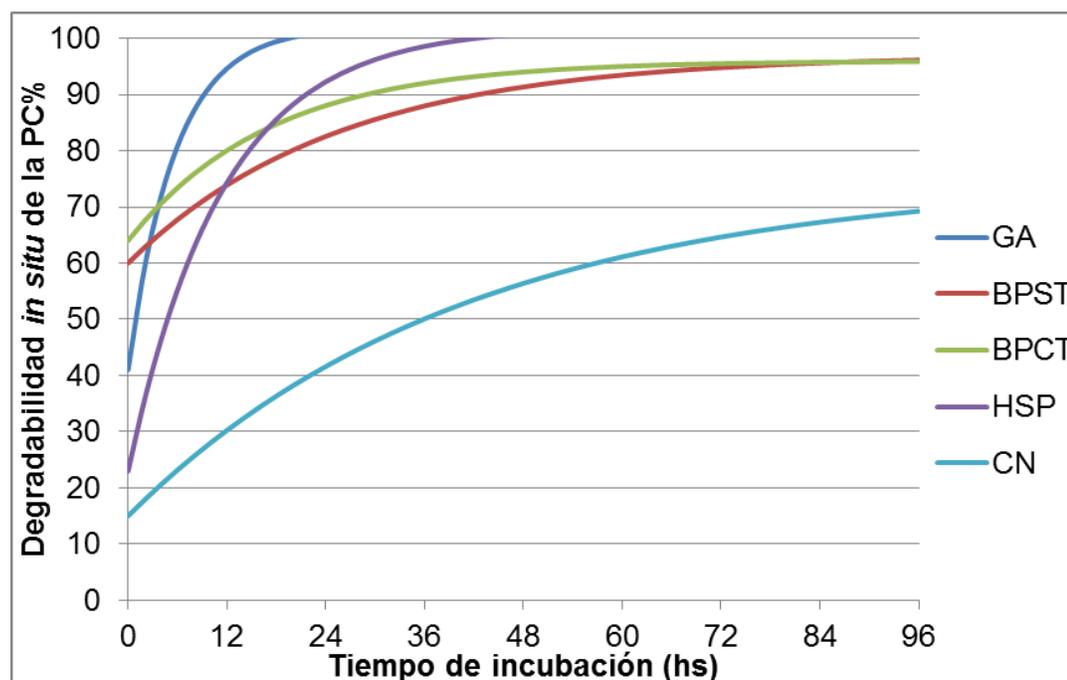
Con respecto a la Degradabilidad efectiva, considerando una tasa de pasaje de 0.06, el grano de arveja muestra el valor más alto, seguido por los bloques, no diferenciándose estadísticamente el bloque sin taninos de la harina de soja, siendo el campo natural el que presenta la menor degradabilidad efectiva. Para la tasa de 0.08, el grano de arveja es el de mayor degradabilidad efectiva, sin diferencias ($P < 0.05$) con el bloque proteico con taninos, siendo éste último igual estadísticamente al sin taninos, seguido por la harina de soja y por último el campo natural.

A partir de los valores de requerimientos presentados en el Cuadro 1, se observa que de la proteína cruda requerida, entre el 51 y 82 % debe ser degradable en rumen. Si se comparan estos valores con los de degradabilidad del Cuadro 20, se constata que el aporte de N al rumen de campo natural es muy bajo, no llegando a cubrir el mínimo de degradabilidad requerido.

Si se comparan los resultados obtenidos con los del AFRC, para la harina de soja se observa una diferencia de 9 puntos porcentuales tanto para la tasa de pasaje de 0.06 como 0.08. Siendo de 63,57 y 54% las degradabilidades según el *in-situ* y el AFRC respectivamente con una tasa de pasaje de 0.06; y

de 69,13 y 60% con una tasa de pasaje de 0.08. Respecto al grano de arveja, considerando una tasa de pasaje de 0.06, se encontró una diferencia de 10 puntos porcentuales entre los valores estimados y los del AFRC, siendo de 86,14 y 76% respectivamente. Mientras que con la tasa de pasaje de 0.08, se obtuvo un valor de 82,6 y 79% según el *in situ* y el AFRC respectivamente.

Figura 8. Degradabilidad *in situ* de la PC% según los diferentes alimentos.



Cuadro 20. Parámetros de la degradabilidad ruminal (valores a , b y k_d) y degradabilidad efectiva (considerando dos tasas de pasaje; 0.06 y 0.08) de la proteína cruda (PC) según alimentos.

PC	Alimentos				
	CN	HSP	BPCT	BPST	GA
a	0,15 D	0,23 C	0,64 A	0,60 A	0,41B
b	0,60 A	0,79 A	0,32 B	0,37 B	0,61 A
K_d	0.0244 B	0.0873 B	0.0580 B	0.0392 B	0.1762 A
DE (K_p 0.06)	31.834 E	69.132 C	78.713 B	74.402 BC	86.140 A
DE (K_p 0.08)	28.673 E	63.566 C	76.490 AB	71.937 B	82.596 A

Valores seguidos por igual letra en la misma fila no difieren significativamente ($P < 0.05$).

5. CONCLUSIONES

Para las condiciones en que fue llevado a cabo este experimento se puede concluir que:

Todos los tratamientos evaluados superaron los 50 g/c/d considerado como ganancia mínima para alcanzar una adecuada recría. Se debe destacar que la oferta de forraje fue adecuada para obtener un óptimo desempeño de las corderas (3 a 4 veces superior a su nivel de ingestión potencial).

La suplementación proteica mejoró la ganancia de las corderas a campo natural durante el período estival, lo cual pone de manifiesto la carencia de esta base forrajera en dicho nutriente para cubrir los requerimientos de esta categoría.

La técnica gravimétrica de fermentación *in situ* permitió conocer la cinética de degradación de los alimentos utilizados (CN, HSP, BPCT, BPST, y GA). Siendo el grano de arveja el de mayor degradabilidad efectiva de la MS en rumen, el campo natural el de menor y los restantes suplementos intermedios. En cuanto a la degradabilidad efectiva de la PC en rumen, el GA presentó la más alta, seguido por los bloques, la HSP y el CN. El campo natural como única fuente de alimento si bien podría tener el porcentaje de proteína cruda requerido, en lo que respecta al aporte de N al rumen es muy bajo.

6. RESUMEN

En el Centro de Investigación y Experimentación Dr. Alejandro Gallinal, perteneciente al Secretariado Uruguayo de la Lana, fue llevado a cabo un experimento de recría estival de corderas, destetadas sobre campo natural. El objetivo fue evaluar el efecto de distintos suplementos proteicos sobre la ganancia diaria de corderas. Fueron utilizadas 75 corderas Corriedale, nacidas en primavera y destetadas a los 3 meses de edad. El diseño experimental fue completamente al azar con 3 repeticiones por tratamiento. Se evaluaron 4 alimentos proteicos utilizados como fuente de 50 g de proteína cruda por cordera por día y un tratamiento testigo sin suplementación, por lo tanto, en total fueron cinco tratamientos: T1: Testigo, Campo Natural (CN) sin suplemento, T2: CN+ Harina de Soja peleteada, 100 g HSP/cordera/día; T3: CN+Bloque proteico con taninos, 175 g BPCT/cordera/día; T4: CN+Bloque proteico sin taninos, 175 g BPST/cordera/día y T5: CN+Grano de arveja, 250 g GA/cordera/día. La carga utilizada sobre CN fue de 10 corderas/ha para todos los tratamientos, con carga continua. La frecuencia de suplementación fue de 2 veces por semana. Con respecto al peso vivo final solo se detectaron diferencias ($p < 0.05$) entre el T1 y el T2, siendo los valores de 27.6 y 30.3 kg respectivamente. En cuanto a la GDM no se detectaron diferencias ($p = 0.0024$) entre los tratamientos con suplementación pero sí con respecto al testigo, con valores de 58.98, 87.97, 79.51, 82.93 y 82.71 para los T1, T2, T3, T4 y T5 respectivamente. No se encontraron diferencias ($p < 0.05$) en la variación de CC para los diferentes tratamientos. En la Digestibilidad de la materia orgánica se detectaron diferencias ($p < 0.10$) con valores de 62.96 y 61.24 para los T5 y T1 respectivamente. También se estimó y comparó la cinética de degradación de los alimentos utilizados (CN, HSP, BPCT, BPST, y GA) mediante la técnica gravimétrica de fermentación *in situ*. Cada alimento se evaluó en dos animales y en dos períodos. Los tiempos de incubación empleados fueron: 0, 2, 4, 8, 12, 24, 48, 72 y 96 hs. Se utilizaron dos capones de raza Corriedale de 4 años de edad, 50 kg de peso vivo, provistos de cánulas ruminales. Con respecto a los parámetros de degradabilidad de la MS, se encontró que los bloques presentaron mayor *a*, seguido por el GA y HSP, y por último el CN. En cuanto a *b* el GA y HSP fueron los de mayor valor y sin diferencias estadísticas entre ambos, le siguen el CN, BPST y BPCT. Para el *K_d*, el GA presentó el valor más alto, después la HSP sin diferencias ($P < 0.05$) con los bloques, no diferenciándose estos últimos del CN. Para la DE el GA fue el de mayor valor, la

HSP y los bloques intermedios y sin diferencias ($P < 0.05$) entre ellos y por último el CN. Para los parámetros de degradabilidad de la PC se obtuvo que, los bloques fueron los de mayor a , seguido por el GA, HSP y CN. En cuanto al b no se encontraron diferencias ($P < 0.05$) entre CN, HSP y GA, siendo los bloques los de menor valor. Con respecto al kd el GA fue el más alto, diferenciándose de los otros tratamientos. La DE ($k_p = 0.06$) fue mayor en el GA, intermedios el BPCT y BPST, este último sin diferencias ($P < 0.05$) con la HSP y el de menor valor fue el CN. Para la DE ($k_p = 0.08$), el GA fue el más alto intermedios los bloques, luego la HSP y el CN.

Palabras clave: Cordera; Suplementación proteica; Ganancia de peso; Degradabilidad.

7. SUMMARY

At the Research Center “Dr. Alejandro Gallinal”, belonging to the Uruguayan Wool Secretariat, was conducted a lamb summer breeding experiment, weaned on native pastures. The objective was to evaluate the effect of different protein supplements on average daily gain (ADG) of lambs. 75 Corriedale ewe lambs were used, born in spring and weaned at 3 months of age with a completely randomized design with 3 replications for treatment. There were evaluated 4 kind of protein supplements as source of 50 g CP/lamb/day and a control treatment without supplement, so were 5 treatments: T1: Control, Native Pasture (NP) without supplement, T2 : NP + Soybean Meal pelleted, 100 gSMP/lamb/day, T3 : CN + protein block with tannins 175 gPBT/lamb/day; T4 : CN + protein block without tannins 175 gPBWT/lamb/day and T5 : CN + pea bean, 250 gB/lamb/day. The grazing was continuous (10 lambs/ha) for all treatments. The frequency of supplementation was 2 times a week. Final live weight only was different ($p < 0.05$) between T1 and T2 with values of 27.6 and 30.3 kg respectively. ADG was different between treatments with supplementation and the control ($p = 0.0024$). The values were 58.98, 87.97, 79.51, 82.93 and 82.71 for T1, T2, T3, T4 and T5 respectively. No differences ($p < 0.05$) in the variation of CC between treatments were found. The organic matter digestibility was different ($p < 0.10$) with values of 62.96 and 61.24 for T1 and T5 respectively. It was also estimated and compared the degradation kinetics of protein supplements and native pasture (NP, SMP, PBT, PBWT, and B) by gravimetric fermentation *in situ* technique. Each sample was evaluated in two animals and two periods. Incubation times used were: 0, 2, 4, 8, 12, 24, 48, 72 and 96 hs. Two ruminally cannulated Corriedale wether, with an average live weight of 50 kg and 4 years old were used. Respect to the parameters of degradability of DM, was found that the protein blocks had higher a , followed by G and SMP, and finally the NP. The b was highest in G and SMP without difference ($P < 0.05$) between them, followed by NP, PBWT and PBT. For Kd , the G had the highest value, while no difference ($P < 0.05$) was detected between SMP and blocks, and between the last one and NP. The ED was highest in G, followed by SMP and blocks without differences ($P < 0.05$) between them and finally the CN. Respect to CP degradability parameters, the blocks had de highest a , followed by the G, SMP and NP. Fraction b , was not different ($P < 0.05$) between NP, SMP and G, while blocks had the lowest value. The rate of degradation (kd) was significantly higher in G than in the other treatments. The ED ($kp = 0.06$) was higher in G, followed by PBT and PBWT, while no differences ($p < 0.05$) was detected between the last one and SMP, and NP had the lowest value. The ED ($kp = 0.08$) was higher in G, followed by blocks, SMP and NP.

Keywords: Ewe lamb; Protein supplementation; Live weight gain; Degradability.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. AFRC. 1993. Energy and protein requirements of ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. Wallingford, UK, CABI. pp. 133-137.
2. ALASINO, M. C. 2009. Harina de arveja en la elaboración de pan. Estudio del efecto de emulsionantes como mejoradores de volumen y vida útil. (en línea). Tesis Magíster en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Santa Fé, Argentina. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ingeniería Química. pp. 24-27. Consultado 28 feb. 2013. Disponible en <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8180/tesis/bitstream/1/145/1/tesis.pdf>
3. AL-DOBAIB, S. N. 2009. Effect of different levels of Quebracho tannin on nitrogen utilization and growth performance of Najdi sheep fed alfalfa (*Medicago sativa*) hay as a sole diet. *Animal Science Journal*. 80: 532–541.
4. ANNISON, E.F.; LINDSAY, D.B.; NOLAN, J.V. 2002. Digestion and Metabolism. In: Freer, M.; Dove, H. eds. *Sheep nutrition*. Wallingford, CABI. pp. 103 - 105.
5. AZZARINI, M. 1991. Efecto de la alimentación durante la recría sobre el desempeño productivo posterior de hembras Corriedale; crecimiento durante el primer año de vida y manifestación de la pubertad. *Producción Ovina*. 4 (1): 39-52.
6. BAE, H.D.; MC.ALLISTER, T.A.; YANKE, J.; CHENG, K.J.; MUIR, A.D. 1993. Effects of condensed tannins on Endoglucanase activity and filter paper digestion by *Fibrobacter succinogenes* S85. (en línea). *Applied and Environmental Microbiology*. 59: 2132- 2138. Consultado 10 jun. 2013. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC182247/pdf/aem00036-0148.pdf>
7. BAUZA, R. 2012a. Suplementos proteicos. (en línea). In: *Curso de Nutrición Animal (2012, Montevideo)*. Textos. Montevideo, Facultad de Agronomía. s.p. Consultado 26 feb. 2013. Disponible en

http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/NUTRICION/MATERIAL%202012/Tema_2.Alimentos_Proteicos.2012.pdf

8. _____.; CAPRA, G.; BRATSCHI, C. 2012b. Valor nutritivo para cerdos de la arveja forrajera. Revista INIA. no. 28: 29-33.
9. BERRETA, E.J.; DO NASCIMENTO, D. 1991. Glosario estructurado de términos sobre pasturas y producción animal. Montevideo, Uruguay, IICA. PROCISUR. p.14 (Diálogo no. 32).
10. _____. 1996. Campo natural; valor nutritivo y manejo. In: Risso, D.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 113-117 (Serie Técnica no. 80).
11. BOCQUIER, F.; THERIEZ, M.; PRACHE, S.; BRELURUT, A. 1990. Alimentación de ovinos. In: Jarrige, J. ed. Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos. Madrid, Mundi-Prensa. pp. 225-242.
12. BYERS, F.M. 1989. Ganado para carne en crecimiento y terminación. In: Church, D.C. ed. Alimentos y alimentación de ganado. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 365-368.
13. CARBAJAL, C.M.; FERNANDEZ, J.; GABACHUTTO, I.R. 1987. Producción y calidad de diferentes especies forrajeras nativas bajo condiciones de campo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. p. 39.
14. CASTRO, C.R. de C. 2002. Relações planta-animal em pastagem de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) manejada em diferentes alturas com ovinos. Dissertação Mestrada. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal de Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 185 p.
15. CHURCH, D.C. 1989. Fuentes suplementarias de proteínas. In: Church, D.C. ed. Alimentos y alimentación de ganado. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 197-212.
16. La cría de la borrega y su importancia. 1984. Lana Noticias. 11 (74): 2-3.
17. DOVE, H. 2002. Principles of supplementary feeding in sheep-grazing systems. In: Freer, M.; Dove, H. eds. Sheep nutrition. Wallingford, CABI. pp. 119 - 140.

18. DÝRMUNDSSON, Ó.R. 1981. Natural factors affecting puberty and reproductive performance in ewe lambs; a review. *Livestock Production Science*. 8: 55-65.
19. FERNÁNDEZ ABELLA. 2011. Importancia de la recría ovina en el desempeño futuro; eficiencia reproductiva y producción de lana. *Lana Noticias*. no. 159: 6-8.
20. FORBES, J.M.; MAYES, R.W. 2002. Food choice. *In*: Freer, M.; Dove, H. eds. *Sheep nutrition*. Wallingford, CABI. pp. 57-59.
21. FORMOSO, D.; OFICIALDEGUI, R.; NORBIS, H. 2001. Producción y valor nutritivo del campo natural y mejoramientos extensivos. *In*: Secretariado Uruguayo de la Lana. *Utilización y manejo de mejoramientos extensivos con ovinos*. Montevideo, Tycom. pp. 7-11.
22. _____. 2005. La investigación en utilización de pasturas naturales sobre Cristalino desarrollada por el Secretariado Uruguayo de la Lana. *In*: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo). *Trabajos presentados*. Montevideo, INIA. pp. 51- 57 (Serie Técnica no. 151).
23. FREDERICKS, F.; DIXON, R.M.; HOLMES, J.H.G.; EGAN, A.R. 1986. Effects of daily or infrequent supplementation of weaner sheep on liveweight change and wool growth. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*. 16: 207 –210.
24. FRUTOS, P.; HERVÁS, G.; GIRÁLDEZ, F. J.; FERNÁNDEZ, M.; MANTECÓN, A. R. 2000. Digestive utilization of quebracho-treated soya bean meals in sheep. *Journal of Agricultural Science*. 134: 101- 108.
25. GAGGERO, C.; RODRÍGUEZ, A. 1983. Destete de corderos a temprana edad. *Ovinos y Lanos*. no. 9: 43-60.
26. GIBB, M.J.; TREACHER, T.T. 1976. The effect of herbage allowance on herbage intake and performance of lambs grazing perennial ryegrass and red clover swards. *The Journal of Agriculture Science*. 86 (02):355-365.
27. HERVÁS, G. 2001. Los taninos condensados de quebracho en la nutrición de ovejas; efecto sobre la fermentación en el rumen y la

digestibilidad, toxicidad y utilización como protectores frente a la degradación ruminal. (en línea). León, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Estación Agrícola Experimental. Grulleros. pp. 9-36. Consultado 2 feb. 2013. Disponible en http://digital.csic.es/bitstream/10261/5114/1/Herv%C3%A1s_2001%20%28Tesis%20doctoral%29.pdf

28. HODGSON, J. 1990. Grazing management; science into practice. New York, Longman. p.203.
29. INVERNIZZI, J.P.; SILVEIRA, M.F. 1992. Valor nutritivo de diferentes especies nativas en suelos de Basalto, en condiciones de pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 46-50.
30. JEFFERIES, B.C. 1961. Body condition scoring and its use in management. *Tasmanian Journal of Agriculture*. 32: 19-32.
31. JONES, F.M.; HEGARTY, R.S.; DAVIS, J.J. 2004. Nutritional requirements of growing lambs; protein and energy requirements. *In*: Chapman, H.M. ed. Feeding grain for sheep meat production. Perth, CRC Sheep Industry. pp. 13-23.
32. LARDY, G. s.f. Protein supplementation of grazing livestock. (en línea). Fargo, North Dakota State University. Dickinson Research Extension Center. s.p. Consultado 25 abr. 2013. Disponible en <http://www.ag.ndsu.edu/archive/dickinso/research/1997/beef97b.htm>
33. MC DONALD, I. 1981. A revised model for estimation of protein degradability in the rumen. *Journal of Agricultural Science*. 96: 251-252.
34. MC DONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D.; MORGAN, C.A. 2006. *Nutrición animal*. 6^a ed. Zaragoza, Acribia. pp. 156-158.
35. MARICHAL, M. de J.; COSTABEL, M.; ARIAS, G. 2009. Tablas de composición química de subproductos agroindustriales. *In*: Marichal, M. de J. ed. Tablas de composición de alimentos; subproductos agroindustriales y pasturas cultivadas en Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 10-17.

36. MARTÍNEZ DE ACURERO, M.; BRAVO, J.; BETANCOURT, M.; BRACHO, I.; QUINTANA, H. 2002. Influencia de la suplementación proteica sobre el crecimiento de corderos post destete. (en línea). *Zootecnia Tropical*. 20(3): 307-317. Consultado 24 ene. 2013. Disponible en http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2003/texto/mmartinez.htm
37. MAZZITELLI, F. 1983. Algunas consideraciones sobre el crecimiento de corderos. *Ovinos y Lanas*. no. 8: 51-61.
38. MIERES, J.M. 1997. Relaciones planta – animal – suplemento. *In*: Jornada Suplementación Estratégica de la Cría y Recría Ovina y Vacuna (1997, Tacuarembó). Memorias. Montevideo, INIA. p. irr. (Actividades de Difusión no. 129).
39. _____; ASSANDRI, L.; CÚNEO, M. 2004. Tablas de valor nutritivo de alimentos. *In*: Mieres, J.M. ed. Guía para la alimentación de rumiantes. Montevideo, INIA. pp. 23–25 (Serie Técnica no. 142).
40. MIN, B.R.; HART, S.P. 2003. Tannins for suppression of internal parasites. (en línea). *Journal of Animal Science*. 81: E102-E109. Consultado 3 mar. 2013. Disponible en http://www.animal-science.org/content/81/14_suppl_2/E102.full.pdf+html
41. MINSON, D.J. 1982. Effects of chemical composition on feed digestibility and metabolizable energy. *Nutrition Abstracts and Reviews Series B*. 52(10):591-615.
42. MONTOSI, F.; RISSO, D.F.; PIGURINA, G. 1996. Consideraciones sobre utilización de pasturas. *In*: Risso, D.F.; Berretta E.J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 93-100 (Serie Técnica no. 80).
43. _____; SAN JULIÁN, R.; MEDEROS, A.; BANCHERO, G.; BERRETTA, E.J.; RISSO, D.F.; DE MATTOS, D.; FERREIRA, G. 1997. Avances tecnológicos para la región basáltica; producción ovina. *In*: Jornada de Tecnologías de Producción Ganadera para Basalto (1997, Tacuarembó). Memorias. Tacuarembó, INIA. p. irr. (Actividades de Difusión no. 145).
44. _____; BERRETTA, E.J.; PIGURINA, G.; SANTAMARINA, I.; BEMHAJA, M.; SAN JULIÁN, R.; RISSO, D.F.; MIERES, J. 1998.

Estudios de selectividad de ovinos y vacunos en diferentes comunidades vegetales de la región de basalto. *In*: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 257-285 (Serie Técnica no. 102).

45. _____.; FIGURINA, G.; SANTAMARINA, I.; BERRETTA, E. 2000. Revisión bibliográfica. *In*: Montossi, F.; Pigurina, G.; Santamarina, I.; Berretta, E. eds. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos; teoría y práctica. Montevideo, INIA. cap. 1, pp. 8-19 (Serie Técnica no. 113).
46. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2007. Nutrient requirements of small ruminants; sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, D.C., National Academic Press. p. 256.
47. NELSON, K.E.; PELL A.N.; DOANE, P.H.; GINER-CHAVEZ, B.I.; SCHOFIELD, P. 1997. Chemical and biological assays to evaluate bacterial inhibition by tannins. *Journal of Chemical Ecology*. 23: 1175-1194.
48. NORBIS, H.; PIAGGIO L. 2005. Estrategias de alimentación en la recría de corderos. *Lana Noticias*. no. 141: 12-17.
49. OFICIALDEGUI, R. 1990. Suplementación estratégica de lanares. *In*: Seminario Técnico de Producción Ovina (1990, Paysandú). Trabajos presentados. Producción Ovina. no. 3: 165-178.
50. ØRSKOV, E. R.; MC DONALD, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to the rate of passage. *Journal of Agricultural Science*. 92: 499-503.
51. _____.; DEB HOVELL, F. D.; MOULD, F. 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Tropical Animal Production*. 5: 195-213. Consultado 17 ene. 2013. Disponible en http://www.fao.org/ag/aga/agap/frq/tap53/53_1.pdf
52. PASTORÍN, A. 2011. Efecto de la suplementación proteica en el desempeño productivo de corderos destetados sobre campo natural. (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 57 p. Consultado 23 ene. 2013. Disponible en <http://164.73.52.13/iah/textostesis/2011/3667pas2.pdf>

53. PERIPOLLI, V.; PRATES, Ê.R.; JARDIM, J.O.; BRACCINI, J. 2011. Fecal nitrogen to estimate intake and digestibility in grazing ruminants. *Animal Feed Science and Technology*. 163: 170-176.
54. PIAGGIO, L. 2011a. Alternativas de alimentación en la recría estival. *Lana Noticias*. no. 159: 12-14.
55. _____. 2011b. Planificación alimenticia para encarnerada de borregas 2 dientes. *Lana Noticias*. no. 157: 26-30.
56. _____.; STELLA, L.; del PINO, L.; DESCHENAUX, H. 2012. Sorgo forrajero BMR como forrajera estival para pastoreo de corderos. *Lana Noticias*. no. 162: 12-15.
57. POPPI, D.P. 1983. Nutrition of the lamb after weaning. *In*: Familton, A.S. ed. *Lamb growth*. s.l., Lincoln College. pp. 29 – 42 (*New Zealand Farmers Handbook*).
58. _____.; HUGHES, J.P.; L'HUILLIER, P.J. 1987. Intake of pasture by grazing ruminants. *In*: Nicol, A.M. ed. *Feeding livestock on pasture*. Hamilton, New Zealand Society of Animal Production. pp. 55-63 (*Occasional Publication no. 10*).
59. RATTRAY, P.V.; THOMPSON, K.F.; HAWKER, H.; SUMMER, R.M.W. 1987. Pastures for sheep production. *In*: Nicol, A.M. ed. *Feeding livestock on pasture*. Hamilton, New Zealand Society of Animal Production. pp. 89 - 104 (*Occasional Publication no. 10*).
60. REID, C.R.; BAILEY, C.M.; JUDKINS, M.B. 1991. Metabolizable energy for maintenance of beef-type *Bos taurus* and *Bos indicus* x *Bos Taurus* cows in a dry, temperate climate. *Journal of Animal Science*. 69: 2779-2786.
61. RISSO, D.F.; MORÓN, A. 1990. Evaluación de mejoramientos extensivos de pasturas naturales en suelos sobre cristalino (1984-1990). *In*: Seminario Nacional de Campo Natural (2º, 1990, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 205-218.
62. _____.; BERRETTA, E.J.; ZARZA, A. 2001. Tecnologías para la mejora de la producción de forraje en suelos de Cristalino. *In*: Risso, D.F.; Berretta, E.J. eds. *Tecnologías forrajeras para*

sistemas ganaderos del Uruguay. Montevideo, INIA. pp. 39-42 (Boletín de Divulgación no. 76).

63. RODRIGUEZ, A. 1990. Importancia de la recría en los sistemas de producción ovina. In: Seminario Técnico de Producción Ovina (1990, Paysandú). Trabajos presentados. Producción Ovina no. 3: 130-145.
64. SECRETARIADO URUGUAYO DE LA LANA. 2011. Manual práctico de producción ovina. Montevideo, Uruguay. p.5.
65. SILVEIRA, E.O. 2001. Comportamiento ingestivo e produção de cordeiros em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejada em diferentes alturas. Dissertação (Mestrada). Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal de Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 137 p.
66. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. 2002. Censo general agropecuario 2000; resultados definitivos. Montevideo. v.2, p. 20.
67. _____. _____. _____. 2003. La ganadería en Uruguay; contribución a su conocimiento. Montevideo. pp. 69-70.
68. VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysacharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74: 3583-3597.
69. WESTON, R.H. 1981. Animal factors affecting feed intake. In: International Symposium Nutritional Limits to Animal Production from Pastures (1981, St. Lucía). Proceedings. Queensland, AU, CSIRO. pp 183-198.

9. ANEXOS

ANEXO 1

- Resultado de análisis de suelo de los potreros de campo natural utilizados en el experimento, elaborado por el Laboratorio de análisis de suelo, plantas y agua, de INIA La Estanzuela.

	pH (H ₂ O)	C.Org (%)	Bray I (µgP/g)	Cítrico (µgP/g)
POTRERO 4	5,3	2,15	0,5	-
POTRERO 3	5,4	2,98	11,0	18,3

ANEXO 2

Acostumbramiento



ANEXO 3

Forma de suministro



ANEXO 4

- Análisis de la producción de material seca; disponible y remanente.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	4	20	1.29	0.3075
MED	1	20	21.90	0.0001
TRAT*MED	4	20	0.79	0.5448

Disponibile

Effect=TRAT*MED Method=Tukey (P<0.05) Set=3

Obs	TRAT	MED	Estimate	Standard Error	Letter Group
8	CN	1	1118.33	214.75	A
9	CN+BPST	1	1078.33	214.75	A
10	CN+HSP	1	1078.33	214.75	A
11	CN+GA	1	1043.33	214.75	A
12	CN+BPCT	1	796.67	214.75	A

Remanente

Effect=TRAT*MED Method=Tukey(P<0.05) Set=4

Obs	TRAT	MED	Estimate	Standard Error	Letter Group
13	CN+GA	2	2068.33	214.75	A
14	CN	2	1791.67	214.75	A
15	CN+HSP	2	1613.33	214.75	A
16	CN+BPCT	2	1463.33	214.75	A
17	CN+BPST	2	1356.67	214.75	A

ANEXO 5

- Análisis del peso vivo inicial y final.

Peso vivo inicial

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	4	70	0.28	0.8904

Effect=Trat Method=Tukey(P<0.05) Set=1

Obs	TRAT	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	CN+BPST	22.8000	0.9242	A
2	CN+HSP	22.4333	0.9242	A
3	CN+BPCT	22.2667	0.9242	A
4	CN	22.1667	0.9242	A
5	CN+GA	21.4667	0.9242	A

Peso vivo final

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	4	9.99	3.87	0.0377
PVINI	1	61	158.62	<.0001

Effect=Trat Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=1

Obs	TRAT	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	CN+HSP	30.2999	0.5342	A
2	CN+BPST	29.8707	0.5353	AB
3	CN+BPCT	29.4344	0.5341	AB
4	CN+GA	29.3799	0.5363	AB
5	CN	27.5484	0.5341	B

ANEXO 6

- Análisis de la Ganancia diaria media

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	4	171	0.19	0.9438
DIAS	1	367	610.65	<.0001
DIAS*TRAT	4	367	2.53	0.0404
PVINI	1	91.4	418.69	<.0001

Estimates

Label	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
INT prom	22.7408	0.2145	171	106.04	<.0001
INT TRAT=CN+GA	22.3724	0.4772	175	46.88	<.0001
INT TRAT=CN+BPST	22.8580	0.4809	170	47.53	<.0001
INT TRAT=CN+BPCT	22.8653	0.4803	170	47.61	<.0001
INT TRAT=CN+HSP	22.8143	0.4803	170	47.50	<.0001
INT TRAT=CN	22.7940	0.4803	170	47.46	<.0001
pend prom	0.07842	0.003173	367	24.71	<.0001
pend TRAT=CN+GA	0.08271	0.007104	366	11.64	<.0001

pend TRAT=CN+BPST	0.08293	0.007094	367	11.69	<.0001
pend TRAT=CN+BPCT	0.07951	0.007094	367	11.21	<.0001
pend TRAT=CN+HSP	0.08797	0.007094	367	12.40	<.0001
pend TRAT=CN	0.05898	0.007094	367	8.31	<.0001
pend CN+GA VS CN+BPST	-0.00022	0.01004	367	-0.02	0.9828
pend CN+GA VS CN+BPCT	0.003207	0.01004	367	0.32	0.7496
pend CN+GA VS CN+HSP	-0.00526	0.01004	367	-0.52	0.6005
pend CN+GA VS CN	0.02373	0.01004	367	2.36	0.0186
pend CN+BPST VS CN+BPCT	0.003424	0.01003	367	0.34	0.7331
pend CN+BPST VS CN+HSP	-0.00505	0.01003	367	-0.50	0.6154
pend CN+BPST VS CN	0.02395	0.01003	367	2.39	0.0175
pend CN+BPCT VS CN+HSP	-0.00847	0.01003	367	-0.84	0.3991
pend CN+BPCT VS CN	0.02052	0.01003	367	2.05	0.0415
pend CN+HSP VS CN	0.02899	0.01003	367	2.89	0.0041
PEND TODOS VS CN	0.02430	0.007932	367	3.06	0.0024

ANEXO 7

- Análisis de la ganancia relativa

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	4	69	5.10	0.0012
PVINI	1	69	62.33	<.0001

Effect=TRAT Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=1

Obs	TRAT	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	CN+HSP	37.4044	2.2331	A
2	CN+BPST	35.5268	2.2385	A
3	CN+GA	34.0344	2.2431	A
4	CN+BPCT	34.0312	2.2324	A
5	CN	24.4032	2.2324	B

ANEXO 8

- Análisis de la CC inicial, CC final y variación de la CC

Condición corporal inicial

Type 3 Tests of Fixed Effects

	Num	Den	F	
Effect	DF	DF	Value	Pr > F
TRAT	4	145	0.49	0.7466

Effect=TRAT Method=Tukey(P<0.05) Set=1

Obs	TRAT	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	CN+HSP	2.9000	0.1091	A
2	CN+BPCT	2.9000	0.1091	A
3	CN+BPST	2.8333	0.1091	A
4	CN+GA	2.7667	0.1091	A
5	CN	2.7333	0.1091	A

Condición corporal final

Type 3 Tests of Fixed Effects

	Num	Den	F	
Effect	DF	DF	Value	Pr > F
TRAT	4	10	1.00	0.4516

Effect=Trat Method=Tukey(P<0.05) Set=1

Obs	TRAT	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	CN+BPST	3.6667	0.08165	A
2	CN+BPCT	3.6667	0.08165	A
3	CN+GA	3.6000	0.08165	A
4	CN+HSP	3.6000	0.08165	A
5	CN	3.4667	0.08165	A

Variación de la condición corporal

Type 3 Tests of Fixed Effects

	Num	Den	F	
Effect	DF	DF	Value	Pr > F
TRAT	4	70	0.18	0.9489

Effect=TRAT Method=Tukey(P<0.05) Set=1

Obs	TRAT	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	CN+BPST	0.8333	0.1412	A
2	CN+GA	0.8333	0.1412	A
3	CN+BPCT	0.7667	0.1412	A
4	CN	0.7333	0.1412	A
5	CN+HSP	0.7000	0.1412	A

ANEXO 9

- Análisis de la Digestibilidad de la materia orgánica

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	4	10.2	2.94	0.0749
DIA	2	16.9	40.75	<.0001
DIA*TRAT	8	16.6	4.33	0.0056

Effect=TRAT Method=Tukey-Kramer(P<0.10) Set=1

Obs	TRAT	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	CN+GA	62.9589	0.3656	A
2	CN+BPST	62.4457	0.4122	AB
3	CN+HSP	62.4129	0.3773	AB
4	CN+BPCT	62.2533	0.3656	AB
5	CN	61.2433	0.3656	B

ANEXO 10

- Análisis de la Degradabilidad *in situ* de la materia seca

a

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	4	10	816.07	<.0001
PER	1	10	0.15	0.7051
TRAT*PER	4	10	0.10	0.9784

Effect=TRAT Method=Tukey(P<0.05) Set=1

Obs	TRAT	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	BPCT	61.2578	0.6679	A
2	BPST	58.4549	0.6679	A
3	GA	31.5208	0.6679	B
4	HSP	31.3512	0.6679	B
5	CN	17.2593	0.6679	C

b

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	4	10	351.24	<.0001
PER	1	10	0.28	0.6075
TRAT*PER	4	10	1.06	0.4265

Effect=TRAT Method=Tukey(P<0.05) Set=1

Obs	TRAT	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	GA	68.8047	1.0805	A
2	HSP	67.7787	1.0805	A
3	CN	54.2123	1.0805	B
4	BPST	32.5622	1.0805	C
5	BPCT	24.5099	1.0805	D

Kd

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	4	10	26.09	<.0001
PER	1	10	0.31	0.5912
TRAT*PER	4	10	0.16	0.9553

Effect=TRAT Method=Tukey(P<0.05) Set=1

Obs	TRAT	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	GA	0.1593	0.009718	A
2	HSP	0.09791	0.009718	B
3	BPCT	0.07189	0.009718	BC
4	BPST	0.05520	0.009718	BC
5	CN	0.02904	0.009718	C

DE (kp=0.06)

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	4	10	486.26	<.0001
PER	1	10	0.23	0.6419
TRAT*PER	4	10	0.12	0.9716

Effect=TRAT Method=Tukey(P<0.05) Set=1

Obs	TRAT	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	GA	81.2251	0.8433	A
2	BPCT	74.3844	0.8433	B
3	BPST	74.0138	0.8433	B
4	HSP	73.3217	0.8433	B
5	CN	34.7728	0.8433	C

DE (kp=0.08)

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	4	10	396.21	<.0001
PER	1	10	0.18	0.6835
TRAT*PER	4	10	0.11	0.9771

Effect=TRAT Method=Tukey(P<0.05) Set=1

Obs	TRAT	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	GA	77.0406	0.9323	A
2	BPCT	72.6592	0.9323	B
3	BPST	71.7104	0.9323	B
4	HSP	68.5999	0.9323	B
5	CN	31.5613	0.9323	C

ANEXO 11

- Análisis de la Degradabilidad *in situ* de la proteína cruda

a

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	5	6	934.50	<.0001

Effect=TRAT Method=Tukey(P<0.05) Set=1

Obs	TRAT	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	BPCT	63.3798	0.6677	A
2	BPST	59.7102	0.6677	A
3	GA	41.2059	0.6677	B
4	ALFALFA	23.6244	0.6677	C
5	HSP	22.6248	0.6677	C
6	CN	15.3067	0.6677	D

b

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	5	6	23.68	0.0007

Effect=TRAT Method=Tukey(P<0.05) Set=1

Obs	TRAT	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	HSP	78.6055	3.5695	A
2	GA	60.6195	3.5695	A
3	ALFALFA	60.0391	3.5695	A
4	CN	59.9823	3.5695	A
5	BPST	37.1735	3.5695	B
6	BPCT	31.5012	3.5695	B

Kd

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	5	6	13.98	0.0030

Effect=TRAT Method=Tukey(P<0.05) Set=1

Obs	TRAT	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	GA	0.1762	0.01441	A
2	HSP	0.08731	0.01441	B
3	ALFALFA	0.07737	0.01441	B
4	BPCT	0.05801	0.01441	B
5	BPST	0.03923	0.01441	B
6	CN	0.02440	0.01441	B

DE (kp=0.06)

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	5	6	306.94	<.0001

Effect=TRAT Method=Tukey(P<0.05) Set=1

Obs	TRAT	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	GA	86.1399	1.1102	A
2	BPCT	78.7125	1.1102	B
3	BPST	74.4020	1.1102	BC
4	HSP	69.1324	1.1102	C
5	ALFALFA	57.2217	1.1102	D
6	CN	31.8337	1.1102	E

DE (kp=0.08)

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	5	6	260.65	<.0001

Effect=TRAT Method=Tukey(P<0.05) Set=1

Obs	TRAT	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	GA	82.5962	1.2154	A
2	BPCT	76.4900	1.2154	AB
3	BPST	71.9372	1.2154	B
4	HSP	63.5658	1.2154	C
5	ALFALFA	52.9376	1.2154	D
6	CN	28.6734	1.2154	E