

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

AUTOALIMENTACIÓN PARA LA SUPLEMENTACIÓN EN LA RECRÍA  
ESTIVAL DE CORDEROS DESTETADOS EN PASTURAS NATURALES SOBRE  
BASALTO

por

Amaranto ÁLVEZ VIEIRA

Fabián MACHADO LEAL VÁZQUEZ

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

MONTEVIDEO

URUGUAY

2018

Tesis aprobada por:

Director: -----  
Ing. Agr. (MSc.) María Helena Guerra Bernadá

-----  
Ing. Agr. (MSc.) Ricardo Rodríguez Palma

-----  
Ing. Agr. María Antonia Scarsi Perata

Fecha: 9 de marzo de 2018

Autores: -----  
Amaranto Álvez Vieira

-----  
Fabián Machado Leal Vázquez

## AGRADECIMIENTOS

Al apoyo constante brindado por nuestra familia, amigos y profesores en el transcurso de la tesis y especialmente a lo largo de nuestra formación universitaria.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	2
2.1 IMPORTANCIA DE LA ALIMENTACIÓN DURANTE LA RECRÍA.....	2
2.2 CONSUMO ANIMAL Y FACTORES DE REGULACIÓN.....	3
2.2.1 <u>Factores no nutricionales</u> .....	5
2.2.1.1 Factores inherentes a la pastura.....	5
2.2.1.2 Factores inherentes al animal.....	7
2.2.1.3 Factores inherentes al ambiente.....	8
2.2.1.4 Selectividad.....	9
2.2.2 <u>Factores nutricionales</u> .....	10
2.3 DIGESTIÓN Y METABOLISMO.....	11
2.3.1 <u>Digestión y metabolismo de los carbohidratos en el rumen</u> .....	11
2.3.2 <u>Digestión y metabolismo de las proteínas en el rumen</u> .....	14
2.3.2.1 Utilización de los compuestos nitrogenados no proteínicos.....	15
2.3.3 <u>Digestión y metabolismo de los lípidos en el rumen</u> .....	16
2.4 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES.....	16
2.5 CARACTERÍSTICAS DE CAMPO NATURAL SOBRE BASALTO...18	

2.5.1	<u>Caracterización de la vegetación</u> .....	19
2.5.2	<u>Valor nutritivo del campo natural</u> .....	20
2.5.3	<u>Producción estacional de forraje</u> .....	21
2.6	SUPLEMENTACIÓN EN PASTOREO.....	22
2.6.1	<u>Uso de suplementación</u> .....	22
2.6.2	<u>Factores que afectan la respuesta a la suplementación</u> .....	23
2.6.2.1	Efecto de la pastura y el suplemento.....	23
2.6.2.2	Competencia entre animales.....	24
2.6.3	<u>Suplementación en autoalimentación</u> .....	25
2.6.3.1	Regulación con cloruro de sodio.....	25
2.6.3.2	Diferencias con otras frecuencias de suministro en el control del consumo y la estabilidad del mismo.....	28
2.6.4	<u>Fuentes de proteína</u> .....	30
2.6.4.1	Fuentes de proteína verdadera.....	30
2.6.4.2	Fuentes de nitrógeno no proteínico.....	31
2.7	ALTERNATIVAS ALIMENTICIAS PARA LA RECRÍA ESTIVAL...35	
2.8	HIPÓTESIS.....	38
3.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	40
3.1	LOCALIZACIÓN, PERÍODO EXPERIMENTAL Y SUELO.....	40
3.2	INFORMACIÓN METEOROLÓGICA.....	40
3.3	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	41
3.3.1	<u>Tratamientos</u> .....	41
3.3.2	<u>Animales experimentales</u> .....	42

3.3.3	<u>Asignación de superficie de pastoreo</u> .....	42
3.3.4	<u>Composición química de la ración</u> .....	43
3.3.5	<u>Tipos de comederos</u> .....	43
3.4	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	45
3.4.1	<u>Acostumbramiento</u> .....	45
3.4.2	<u>Frecuencia y suministro de suplementación</u> .....	45
3.4.3	<u>Determinaciones en los animales</u> .....	46
3.4.4	<u>Determinaciones en la pastura</u> .....	46
3.4.5	<u>Manejo sanitario</u> .....	47
3.5	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	47
3.5.1	<u>Ganancia diaria de peso</u> .....	48
3.5.2	<u>Condición corporal</u> .....	48
3.5.3	<u>Consumo</u> .....	49
3.5.4	<u>Forraje disponible, % de restos secos, % de forraje verde y altura de la pastura</u> .....	49
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	51
4.1	REGISTROS METEOROLÓGICOS.....	51
4.2	CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA.....	52
4.3	SUPLEMENTO Y SU CONSUMO.....	56
4.4	GANANCIA DIARIA.....	57
4.5	CONDICIÓN CORPORAL.....	64
5.	<u>CONCLUSIONES</u> .....	65
6.	<u>RESUMEN</u> .....	66

7.	<u>SUMMARY</u> .....	67
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	68
9.	<u>ANEXOS</u> .....	86

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Requerimientos de energía metabolizable (Mcal EM/día) de corderos de 6 a 12 meses de edad, según peso vivo y ganancia de peso.....	17
2. Requerimientos de proteína cruda (%) de corderos que se alimentan con raciones balanceadas, según la concentración de energía de la dieta y el peso vivo del animal .....	18
3. Valor nutritivo del forraje ofrecido en campo natural para cada estación.....	20
4. Tasa de crecimiento diario (kg MS/ha/día) para cuatro tipos de suelo.....	21
5. Producción anual de forraje (kg MS/ha/día) de los distintos suelos con tres frecuencias de corte.....	22
6. Ganancia diaria media (g/a/d) y relativa al campo natural del año correspondiente (%) de corderos suplementados en verano con alimentos concentrados.....	36
7. Ganancia diaria media (g/a/d) y relativa al campo natural del año correspondiente (%) de corderos suplementados en verano mediante pastoreo controlado en especies de alto contenido de proteína y cultivos anuales.....	38
8. Composición química del suplemento.....	43
9. Registros de temperatura media mensual y precipitaciones correspondientes al período experimental.....	51
10. Producción diaria de forraje en suelos de Basalto.....	53
11. Forraje disponible, % material seco, % de material verde y altura de la pastura por tratamiento.....	53
12. Composición química del forraje (12 de febrero).....	54
13. Composición química del forraje (25 de marzo).....	54
14. Resultados de energía metabolizable, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y proteína cruda de trabajos anteriores y del presente ensayo.....	55

15.	Consumo diario promedio real y esperado de cada tratamiento.....	56
16.	Diferentes aberturas de los comederos de AA SS.....	57
17.	Peso vivo inicial y final, ganancia diaria promedio y eficiencia de conversión por tratamiento.....	58
18.	Ganancia diaria de trabajos nacionales de suplementación en la recría de corderos.....	59
19.	Ganancia diaria media por tratamiento.....	60
20.	Consumo diario, ganancia diaria media y eficiencia de conversión durante el período 1 (28 de enero a 18 de febrero).....	61
21.	Consumo diario, ganancia diaria media y eficiencia de conversión durante el período 2 (18 de febrero a 5 de marzo).....	61
22.	Consumo diario, ganancia diaria media y eficiencia de conversión durante el período 3 (5 de marzo a 14 de abril).....	62
23.	Ganancia diaria registrada durante el período 3 por tratamiento.....	63
24.	Consumo diario, ganancia diaria media y eficiencia de conversión durante el período 4 (14 de abril a 29 de abril).....	63
25.	Condición corporal inicial, final y variación según tratamiento.....	64

#### Figura No.

1.	Consumo de la pastura en función de distintas variables.....	4
2.	Consumo de forraje en función de la disponibilidad del mismo.....	6
3.	Conversión del piruvato en ácidos grasos volátiles en el rumen.....	13
4.	Consumo de ración en función del contenido de sal en autoalimentación.....	27
5.	Cinética de degradación del nitrógeno para cuatro fuentes de nitrógeno.....	34
6.	Respuesta a niveles crecientes de suplementación con harina de soja sobre campo natural en la recría de verano.....	37

7.	Precipitaciones medias y rangos mensuales del período 2008-2015 registradas en la estación meteorológica de la E.E.F.A.S.....	40
8.	Temperaturas medias, máximas y mínimas mensuales del período 2008-2015 registradas en la estación meteorológica de la E.E.F.A.S.....	41
9.	Ubicación de las parcelas en pastoreo y sus respectivos tratamientos.....	42
10.	Comedero para la suplementación con sal.....	44
11.	Comedero para la suplementación sin sal.....	45
12.	Evolución de la temperatura durante el período experimental y el promedio de la serie 2008-2015.....	52
13.	Consumo de suplemento por tratamientos en las diferentes semanas.....	57
14.	Evolución del peso vivo promedio por tratamiento.....	60

## 1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay la mayoría de los sistemas de producción ovina se desarrollan sobre campo natural. Bajo estas condiciones la recría de corderos nacidos en primavera y destetados a los tres meses de edad se caracteriza por no alcanzar un desarrollo y crecimiento adecuado.

Durante el período estival los niveles nutricionales medios a bajos que se le asigna a esta categoría son insuficientes para cubrir los altos requerimientos (proteína y energía). Para corregir este déficit nutricional existen varias alternativas que permiten levantar estas restricciones. Una de ellas es la complementación del campo natural con la suplementación de alimentos balanceados.

En la zona de Basalto, principal zona del país en que se desarrolla el rubro ovino, los sistemas de producción son en su mayoría extensivos. Las dificultades operativas que presentan estos establecimientos obstaculiza la transferencia de alternativas basadas en el suministro diario de concentrados. La implementación del sistema de autoalimentación constituye una tecnología que permitiría solucionar esta problemática.

El presente trabajo tiene por objetivo evaluar la respuesta a la suplementación con alimentos balanceados formulados para aportar el 50% de los requerimientos de proteína cruda y a las diferentes formas de restricción de consumo. De esta manera, contribuir a la generación de coeficientes técnicos sobre la autoalimentación en la recría de corderos destetados en verano sobre campo natural de Basalto.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 IMPORTANCIA DE LA ALIMENTACIÓN DURANTE LA RECRÍA

La nutrición deficitaria a edades tempranas puede provocar, de forma temporal o permanente, depresiones en la producción de lana y en el peso vivo adulto. Esto ocurre incluso luego de establecer niveles nutritivos normales en etapas posteriores. El grado de severidad es muy variable y depende de la naturaleza del tratamiento deficitario inicial (Azzarini, 1991).

Si bien los efectos más importantes se originan cuando las limitantes nutricionales ocurren en el período preparto y posparto temprano, aún luego del destete y hasta los 12-18 meses de edad se han visto reducciones en la producción de la lana y en el peso vivo cuando estos fueron moderados (Azzarini, 1991). En general los efectos de carácter permanente se deben a tratamientos extremos y que difícilmente ocurren en las prácticas (Schinkel y Short, citados por Azzarini, 1991).

En un trabajo realizado por Rodríguez (1990) en CIEDAG (Cerro Colorado, Florida) sobre corderos machos castrados se determinó que el peso de primer vellón está afectado tanto por la alimentación durante la gestación y la lactancia, así como por la posdestete. Los efectos de estos períodos fueron aditivos, siendo afectados en mayor medida por el período posdestete.

Además de afectar la producción de lana, la nutrición en la recría de corderos durante su primer año de vida, tiene un efecto directo en el peso vivo y la eficiencia reproductiva. Una investigación realizada por Ponzoni y Azzarini (1968) y complementada por Ponzoni et al. (1979) aportó evidencias de que la reproducción de corderas de entre 8 y 11 meses no produce efectos negativos en la performance reproductiva posterior. Por lo contrario, las que parieron y criaron un cordero presentaron un desempeño reproductivo superior durante el transcurso de su vida, aunque las diferencias no fueron significativas.

El inicio de la pubertad en forma temprana favorece la maduración y el desarrollo del útero mejorando la fertilidad de por vida de las hembras. Esto es importante para que el animal adulto tenga una buena eficiencia uterina, o sea una buena capacidad de retención de embriones. En ovejas prolíficas que presentan ovulaciones múltiples al tener una baja eficiencia uterina no se lograría retener todos los embriones y por lo tanto aprovechar su potencial genético (Fernández Abella, 2011).

En un trabajo en raza ideal evaluando el desempeño reproductivo hasta los 8 años de edad se observó un menor peso de las borregas criadas a campo (29,1 versus 36,9 kg) lo que determinó diferencias importantes en el porcentaje de parición (58,3 versus 77,0 %). En las pariciones siguientes no se observaron diferencias en la eficiencia reproductiva (Fernández Abella et al., citados por Fernández Abella, 2011).

Corderos que reciben buena alimentación durante el período posdestete obtienen 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), lo que representaría una ventaja en sistemas que tienen como producto final corderos a temprana edad.

Para lograr una correcta recría, se debería lograr una ganancia diaria mínima equivalente al 0,2% del peso vivo, lo cual en corderos equivaldría a un mínimo de 50 gramos por día (Piaggio, 2011).

En Uruguay las industrias frigoríficas demandan el producto cordero pesado, que exige como requisitos corderos diente de leche y máximo 13 meses de edad, en el caso de borregos con un máximo de 2 dientes permanentes. Además se exige que los animales tengan pesos de entre 34 y 50 kg en pie, lo que genera la necesidad de obtener ganancias elevadas en la recría para alcanzar estos pesos a temprana edad.

También se ha visto que la recría a campo natural conlleva a mayores chances de mortalidad de animales por problemas de mala condición corporal, especialmente en verano e invierno (Fernández Abella, 2011).

Este último autor destaca que generalmente a los dos años los animales que tuvieron una mala alimentación a la recría logran igualarse en términos de fecundidad y producción de lana a los bien criados. Sin embargo, en ese primer año de vida la pérdida generada tiene un valor económico importante, siendo esta incluso mayor si se considera la muerte de animales.

## 2.2 CONSUMO ANIMAL Y FACTORES DE REGULACIÓN

La producción en sistemas pastoriles presenta una fuerte interacción entre los animales y las pasturas, donde los animales afectan sobre la utilización, composición, rebrote y persistencia de las pasturas, y a su vez, las características y la estructura de estas últimas tienen un efecto sobre el comportamiento, consumo y la producción animal (Montossi et al., 1996).

Hodgson (1981a), Poppi et al., citados por Montossi et al. (1996) destacan la importancia fundamental que tiene el consumo y la selectividad animal sobre las pasturas en determinar la productividad animal.

El factor más importante en determinar la performance animal es, por sí solo, la cantidad de alimento que un animal puede consumir (Waldo 1986, Minson 1990). En menor proporción esta se debe a la eficiencia con que el animal digiere y metaboliza los nutrientes consumidos (Waldo, 1986). Igualmente Allison (1985) señala que el valor de un forraje en la producción animal depende más de la cantidad consumida que de su composición química. Crampton et al. (1960) mencionan que para una determinada dieta, el consumo es el responsable de más del 70 % de la productividad.

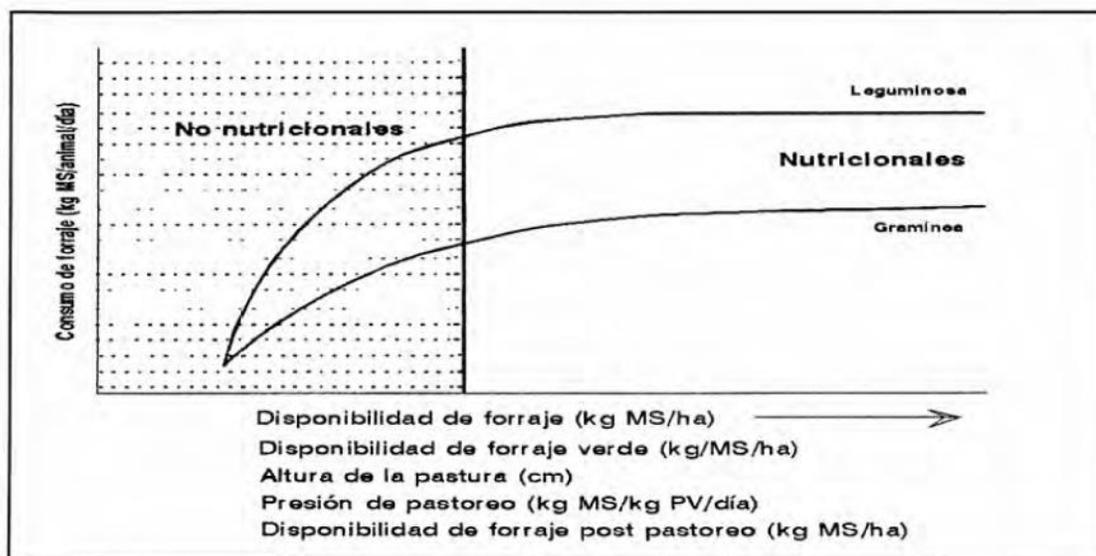
El consumo diario de alimento de un animal en pastoreo surge de la interacción de diferentes estímulos que son combinados por el sistema nervioso central y que poseen complejos mecanismos de regulación (Freer, 1985).

Poppi et al., citados por Montossi et al. (1996) sugieren que en condiciones de pastoreo el consumo es regulado principalmente por un grupo de factores nutricionales y otro de factores no nutricionales (figura 1).

En la fracción ascendente de la curva los factores no nutricionales son los principales determinantes del consumo y están relacionados con la habilidad de los animales para cosechar las pasturas. Los factores de mayor importancia son la estructura de la pastura, la conducta de pastoreo de los animales (consumo por bocado, tasa de bocados y tiempo de pastoreo) y la selección. En la sección donde el consumo se mantiene prácticamente constante adquieren mayor importancia factores nutricionales como la digestibilidad de la pastura, el tiempo de retención del alimento en el rumen y la concentración de productos finales de la digestión ruminal (Poppi et al., citados por Montossi et al., 1996).

Montossi et al. (1996) citan que esta conceptualización sirve para ejemplificar las relaciones existentes entre los animales en pastoreo y que estos dos grupos actúan conjuntamente determinando el consumo.

Figura 1. Consumo de la pastura en función de distintas variables



Fuente: adaptado de Poppi et al. por Montossi et al. (1996).

### 2.2.1 Factores no nutricionales

Los factores no nutricionales relacionados al comportamiento ingestivo adquieren principal importancia en condiciones donde los animales se encuentran pastoreando (Galli et al., 1996).

El comportamiento ingestivo puede ser descripto por ciertas variables (Galli et al., 1996) y el producto de estas va a definir el consumo diario del animal (Allden y Whittaker, 1970).

Estas variables son: la tasa de consumo y el tiempo que el animal gasta pastoreando. A su vez la tasa de consumo se puede descomponer en el tamaño de bocado y la tasa de bocado (Allden y Whittaker, 1970).

La variable del comportamiento ingestivo con mayor relevancia y que explica el mayor porcentaje de la variación en el consumo diario de forraje es el peso de bocado (Galli et al. 1996, Chilibroste et al. 1998). La tasa de bocado y el tiempo de pastoreo tienen una influencia menor (Galli et al., 1996).

Los factores que afectan el consumo de forraje por animales en pastoreo pueden agruparse en efectos atribuibles al animal como especie, raza, edad, peso, estado fisiológico y carga, y otros atribuibles a la pastura como el rendimiento de forraje, la distancia entre plantas, altura de la planta, digestibilidad del forraje, contenido de agua, presencia de metabolitos que deprimen el consumo, la composición botánica y palatabilidad (Willoughby 1958, Allden 1962).

#### 2.2.1.1 Factores inherentes a la pastura

Las características estructurales de la pastura que afectan al tamaño y peso de bocado, y por lo tanto a la tasa de consumo son: la disponibilidad, altura del forraje y densidad (Chilibroste et al., 1998).

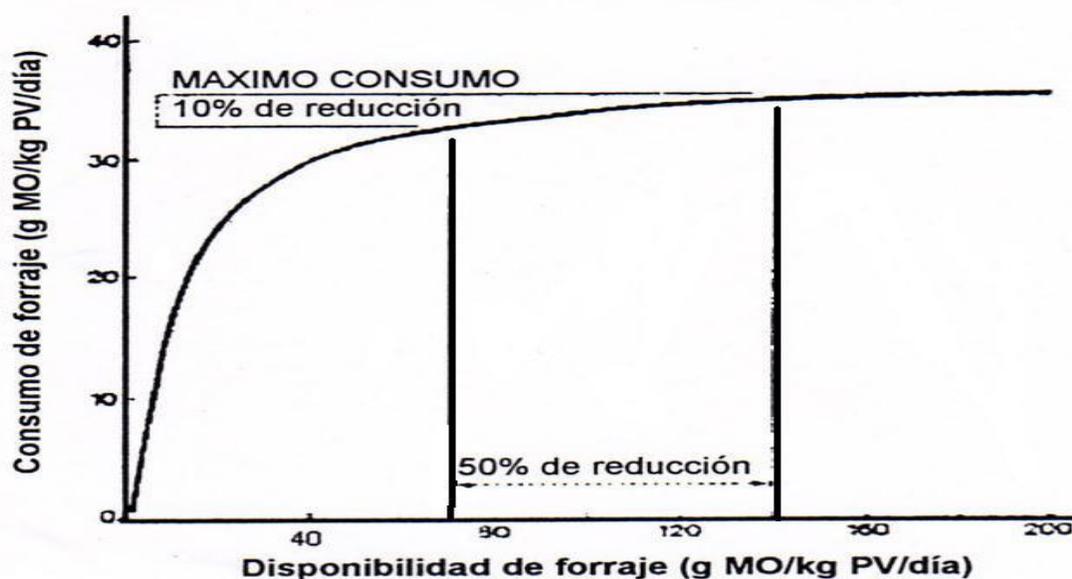
Hay una estrecha relación entre la tasa de consumo y la disponibilidad de forraje. Cuando la disponibilidad de forraje comienza a ser una limitante en la tasa de consumo el animal aumenta el tiempo de pastoreo. A medida que el animal extiende el período de pastoreo para contrarrestar la caída en la tasa de consumo, esta compensación disminuye progresivamente, lo que genera un menor consumo total (Allden y Whittaker, 1970).

Incluso el tiempo de pastoreo puede disminuir en tapices especialmente cortos, lo que refuerza el efecto de la depresión por el bajo peso de bocado (Hodgson, 1985).

Cuando el alimento no es limitante el tiempo de pastoreo se aproxima a las 7 horas por día, en cambio cualquiera sea el déficit de alimento el tiempo de pastoreo no supera las 10 a 11 horas (Arnold, citado por Minola y Goyenechea, 1975).

El consumo aumenta de forma decreciente con el incremento en la asignación de forraje y se aproxima al consumo potencial cuando la asignación es 3 a 4 veces el máximo del consumo (Hodgson, 1975). Sin embargo, cuando se alcanza el máximo consumo, disminuciones del 50% en la asignación de forraje producen una reducción del 10% del mismo, pero reducciones mayores al 50% en la asignación provocarían un efecto superior (figura 2).

Figura 2. Consumo de forraje en función de la disponibilidad del mismo.



Fuente: adaptado de Hodgson por Lawlor et al. (2011).

En experimentos se comprobó que la tasa de consumo está relacionada con la altura de la pastura. Al aumentar la altura hasta 15 cm el efecto del aumento de la tasa de consumo es más acentuada, en cambio a alturas mayores el efecto disminuye (Allden y Whittaker, 1970).

En pasturas con una misma altura, a mayores densidades aumenta la tasa de consumo (Allden y Whittaker, 1970).

A diferentes densidades de pastura el rendimiento de materia seca por unidad de superficie no está estrechamente relacionado con la tasa de consumo. Por lo tanto, esta variable por sí sola no es una buena indicadora de la disponibilidad de forraje (Allden y Whittaker, 1970).

En trabajos con tapices artificiales, se demostró que el peso de bocado incrementa en respuesta al aumento ya sea de la altura de pradera o de la densidad del

material de forraje cuando los dos están controlados de forma independiente (Black y Kenney, 1984).

Hodgson (1981b) menciona que en pasturas templadas las variaciones en el peso de bocado parecen ser atribuidas en mayor medida a variaciones en la altura del tapiz que en la densidad del mismo. Coincidentemente con esto Laca y Demment (1996) califican entre estos factores a la altura como la variable más importante asociada al peso de bocado y a la tasa de consumo.

#### 2.2.1.2 Factores inherentes al animal

Varios autores han definido los factores inherentes al animal que afectan al consumo. Estos son raza, sexo, genotipo, peso vivo, edad, potencial para crecer, producción de lana y leche, etapa reproductiva y/o de lactancia, historia nutricional, condición corporal, enfermedades, grado de aislamiento proporcionado por el vellón, tasa de cosecha, estrategia de pastoreo, selectividad (Irazoqui 1987, Ingvarsten 1994, Chilbroste et al. 1998).

##### Peso o tamaño corporal

Si la capacidad física no es una limitante, el máximo nivel de consumo se manifestará por efecto de los requerimientos energéticos del animal. La demanda de energía es proporcional al peso metabólico (NRC, 1987).

El peso vivo además esta asociado a las dimensiones potenciales del bocado. Debido a esto animales más pequeños tendrían un menor rango de variación ya que tienen una menor área de bocado (Galli et al., 1996).

Así mismo, Allden y Whittaker (1970) sugieren que los corderos, posiblemente debido a sus pequeñas bocas, presentan una ventaja pastoreando praderas cortas frente a borregos de un año que se verían favorecidos en tapices más altos.

##### Estado fisiológico

Las variaciones en el estado fisiológico del animal generan cambios importantes en los requerimientos (Chávez, 1990) y pueden tener un gran impacto en el comportamiento ingestivo (Arnold, 1981). Las etapas de preñez y lactancia representan un incremento en la demanda de energía, aunque el efecto sobre el consumo voluntario no es el mismo, un animal gestante tiene su capacidad digestiva limitada por el crecimiento uterino y la compresión del rumen (Chávez, 1990). En el período de lactancia el tiempo de pastoreo y la tasa de consumo pueden ser sustancialmente mayores que en animales no lactantes (Arnold, 1981).

## Condición corporal

Animales de la misma edad pero con diferente condición corporal que se alimentan *ad libitum* consumen diferentes cantidades y crecen a diferentes velocidades, siendo los de menor condición corporal los que presentan los mayores valores. Este efecto es descrito como crecimiento compensatorio (Wilson y Osbourn 1960, Allden y Whittaker 1970, O'Donovan 1984).

Vacas flacas comiendo raigrás consumieron 8,2 kg por día en comparación con 6,3 kg que consumieron las vacas gordas (Bines et al., 1969). Las ovejas también presentaron este efecto compensatorio cuando se alimentaron de una hierba seca, las de menor condición corporal comieron 1,9kg/día y las gordas 1,4kg/día (Foot, 1972).

## Especie

Los lanares a diferencia de los vacunos presentan una mejor adaptación y productividad en pasturas cortas y densas, en cambio estos últimos prefieren altas y ralas (Carámbula, 1996).

Los ovinos también responden a una disminución en la altura del tapiz aumentando el número de bocados por minuto y pastoreando más tiempo que los bovinos, sin embargo el efecto en evitar la reducción del consumo sería bajo (Laca y Demment, 1996).

### 2.2.1.3 Factores inherentes al ambiente

La longitud del día es uno de los principales determinantes del comportamiento en pastoreo. Los animales comienzan a consumir a las primeras horas del día y tienden a terminar al anochecer. Otros factores además alteran este patrón como son las condiciones climáticas (Montossi et al., 2000).

El animal produce calor debido al metabolismo tisular y la fermentación en el tracto digestivo, y lo disipa a través de la evaporación, radiación, convección y conducción. Para mantener la temperatura corporal constante (termostasis), el animal actúa a través de diferentes mecanismos (García, 2007).

A altas temperaturas ambientales, el aumento de la respiración y la frecuencia cardíaca permiten la disipación de calor y como resultado aumentan los requerimientos de mantenimiento (García, 2007).

Los efectos de las altas temperaturas se ven incrementados cuando además se presentan condiciones de alta humedad y baja circulación del aire, provocando reducciones en el consumo e incrementos en la producción de calor (NRC, 1981).

A temperaturas ambientes menores a la temperatura crítica del animal hay un aumento en los requerimientos en energía y en el consumo voluntario (Weston, 1970).

#### 2.2.1.4 Selectividad

La selectividad permite al animal obtener una mayor digestibilidad de la dieta consumida con respecto a la pastura ofrecida, aunque esta puede afectar el consumo por un menor tamaño de bocado (Poppi et al., citados por Montossi et al., 1996). Coincidentemente con esto, Hodgson (1986) menciona que los animales que realizan selección obtienen bocados más pequeños que los animales que no la realizan y podría significar una desventaja en términos nutricionales.

En un trabajo realizado en Uruguay se concluyó que la selectividad es importante porque permite a los ovinos y vacunos cosechar una dieta superior en valor nutritivo al que es ofrecido, en diferentes comunidades vegetales o estaciones del año. En campo natural la dieta contuvo valores de 60 a 82% de digestibilidad in vitro de la materia orgánica y entre 33 y 40% mayores de PC que el forraje ofrecido (Montossi et al., 2000).

En el mismo trabajo (Montossi et al., 2000) se observó que la hoja verde de gramíneas fue el componente de mayor importancia relativa en la dieta consumida por ovinos y vacunos (55-84%) y fue altamente seleccionada dentro del material ofrecido (35-58%). En campo natural la proporción promedio de este componente en las extrusas de ovinos y vacunos fueron entre 61 y 101% superiores a las ofrecidas, siendo el menor valor para primavera y el mayor para verano. Contrariamente el material muerto total, principalmente hoja seca, fue superior en el forraje ofrecido, lo que indica una selección en contra de este componente. Además los ovinos cosecharon dietas con mayores proporciones de leguminosas y hierbas enanas.

De la misma manera Minson (1990) resalta la preferencia de material verde sobre material muerto, de hojas con respecto a tallos (debido a una menor resistencia al corte y masticación), de leguminosas frente a gramíneas y de pastos templados frente a pastos tropicales. Además señala el efecto negativo en el consumo por la contaminación de forraje por tierra, heces o material muerto.

El nivel de humedad si bien no parece tener un efecto significativo sobre el consumo puede afectar la selectividad ya que el animal prefiere forrajes succulentos sobre forrajes secos (Allison, 1985).

En lo que refiere al efecto de la especie en la selectividad, se observó la mayoría de las veces, situaciones en que los ovinos lograron cosechar una dieta de mayor valor nutritivo que los vacunos, debido a una mayor habilidad para seleccionar hojas verdes de gramíneas, leguminosas y hierbas enanas. Las dimensiones de la boca y el método de cosecha a través del uso de la lengua no le permiten al vacuno seleccionar tan precisamente las especies como el ovino, principalmente cuando el material muerto y el verde están estrechamente mezclados y distribuidos en todos los estratos de la pastura. De esta forma la dieta de ovinos contuvo valores de 3 a 25% mayores de digestibilidad

de la materia orgánica y entre 11 a 33% mayores de proteína cruda (Montossi et al., 2000).

Precisamente en verano sobre campo natural los ovinos cosecharon un 10,8% de proteína cruda frente a un 8,8% ofrecido, 2,2 Mcal de energía metabolizable frente a 1,7 Mcal ofrecido y una dieta con un valor de 59,5% de digestibilidad de la materia seca con respecto a 48,3% ofrecido (Montossi et al., 2000).

Otro factor del animal que influye en la selectividad es la edad. Los animales jóvenes son más selectivos, prefiriendo forrajes con mayores niveles de proteína cruda y menores contenidos de fibra detergente ácido y celulosa (Allison, 1985).

### 2.2.2 Factores nutricionales

El mecanismo de regulación del consumo en rumiantes depende de la dieta ofrecida. Cuando las dietas son energéticamente diluidas y con menor digestibilidad, como son las dietas con alto contenido de forrajes la regulación es función principalmente del llenado físico (Waldo, 1986). Chilbroste et al. (1998) mencionan que para este tipo de dietas el llenado o regulación física es aceptado como primer limitante. En cambio la principal regulación del consumo en dietas concentradas energéticamente y con alta digestibilidad es función del control metabólico (Waldo, 1986).

Freer (1985) sostiene que la demanda potencial de energía, incluido el metabolismo basal, la energía requerida para el consumo, rumia del forraje y la capacidad de depositar energía en forma de tejidos determinan teóricamente el límite superior de consumo voluntario.

Diferentes autores destacan la estrecha relación entre la digestibilidad y el consumo, definiendo valores límites a partir de los cuales deja de actuar la regulación física y se desencadena el mecanismo de regulación metabólica. Estos valores son 67% (Robles et al., 1981) y 70 % (Orcasberro y Fernández, 1988). Ellis, citado por Mejía (2002) menciona que el consumo aumenta a medida que la digestibilidad se incrementa hasta valores de 66% en el cual se estabiliza y luego tiende a decrecer.

Allen (1996) menciona que el valor de la digestibilidad en el cual se sustituye el mecanismo de limitación de consumo voluntario a través del llenado físico por la satisfacción de la demanda de energía es probablemente una simplificación matemática y que el efecto de llenado disminuye gradualmente a medida que aumenta la digestibilidad. Forbes (1995) menciona que la saciedad no es inducida por un único factor que actúa sobre un único grupo de receptores en un único órgano objetivo y que esta es controlada por la integración de múltiples entradas de estimuladores e inhibidores en el cerebro.

Mbanya et al. (1993) observaron que tratamientos donde se provocaba la distensión del rumen y la infusión de acetato y propiónico que no tienen un efecto

significativo en el consumo de alimentos cuando se administran por separado en el rumen causan depresiones significativas en la ingesta cuando se administran conjuntamente en las mismas cantidades. Estos experimentos sustentan la hipótesis de un comportamiento aditivo de señales físicas y metabólicas involucradas en el control del consumo (Chilibroste et al., 1998).

Además se supone que estas señales que fluctúan rápidamente en relación a los períodos de alimentación del animal se integran con una señal más estable procedente de tejido adiposo, y que un cambio en la magnitud de esta última señal podría tener un efecto importante en el control de la ingesta a largo plazo (Forbes, 2007).

El consumo voluntario es restringido por la capacidad del retículo-rumen y por la velocidad de desaparición. La desaparición del forraje del rumen se da a través de la tasa de pasaje y de la absorción por las paredes del rumen. Estas características varían en los diferentes alimentos según las propiedades físicas y químicas de los mismos (Allison 1985, Clark y Armentano 1997).

Mejía (2002) indica que un factor nutricional primario que limita el consumo, es un bajo contenido de nitrógeno en la dieta. Dietas con forrajes toscos que contienen de 8 a 10% de proteína cruda limitan el consumo aparentemente por la capacidad del retículo-rumen y la tasa de pasaje de la ingesta, y si las dietas exceden el 10% de proteína el consumo es probablemente afectado por otros factores metabólicos (Allison, 1985).

La calidad del forraje tiene un doble efecto sobre el consumo de los animales, en primer lugar, aumenta la cantidad consumida, y en segundo lugar, por cada unidad de peso de forraje consumido la cantidad de energía aumenta (mayor concentración energética, Hodgson, citado por Lawlor et al., 2011).

## 2.3 DIGESTIÓN Y METABOLISMO

### 2.3.1 Digestión y metabolismo de los carbohidratos en el rumen

Las raciones de los rumiantes contienen abundantes cantidades de celulosa, hemicelulosa, almidones y carbohidratos solubles, en su mayor parte en forma de fructanos. Cada kg de hierba tierna de pastos (generalmente único alimento de los rumiantes) contiene unos 400g de celulosa y hemicelulosa, y 200 g de carbohidratos hidrosolubles. En hierbas maduras como henos y pajas, la proporción de celulosa y hemicelulosa es mucho mayor mientras que la proporción de hidrocarburos solubles es mucho menor. Los carbohidratos con enlaces beta- están asociados a la lignina, que pueden representar entre 20-120 g/kg MS. Todos los carbohidratos son atacados por los microorganismos en el rumen pero no la lignina (McDonald et al., 2006).

Los alimentos se mezclan con abundantes cantidades de saliva, en primer lugar, durante la ingestión y tienen como primer destino el rumen. El contenido del rumen

suele encontrarse en dos fases: una inferior, líquida y una superior, donde se encuentran los productos sólidos más groseros. Parte de los alimentos regresan a la boca y sufren el proceso de rumia hasta ser deglutidos nuevamente. Dentro del retículo-rumen los alimentos son fermentados por bacterias anaeróbicas, protozoos y hongos, dando lugar, principalmente, a ácidos volátiles, células microbianas, y los gases, metano y dióxido de carbono. Los ácidos grasos volátiles se absorben por las paredes del rumen principalmente, mientras que los gases son liberados por la eructación. Las células microbianas junto con los componentes de los alimentos no degradados, pasan al abomaso y al intestino delgado, donde son digeridos por las enzimas segregadas por el animal, absorbiéndose los productos de la digestión. En el intestino grueso ocurre una segunda fase de fermentación microbiana en la que los ácidos grasos volátiles son absorbidos pero las células microbianas son eliminadas en las heces (McDonald et al., 2006).

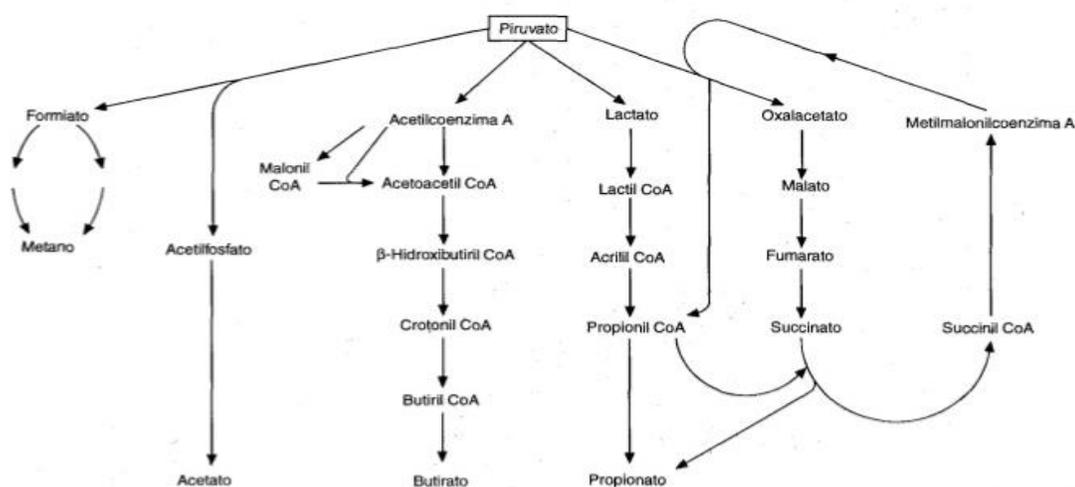
La degradación de los carbohidratos en el rumen, consta de dos etapas. La primera consiste en la digestión de los carbohidratos complejos por enzimas microbianas extracelulares hasta formar azúcares sencillos. La celulosa es degradada por una o varias beta-1,3-glucosidasas a celobiosa que luego es convertida en glucosa o por la acción de una fosforilasa, en glucosa-1-fosfato. El almidón y las dextrinas son convertidos por la amilasa en maltosa e isomaltosa, y seguidamente por la maltasa, maltosa fosforilasa o 1,6-glucosidasa en glucosa o glucosa-1-fosfato. Los fructanos son hidrolizados por enzimas que atacan los enlaces 2,1 y 2,6 para dar fructosa, que también es producto, junto a la glucosa, de la digestión de la sacarosa (McDonald et al., 2006).

Las pentosas constituyen el principal producto de la digestión de la hemicelulosa, los enlaces beta-1,4 son hidrolizados por enzimas produciendo xilosa y ácidos urónicos, los cuales también terminan convertidos en xilosa. Los ácidos urónicos también son producidos a partir de las pectinas que, en primer lugar, son hidrolizados hasta ácido péctico y metanol por la pectinesterasa. El ácido péctico es atacado por las poligalacturonidasas para producir ácidos galacturónicos para finalmente producir xilosa. Así mismo la xilosa puede producirse por hidrólisis de los xilanos (McDonald et al., 2006).

Los azúcares sencillos obtenidos en la primera fase de la digestión de los carbohidratos en el rumen son recogidos inmediatamente y metabolizados por los microorganismos y raramente se destacan en el líquido ruminal. El piruvato, intermediario entre la primera y segunda fase, se une con los principales productos de la digestión ruminal a través de las diferentes rutas. Además de los principales productos, ácidos acético, propiónico y butírico, dióxido de carbono y metano, pueden formarse pequeñas cantidades de ácidos grasos por desaminación de aminoácidos en el rumen, estos son, isobutírico, a partir de valina, valérico, a partir de prolina, 2-metilbutírico, a partir de isoleucina y 3-metilbutírico, a partir de leucina (figura 3, McDonald et al., 2006).

El propionato se puede producir a partir del piruvato a través de varias rutas alternativas. Las rutas del lactato y acrilato predominan cuando las raciones de los rumiantes incluyen una alta proporción de concentrados, mientras que las rutas del succinato predominan cuando las raciones están formadas principalmente por alimentos groseros fibrosos. Cuando las raciones presentan muchos concentrados, el lactato producido puede acumularse y amenazar con la presencia de acidosis (McDonald et al., 2006).

Figura 3. Conversión del piruvato en ácidos grasos volátiles en el rumen



Fuente: McDonald et al. (2006).

La proporción de los ácidos grasos volátiles (AGV) varían según el alimento. Los forrajes fibrosos maduros originan mezclas de AGV que contienen elevada proporción de ácido acético (cerca al 70%). Los forrajes menos maduros tienden a reducir las cantidades de este ácido graso y a aumentar las de ácido propiónico. Cuando se suplementa a los forrajes con concentrados también aumenta la proporción de ácido propiónico a expensas de la disminución de ácido acético, este efecto se aprecia especialmente cuando las cantidades de concentrados son realmente altas en la dieta (60%). La proporción de ácido butírico se ve menos afectada por la ración que las de los ácidos de cadena más corta (McDonald et al., 2006).

La mayoría de los ácidos grasos volátiles se absorbe directamente en el rumen, retículo y omaso, aunque cierta parte puede pasar al abomaso y absorberse más tarde en el intestino delgado. Algunos productos de la digestión de los hidratos de carbono son utilizados por microorganismos para formar sus propios polisacáridos celulares y las cantidades que llegan al intestino delgado pueden ser escasas y de poca importancia (McDonald et al., 2006).

La mayor parte de los gases se pierden por el eructo, siendo la composición normal ruminal 40% de dióxido de carbono, 30-40% de metano, 5% de hidrógeno y pequeñas y variables cantidades de oxígeno y nitrógeno provenientes del aire ingerido (McDonald et al., 2006).

La magnitud de la digestión de la celulosa en el rumen depende principalmente del grado de lignificación de los productos vegetales. La lignina parece impedir la degradación de la celulosa a la cual está asociada, por lo que la hierba tierna que contiene solo 50 g de lignina/kg MS puede digerirse hasta el 80 % de la celulosa, mientras que las hierbas más maduras con 100 g de lignina/kg MS la digestión de la celulosa puede ser menor al 60% (McDonald et al., 2006).

Las raciones de los rumiantes formuladas a base de cereales, pueden contener hasta 500 g/kg de almidones (y azúcares), de los cuales, pueden fermentar en el rumen más de 90%, y los restantes en el intestino delgado. La fermentación de estos alimentos es rápida y provocan un descenso en el pH del líquido ruminal inhibiendo a los microorganismos que fermentan a la celulosa, con lo que se disminuye la degradación de la misma (McDonald et al., 2006).

McDonald et al. (2006) destacan a la degradación de la celulosa y demás polisacáridos resistentes como el proceso más importante que ocurre en el rumen. Además del aporte energético el proceso permite que los nutrientes que escaparían a la digestión, queden expuestos a la actividad enzimática. Además de la existencia de los microorganismos existen otros factores importantes que permiten la degradación como el gran tamaño del rumen que permite la acumulación de los alimentos por el tiempo necesario para la degradación de la celulosa que es un proceso lento. Por otra parte los movimientos del retículo-rumen y la rumia, ayudan en la trituración de los alimentos y exponiéndolos al ataque de los microorganismos.

### 2.3.2 Digestión y metabolismo de las proteínas en el rumen

Las proteínas de los alimentos son hidrolizadas hasta aminoácidos y péptidos, de los cuales algunos pueden degradarse hasta ácidos orgánicos, amoníaco y dióxido de carbono (McDonald et al., 2006). El nivel de degradabilidad de los compuestos nitrogenados se asocia a dos factores, la localización en los tejidos o características físico-químicas, determinando así la sensibilidad y accesibilidad por parte de las enzimas microbianas, y a la intensidad y duración de las acciones enzimáticas (INRA, 1981). Este último factor es afectado directamente por la tasa de pasaje, variando la proporción de la misma que escapa de la digestión ruminal (Broderick et al., 1988).

El amoníaco producido, algunos péptidos sencillos y aminoácidos libres son utilizados para sintetizar proteína microbiana por los microorganismos y son indispensables para su proliferación (INRA 1981, Grudsky y Arias 1983, McDonald et al. 2006). Estudios han demostrado que los péptidos son incorporados con mayor

eficacia que los aminoácidos libres a la célula bacteriana; por lo tanto son los primeros junto al amoníaco los que son tomados con mayor rapidez por parte de los microorganismos (Grudsky y Arias, 1983). Una parte de la proteína microbiana es degradada y reutilizada por otros microorganismos. Cuando los microorganismos atraviesan el abomaso y el intestino delgado sus proteínas son degradadas y absorbidas. La síntesis de proteína microbiana confiere una ventaja al rumiante debido que independiente de la composición de la ración, los microorganismos pueden sintetizar todos los aminoácidos, esenciales y no esenciales, y permitir la disponibilidad para el hospedador (McDonald et al., 2006).

Dependiendo de los alimentos, la proteína que llega al intestino delgado varía, siendo la proteína microbiana la de mayor contribución (a veces la única), la cual mantiene una composición de aminoácidos relativamente constante. La restante, no degradada en el rumen, dependerá su composición dependiendo del alimento que la contenga (McDonald et al., 2006).

El amoníaco en el líquido ruminal es el intermediario entre la degradación microbiana y la síntesis de proteína. Cuando la ración es deficiente en proteína o la misma es resistente a la degradación, la concentración de amoníaco en el rumen es baja (50mg/L) y el crecimiento de los microorganismos es lento, consecuentemente la degradación de los carbohidratos se retrasa. Si la degradación de la proteína es más rápida que la síntesis, la concentración de amoníaco se eleva por encima del óptimo en el rumen, pasa a la sangre, se transporta hacia el hígado donde se convierte en urea y mayoritariamente se elimina en la orina. Una parte menor de la urea puede ingresar al rumen por medio de la saliva o a través de las paredes ruminales. En algunos casos la cantidad de nitrógeno que regresa al rumen como urea es mayor que el amoníaco que se absorbe por las paredes ruminales y de esta forma la proteína que llega al intestino delgado es mayor que la ingerida en el alimento (McDonald et al., 2006).

Alimentos de rápida fermentación como los forrajes tiernos con alta cantidad de carbohidratos solubles dan lugar a la producción de más proteína (260g/kg de alimento digerido) que la mayoría de los alimentos (200g/kg). Los alimentos que contienen cantidades relativamente altas de nutrientes digeribles que no fermentan en el rumen determinan una cantidad menor de proteína microbiana sintetizada (130g/kg de alimento digerido). Los microorganismos suplementan el aporte de proteína al animal cualitativa o cuantitativamente cuando los alimentos son groseros de mala calidad, sin embargo en los concentrados proteínicos el efecto es negativo (McDonald et al., 2006).

#### 2.3.2.1 Utilización de los compuestos nitrogenados no proteínicos

El 30% del nitrógeno de los alimentos consumidos por los rumiantes, se encuentra en forma de aminoácidos, amidas y aminas, o compuestos inorgánicos como los nitratos. La mayoría se degradan en el rumen, entrando en el pool de amoníaco. Gracias a la capacidad de los microorganismos es posible aprovechar los compuestos

nitrogenados no proteínicos agregándolos en la ración. En la práctica el más utilizado es la urea, aunque se pueden utilizar derivados de la misma o sales amoniacaes (McDonald et al., 2006).

La urea se hidroliza al llegar al rumen rápidamente formando amoníaco por la ureasa bacteriana, pudiendo elevar las concentraciones de este producto considerablemente. Para que la síntesis de proteína microbiana se dé eficientemente, la concentración inicial de amoníaco debe ser menor al óptimo, en caso contrario, el exceso se absorbe y se pierde (McDonald et al., 2006). De esta forma solo pueden esperarse respuestas productivas a la suplementación con urea, cuando la cantidad de N degradable en el rumen es un factor limitante de la actividad ruminal. Esta situación ocurre cuando se entrega un aporte insuficiente de proteína dietaria o cuando esta es de baja degradabilidad ruminal (Egaña y Morales, 1986). Además, la magnitud de la respuesta dependerá de la disponibilidad de alguna fuente energética fácilmente utilizable para los microorganismos y permitirá la síntesis de proteína microbiana (Egaña y Morales 1986, McDonald et al. 2006).

### 2.3.3 Digestión y metabolismo de los lípidos en el rumen

Los triacilgliceroles presentes en los alimentos, contienen gran cantidad de restos de los ácidos grasos poliinsaturados, linoleico y linoléico. Estos se hidrolizan por las lipasas bacterianas, al igual que los fosfolípidos. Una vez liberados de la combinación éster son hidrogenados por las bacterias resultando finalmente en ácido esteárico (McDonald et al., 2006).

La capacidad de los microorganismos de digerir los lípidos es muy limitada, cuando estos exceden el 10% de la dieta la actividad de los microorganismos se reduce, la fermentación de la fibra es más lenta y la ingestión de alimentos es menor (McDonald et al., 2006).

Al contrario de los ácidos grasos de cadena corta que pueden ser absorbidos en el rumen, los de cadena larga se absorben en el intestino delgado (McDonald et al., 2006).

## 2.4 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Las necesidades totales de energía de animales pastoreando van a depender de: peso vivo, condición corporal, ganancia media diaria, composición de dicha ganancia, nivel de actividad dedicado a ingerir y cosechar el forraje, y posibles efectos climáticos (Geenty y Rattray, 1987).

El esfuerzo generado por la búsqueda y cosecha del forraje así como la influencia de las condiciones climáticas implican mayores requerimientos totales de energía de los animales en pastoreo frente a los mismos animales estabulados, siendo en promedio 10 o 20% más (Hodgson, 1990).

Al incrementar el peso vivo de los animales normalmente ocurren cambios en la composición corporal de los mismos provocando un aumento de los requerimientos de energía. Estos requerimientos de energía para crecimiento están determinados por las proporciones de grasa, proteína y agua de los tejidos depositados (Jones et al., 1989).

En el cuadro 1 se presentan los requerimientos de energía metabolizable en función del peso vivo y la ganancia diaria.

Cuadro 1. Requerimientos de energía metabolizable (Mcal EM/día) de corderos de 6 a 12 meses de edad, según peso vivo y ganancia de peso

GMD (g/día)	peso vivo (kg)		
	30	35	40
0	2,39	2,63	2,87
50	3,11	3,35	3,83
100	3,83	4,31	4,55
150	4,55	5,02	5,50
200	5,26	5,98	6,46

Fuente: adaptado de Geenty y Rattray (1987).

La edad y condición corporal del cordero, la historia nutricional previa, el tipo de alimentación, el tiempo de alimentación y cómo es procesado el alimento pueden afectar los requerimientos proteínicos del animal. Estos disminuyen como porcentaje en la dieta, a medida que el animal envejece y que engorda, por lo tanto se espera que los corderos de más edad que han alcanzado la mayor parte de su crecimiento potencial, requieran menos proteína que los más jóvenes (Orksov y Grubb, citados por Church, 1984).

En el cuadro 2 se presentan los requerimientos de proteína cruda en función de la energía de la dieta y el peso vivo animal.

Necesidades nutricionales diferentes fueron estimadas por AFRC (1993) quienes calcularon para corderos estabulados en crecimiento, de 20 kg de peso vivo, ganando 50 g/día consumos necesarios de 0,5 kg MSD/día para una dieta con un coeficiente de metabolibilidad de 0,53. En estas mismas condiciones las necesidades de energía metabolizable se estiman en 4,9 y 5,4 MJ/día (1,17 y 1,29 Mcal/día) para corderas y corderos enteros respectivamente, mientras que los requerimientos de proteína metabolizable se estiman en 47g en corderas y 49g en corderos enteros.

Cuadro 2. Requerimientos de proteína cruda (%) de corderos que se alimentan con raciones balanceadas, según la concentración de energía de la dieta y el peso vivo del animal

energía (Mcal/kg MS)	peso vivo (kg)			
	20	30	40	50
3,11	18,2	17,5	16,8	15,5
2,87	16,5	15,8	13,9	12,6
2,63	14,5	13,5	11,0	10,0
2,39	12,8	11,8	9,2	8,6

Fuente: adaptado de Bell et al. por Montossi et al. (2015).

Otros autores (NRC, 2007) estimaron que corderos de 20 kg de peso vivo consumiendo dietas con 1,91 Mcal/kg MS necesitan consumir 0,57 kg de alimento por día para ganar 100 g. Los requerimientos de PC son 73 g/d y los de EM 1,09 Mcal/día.

## 2.5 CARACTERÍSTICAS DE CAMPO NATURAL SOBRE BASALTO

Los suelos de esta región se han originado a partir de derrames basálticos. Según su grado de desarrollo de los suelos se los puede agrupar en superficiales, medios y profundos. Estos diferentes tipos de suelos se asocian en distintas proporciones, dentro de una misma unidad, dando lugar a un intrincado mosaico, con cambios notables en cortas distancias. La profundidad de los mismos varía desde la roca desnuda hasta aproximadamente 1 m (Berretta, 1998b).

La unidad Curtina conforma 805.781 ha (4,57% del territorio nacional) y se agrupa dentro de los suelos medios (Berretta, 1998b).

El grupo CONEAT 1.23 que integra esta unidad está compuesto por diferentes suelos.

Los suelos dominantes que ocupan de 50 a 75% de la superficie son: Litosoles Éútricos Melánicos, de colores negros a pardo oscuro y a veces pardo rojizos y rojos (ródicos) y Brunosoles Éútricos Típicos de profundidad moderada (praderas negras mínimas y Regosoles) y superficiales (Regosoles). Las características de los suelos son: color pardo muy oscuro a negro, textura franco arcillo limosa, con gravillas de Basalto en todo el perfil, alta fertilidad natural y moderadamente bien drenados. También existen Vertisoles Háplicos de profundidad moderada (Grumosoles). Son suelos de color negro

y textura arcillo limosa a arcillosa en todo el perfil con gravillas de Basalto, de alta fertilidad natural y moderadamente bien drenados (MGAP, s.f.).

Los suelos asociados, que ocupan de 25 a 50% de la superficie son: Litosoles Subéutricos Melánicos de textura franca muy superficiales, ródicos (Litosoles rojos), y tienen una profundidad de 30cm, aunque normalmente son muy superficiales (menos de 10cm) son de textura franco limosa a franco arcillosa, con gravillas de Basalto en todo el perfil y bien drenados. La fertilidad natural es media (MGAP, s.f.).

Los suelos superficiales (Litosoles) son de uso pastoril con énfasis en la cría de lanares y vacunos. Tienen baja capacidad de retención de agua y por lo tanto alto riesgo de sequía. Además lluvias muy intensas se transforman en agentes erosivos por el alto escurrimiento (Durán, 1995).

Los suelos profundos, Brunosoles, poseen una adecuada profundidad para el desarrollo radicular y una alta capacidad de retención de agua. El contenido de materia orgánica es alto o medio en condiciones naturales, pero tiende a disminuir cuando son cultivados. Son suelos con niveles de fósforo bajos y además tienen una capacidad media de fijación de este elemento (Durán, 1995).

### 2.5.1 Caracterización de la vegetación

La vegetación dominante en la región basáltica es herbácea, siendo los arbustos y árboles muy poco frecuentes. La mayoría de las especies que componen la vegetación herbácea son gramíneas perennes, mientras que las leguminosas nativas son muy poco frecuentes; se encuentra también un número elevado de especies de otras familias botánicas como las compuestas, umbelíferas, ciperáceas, juncáceas, pero con frecuencias menores, excepto en hábitats particulares (Berretta, 1998b).

Se presentan especies estivales (C4) con crecimiento en primavera, verano y otoño, y especies invernales (C3) con crecimiento en otoño, invierno según la temperatura, y primavera. El 60 a 80% del recubrimiento del suelo está ocupado por especies estivales. En los superficiales las C3 tienen frecuencia relativamente elevada, pero son hierbas enanas y pastos ordinarios de baja producción, mientras que en los suelos profundos se encuentran pastos finos invernales (Berretta, 1998b).

Las gramíneas más frecuentes en suelos superficiales son estivales, pertenecientes a los géneros *Chloris*, *Bouteloua*, *Schizachyrium*, *Aristida*, *Eragrostis*, *Bothriochloa* y *Stipa*. Al disminuir la actividad de estos pastos en el invierno se hacen frecuentes hierbas enanas (Berretta, 1998b).

En suelos más profundos se encuentran especies más productivas pertenecientes a los géneros *Paspalum*, *Andropogon*, *Axonopus*, *Coelorhachis*, *Schizachyrium*, *Stipa*, *Piptochaetium* y *Poa*; también se encuentran algunas leguminosas de los géneros *Adesmia*, *Trifolium*, *Rhynchosia*, *Desmanthus* y *Desmodium*. Estas especies de mayor

producción y calidad son apetecidas por los animales, causando que en algunos hábitats los pastos duros, rechazados por los animales, puedan ser dominantes (Berretta, 1998b).

En los suelos superficiales además de las especies que lo integran, de menor porte y productividad, el recubrimiento del suelo es más reducido (50-70%) que en los de mayor profundidad (superior a 90%), aspecto que contribuye a resaltar las diferencias en la cantidad de forraje producido (Berretta, 1998a).

Los suelos superficiales son muy sensibles a los déficits hídricos, generando una rápida reducción de la producción de forraje cuando comienza a faltar agua, en los de mayor profundidad esta reducción es más lenta. Cuando se restablecen las condiciones de humedad adecuada, los suelos más superficiales se ven favorecidos ya que reinician su crecimiento rápidamente, con tasas de crecimiento superiores a las de los profundos, mientras que éstos tardan un lapso mayor (Berretta, 1998b).

### 2.5.2 Valor nutritivo del campo natural

En el cuadro 3 se presentan resultados promedio de los años 1996 y 1997 obtenidos en un trabajo realizado por Montossi et al. (2000), en la Unidad Experimental “Glencoe” de INIA Tacuarembó, ubicada en la región de Basalto. Los resultados indican que la calidad de forraje adquiere los valores más desfavorables en verano (EM, DMS, FDN, FDA), y únicamente en otoño la proteína cruda del forraje ofrecido adquiere valores menores a verano (8,0 vs. 8,8% respectivamente).

Cuadro 3. Valor nutritivo del forraje ofrecido en campo natural para cada estación

	otoño	invierno	primavera	verano
EM (Mcal)	1,9	2,0	1,9	1,7
DMS (%)	52,6	54,5	53,0	48,3
FDN (%)	63,7	72,6	77,2	79,3
FDA (%)	38,6	44,2	46,1	52,1
PC (%)	8,0	10,5	11,1	8,8

EM: energía metabolizable. DMS: digestibilidad de la materia seca. FDN: fibra detergente neutra. FDA: fibra detergente ácido. PC: proteína cruda.

Fuente: adaptado de Montossi et al. (2000).

Contradictoriamente en un trabajo realizado por en suelos de Basalto y Fray Bentos se obtuvieron en verano los mínimos valores anuales de proteína, mientras que

los mayores se obtuvieron en invierno. Las diferencias entre las evaluaciones de otoño, invierno e invierno-primavera (correspondientes a los meses mayo, julio y setiembre respectivamente) fueron altamente significativas ( $P < 0,01$ ) cuando se las comparó con las de primavera-verano y verano (diciembre y febrero respectivamente, Invernizzi y Silveira, 1992).

Respecto a la digestibilidad, los valores obtenidos por Montossi et al. (2000), son inferiores a los mencionados por García (1981) quién estimó para pasturas naturales del Uruguay un promedio de 55, 58, 62, 50 % para el otoño, invierno, primavera y verano respectivamente.

Otro factor que determina la calidad de la pastura, estrechamente ligado a la digestibilidad, es el contenido de proteína cruda, que también varía a través del año. Su porcentaje en la materia seca del forraje no debería ser inferior a 7% para no provocar carencias en los animales, especialmente para categorías jóvenes, en pleno crecimiento, y en vacas lactando. La estación en que el contenido de PC es más bajo es el verano, con promedios fluctuantes en torno a 8% (Carámbula, 1996).

### 2.5.3 Producción estacional de forraje

En estudios realizados, Berretta (1998b) determinó la producción de comunidades nativas sobre suelos de Basalto en la unidad Itapebí-Tres árboles con diferentes frecuencias de cortes. La evaluación se realizó en cuatro tipos de suelos: superficial pardo rojizo (SPR), superficial negro (SN), medio (< 50 cm de profundidad, M) y profundo (> 50 cm, P). En los cuadros 4 y 5 se presentan la tasa de crecimiento diario (TCD) promedio con frecuencia de corte mensual y la producción anual de forraje respectivamente.

Cuadro 4. Tasa de crecimiento diario (kg MS/ha/día) para cuatro tipos de suelo

suelo	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	set.	oct.	nov.	dic.
SPR	7,38	12,21	8,22	7,07	6,01	5,01	6,01	6,33	10,91	16,50	13,90	9,19
SN	8,28	9,59	12,11	12,72	7,18	7,26	7,11	9,40	10,88	15,23	17,60	8,96
M	7,33	11,80	13,77	14,23	7,39	7,98	8,39	9,67	13,39	18,83	20,70	11,33
P	10,96	14,50	15,63	14,75	13,98	8,61	8,01	7,39	14,67	22,43	25,74	14,50

Fuente: adaptado de Berretta (1998b).

Cuadro 5. Producción anual de forraje (kg MS/ha/día) de los distintos suelos con tres frecuencias de corte

	SPR	SN	M	P
mensual	3284	3889	4468	5175
bimensual	2909	3406	4268	4754
estacional	2996	3737	3984	4747
promedio	3063	3677	4240	4892

Fuente: adaptado de Berreta (1998b).

## 2.6 SUPLEMENTACIÓN EN PASTOREO

### 2.6.1 Uso de suplementación

La suplementación en condiciones de pastoreo es una herramienta estratégica que presenta ciertas ventajas como la rápida y fácil implementación, el requerimiento de personal sin alta idoneidad para la ejecución de su rutina, la facilidad de presupuestación, sin necesidad de inversiones costosas a excepción del suplemento, fácilmente desmontable, con la posibilidad de utilizarse en cualquier momento que se suponga rentable, usando recursos extraprediales (productos o subproductos de la industria) o no (Cibils et al., 1997).

El éxito de esta práctica depende del conocimiento de la pastura, del animal, del suplemento y de la interacción de los mismos, en un marco de metas biológicamente alcanzables (Cibils et al., 1997).

Para evaluar la viabilidad bioeconómica de una propuesta de suplementación, es necesario disponer de los coeficientes técnicos que permitan predecir la respuesta biológica: ganancia diaria y eficiencia de conversión (Simeone y Beretta, 2004). Estos autores destacan a la cantidad y la calidad de pastura como los factores que parecen afectar esta respuesta con mayor impacto.

La suplementación puede diferir en la frecuencia de suministro. Se destacan la suplementación diaria en cantidad fija (Simeone y Beretta 2005, Blasina et al. 2010), suplementación infrecuente que consiste en suministrar igual cantidad total en una base semanal pero con diferentes intervalos entre días de suministro (cada 48 o 72 horas, suministrar lunes a viernes sin suministro sábado y domingos, La Manna et al. 2007, Lagomarsino et al. 2014, Luzardo et al. 2014), suplementación con sistema de autoalimentación restringido (recargas a fecha fija con cantidad de suplemento objetivo, Rovira y Velazco 2012a, Rovira y Velazco 2012b, Rovira y Velazco 2012c, Rovira y

Velazco 2012d), y suplementación con sistema de autoalimentación *ad libitum* (con o sin limitador de consumo, Blasina et al. 2010, Henderson et al. 2015).

### 2.6.2 Factores que afectan la respuesta a la suplementación

Blasina et al. (2010) realizaron una revisión bibliográfica sobre la suplementación en pastoreo y determinaron que la respuesta a la misma se ve afectada principalmente por características de la pastura (disponibilidad, calidad y manejo del pastoreo), características del suplemento (cantidad, calidad, tipo de suplemento, forma de presentación y método de suministro), características del animal (biotipo, sexo y categoría animal) y la interacción de los mismos.

#### 2.6.2.1 Efecto de la pastura y suplemento

La relación entre la pastura y el suplemento, podrá ser de distintos tipos: aditiva, sustitutiva, aditiva sustitutiva, aditiva con estímulo, sustitutiva con depresión (Lange, 1980).

El tipo de interacción de estos factores dependerán a su vez de una serie de factores como pueden ser: estructura del tapiz, disponibilidad y calidad del forraje, tipo de suplemento, nivel de suplementación, procesado del suplemento, procesado del forraje, frecuencia de alimentación, hora de suplementación, fotoperíodo y características del animal (especie y categoría, Mieres, 1997).

Investigaciones realizadas en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) en el período 2001-2003 mostraron diferentes respuestas a las suplementación sobre praderas y verdeos, según la estación del año, la categoría animal y la asignación de forraje utilizada, aunque independientemente de la situación de la pastura considerada, se observó que la respuesta a la suplementación muestra una relación inversa con la asignación de forraje (Simeone y Beretta, 2005).

Coincidentemente Bowman y Sowell (1997), destacan que el número de animales que no consumen suplemento aumenta cuando es mayor la asignación de forraje, y a su vez este aumento provoca una variación en el consumo individual de suplemento.

Pasturas que presentan menor calidad provocan un aumento en el consumo de suplemento (Rovira y Velazco, 2012a).

En lo referente al suplemento, al suministrar granos, dependiendo de la cantidad que ingieran los animales y de la velocidad de fermentación de estos, pueden generarse trastornos digestivos, acidosis subclínicas, bajas ganancias y pobres eficiencias de conversión (Simeone y Beretta, 2005).

Los diferentes tipos de granos y los procesamientos que sufren los mismos provocan diferencias en la velocidad e intensidad de la digestión ruminal del almidón. Para lograr un aumento del ataque microbiano al almidón existe diferentes tratamientos como pueden ser mecánicos (molido, partido y aplastado), tostado y la extrusión del grano, generando una mayor digestibilidad del almidón. Con respecto a los cereales, a lo que se refiere al contenido de almidón, el trigo es el que presenta mayor contenido (77%), seguido por el maíz y el sorgo (72%) y en seguida aparece la cebada y la avena en un rango de 57-58%. Por otro lado, lo que se refiere a la digestibilidad del almidón en el rumen, los granos de rápida tasa de digestión ruminal son provenientes de la cebada, trigo y avena, en un rango de 80-94%, también existen almidones de lenta tasa de digestión ruminal como son los contenidos en el sorgo (seco y partido, 60%) y maíz (seco y partido, 76,2%). En la avena, cebada y trigo la capacidad bypass del almidón es nula, al contrario de estos la del sorgo es alta y la del maíz es intermedia. A lo que se refiere al procesado del grano la capacidad bypass del almidón disminuye cuanto más proceso sufre el grano (entero >partido >aplastado >molido> vapor> ensilado, Gagliostro, 2005).

Cuando los animales pastorean verdeos o recursos otoño-invernales es esperable que la utilización de granos con mayor velocidad e intensidad de digestión ruminal favorezcan la ganancia de peso al estimular la proteosíntesis microbiana en rumen y disminuir los excesos de amoníaco (Gagliostro, 2005). Este aumento de la síntesis de proteína microbiana con almidones de mayor fermentación ruminal se da hasta un máximo de 25-30% de almidón degradable en el total de la dieta. Si se sobrepasa estos valores se genera la inhibición de la proteosíntesis microbiana e inclusive puede disminuir a causa de la acidosis ruminal (Gagliostro, 2005).

Gagliostro (2005) destaca además que la elección del tipo de grano a utilizar al suplementar es de suma importancia a los fines de armonizar (equilibrar) la disponibilidad de energía y proteína a nivel de rumen.

#### 2.6.2.2 Competencia entre animales

La demanda del suplemento depende de los requerimientos nutricionales de los animales, nivel sanitario, palatabilidad, preferencia y calidad de suplemento, disponibilidad y calidad de pastura; y la relación de esta con la cantidad suministrada determina el nivel de insatisfacción que a su vez va a determinar la intensidad de la competitividad. La uniformidad de la demanda y la homogeneidad en algunas características del lote de animales como tamaño, edad, astado/mocho, raza, nos da el grado de igualdad de oportunidades de los individuos para la competitividad (Mac Loughlin, 2005).

El tamaño y la edad de los animales tienen una directa relación con las interacciones sociales de dominancia y subordinación. Los individuos más jóvenes y de menor peso corporal son en general subordinados y suelen quedar relegados ante los más

grandes. Además las jerarquías sociales también son influenciadas por las razas y por características de los animales como son la presencia o ausencia de cuernos (Mac Loughlin, 2005).

Las estrategias de suministro de suplemento afectan sobre la competitividad principalmente (Mac Loughlin, 2005).

### 2.6.3 Suplementación en autoalimentación

Existe diferentes métodos para limitar el consumo de suplemento en sistemas de autoalimentación, donde la cantidad de suplemento disponible para el animal es elevada. Estos métodos pueden ser mecánicos (forma y funcionamiento del comedero), físicos (inclusión de fibra larga en el suplemento) y químicos (agregado de compuestos químicos en el suplemento, Henderson et al., 2015).

#### 2.6.3.1 Regulación con cloruro de sodio

El cloruro de sodio junto con el hidróxido de calcio y las sales amoniacaes constituyen algunos de los métodos químicos de regulación de consumo (Schauer et al., 2004).

Siendo el primero el método más utilizado, estudiado y eficiente en sistemas de autoalimentación (Cardon et al. 1953, Riggs et al. 1953, Beeson et al. 1957, Schauer et al. 2004). En bovinos el requerimiento de NaCl del ganado adulto es menor a 28,35 g/a/día, sin embargo el consumo voluntario frecuentemente excede las necesidades mínimas (Rich et al., 1976).

Más del 90% del Na del organismo se encuentra en fluidos extracelulares (plasma, tejido muscular y nervioso, Engle, 2005). El mantenimiento de la homeostasis de los líquidos corporales en mamíferos es importante, para ello la cantidad de agua en el cuerpo y la concentración de Na<sup>+</sup> del líquido extracelular (LEC) se mantengan dentro de límites estrechos. La preservación del balance de agua depende tanto de una delicada regulación de la secreción de ADH por la neurohipófisis como de un eficiente mecanismo de la sed. De esta manera una inevitable pérdida de agua es compensada por la bebida, y frente a un excesivo consumo de agua, la regulación de la secreción de ADH resulta en la diuresis de agua que elimina los peligros de la sobrehidratación. Factores hormonales y neuronales también actúan conjuntamente para mantener el equilibrio de sal (Olsson y McKinley, 1980). Las principales hormonas involucradas en la regulación de la excreción del Na son la aldosterona y la angiotensina II (Engle, 2005). La disminución de la concentración de sodio acompañado por la disminución del volumen de líquido extracelular y la hipovolemia, activa el sistema renina-angiotensina e induce la hipersecreción de aldosterona (Olsson y McKinley, 1980). La aldosterona es liberada por la corteza adrenal y produce un incremento de la reabsorción del Na a nivel renal (junto a un incremento de la excreción de potasio, Engle, 2005). Además, el agotamiento

de sodio (particularmente en animales herbívoros) da lugar a un apetito específico que proporciona una fuerte motivación para buscar e ingerir sal. La ingesta excesiva de sal, por otro lado, eleva principalmente la concentración de sodio extracelular, lo que induce una mayor ingesta de agua y una expansión del líquido extracelular. En consecuencia de la hipervolemia y la inhibición de la secreción de aldosterona, se desarrolla una excreción de sodio en orina superior a la normal, y se restaura gradualmente el equilibrio de sodio (Olsson y McKinley, 1980). La regulación de la excreción de Cl está directamente relacionada a la excreción de Na (Engle, 2005).

Debido a la existencia de limitantes metabólicas para la cantidad de sal que el ganado puede comer, el cloruro de sodio puede usarse como limitante de consumo de alimentos altamente palatables (Rich et al., 1976).

En bovinos el consumo de sal tiende a ser alrededor del 0,10-0,15% del peso vivo cuando la sal forma parte de raciones de autoalimentación (Rich et al. 1976, Sewell 1993).

Thomas et al. (2007) determinaron que por encima de 10% de NaCl en la dieta habría un descenso marcado y progresivo del consumo de materia seca equivalente a un umbral de consumo de sal de 120 a 200 g/a/día para corderos y 870 g/a/día para novillos. Así mismo, Villa et al. (2007) en corderas de 30kg de peso vivo y condición corporal 2, suplementadas con grano de cebada con 0, 10, 20 y 30% de sal, registraron un consumo de suplemento decreciente, ingiriendo 414, 384, 279 y 170 g/a/día confirmando la eficiencia de la sal como limitador de consumo.

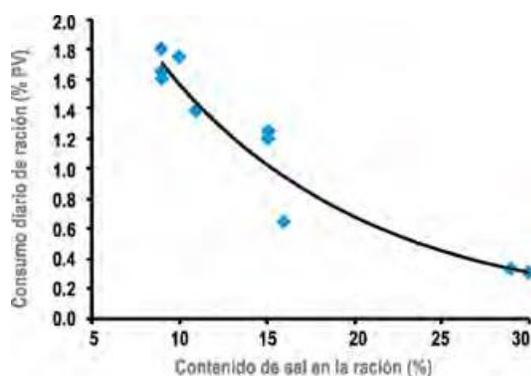
Entre 150 y 200 g/animal/día estarían en el límite de la capacidad para procesar y eliminar la sal del organismo (Masters, 2007). Dentro de estos límites, ovejas preñadas con una mezcla de 25% NaCl y 75% de harina de semilla de girasol consumieron entre 38 y 105g NaCl/a/día y no registraron efectos negativos (Weir y Miller, 1953). También en corderos, Meyer et al. (1955) reportaron un descenso en el consumo al incrementar la sal en la ración de 0,7 a 12,8% (1,53 y 1,40 kg/a/día, respectivamente). El mismo resultado fue obtenido por Rovira y Velazco (2012e, figura 4).

Existe una variación individual entre animales a la tolerancia al consumo de altos niveles de sal (Bohnert y Del Curto, citados por Rovira y Velazco, 2012b).

Si bien el nivel de sal es el principal determinante de consumo de ración, no es el único. En una experiencia realizada en INIA Treinta y Tres el consumo diario de ración con sal (10% NaCl) de novillos en terminación en autoalimentación descendió de 2,2 a 1,8% del peso vivo al incrementar la oferta de forraje diaria de un verdeo de raigrás de 4 a 8 kg MS/100 kg peso vivo. Además de la disponibilidad de forraje otros factores que inciden en el consumo de ración en sistemas de suplementación en autoalimentación son la calidad forrajera, el manejo y ubicación del comedero, la disponibilidad y calidad

del agua de bebida, la palatabilidad de la ración, el clima y la categoría animal (Rovira y Velazco, 2012b).

Figura 4. Consumo de ración en función del contenido de sal en autoalimentación



Fuente: Rovira y Velazco (2012e).

Cuando el agua disponible presenta niveles importantes de sal es recomendable reducir la cantidad de sal en la ración para lograr consumos satisfactorios (Rich et al., 1976).

#### Efecto del contenido de NaCl en la digestibilidad de los nutrientes

Nelson et al. (1955) registraron una reducción significativa en la digestibilidad de la materia orgánica del suplemento ofrecido a corderos consumiendo altos niveles de NaCl (0,17% del peso vivo por día) comparado con corderos consumiendo una dieta baja en NaCl (0,027% del peso vivo). La digestibilidad bajó de 69,2 a 66,8% al suministrar la ración con mayor contenido de NaCl en comparación a la que no se le aumentó. Los componentes de la ración más afectados por el descenso de la digestibilidad fueron las fracciones de extracto libre de nitrógeno y la fibra cruda. Sin embargo, no se encontraron disminuciones en la digestibilidad de los componentes de la ración al suplementar novillos con un alto nivel de NaCl (6% de la ración correspondiente a 0,11% del peso vivo, Nelson et al., 1955). Similar tendencia fue reportada por Thomas et al. (2007) quienes encontraron una depresión en la digestibilidad de la materia orgánica del entorno de 5% cuando niveles de 15% de NaCl fueron ofrecidos a ovinos, pero no encontraron un efecto en novillos. Tanto en novillos como en corderos, los animales registraron una tendencia a incrementar la excreción de nitrógeno en la orina cuando se suministraron raciones con alto contenido de sal siendo significativa para estos últimos (Nelson et al., 1955).

Chicco et al. (1971) no registraron cambios en la digestibilidad de la materia seca, celulosa y proteína al utilizar una ración con alto contenido de sal (30% NaCl). aunque sí reportaron un descenso en la actividad celulolítica cuando se agregó 30% de

NaCl a un suplemento suministrado sobre pasturas de baja calidad. No se encontró un efecto significativo del alto consumo de sal en los nutrientes digestibles totales (NDT), digestibilidad de la proteína o en el balance de nitrógeno (Archer et al. 1952, Cardon 1953, Meyer et al. 1955). En cambio, Croom et al. (1982) observaron una mayor concentración de almidón en heces al incrementar el porcentaje de NaCl en la ración de 0,5 a 7% sugiriendo una menor digestibilidad de dicho nutriente.

#### Toxicidad por consumo excesivo de NaCl

Los rumiantes tienen un alto grado de adaptación al consumo excesivo de sal (Morris, 1980), aunque se han detectado casos de intoxicación por este nutriente (Osweiler et al., 1995).

Generalmente los efectos tóxicos por un excesivo consumo de sal se observan en tres situaciones: cuando el ganado ha sido privado de sal por mucho tiempo y repentinamente tiene acceso a grandes cantidades de sal, cuando el ganado es obligado a consumir grandes cantidades de sal sin un adecuado acceso a agua, y tercero, cuando el ganado es obligado a consumir grandes cantidades de sal y el agua disponible también tiene una cantidad importante de sal. Siendo recomendable en este último caso reducir la cantidad de sal en la ración para lograr consumos satisfactorios (Rich et al., 1976).

Ratliff (1942), Smith y Fyfe (1971) reportaron niveles letales de NaCl en el rumen de 0,5% para vacunos y 0,36-0,40% en ovinos respectivamente.

#### 2.6.3.2 Diferencias con otras frecuencias de suministro en el control del consumo y la estabilidad del mismo

Mediante la suplementación diaria en cantidad fija se permite que los animales consuman la cantidad diaria de suplemento deseada, logrando así que el consumo se mantenga estable en el tiempo y evitando posibles disturbios ruminales. En la suplementación infrecuente a mayor frecuencia de suministro de suplemento, el consumo diario de los animales se acerca más al deseado, aumentando la estabilidad del consumo en el tiempo (Henderson et al., 2015).

Cuando se usan sistemas de autoalimentación, el consumo diario de suplemento depende de cuán ajustado esté el limitador del consumo para obtener el consumo deseado (Henderson et al., 2015). El consumo diario va depender de varios factores, entre ellos se destacan: el animal (categoría, experiencia), la pastura (cantidad, calidad), la ración (contenido de sal, homogeneidad), el clima (lluvia, temperatura), la disponibilidad de agua (cantidad, calidad), la etapa de la suplementación (inicio, medio o fin), el manejo del o los comedero/s (cantidad, ubicación, número de animales por comedero) y los factores humanos (supervisión de la técnica, observación de los animales, Rovira y Velazco, 2009). Rovira y Velazco (2012g) reportaron que el incremento de sal en la ración de 9 a 15% logró reducir la tasa de consumo de la misma

a terneros sobre campo natural de 1,61 a 1,26% del peso vivo. Cuando el sistema de autoalimentación es con recarga a fecha fija el consumo de suplemento no es estable en el tiempo. Estos autores, en el mismo trabajo, obtuvieron que la alta tasa de consumo diaria determinó que los comederos estuvieran desprovistos de ración durante 6 y 4 días en cada período de 14 días para 9 y 15% de sal respectivamente. También en autoalimentación restringido (recarga cada 7 días) la tasa diaria promedio de consumo de ración con 10% de sal fue 1,75% del peso vivo (mayor al 1% deseado) pero además con alta variabilidad entre semanas. En la segunda y séptima semana la ración suministrada fue consumida a los 7 y 3 días respectivamente (Rovira y Velazco, 2012g).

En el sistema de autoalimentación *ad libitum* con limitador del consumo se esperaría que el consumo sea más estable en el tiempo. Mac Loughlin (2005) menciona que el uso de limitadores de consumo en un suplemento disminuye la demanda del mismo y la variación del consumo individual; cuando se utilizan concentrados energéticos ayuda además a controlar la aparición de acidosis. Henderson et al. (2015) observaron que terneros alimentados bajo autoalimentación con raciones con 14,53% de sal no presentaron diferencias significativas en consumo con respecto a la suplementación diaria.

En condiciones extremas como la sequía registrada en la primavera-verano 2008/2009, en sistemas de autoalimentación *ad libitum* utilizando la sal como regulador donde el forraje disponible fue prácticamente nulo, categorías de recría registraron altísimas tasas de consumo de ración, presentando incluso problemas clínicos asociados a acidosis y a la falta de agua para excretar el exceso de sal (Rovira y Velazco, 2012b).

En una revisión bibliográfica realizada por Henderson et al. (2015) concluyeron que la suplementación diaria y la suplementación infrecuente cada 48 horas y de lunes a viernes se obtuvieron consumos similares a los deseados, mientras que en el autoalimentación restringido no siempre se limitó el consumo en niveles cercanos al deseado afectando la estabilidad del consumo. También observaron que a pesar de estas variaciones en el consumo de suplemento, las ganancias medias diarias obtenidas en los diferentes métodos de suministro, salvo en algunos casos (Blasina et al. 2010, Rovira y Velazco 2012d, Luzardo et al. 2014), no difirieron estadísticamente. La eficiencia de conversión del suplemento de los trabajos en los que se analizó la misma estadísticamente en general no fue afectada por la forma de suministro del suplemento, presentando valores similares para suplementación diaria y autoalimentación *ad libitum* ya sea con o sin sal.

A nivel nacional, Blasina et al. (2010) reportaron una ganancia media de peso 34% superior de terneros suplementados en autoalimentación con ración con sal (10% NaCl) comparado con terneros suplementados diariamente con la misma ración sin sal adicional sobre campo natural (0,348 y 0,260 kg/a/día, respectivamente). La superioridad del tratamiento de autoalimentación estuvo explicada por un mayor

consumo diario de ración (1,36% del peso vivo) comparado con el tratamiento de suministro diario (1% del peso vivo).

Rovira y Velazco (2012b) en un análisis integrado de varios experimentos destacan que a un mismo nivel de suplementación (1% del peso vivo) es de esperar que animales suplementados diariamente registren una ganancia de peso superior comparado con animales en régimen de autoalimentación. Cuanto más limitante es la base forrajera, ya sea en cantidad (disponibilidad y altura) y/o calidad (relación verde/seco, aporte de proteína), la diferencia entre ambas estrategias de suplementación se incrementa. Este autor justifica la disminución de la ganancia de peso de los animales en autoalimentación por tres razones: el menor valor nutritivo de la ración, los mayores costos de mantenimiento asociados con la excreción del exceso de sal en el organismo, y registro de días sin ración en el comedero. En la medida que mejora la calidad y/o disponibilidad de la base forrajera, la misma compensa parcialmente las desventajas asociadas al consumo de ración con sal.

Cuando se compara la suplementación diaria controlada (1% del peso vivo) con autoalimentación *ad libitum*, es de esperar una mayor ganancia de peso en autoalimentación debido al mayor consumo de ración (>1% del peso vivo). La diferencia en ganancia de peso es de 25-35% superior en animales suplementados en autoalimentación con respecto a aquellos suplementados diariamente, aunque a expensas de una peor eficiencia de conversión de suplemento a carne en situaciones de autoalimentación (por el mayor consumo de ración, Rovira y Velazco, 2012b).

#### 2.6.4 Fuentes de proteína

Los suplementos proteínicos no solo difieren en la concentración de proteína, sino también en la concentración energética y aporte de fibra. Pueden clasificarse en dos fuentes de N: el que aporta proteína verdadera o nitrógeno no proteínico (NNP), estas dos fuentes son los componentes principales de N dietario de los rumiantes. Sin embargo, los rumiantes presentan un proceso digestivo muy complejo lo que dificulta la determinación de los niveles de proteína que realmente utiliza el organismo. La proteína verdadera o el NNP son utilizados por los microorganismos del rumen para la síntesis de proteína (Martínez Marín, 2009).

##### 2.6.4.1 Fuentes de proteína verdadera

La proteína verdadera constituye el principal componente del contenido nitrogenado. El contenido de N se multiplicado por una constante (6,25, en promedio el contenido de N de las proteínas es de 16%, el cual se origina de relación promedio entre las proteínas y el contenido de N en ellas), para determinar la proteína bruta alimentaria. (Soto y Reinoso, 2008). A nivel ruminal se encuentra la proteína degradable en rumen (PDR) que es una parte de la proteína verdadera, mientras que la otra parte que escapa a la digestión ruminal es absorbida por el intestino, la cual se conoce por proteína no

degradable en rumen (PNDR) o proteína de by-pass (NRC, 1985). Marcondes et al. (2009) sostienen que la cantidad de PNDR en el intestino depende de la tasa de pasaje de la misma. Según Mac Loughlin (2010) toda proteína que llega al intestino y es digerida por el animal, no sufre modificaciones cuando pasa por el rumen. Mientras que Egaña y Morales (1986) establecen que la proteína by pass depende de la degradabilidad en rumen de la proteína, la que a su vez depende del tipo de proteína presente en el alimento.

Los suplementos proteínicos que aportan PB, pueden ser cereales o sub-productos agroindustriales, pero este aporte se da en diferentes porciones. Dentro de los cereales los granos con mayor contenido de proteína están el trigo, avena y cebada (con un rango de 10 a 15% de PC) y con menor porcentaje de PB se encuentran los cultivos de verano que son el sorgo y maíz (8 a 10% PC). A lo que se refiere a los subproductos agroindustriales existe una gran variedad de alimentos, los cuales presenta diferentes características dependiendo de su origen vegetal y su procesamiento, el afrechillo de arroz o trigo contienen alrededor de 12% PC, ya el expeler de soja presenta un rango de 40 a 50% de PB (Mieres et al., 2004).

#### 2.6.4.2 Fuentes de nitrógeno no proteínico

A nivel ruminal comúnmente los requerimientos de nitrógeno se cubren suplementando con proteínas de origen vegetal, por ejemplo harina de soja, sin embargo, los rumiantes pueden promover proteínas, gracias a la capacidad que tiene el rumen de sintetizar proteína microbiana (PMo) de buena calidad. Por lo tanto, es posible cubrir los requerimientos de nitrógeno al incluir en la dieta fuente de NNP (Obispo, 2005).

Según Stokes et al. (1991), para mejorar la eficiencia microbiana, el nivel de proteína degradable y de carbohidratos no estructurales en el rumen deben ser los adecuados, para lograr una buena digestión de los alimentos y aumentar la producción de ácidos grasos volátiles, logrando así una mejora en la síntesis de la proteína microbiana.

Referente a la dieta formulada para los rumiantes, lo primero que se busca es cubrir los requerimientos de energía en el rumen, para luego aportar la cantidad demandada de nitrógeno (Manella, 2012). Obispo (2005) menciona que el consumo de carbohidratos fermentable debe coincidir con el uso del NNP ya que los microorganismos solo utilizan las fuentes de NNP desde que existan carbohidratos fácilmente disponibles.

Mediante la actividad microbiana del rumen, es posible que el rumiante en lugar de ingerir proteína pura, la cual es más costosa, utilice otra fuente de N que es más barata y de igual eficacia. A continuación se mencionan las fuentes más utilizadas para el suministro de NNP: amoníaco, urea, biuret, fosfato diamónico, polifosfato amónico

(Fernández Mayer, 2008), otra fuente de NNP que surge en los últimos años es la urea protegida con extracto de vegetal, más conocida como optigen (Manella, 2012).

### NNP de rápida liberación

La urea es la fuente de NNP más utilizada en condiciones prácticas, ya que es de rápida degradación ruminal o sea de rápida liberación, además de esto es la fuente más barata de N sólido. Es un polvo blanco, cristalino y soluble en agua, que se puede utilizar como fertilizante o para nutrición animal. Su contenido de N es de 46%, lo que conlleva para cada 100 gramos urea se obtenga aproximadamente 287,5 g de proteína cruda (Garriz y López 2002, Fernández Mayer 2008). Actualmente en el mercado la urea se presenta en formas granulada y perlada, de estas dos formas la presenta facilidad para mezclar con otros ingredientes es la perlada, siendo la más recomendada para uso animal (Escalona et al., 2007).

La urea fertilizante es higroscópica y fácilmente se cuaja, generando dificultad para la mezcla con suplementos sólidos. Para mejorar las características de fluidez se la convierte en urea de calidad para sustratos (42% de N), por lo tanto, cada grano de urea se cubre de caolinita o de alguna otra sustancia no higroscópica. La urea fertilizante, en una mezcla con sustratos sólidos se puede añadir en forma de suspensión o de solución en melaza. Un exceso de urea puede provocar toxicidad y reducir la palatabilidad, limitando la ingesta debido a un sabor amargo que proporciona a la ración. En base a esto la concentración de la urea en el alimento no puede superar al 10%, ya que interrumpirá el crecimiento bacteriano y la fermentación (Garriz y López 2002, Fernández Mayer 2008).

Dependiendo de los requerimientos de proteína degradable en el rumen y la energía disponible en este, se debe determinar el nivel de inclusión de la urea en la ración. Es de suma importancia la cantidad de energía a nivel ruminal, si el alimento que consume el rumiante es de baja calidad, la respuesta al agregado de urea en la dieta va ser nula o comparando con fuentes proteínicas naturales será menor. Pero si la ración es altamente energética, como es el caso de los granos, no se encuentra diferencia en la adición de urea o proteína natural en la productividad. Por lo tanto, debido a la gran disponibilidad de energía que brinda el almidón de los granos, se incentiva la síntesis proteínica y se cubre los requerimientos de PDR (Mac Loughlin, 2007).

En algunas leguminosas, especialmente la soja, sus semillas contienen una enzima denominada ureasa, la cual es encargada de descomponer la urea, dejando no apetecible el sustrato. Pero si se realiza un tratamiento térmico se logra destruir gran parte de la ureasa permitiendo de esta manera mezclar la urea con los granos y harinas de oleaginosas (Garriz y López 2002, Fernández Mayer 2008).

Si la dieta base está constituida por forrajes de baja calidad, el aporte de NNP rápidamente disponible como es el caso de la urea no sería favorable, debido a la rápida

fermentación que esta última presenta, frente a una lenta degradación de la energía del forraje, provocando pérdida de N amoniacal por la absorción a través de la pared del rumen (Garriz y López, 2002). Por ser un suplemento de rápida degradación ruminal, luego de las 2 horas de ingestión se promueve el pico de amonio en el rumen y aproximadamente entre las 9 o 10 horas el rumen vuelve a presentar el nivel que tenía antes del consumo. Pero como se mencionó anteriormente, el aprovechamiento para la síntesis de proteína microbiana solo se da, entre otros factores, con el aporte simultáneo de energía en el rumen, ya que la urea solo aporta nitrógeno, al contrario de otros concentrados que aporta simultáneamente cantidades variables de fibra, azúcares, grasas, etc. (Garriz y López, 2002).

Por lo general, en raciones para rumiantes la recomendación del aporte de urea está dada por un rango o concentración aproximadamente del 3 % del alimento concentrado o alrededor del 1% de la materia seca total de la ración (Escalona et al., 2007).

#### NNP de lenta liberación

Para que los rumiantes logren un proceso digestivo continuo es muy importante lograr una sincronización de nutrientes (Chilibroste, 2002). Como se mencionó anteriormente la urea es de muy rápida liberación a nivel del rumen, provocando que los animales no la aprovechan debidamente, por lo tanto, esto lleva a la necesidad de mejorar el aprovechamiento del N en el rumen a través de una fuente de NNP de lenta liberación. A diferencia de la urea, estas fuentes de liberación lenta proporcionan nitrógeno en forma sostenida a los microorganismos del rumen generando una mayor eficiencia de la utilización del amoníaco liberado (Martínez Marín, 2009).

Para una mejor utilización del N a nivel ruminal, surgen nuevas fuentes de NNP de liberación lenta, mejorando eficientemente el uso del N y evitando posibles problemas de intoxicación generado por la urea, además se logra un sincronismo entre la proteína y la energía a nivel ruminal (Esteves et al., 2013). Al contrario de lo citado anteriormente, otros autores (Cabrita et al. 2006, Cole y Todd 2008), demuestran escaso o ningún beneficio de la sincronización de la dieta para la degradación de los sustratos nitrogenados y energéticos a nivel ruminal.

Campos Neto y Teixeira (2007) demostraron que las fuentes de NNP de liberación lenta mejora el funcionamiento ruminal, lo que provoca un aumento en la producción de proteína microbiana y a su vez reduce la posibilidad de toxicidad por el amoníaco. Coincidentemente con esto Paula et al. (2009) reportaron que los niveles de amoníaco pueden mantenerse adecuados en los períodos de niveles más bajos, debido al aporte de N constante en el rumen a lo largo del día.

Por lo tanto, Martínez Marín (2009) concluye que la urea protegida no tiene los inconvenientes que si lo tiene la urea de rápida degradación ruminal, pero considera que

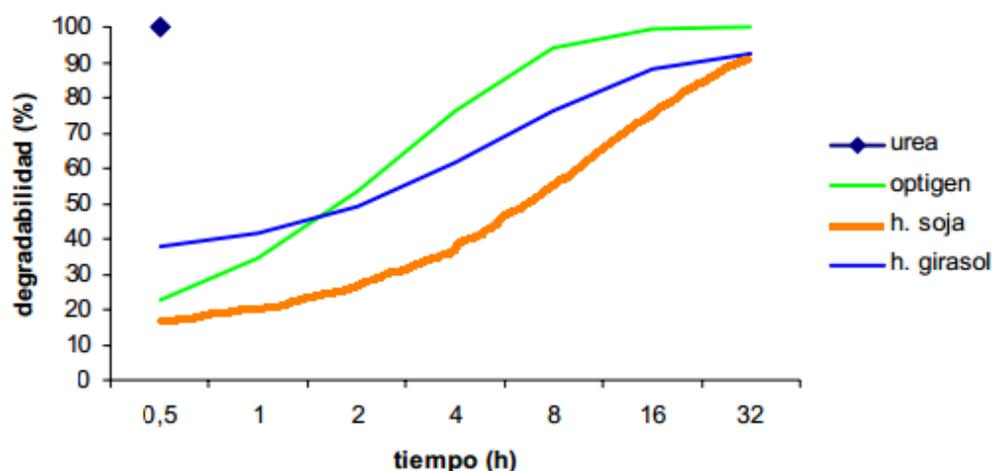
la sincronización de la energía y el N carece de importancia práctica. Por lo tanto, la urea de liberación lenta es una alternativa que se puede incluir en las dietas de los rumiantes, y de esta forma reducir la inclusión de concentrados con proteína verdadera.

En la actualidad hay distintas fuentes de NNP de liberación lenta, donde algunas de estas pueden ser el biuret, rumapro y el optigen, en esta revisión bibliográfica se centrará más en detalle sobre el optigen.

El optigen es una fuente concentrada de NNP de liberación lenta, a través de un polímero poroso formado por extractos vegetales se desarrolla la protección efectiva de la urea, lo que le permite una liberación controlada (Manella, 2012). El contenido de N de esta fuente es 41%, lo que corresponde a 256% de equivalente proteínico (Campos Neto y Teixeira, 2007).

Según Akay et al. (2006), el optigen confiere un tiempo de hasta 16 horas para la degradación de la urea, generando una solubilización lenta y constante. A nivel ruminal cuando se inicia la digestión de la energía, aumento en la disponibilidad de carbohidratos pero disminuyen los niveles de amoníaco, lo que genera una reducción en la síntesis y eficiencia de las bacterias microbianas, entonces en este momento es cuando ocurre la mayor liberación de N por el optigen, lo que permite superar los niveles bajos de amoníaco para la digestión de la fibra. Por lo tanto, al utilizar optigen en la dieta aumenta la síntesis bacteriana y la eficiencia de utilización de materia seca (Manella, 2012).

Figura 5. Cinética de degradación del nitrógeno para cuatro fuentes de nitrógeno



Fuente: INRA (2009).

A nivel ruminal hay cierta similitud al comparar la velocidad de degradación de la urea de liberación controlada (optigen) con los concentrados de proteína verdadera como harina de soja y girasol (figura 5, Martínez Marín 2009).

Según Manella (2012), es posible disminuir la inclusión de proteína verdadera, a través de sustitución de esta por optigen, lo que generara mayor espacio en la dieta para la inclusión de otras fuentes de alimentos, por lo tanto se logra incrementar el contenido energético o fibroso de la dieta.

## 2.7 ALTERNATIVAS ALIMENTICIAS PARA LA RECRÍA ESTIVAL

A continuación, se presentan alternativas de suplementación con concentrados o con pasturas de alto aporte proteínico para la recría estival. Piaggio (2014) menciona algunas alternativas alimenticias que pueden utilizarse para levantar las restricciones del verano: suplementación con concentrados proteínicos, pastoreo controlado por tiempo de acceso diario o frecuencia de acceso en días por semana a pasturas de alta calidad y alto valor proteínico (tipo banco de proteína), pastoreo sobre praderas tradicionales y/o con especies de creciente uso en las pasturas y alto aporte estival como llantén y achicoria, por último la utilización de cultivos estivales anuales como soja, moha, sorgos BMR o nabos forrajeros.

En el cuadro 6 se presentan las respuestas productivas de corderos destetados sobre campo natural y suplementados con diferentes concentrados.

En estos trabajos se observa la enorme variación productiva de las pasturas, presentando el campo natural y la pradera gran susceptibilidad frente a las condiciones ambientales. En años malos no se logran las ganancias deseadas cuando se utiliza estas dos alternativas como única fuente de alimentación (Piaggio, 2014).

Al contrario sucede cuando en las estrategias alimenticias se incluye concentrado como complemento de la dieta base sobre campo natural, registrándose respuestas importantes, por lo tanto, cuando la pastura disponible es de baja calidad es una opción agregar un alimento proteínico de alta calidad, como es el caso de la harina de soja peleteada, que con bajas cantidades diarias de tan solo 100g/cordero/día se logra alcanzar buen resultado para el objetivo de la recría estival (Piaggio, 2014).

Piaggio (2014) destaca que al ofrecer mayor cantidad de harina de soja mejor es el desempeño de los corderos, por lo tanto hay una respuesta a nivel creciente de la suplementación (figura 6).

Cuadro 6. Ganancia diaria media (g/a/d) y relativa al campo natural del año correspondiente (%) de corderos suplementados en verano con alimentos concentrados

alternativa alimenticia	2004	2005	2006	2007	2012
campo natural* (testigo)	33 (100)	46 (100)	62 (100)	55 (100)	57 (100)
pradera**	93	61	70		
campo natural + ración 16 (300g/c/d)	95	116	72		
campo natural + bloque proteínico (NNP)***	34 (103)	51 (111)			
campo natural + bloque proteínico (proteína verdadera)					83 (146)
campo natural + h. de soja (100 g/c/d)****		71 (153)	89 (144)		86 (151)
campo natural + h. de girasol (270 g/c/d)*****			83 (134)		
campo natural + h. de soja (150 g/c/d)****				78 (142)	

\*Carga de 10 c/ha, disponibilidades y crecimientos diferentes en los distintos años.

\*\*Carga de entre 14 -15 c/ha, disponibilidades y crecimientos diferentes en los distintos años.

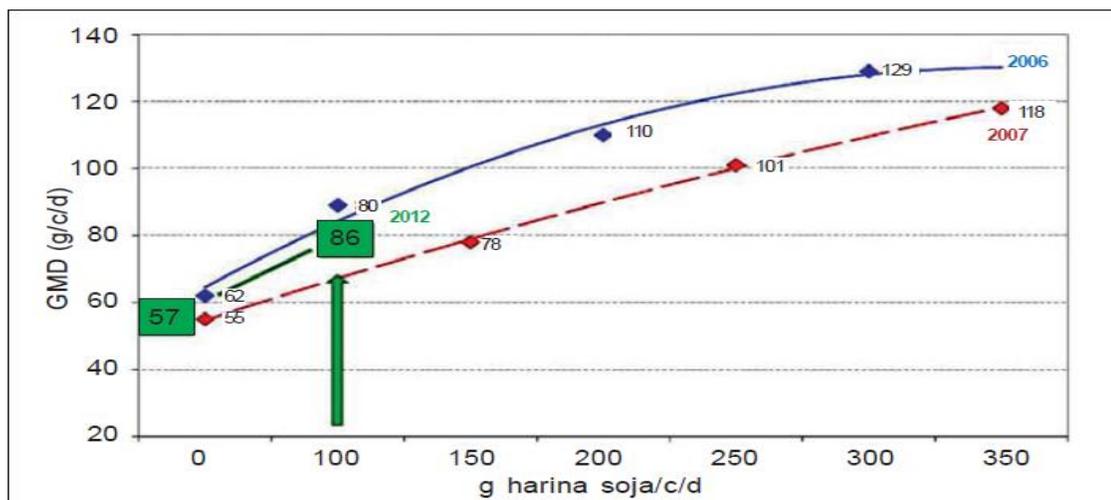
\*\*\*Bloques proteínicos en 2004 alta proporción de urea, en 2005 BP 30 % de proteína verdadera pero oferta restringida a 150 g/c/d.

\*\*\*\*Harina de soja peleteada (entre 42 y 46 % de proteína).

\*\*\*\*\*Harina de girasol peleteada (32 % de proteína).

Fuente: Piaggio (2014).

Figura 6. Respuesta a niveles crecientes de suplementación con harina de soja sobre campo natural en la recria de verano



Fuente: Piaggio (2014).

La suplementación proteínica a través de la implementación de pasturas de alta calidad (lotus Makú o cultivo de soja), tanto en frecuencias diarias como semanales, permitió mejorar el desempeño productivo de los corderos, lográndose en algunos casos, duplicar las ganancias de los suplementados respecto al testigo (Piaggio, 2011b).

La frecuencia de pastoreo diaria es menos adecuada que un pastoreo controlado semanalmente cuando la pastura de alto valor proteínico se encuentra a una distancia importante del campo natural, generando mayores costos energéticos de traslado y mayor dificultad de manejo. El uso de forraje como suplementación proteínica, si bien ofrece un mayor beneficio económico en comparación con la suplementación con concentrados, es más dependiente del clima e implica mayor mano de obra (Piaggio, 2011b).

En el cuadro 7 se presentan los resultados de investigaciones realizadas a nivel nacional para diferentes alternativas alimenticias utilizadas en pastoreo controlado.

El cultivo de soja es una alternativa que se puede utilizar tanto como único alimento para la recria o como suplemento proteínico del campo natural, con pastoreo controlado en horas por día, alrededor de 3h/día (Piaggio, 2014).

Por último, están los sorgos BMR fotosensitivos, los cuales en los últimos experimentos han demostrado ser una alternativa a considerar para manejos de altas cargas. Manteniendo el sorgo a menos de 60cm de altura y a 50 corderos por hectárea se

ha logrado elevar las ganancias con respecto a campo natural (73 vs. 57g/día), y además permitir un alto margen de respuesta a la suplementación proteínica (Piaggio, 2014).

Cuadro 7. Ganancia diaria media (g/a/d) y relativa al campo natural del año correspondiente (%) de corderos suplementados en verano mediante pastoreo controlado en especies de alto contenido de proteína y cultivos anuales

alternativa alimenticia	2004	2005	2006	2007	2012	2013
campo natural (10 a/ha)	33 (100)	46 (100)		12	57	
campo natural + l. Makú 1 día cada 7 días (23 a/ha)	61 (185)					
campo natural + l. Makú 1 día cada 3 días (23 a/ha)	78 (236)	62 (135)				
campo natural + l. Makú 3 horas/día (23 a/ha)		87 (189)				
cultivo de soja 6h/d (40 a/ha) + encierro con agua y sombra			103			
cultivo de soja 24h/d (25 a/ha) con agua y sombra			172			
cultivo de soja 24h/d (30 a/ha) con agua y sombra				125		
cultivo de soja 3h/d (70 a/ha) + campo natural con agua y sombra				87		
cultivo de sorgo BMR fotosensitivo (50 a/ha) con agua + 200g harina de soja					149	
cultivo de sorgo BMR fotosensitivo (50 a/ha) con agua + 115g harina de soja						104
cultivo de sorgo BMR fotosensitivo (50 a/ha) con agua + 115g harina de soja + 330g bloque proteínico					133	
cultivo de sorgo BMR fotosensitivo (50 a/ha) con agua					73	56

Fuente: adaptado de Piaggio (2014).

## 2.8 HIPÓTESIS

En base a los antecedentes revisados, el presente trabajo plantea la siguiente hipótesis: para la recria estival de corderos sobre campo natural, la utilización de comederos que por su diseño restrinjan la accesibilidad al alimento y la inclusión de 15% de cloruro de sodio como factores regulatorios en la suplementación con concentrado proteínico, utilizando el sistema de autoalimentación, limitarán el consumo diario alrededor al 1 % del peso vivo.

Cuando la oferta de concentrados proteínicos es a voluntad en el régimen de autoalimentación, el consumo diario se limitará por la mezcla con cloruro de sodio o por

regulación de la abertura del comedero (restricción por accesibilidad), permitiendo un consumo regular en el tiempo, permitiendo ganancias diarias superiores al testigo sin suplementación.

Las formas de regulación evitarían los altos niveles de consumos de los primeros días de colocado el suplemento lo que podría provocar problemas metabólicos, que disminuye el consumo y por lo tanto el desempeño.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZACIÓN, PERÍODO EXPERIMENTAL Y SUELOS

El trabajo experimental fue llevado a cabo en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía de Salto (E.E.F.A.S.), situada a 21,50 km de la ciudad de Salto sobre la ruta 31 (31° 23'22 latitud Sur, 57° 42'45 longitud Oeste).

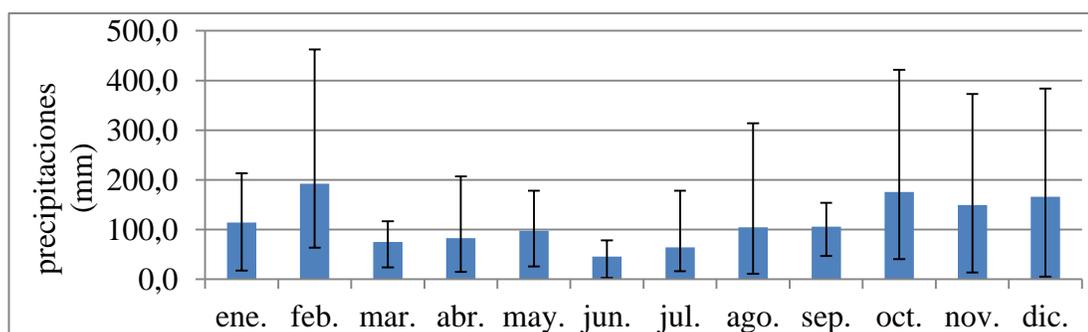
El período experimental se inició el 28 de enero de 2015 y finalizó el 29 de abril de 2015, totalizando un período de recría estival de 84 días.

Los suelos de los potreros donde fue llevado a cabo el experimento, pertenecen a los grupos de suelos CONEAT 1,23. El grupo 1,23 integra la unidad Curtina en la carta a escala 1:1.000.000 (D.S.F.) y el índice de productividad es 83. Los suelos predominantes (50 a 75%) se caracterizan por ser suelos de color pardo muy oscuro a negro, textura franco arcillo limosa, con gravillas de Basalto en todo el perfil, alta fertilidad natural y moderadamente bien drenados. Los suelos asociados (25 a 50%) son superficiales (30 cm de profundidad), aunque normalmente no superan los 10cm; son de textura franco limosa a franco arcillosa, con gravillas de Basalto en todo el perfil y bien drenados. La fertilidad natural es media. Son suelos fundamentalmente de uso pastoril.

#### 3.2 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

Se presentan los registros de las precipitaciones medias y el rango de precipitaciones mensuales (figura 7), y las temperaturas medias, máximas y mínimas (figura 8) para el período 2008-2015, registradas en la estación meteorológica de la E.E.F.A.S.

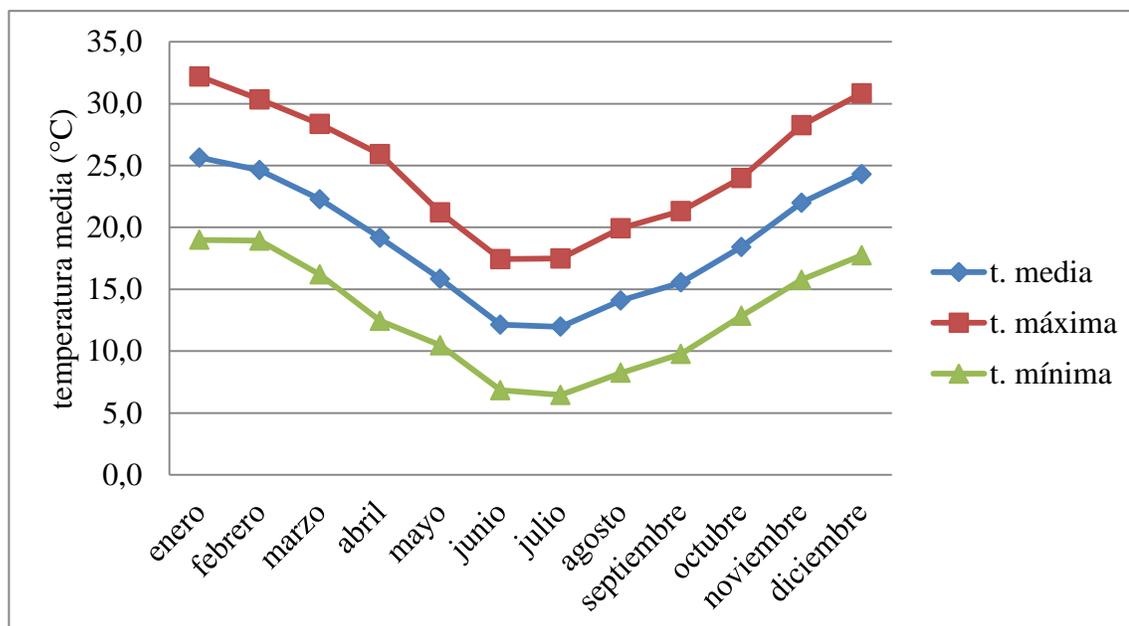
Figura 7. Precipitaciones medias y rangos mensuales del período 2008-2015 registrados en la estación meteorológica de la E.E.F.A.S.



Fuente: Saravia<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Saravia, C. s.f. Información agrometeorológica de la Estación Experimental en Salto de Facultad de Agronomía. Salto, Facultad de Agronomía. (sin publicar).

Figura 8. Temperaturas medias, máximas y mínimas mensuales del período 2008-2015 registradas en la estación meteorológica de la E.E.F.A.S.



Fuente: Saravia<sup>1</sup>

### 3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

#### 3.3.1 Tratamientos

Fueron evaluados tres tratamientos en un diseño completamente al azar, donde a cada tratamiento se realizó tres repeticiones. A cada repetición se le asignó una unidad experimental (grupo de nueve corderos).

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes.

CN: testigo a campo natural sin suplemento.

AA CS: autoalimentación de alimentos concentrados, compuestos por una mezcla de 74 % de grano, 13 % núcleo proteínico a base NNP (urea y optigen), con 13 % de cloruro de sodio.

AA SS: autoalimentación de alimentos concentrados, compuestos por una mezcla de 85 % de grano, 15 % núcleo proteínico a base NNP (urea y optigen), sin cloruro de sodio.

### 3.3.2 Animales experimentales

Fueron utilizados 81 corderos de la raza Merino, nacidos en la primavera 2014 en la estación experimental. Destetados en diciembre 2014, con un peso vivo promedio de entre 22 y 24 kg.

El peso promedio al inicio del experimento fue de  $22,69 \pm 4,04$  kg y  $2,38 \pm 0,24$  unidades de condición corporal.

Los corderos fueron divididos en nueve grupos homogéneos en peso vivo y condición corporal. Los tratamientos fueron asignados a cada parcela al azar.

### 3.3.3 Asignación de superficie de pastoreo

El área experimental ocupa 6,47 hectáreas y está subdividida en nueve parcelas de aproximadamente 0,74 ha (figura 9). En dicha subdivisión se procuró una distribución de forraje lo más homogénea posible. Para delimitar las parcelas se utilizó alambrados eléctricos, donde contaban con agua a voluntad en tarrinas de plástico como bebedero, monitoreados diariamente. El manejo de pastoreo fue de carga continua, con un carga animal de 12,50 corderos/ha.

Figura 9. Ubicación de las parcelas en pastoreo y sus respectivos tratamientos



### 3.3.4 Composición química de las raciones

En el cuadro 8 se presentan los resultados del análisis químico de las dos raciones utilizadas en el estudio.

Cuadro 8. Composición química del suplemento

	ración sin sal	ración 13% NaCl
MS %	89,95	89,84
C %	2,19	18,65
PC %	33,17	27,71
FDN %	25,63	12,89
FDA %	12,62	2,64
Lig <sub>as</sub> %	1,48	0,11
EM (Mcal/kg)	2,74	3,07

MS: materia orgánica. C: ceniza. PC: proteína cruda. FDN: fibra detergente neutro. FDA: fibra detergente ácido. Lig<sub>as</sub>: lignina detergente ácido. EM: energía metabolizable. \* Para el cálculo de energía metabolizable se utilizó la ecuación de Van Soest (1994).

### 3.3.5 Tipo de comederos

El alimento concentrado con cloruro de sodio, se suministró en comederos de madera (figura 10), que presentan una abertura para la salida del alimento de 6 cm. En este sentido la regulación del consumo está dada por la inclusión de sal.

Figura 10. Comedero para la suplementación con sal



En el caso de la alimentación con concentrado sin sal, se suministró en comederos de metal (figura 11) con regulación del consumo por accesibilidad, por lo tanto el diseño del comedero fue la técnica utilizada para la regulación del consumo diario del animal. En el cuadro 8 se presentan las dimensiones de la abertura del comedero y los respectivos períodos que permaneció abierta.

Figura 11. Comedero para la suplementación sin sal



### 3.4 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

#### 3.4.1 Acostumbramiento

Se realizó a los animales un período de acostumbramiento al consumo de concentrado durante 13 días. Posteriormente se mantuvieron alimentando con suplemento durante el mes de enero y principios de febrero hasta el ingreso a las respectivas parcelas asignadas, de esta manera se aseguró que todos los animales comieran suplemento al inicio del experimento. Este proceso de acostumbramiento se realizó conjuntamente a todos los animales sin diferenciar a que tratamiento se asignarían.

#### 3.4.2 Frecuencia y suministro de suplementación

La frecuencia de suplementación fue una vez por semana, suministrando los días viernes por la mañana. Previo al suministro de la ración se extraía el sobrante para cuantificar el consumo. La cantidad de alimento agregado se calculaba en base al 1% del peso vivo por día y se ajustaba con cada pesada (cada 14 días).

### 3.4.3 Determinaciones en los animales

A partir del 28 de enero y cada 14 días se determinó el peso vivo de todos los animales, hasta el día 29 de abril donde se realizó la última pesada. Todas ellas fueron realizadas en las primeras horas de la mañana, con previo ayuno nocturno.

Conjuntamente a cada pesada se determinó condición corporal utilizando la escala de 5 puntos de Jefferies (1961).

### 3.4.4 Determinaciones en la pastura

El día 12 de febrero y el 25 de marzo, 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 por doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975). En base a las diferencias de forraje tanto en altura como en densidad se realizaron cinco escalas y en cada una de ellas se extrajeron cinco muestras. Cada muestra se lograba mediante corte al ras del suelo con tijera de aro en cuadros de 0,09 m<sup>2</sup> (0,30 m x 0,30 m). Las muestras frescas extraídas se colocaron en bolsas de nylon correctamente identificadas, posteriormente se determinó su peso fresco. Se unió y homogenizó las cinco muestras de cada escala, utilizando parte de este total para cuantificar porcentaje de materia seca y otra parte para determinar material verde y restos secos. A cada parte luego de pesar se colocó en sobres de papel para ser secadas en la estufa a 60 °C. Una vez estabilizado su peso (a las 48 hs aproximadamente) se determinó el peso seco de las muestras y se calculó el porcentaje de materia seca (% MS).

$$\text{MS (\%)} = \text{peso seco de la muestra (kg)} * 100 / \text{peso fresco de la muestra (kg)}$$

Para el cálculo de disponibilidad se mide 12 veces al azar la altura y la escala en cada parcela. Con el peso correspondiente a cada escala ya determinado y los distintos valores de cada parcela se calculó de la siguiente forma:

$$\text{kg MS disponible/ha} = \frac{\text{peso seco prom. escala (kg)} * \text{frec. escala} * 10.000}{\text{m}^2 / 0,09 \text{ m}^2}$$

#### 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, con cortes al ras del suelo (Frame, 1993).

$$\text{Tasa de crecimiento diaria de la pastura (kg MS/ha/día)}$$

$$\text{TCP} = \frac{\text{peso seco de la muestra al final (kg)} * 10.000 \text{ m}^2 / 0,09 \text{ m}^2}{\text{(días de exclusión)}}$$

### Procesamiento de muestras

El procesamiento de las muestras y las determinaciones de materia seca fueron realizados en el laboratorio de la E.E.F.A.S. Una vez determinado el contenido de materia seca 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.

Los análisis de composición química de los alimentos (cenizas, proteína cruda, nitrógeno insoluble en detergente ácido, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, lignina detergente ácido), se llevaron a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal y Evaluación de Alimentos de Facultad de Agronomía, Universidad de la República.

#### 3.4.5 Manejo sanitario

El 26 de enero se suministró una toma preventiva contra parásitos internos, con 3 cc de Zolvix (monepantel) por cordero. El 20 de febrero se realizó la segunda vacunación contra clostridiosis, 2 cc de clostrisan por cordero.

Debido a problemas sanitarios detectados previo a la tercera pesada, el día 4 de marzo se realizó un conteo de huevos de parásitos por g de heces (HPG) dirigido a los animales con mayor predisposición a enfermedades (menor condición corporal y peso), se suministró una toma con 3 cc de Zanatac (closantel + levamisol). En las semanas posteriores a este manejo se observó una mejora sanitaria. De forma de prevenir problemas posteriores se continuó monitoreando a través de análisis de HPG y se repitió 3 veces la toma cada 15 días. En el último período del experimento se vuelve a detectar síntomas de parasitosis, debido a la interrupción de la toma por lo que se vuelve a dosificar con Zanatac (closantel + levamisol).

### 3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Considerando el diseño de la investigación, se empleó un modelo lineal general mixto (que incluyó efectos fijos y aleatorios) para analizar las variables ganancia diaria de peso, condición corporal y consumo. Se incluyó al tratamiento como efecto fijo y la parcela como efecto aleatorio.

Para el análisis de las variables aleatorias forraje disponible, % de restos secos, % de forraje verde y altura de la pastura se utilizó un modelo lineal para un diseño completamente aleatorizado.

Las medias obtenidas por los análisis estadísticos fueron comparadas mediante el test de DGC, utilizando un nivel de confianza del 95%.

Se utilizó para el análisis estadístico de los resultados el paquete estadístico informático Infostat amigable con la plataforma R que permite la estimación de los modelos lineales generales y mixtos.

A continuación se presentan las variables aleatorias observadas en el experimento con su correspondiente modelo estadístico.

### 3.5.1 Ganancia diaria de peso

El modelo estadístico utilizado para esta variable fue

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + M_j + TM_{ij} + E_{ijk} + \sigma_{ijkl}$$

siendo

$Y_{ij}$  = Variable dependiente ganancia diaria

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto relativo del i-ésimo tratamiento ( $i = 1, 2, 3$ )

$M_j$  = Efecto relativo de la j-ésima medición ( $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ )

$TM_{ij}$  = Efecto relativo de la interacción entre los efectos del i-ésimo tratamiento y el j-ésimo momento de medición

$E_{ijk}$  = Error experimental entre parcelas

$\sigma_{ijkl}$  = Error experimental residual

Se utilizó el test de DGC para comparación de medias (nivel de confianza del 95%).

### 3.5.2 Condición corporal

El modelo estadístico utilizado para esta variable fue

$$Y_{ijkl} = \beta_0 + T_i + M_j + TM_{ij} + E_{ijk} + \beta_1 CCi_{ikl} + \sigma_{ijkl}$$

siendo

$Y_{ij}$  = Variable dependiente condición corporal

$\beta_0$  = Intercepto

$T_i$  = Efecto relativo del i-ésimo tratamiento ( $i = 1, 2, 3$ )

$M_j$  = Efecto relativo de la j-ésima medición ( $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ )

$TM_{ij}$  = Efecto relativo de la interacción entre los efectos del i-ésimo tratamiento y el j-ésimo momento de medición

$\beta_1$  = Es el coeficiente de regresión de la covariable condición corporal inicial

$CC_{ijkl}$  = Variable matemática condición corporal inicial

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental entre parcelas

$\sigma_{ijkl}$  = Error experimental residual

Se utilizó el test de DGC para comparación de medias (nivel de confianza del 95%).

### 3.5.3 Consumo

El modelo estadístico utilizado para esta variable fue

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + M_j + TM_{ij} + \epsilon_{ijk} + \sigma_{ijkl}$$

siendo

$Y_{ij}$  = Variable dependiente consumo

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto relativo del i-ésimo tratamiento ( $i = 1, 2, 3$ )

$M_j$  = Efecto relativo de la j-ésima medición ( $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$ )

$TM_{ij}$  = Efecto relativo de la interacción entre los efectos del i-ésimo tratamiento y el j-ésimo momento de medición

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental entre parcelas

$\sigma_{ijkl}$  = Error experimental residual

Se utilizó el test de DGC para comparación de medias (nivel de confianza del 95%).

### 3.5.4 Forraje disponible, % de restos secos, % de forraje verde y altura de la pastura

El modelo estadístico utilizado para estas variables fue

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \sigma_{ij}$$

siendo

$Y_{ij}$  = Variable dependiente

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto relativo del  $i$ -ésimo tratamiento ( $i = 1, 2, 3$ )

Se utilizó el test de DGC para comparación de medias (nivel de confianza del 95%).

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1 REGISTROS METEOROLÓGICOS

En el cuadro 9 se presentan los registros de temperatura media mensual y precipitaciones correspondientes al período experimental.

Cuadro 9. Registros de temperatura media mensual y precipitaciones correspondientes al período experimental

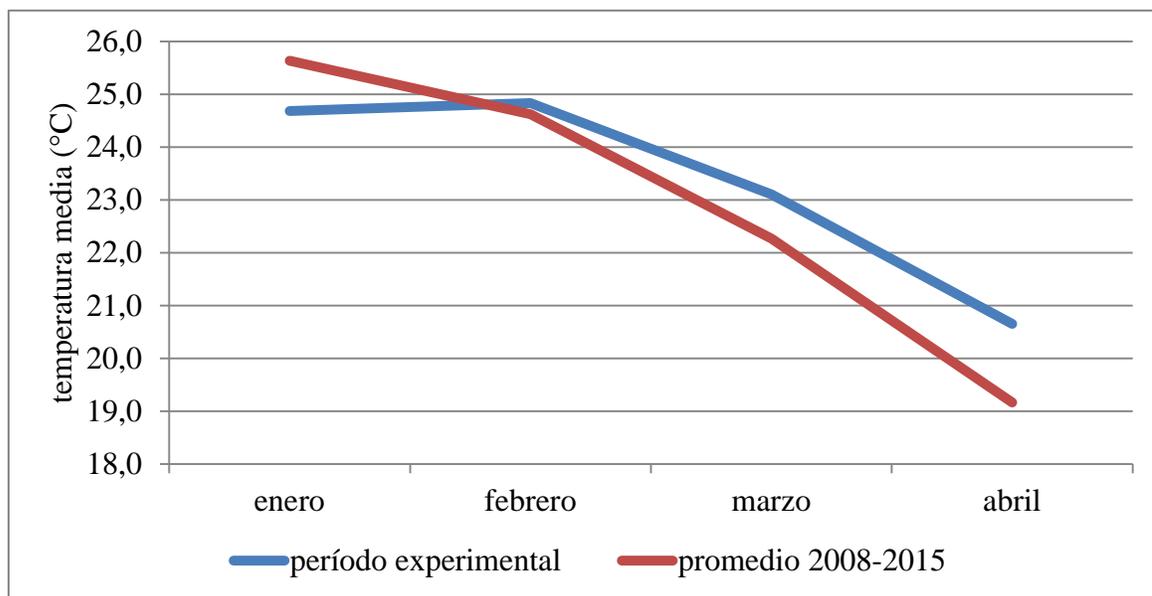
	temperatura (°C)			precipitaciones (mm)
	máxima	mínima	media	
enero	32,2	19,0	25,6	213,4
febrero	30,3	18,9	24,6	63,4
marzo	28,4	16,2	22,3	23,6
abril	25,9	12,4	19,2	27,5

Fuente: Saravia<sup>1</sup>

Las precipitaciones acumuladas registradas en los meses de enero, febrero, marzo y abril fue de 327,9mm, 29,3% inferiores al promedio de la serie histórica de 2008-2015 (464,0mm). Hubo una marcada diferencia en la distribución mensual de las precipitaciones, donde en enero (mes previo al estudio) presentó un 87% superior al promedio histórico del mismo mes (114,1mm), sin embargo los meses restantes, febrero, marzo y abril, que comprendieron efectivamente el período de estudio, llovió 67,0, 68,5 y 66,7% menos que el promedio histórico respectivamente.

La temperatura media del aire para el período experimental presentó un promedio de 23,3°C, la mayor diferencia se presentó durante el mes de abril cuando este superó la temperatura promedio de la serie histórica en 1,5°C. Contrariamente ocurrió en el mes de enero cuando la temperatura fue 1,0°C inferior (figura 12).

Figura 12. Evolución de la temperatura durante el período experimental y el promedio de la serie 2008-2015



Fuente: Saravia<sup>1</sup>

#### 4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

En el cuadro 10 se presenta la producción diaria de forraje en suelos de Basalto.

La tasa de crecimiento diario promedio de la pastura fue 23,6 kg MS/ha en verano y 7,1 kg MS/ha en otoño. Si se compara con los valores reportados por Berretta (1998b) se observa que en verano la producción de forraje registrada supera incluso a la reportada en los suelos de mayor producción sobre Basalto, siendo 85,4% más alta que el promedio de los meses de enero y febrero. En cambio, en otoño los valores registrados se aproximan más a los reportados en suelos superficiales rojos (suelos de menor producción sobre Basalto) y no a los suelos medios, a los que corresponde la unidad Curtina.

Ayala et al. (1993), Berretta (1998c) mencionan que las mayores variaciones en la producción estacional de forraje se deben fundamentalmente a las precipitaciones y en menor medida a la temperatura. Así las precipitaciones ocurridas en el mes de enero 87% superiores al promedio histórico explicarían en gran medida la mayor producción en verano. Si bien las precipitaciones en el mes de febrero fueron inferiores al promedio, la capacidad de almacenamiento de agua del suelo podría estar sosteniendo la producción en ese período. Del mismo modo, la inferior producción registrada en otoño comparada a la de los suelos medios reportada por Berretta (1998b) puede ser explicada

por la menor ocurrencia de lluvias en marzo y abril (68,5 y 66,7% que el promedio histórico respectivamente).

Cuadro 10. Producción diaria de forraje en suelos de Basalto

suelo	tasa de crecimiento diaria (kg MS/ha)				tasa de crecimiento diaria de la pastura en estudio (kg MS/ha)	
	ene.	feb.	mar.	abr.	verano	otoño
SPR	7,38	12,21	8,22	7,07	-	-
SN	8,28	9,59	12,11	12,72	-	-
M	7,33	11,80	13,77	14,23	23,60	7,10
P	10,96	14,50	15,63	14,75	-	-

SPR: superficial pardo rojizo. SN: superficial negro. M: medio. P: profundo.

Fuente: adaptado de Berretta (1998b).

En el cuadro 11 se presentan resultados de la evaluación de características de la pastura a inicio de experimento (12 de febrero). Si bien no se identificaron diferencias estadísticamente significativas (95% de confianza) entre tratamientos se observan diferencias de importancia a nivel agronómico. Se observó una superioridad de 584 y 477 kg MS/ha de forraje disponible del tratamiento CN en comparación a AA CS y AA SS respectivamente.

Cuadro 11. Forraje disponible, % material seco, % de material verde y altura de la pastura por tratamiento

tratamiento	forraje disponible (kg MS/ha)	% material seco	% material verde	relación verde/seco	altura (cm)
CN	2847	51,2	48,8	0,95:1,00	9,2
AA CS	2262	54,1	45,9	0,85:1,00	7,3
AA SS	2370	53,2	46,8	0,88:1,00	7,7
prom. potrero	2493	52,8	47,2	0,89:1,00	8,1

La asignación de forraje diaria a inicio del experimento fue de 14,1%. Este valor es 4 veces mayor al consumo potencial de corderos reportado por Carvalho et al. (2002), quienes indican requerimientos de 3,5% en función del peso vivo. Además estos autores destacan que la ganancia de peso se estabiliza cuando la oferta de forraje alcanza

valores en torno al 15,0%. Esto nos permite suponer que la cantidad de forraje asignada a los animales en este estudio no fue limitante para lograr consumo de forraje cercano al potencial.

En los cuadros 12 y 13 se presentan los valores de calidad de forraje para las fechas 12 de febrero y 25 de marzo respectivamente. El porcentaje de cenizas no sufrió grandes cambios entre los dos períodos analizados. Hay una mejora en el nivel de proteína entre períodos, 0,5 y 2,0% para forraje total y forraje verde respectivamente. El nitrógeno no disponible para los animales indicado por NIDA también aumentó 0,5% a segunda fecha de muestreo en el forraje total, sin embargo el aumento de este mismo indicador en el forraje verde fue menor al incremento de la proteína cruda lo que indicaría una mayor disponibilidad equivalente a 1,7% de este nutriente para los animales. La fibra detergente neutro presentó disminuciones de 2,2% en el forraje total mientras que en el forraje verde varió 1,6%. La fibra detergente ácido disminuyó levemente para forraje total (0,4%) y verde (0,8%), y la lignina presentó un efecto contrario aumentando 1,1 y 0,3% respectivamente.

Cuadro 12. Composición química del forraje 12 de febrero

	cenizas (%)	proteína cruda (%)	NIDA(%) x 6,25	<sup>a</sup> FDN <sub>mo</sub> %	FDA <sub>mo</sub> %	Lig <sub>as</sub> %	EM (Mcal/kg MS)
forraje total	10,8	6,6	1,0	68,1	35,3	6,8	1,79
forraje verde	9,7	7,9	1,0	72,7	36,6	5,7	1,89

NIDA: nitrógeno insoluble detergente ácido. <sup>a</sup>FDN<sub>mo</sub>: fibra detergente neutro. FDA<sub>mo</sub>: fibra detergente ácido. Lig<sub>as</sub>: lignina detergente ácido. EM: energía metabolizable. \*Para el cálculo de energía metabolizable se utilizó la ecuación de Van Soest (1994).

Cuadro 13. Composición química del forraje 25 de marzo

	cenizas (%)	proteína cruda (%)	NIDA(%) x 6,25	<sup>a</sup> FDN <sub>mo</sub> %	FDA <sub>mo</sub> %	Lig <sub>as</sub> %	EM (Mcal/kg MS)*
forraje total	10,9	7,1	1,5	65,9	34,9	7,9	1,70
forraje verde	9,2	9,9	1,2	71,1	35,8	6,0	1,85

NIDA: nitrógeno insoluble detergente ácido. <sup>a</sup>FDN<sub>mo</sub>: fibra detergente neutro. FDA<sub>mo</sub>: fibra detergente ácido. Lig<sub>as</sub>: lignina detergente ácido. EM: energía metabolizable \* Para el cálculo de energía metabolizable se utilizó la ecuación de Van Soest (1994).

En el cuadro 14 se presentan resultados de energía metabolizable, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y proteína cruda de trabajos realizados en INIA Glencoe y del presente ensayo. Al comparar con resultados reportados por Montossi et al. (2000) se observa que el contenido de FDA reportado en verano es 16,8 puntos porcentuales mayor al registrado en el experimento, pero esta diferencia disminuye en otoño a 3,7 unidades de porcentaje. La EM del forraje, es mayor en el estudio a la reportada por los autores para verano (0,09 Mcal/kg MS) e inferior en otoño (0,20 Mcal/kg MS).

Referente a la proteína se observa que el contenido de PC en verano es de 6,6 % en el forraje total, valor que no alcanza el 8,8% observado por los autores, incluso si se considera el contenido de PC del forraje verde (7,9%) no se iguala a este valor (cuadro 14). Lo mismo ocurre en otoño cuando el contenido de PC registrado el 25 de marzo fue 7,1%, inferior al 8,0% reportado en la bibliografía.

Los requerimientos mencionados por Bell et al., citados por Montossi et al. (2015) para animales de 20 kg de peso vivo con una dieta de 2,39 Mcal/kg MS son de 12,8% de proteína para balancear la dieta. Si bien estos valores de EM son superiores a la ofrecida es importante considerar el efecto de la selección de la dieta por los animales. Montossi et al. (2000) observaron mejoras en la selección de dietas por ovinos en verano pastoreando campo natural con 0,50 Mcal más por kg de MS consumida, lo que supondría 2,29 Mcal/kg MS, valor levemente inferior al mencionado por Bell et al., citados por Montossi et al. (2015). Aunque el efecto de selección también posibilita un incremento en el contenido de PC, las 2 unidades porcentuales de mejora registradas por Montossi et al. (2000) supondrían un consumo de 8,6% que no logran cubrir las cantidades necesarias para balancear la dieta.

Cuadro 14. Resultados de energía metabolizable, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y proteína cruda de trabajos anteriores y del presente ensayo

	antecedentes		ensayo	
	verano	otoño	12 de febrero	25 de marzo
EM (Mcal/kg MS)	1,70	1,90	1,79	1,70
FDN (%)	79,3	63,7	68,1	65,9
FDA (%)	52,1	38,6	35,3	34,9
PC (%)	8,8	8,0	6,6	7,1

EM: energía metabolizable. FDN: fibra detergente neutro. FDA: fibra detergente ácido. PC: proteína cruda.

Fuente: adaptado de Montossi et al. (2000).

### 4.3 SUPLEMENTO Y SU CONSUMO

En el cuadro 15 se presentan los resultados de consumo promedio real para los tratamientos. Se observa que estos presentaron comportamientos diferentes con respecto al objetivo. En AA CS el consumo medio real fue 0,41% de PV, valor que es inferior al objetivo, mientras que en AA SS este fue superior consumiéndose 1,31% de PV. Las diferencias entre tratamientos fueron notorias registrándose un consumo más de 3 veces mayor en AA SS frente al AA CS.

Cuadro 15. Consumo diario promedio real y esperado de cada tratamiento

tratamiento	consumo (kg MS/a/d)	
	real	objetivo
AA CS	0,101 b	0,247
AA SS	0,333 a	0,254

Diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas con 95% de confianza.

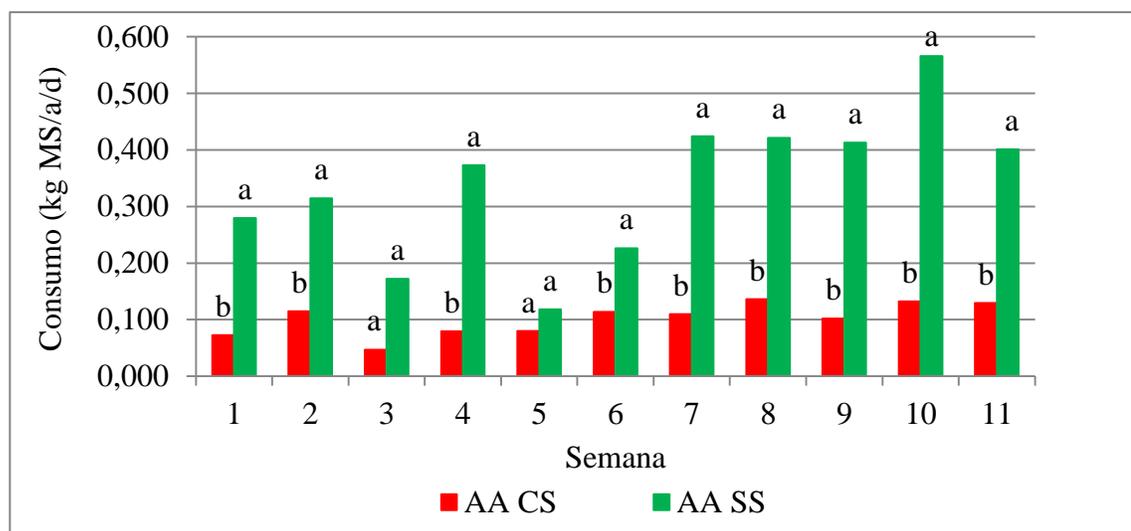
En sistemas de autoalimentación el consumo diario depende de cuan ajustado este el limitador de consumo para lograr el consumo deseado (Henderson et al., 2015). Asumiendo la correlación negativa del contenido de NaCl con el consumo de suplemento mencionada por varios autores (Meyer et al. 1995, Thomas et al. 2007, Villa et al. 2007, Rovira y Velazco 2012f) permite inducir que el porcentaje de sal de la ración en las condiciones presentes en el experimento es elevado. Villa et al. (2007) en corderas de 30kg de peso vivo y condición corporal 2, suplementadas con grano de cebada con 10 y 20% de sal, registraron un consumo de 1,28 y 0,93% de PV respectivamente, esto permitiría pensar que 13% de sal estaría ajustando el consumo en valores cercanos al 1% de peso vivo. Parte de la no concordancia entre los resultados obtenidos en el presente experimento con el realizado por Villa et al. (2007) podría estar explicada por una mayor condición corporal de los animales (2,4 vs. 2,0).

En AA SS la regulación del consumo por accesibilidad al suplemento permitió consumos superiores al objetivo. Al utilizarse un sistema con recarga de suplemento a fecha fija, el comportamiento registrado aseguró que los corderos consumieran todo el suplemento antes de lo esperado, imposibilitando el consumo en los días restantes. Además de la gran variabilidad de consumo durante las semanas se registró diferencias entre semanas. En algunas de ellas el consumo total del suplemento ocurrió a los 3, 4 y 5 días mientras que en otras la ración estuvo presente la totalidad de los días.

En nueve de las 11 semanas existieron diferencias estadísticamente significativas en el consumo de suplemento de ambos tratamientos ( $P < 0,05$ , figura 13). Las excepciones ocurrieron en las semanas tres y cinco. En la semana cinco el menor consumo del tratamiento AA SS se debió a que la accesibilidad a la ración fue inferior a

los otros períodos evaluados por una disminución intencional en la abertura de los comederos con el fin de ajustar el consumo al 1% de peso vivo (cuadro 16).

Figura 13. Consumo de suplemento por tratamientos en las diferentes semanas



Letras diferentes en una misma semana indican diferencias significativas (95% de confianza).

Cuadro 16. Diferentes aberturas de los comederos de AA SS

abertura	fecha				
	10-20/02	20/02–13/03	13-20/03	20-24/03	24/03-29/04
vertical	4 cm	4 cm	2 cm	2 cm	4 cm
horizontal	2 cm	1 cm	1 cm	2 cm	2 cm

#### 4.4 GANANCIA DIARIA

En el cuadro 17 se presenta la ganancia diaria promedio y la eficiencia de conversión del suplemento por tratamiento durante del período en evaluación. La ganancia diaria promedio entre tratamientos no fue estadísticamente significativa ( $p = 0,3093$ ) aunque presentó diferencias importantes a nivel agronómico. El tratamiento AA SS obtuvo ganancias de 18,4 y 16,6 g/a/d superiores a los tratamientos CN y AA CS respectivamente. Las ganancias a CN se presentan como valores intermedios cuando se comparan con otros experimentos a nivel nacional, donde Piaggio (2014), destaca la alta variabilidad anual en la producción de forraje con valores de ganancia diaria comprendidos entre 12 y 62 g/a/d. Los 43,6 g/a/d registrados sobre campo natural,

aunque cercanos, no alcanzan a los 50,0 g/a/d mínimos recomendados para una adecuada recría (Piaggio, 2011).

En el sistema de AA CS la ganancia promedio registrada fue solo 1,8 g/a/d mayor a la registrada en el testigo y la relación de conversión de suplemento fue de 50,0:1. Mejores resultados se obtuvieron en AA SS, registrándose ganancias de peso vivo de 62 g/a/d y una relación de conversión más favorable de 10,5:1.

Cuadro 17. Peso vivo inicial y final, ganancia diaria promedio y eficiencia de conversión por tratamiento

tratamiento	peso vivo inicial (kg)	peso vivo final (kg)	ganancia diaria promedio (g/a/d)	relación de conversión
CN	22,9	26,9	43,6	-
AA CS	22,6	26,7	45,4	50,0
AA SS	22,6	28,2	62,0	10,5

En el cuadro 18 se presentan las ganancias de los diferentes experimentos a nivel nacional con suplementación en la recría estival de corderos. La suplementación en sistemas de autoalimentación con raciones con sal tuvo un desempeño similar a la suplementación con bloque proteínico con nitrógeno no proteínico en términos relativos. Sin embargo la suplementación en autoalimentación con raciones sin sal y regulación por accesibilidad al alimento presenta ganancias relativas similares a otros suplementos como son la harina de soja, harina de girasol y bloque proteínico con proteína verdadera. Es importante destacar que las cantidades de suplemento que se suministran en AA SS son superiores a las cantidades de harina de soja (214 vs. 100 g/a/d respectivamente) lo que supone una mayor efectividad de este último suplemento. Contrariamente sucede cuando se compara con la suplementación de harina de girasol ya que se suministraba en cantidades mayores (270 g/a/d).

En el cuadro 19 se presenta la ganancia diaria de peso a lo largo del ensayo. Si bien las diferencias encontradas entre tratamientos en cada fecha no fueron significativas a nivel estadístico si se encontró diferencias cuando se evaluó la interacción tratamiento-medición. En casi todas las situaciones se detectaron igual o mejor desempeño de los corderos en AA SS con excepción del pesaje el primero de abril donde se registró una superioridad del tratamiento AA CS. La evolución del peso vivo promedio por tratamiento a lo largo del experimento se expresa a continuación (figura 14).

Cuadro 18. Ganancia diaria de trabajos nacionales de suplementación en la recría de corderos

alternativa alimenticia	2004	2005	2006	2007	2012	2016
CN	33 (100*)	46 (100)	62 (100)	55 (100)	57 (100)	44 (100)
CN + bloque proteínico con NNP (%)	34 (103)	51 (111)				
CN + bloque proteínico con PV (%)					83 (146)	
CN + h. soja (100 g/a/d)		71 (153)	89 (144)		86 (151)	
CN + h. girasol (270 g/a/d)			83 (134)			
CN + h. soja (150 g/a/d)				78 (142)		
CN + AA CS (101 g/a/d)						45 (104)
CN + AA SS (214 g/a/d)						62 (142)

NNP: nitrógeno no proteínico. PV: proteína verdadera. \*Entre paréntesis se indican los valores porcentuales en relación al campo natural del mismo año.

Fuente: adaptado de Piaggio (2014).

A lo largo del experimento se distinguieron 4 etapas con diferente comportamiento en la variación del peso. Para poder realizar un correcto análisis sobre la evolución del peso vivo y el efecto de cada tratamiento sobre la misma se particulariza cada período con los factores involucrados.

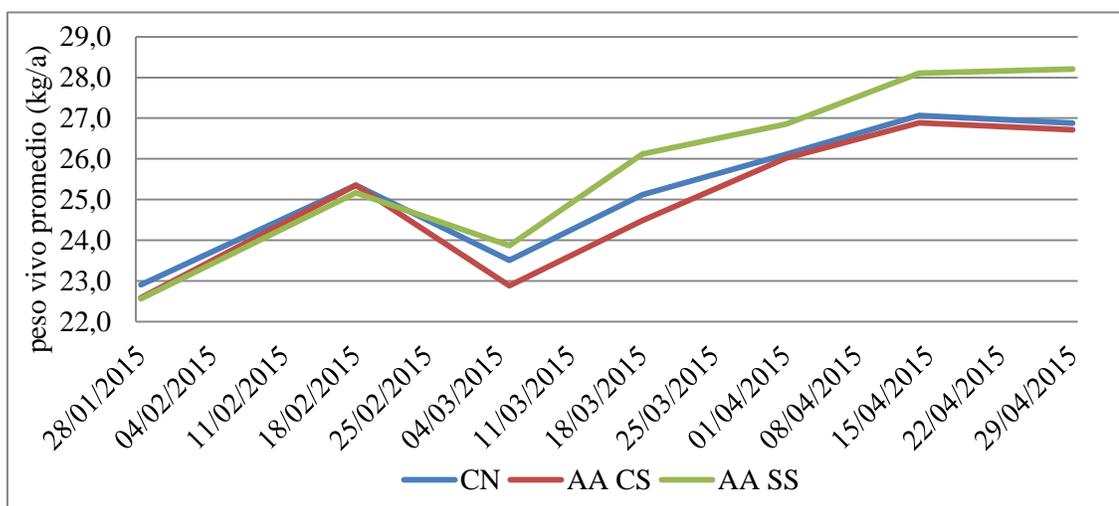
El primer período, comprendido entre el 28 de enero y el 18 de febrero, se caracterizó por abarcar la fase de acostumbramiento de los animales al consumo de ración. En la fase de acostumbramiento los animales no estaban influenciados por el efecto de cada tratamiento y consumían la misma ración. El ingreso de los corderos a sus respectivas parcelas ocurrió luego de 14 días del pesaje inicial, estando afectados por los tratamientos solo un tercio del tiempo (siete días).

Cuadro 19. Ganancia diaria media por tratamiento

	28/01/2015 al 18/02/2015	18/02/2015 al 05/03/2015	05/03/2015 al 18/03/2015	18/03/2015 al 01/04/2015	01/04/2015 al 14/04/2015	14/04/2015 al 29/04/2015
CN	0,116	-0,123	0,124	0,071	0,073	-0,013
AA CS	0,132	-0,165	0,123	0,109	0,067	-0,012
AA SS	0,124	-0,087	0,173	0,052	0,096	0,007

Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas (95% de confianza)

Figura 14. Evolución del peso vivo promedio por tratamiento



En el cuadro 20 se presentan el consumo diario, la ganancia diaria y la eficiencia de conversión registradas en este período. En todos los tratamientos se observaron ganancias diarias superiores a los 100 g/a/d y las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

En el segundo período, del 18 de febrero al 5 de marzo, se divisó una variación negativa del peso en todos los tratamientos. En el cuadro 21 se presentan los resultados registrados en este período. El principal factor de este suceso fue una fuerte infestación parasitaria de los corderos que además de la pérdida de peso ocasionó la muerte de animales. Aunque la disminución de peso ocurrió en todos los tratamientos el efecto de AA SS fue de menor magnitud a CN y AA CS con una pérdida de 36 y 78 g/a/d respectivamente. Posiblemente la menor susceptibilidad de los corderos a los parásitos

gastrointestinales en AA SS puede ser explicada por una mejor alimentación. Animales con un buen nivel nutricional sobre todo proteínico, fortalecen el sistema inmunitario y se encuentran en mejores condiciones para enfrentar una parasitosis y sus efectos adversos (SUL, 2011). El aporte de proteína cruda del suplemento fue 0,0, 22,7 y 67,9 g/a/d para CN, AA CS y AA SS respectivamente.

Cuadro 20. Consumo diario, ganancia diaria media y eficiencia de conversión durante el período 1 (28 de enero a 18 de febrero)

período 1			
tratamiento	consumo diario* (g/a/d)	ganancia diaria (g/a/d)	relación de conversión
CN	0	116a	0,0
AA CS	24	132a	1,5
AA SS	52	124a	6,6

\*Los valores detallados incluyen únicamente el consumo de los corderos luego de ingreso a las parcelas.

Cuadro 21. Consumo diario, ganancia diaria media y eficiencia de conversión durante el período 2 (18 de febrero a 5 de marzo)

período 2			
tratamiento	consumo diario (g/a/d)	ganancia diaria (g/a/d)	relación de conversión
CN	0	-123 b	0,0
AA CS	82	-165 b	0,0
AA SS	205	-87 a	5,6

El tercer período fue el más extenso de los cuatro con un total de 40 días y estuvo comprendido entre el 5 de marzo y el 14 de abril. Durante esta etapa se realizaron tres pesajes donde se obtuvieron ganancias de peso favorables. En el cuadro 22 se presentan los datos promedios observados para consumo diario, ganancia diaria y eficiencia de conversión.

Las ganancias en este período fueron elevadas en todos los tratamientos incluso para el testigo a campo natural donde se obtuvo 89 g/a/d, mientras que en otros experimentos a nivel nacional las mayores ganancias registradas fueron 62 g/a/d. Las condiciones climáticas favorables y los adecuados niveles de asignación de forraje (14,1%) parecen ser las principales razones de este resultado. Además de un mayor

consumo, la adecuada disponibilidad del forraje pudo haber favorecido la selectividad de los corderos lográndose dietas de mejor calidad.

Durante este período de ganancias de peso sostenidas, el sistema de AA SS fue el tratamiento con mejores resultados alcanzándose 106 g/a/d seguido por AA CS con 100 g/a/d. Si bien estos resultados no se mantuvieron durante los tres pesajes que integraron este período. En dos de ellos el tratamiento AA SS fue superior estadísticamente a los demás mientras que en el restante el tratamiento AA CS fue superior. Estos resultados se presentan en el cuadro 23.

En el promedio del período tres el aumento en la las ganancias frente a CN fueron 11 y 17g/a/d para AA CS y AA SS respectivamente. Otros trabajos mencionados en el cuadro 18 demuestran que con 50 g/a/d de proteína cruda suministrada por 100 g/a/d de harina de soja se alcanzaron aumentos promedios de 27 g/a/d en tres años de estudio, lo que representó un aumento de 50% con respecto al CN. Cuando se compara con AA SS donde el consumo de proteína en la ración fue mayor (68,2 g/a/d), las ganancias fueron 10 g/a/d menores. Este suceso parece estar explicado por una sustitución del consumo de forraje por suplemento. Cuanto mayor la disponibilidad de la pastura la tasa de sustitución es más alta (Bargo et al., 2002).

El consumo de ración fue 103 g/a/d en AA CS y 206 g/a/d en AA SS, obteniéndose una eficiencia en la conversión de 9,2 y 12,1 kg de concentrado por kg de ganancia de peso vivo adicional respectivamente. Estos valores son elevados cuando se comparan con los resultados presentados por Piaggio (2014) que constan de eficiencia de conversión de suplementos proteínicos de entre 3,5 a 7,0. La razón de esto parece ser una vez más las altas ganancias ya registradas en CN debido a la buena disponibilidad de forraje por animal, que permite un consumo elevado de forraje y es sustituido por el consumo de suplemento.

Cuadro 22. Consumo diario, ganancia diaria media y eficiencia de conversión durante el período 3 (5 de marzo a 14 de abril)

período 3			
tratamiento	consumo diario (g/a/d)	ganancia diaria (g/a/d)	relación de conversión
CN	0	89	0,0
AA CS	103	100	9,2
AA SS	206	106	12,1

Cuadro 23. Ganancia diaria registrada durante el período 3 por tratamiento

tratamiento	ganancia diaria (g/a/d)		
	05/03-18/03	18/03-01/04	01/04-14/04
CN	0,124b	0,071b	0,073b
AA CS	0,123b	0,109a	0,067b
AA SS	0,179a	0,052b	0,096a

En el cuadro 24 se presentan los resultados registrados en el último período. Este estuvo comprendido entre el 14 y el 29 de abril. Se distinguió diferencias de comportamiento entre los tratamientos, registrándose pérdidas de peso de 13 y 12 g/a/d para CN y AA CS respectivamente, y ganancias de 7 g/a/d para AA SS. En este período también se observó una infestación parasitaria de los corderos y se dosificó. El desempeño, aunque desfavorable, no tuvo la misma magnitud que el segundo período. La superioridad de AA SS sobre los demás tratamientos aunque no fue significativa estadísticamente si fue importante agrónomicamente, reafirmado los beneficios de una buena alimentación en la resistencia frente a los parásitos.

Cuadro 24. Consumo diario, ganancia diaria media y eficiencia de conversión durante el período 4 (14 de abril a 29 de abril)

período 4			
tratamiento	consumo diario (g/a/d)	ganancia diaria (g/a/d)	relación de conversión
CN	0	-13	0,0
AA CS	125	-12	0,0
AA SS	250	7	13,0

Durante los cuatro períodos diferenciados se observaron respuestas diferentes y en algunos casos opuestas explicadas por los diferentes factores mencionados anteriormente. En el segundo y cuarto período las respuestas causadas por problemas sanitarios afectan negativamente los valores promedios de todo el experimento, así los desempeños logrados en el tercer período, los cuales parecen ser más representativos de una situación de producción con estas condiciones de alimentación quedan subestimados en la media general.

#### 4.5 CONDICIÓN CORPORAL

La condición corporal (CC) es una técnica que permite evaluar indirectamente el estado nutricional del animal en base al grado de gordura medida por palpación a nivel lumbar. A diferencia del peso vivo esta no es afectada por el tamaño del animal, la etapa fisiológica y el llenado gastrointestinal, lo que en algunos casos se presenta como una ventaja.

En el cuadro 25 se presentan los valores de CC inicial y CC final, con un promedio de 2,4 unidades para el inicio del experimento y 2,5 para el final (escala de Jefferies, 1961). Si bien no existieron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ( $p=0.3473$ ), la variación de la condición corporal a lo largo del experimento para el tratamiento AA SS fue 0,22, mientras que para CN y AA CS la magnitud de la evolución fue menor, registrándose variaciones de 0,04 y 0,02 respectivamente.

Se observó diferente comportamiento entre la variación de peso y la condición corporal, explicado por la deposición de los diferentes tejidos del animal según la edad (Rodríguez, 2010). En esta instancia de crecimiento, los corderos deponen principalmente tejido óseo y en menor medida carne y grasa lo que repercute en un aumento de peso vivo pero no de condición corporal.

Cuadro 25. Condición corporal inicial, final y variación según tratamiento

tratamiento	CC inicial	CC final	variación CC
CN	2,42	2,46	0,04
AA CS	2,38	2,40	0,02
AA SS	2,35	2,57	0,22

## 5. CONCLUSIONES

Las buenas condiciones ambientales registradas en el período evaluado generaron altas tasas de crecimiento de la pastura lo que aseguró una elevada disponibilidad de forraje inicial que se mantuvo a lo largo del experimento. Si bien la calidad de la pastura fue baja al igual que en otros trabajos nacionales, la adecuada asignación de forraje permitió elevadas ganancias diarias, aun cuando los corderos se alimentaron exclusivamente a campo natural.

De las dos tecnologías de autoalimentación evaluadas la regulación por accesibilidad al suplemento obtuvo los mejores resultados ajustando el consumo diario en 0,84% del PV. La regulación por concentración de NaCl no logró ajustar el consumo obteniéndose valores por debajo al esperado (0,41% del PV).

La regulación por accesibilidad de los animales a la ración (AA SS) se presenta en este trabajo como una tecnología capaz de lograr consumos cercanos al 1% del peso vivo pero con una alta variabilidad durante las semanas. Para un mejor criterio sobre la eficiencia de esta tecnología se debería evaluar la ganancia diaria media respecto a la suplementación diaria en iguales condiciones.

Se deberá seguir trabajando en sistemas de regulación por contenido de NaCl para adecuar el consumo a los valores deseados en los diferentes escenarios.

## 6. RESUMEN

Entre el 28 de enero y el 29 de abril de 2015 en la Estación Experimental Facultad de Agronomía Salto (E.E.F.A.S), de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República, ubicada en el departamento de Salto, Uruguay, se llevó a cabo un experimento de autoalimentación en la recría estival de corderos destetados sobre campo natural. 81 corderos de raza Merino, nacidos en la primavera de 2014 se distribuyeron en grupos homogéneos en peso vivo y condición corporal y se asignaron a los siguientes 3 tratamientos: testigo a campo natural sin suplementación (CN); pastoreo a campo natural con suplementación en sistema de autoalimentación regulado con 13% de cloruro de sodio (AA CS); pastoreo a campo natural con suplementación en sistema de autoalimentación regulado por restricción en la accesibilidad al alimento (AA SS). Se utilizó una carga continua de 12,5 corderos/ha para todos los tratamientos. El concentrado proteínico utilizado fue una ración comercial formulada con harina de soja, grano de sorgo, urea y optigen promediando 27,71% PC y 3,07 Mcal EM/kg MS para AA CS y 33,17% PC y 2,74 Mcal EM/kg MS para AA SS. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta a la dieta y a las diferentes formas de restricción del consumo sobre el consumo diario y la ganancia diaria de peso. En ambos tratamientos el consumo diario fue inferior al esperado (1% de peso vivo), en AA CS el consumo diario de suplemento fue 0,40% del peso vivo mientras que en AA SS fue 0,83%. Las ganancias medias diarias no difirieron estadísticamente, aunque las diferencias fueron agrónomicamente importantes registrándose en AA SS ganancias de 62,0 g/a/día mientras que AA CS y CN presentaron 45,4 y 43,6 g/a/día respectivamente.

Palabras clave: Corderos; Suplementación; Autoalimentación; Consumo; Ganancia media diaria.

## 7. SUMMARY

From January 28<sup>th</sup>. to April 29<sup>th</sup>., 2015, an experiment related to self-feeding lambs weaned on natural fields was carried out. It took place In the Experimental Station of the Agronomics Faculty of Salto (E.E.F.A.S. for its initials in Spanish), located in Salto, Uruguay. 81 Merino breed lambs, born in Spring 2014, were distributed in homogeneous groups in live weight and corporal condition, and assigned to the following 3 treatments: grazed without supplements (CN, control); grazed with a self-feed supplementation system regulated by the concentration of NaCl (AA CS); grazed with a self-feed supplementation system regulated by restricting the availability of food (AA SS). A continuous load of 12 lambs/ha was used for all treatments. The protein content provided was a commercialized ration made of soya flour, sorghum grain, urea and optigen, averaging 27.71% PC and 3.07 Mcal EM/kg MS for AA CS 33.17% and 2.74 Mcal EM/kg MS for AA SS. The main goal of this work was to evaluate the response to the diet and the different ways of restricting the consumption with daily consumption and daily weight gain. In both treatments the daily consumption was lower than expected (1% of live weight), in AA CS the supplement daily consumption was 0.40% of the live weight, while in AA SS it was 0.83%. The average daily weight gain did not differ statistically, although the differences were agronomically important, registering a weight gain of 62.0 grams a day in AA SS, while in AA CS and CN that same value was between 45.4 and 43.6 grams a day respectively.

Key words: Lambs; Supplementation; Self-feeding; Consume; Average daily weight gain.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. AFRC (Agricultural and Food Research Council). 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. Akay, V.; Tikofsky, J.; Holtz, C.; Dawson, K. 2004. Optigenâ 1200: controlled release of non-protein nitrogen in the rumen. In: Alltech Annual Symposium of Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries (20th., 2004, Nottingham, UK). Proceedings. Nottingham, UK, Nottingham University. pp. 179-185.
3. Allden, W. G. 1962. Rate of herbage intake and grazing time in relation to herbage availability. *Australian Animal Production*. 4: 163-166.
4. \_\_\_\_\_; Whittaker, I. 1970. The determination of herbage intake by grazing sheep; the inter-relationship of factor influencing herbage intake and availability. *Australian Journal of Agricultural Research*. 21: 755-766.
5. Allen, M. S. 1996. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *Journal of Animal Science*. 74: 3063-3075.
6. Allison, C. D. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants; a review. *Journal of Range Management*. 38: 305.
7. Archer, W.; Nelson, A. B.; Macvicar, R.; Darlow, A. E. 1952. Salt as a regulator of cottonseed meal consumption by beef cattle. *Journal Animal Science Production*. 11: 755-762.
8. Arias, J. E.; Dougherty, C. T.; Bradley, N. W.; Cornelius, P. L.; Lauriault, L. M. 1990. Structure of tall fescue swards and intake of grazing cattle. *Agronomy Journal*. 82: 545-548.
9. Arnold, G. W. 1981. Grazing behaviour. In: Morley, F. H.W. ed. *Grazing animal*. Amsterdam, Elsevier. pp. 289 -301 (World Animal Science B1).
10. \_\_\_\_\_. 1987. Influence of the biomass, botanical composition and sward height of annual pastures on foraging behaviour of sheep. *Journal of Applied Ecology*. 24: 759 - 772.
11. Ayala, W.; Carriquiry, E.; Carámbula, M. 1993. Caracterización y estrategias de utilización de pasturas naturales en la Región Este. In: *Jornada Campo Natural (1993, Treinta y Tres)*. Campo natural; estrategia invernal, manejo y suplementación. Montevideo, INIA. pp. 1-28 (Actividades de Difusión no. 49).

12. 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.
13. Bargo, F.; Muller, L. D.; Delahoy, J. E.; Cassidy, T. W. 2002. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *Journal of Dairy Science*. 85: 1777-1792.
14. Bazely, D. R. 1990. Rules and cues used by sheep foraging in monoculture. *In*: Hughes, R. N. ed. *Behavioural mechanisms of food selection*. Berlín, Heidelberg. pp. 333 - 367 (NATO ASI Series G 20).
15. Beeson, W. M.; Perry, T. W.; Mohler, M. 1957. Self-feeding free choice vs selffeeding a complete mixture for fattening steers. *Journal of Animal Science*. 16: 787-795.
16. Berretta, E. J. 1998a. Principales características climáticas y edáficas de la región de basalto en Uruguay. *In*: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 3-10 (Serie Técnica no. 102).
17. \_\_\_\_\_. 1998b. Principales características de las vegetaciones de los campos de basalto. *In*: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campos (14°. 1998, Salto, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 11-19 (Serie Técnica no. 94).
18. Bines, J. A.; Suzuki, S.; Balch, D. C. 1969. The quantitative significance of long-term regulation of food intake in the cow. *British Journal of Nutrition*. 23: 695-704.
19. Birrel, H. A. 1989. The influence of pasture and animals factors on the consumption of pasture by grazing sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*. 40: 1261-1275.
20. Black, J. L.; Kenny, P. A. 1984. Factors affecting diet selection by sheep. II. Height and density of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*. 35: 565 - 578.
21. \_\_\_\_\_. 1990. Nutrition of the grazing ruminant. *Proceedings New Zealand Society of Animal Production*. 50: 7 - 27.
22. Blaser, R. E.; Hammes, R. C.; Bryant, H. T.; Hardison, W. A.; Fontenot, J. P.; Engel, R.W. 1960. The effect of selective grazing on animal output. *In*:

International Grasslands Congress (8<sup>th</sup>., 1960, Oxford, UK). Proceedings. Oxford, Allden. pp. 601 - 606.

23. Blasina, M.; Piñeyría, A.; Renau, M. 2010. Evaluación del sistema de autoconsumo para la suplementación invernal de terneras sobre pasturas naturales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 104 p.
24. Bowman, J.; Sowell, B. 1997. Delivery method and supplement consumption by grazing ruminants; a review. *Journal of Animal Science*. 75 (2): 543- 550.
25. Broderick, .G. A.; Wallace, R. J.; Orskov, E. R.; Hansen, L. 1988. Comparison of estimates of ruminal protein degradation by in vitro and in situ methods. *Journal of Animal Science*. 66: 1739-1745.
26. Burlinson, A. J. 1987. Sward canopy structure and ingestive behaviour in grazing animáis. Thesis PhD. Edinburgh, Scotland. University of Edinburgh. s.p.
27. \_\_\_\_\_.; Hodgson, J.; Illius, A. W. 1991. Sward canopy structure and the bite dimensions and bite weight of grazing sheep. *Grass and Forage Science*. 46: 29 - 38.
28. Cabrita, A. R. J.; Dewhurst, R. J.; Abreu, J. M. F.; Fonseca, A. J. M. 2006. Evaluation of the effects of synchronising the availability of N and energy on rumen function and production responses of dairy cows- a review. *Animal Research*. 55: 1-24.
29. Campos Neto, O.; Texeira, J. 2007. Analise química, biológica e toxicológica de uréia de liberação lenta. (en línea). San Pablo, UNESP Campus de Botucatu. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. s.p. Consultado 22 jul. 2016. Disponible en [http://www.grupocultivar.com.br/ativemanager/uploads/arquivos/artigos/Ureia\\_liberacao\\_lenta.pdf](http://www.grupocultivar.com.br/ativemanager/uploads/arquivos/artigos/Ureia_liberacao_lenta.pdf)
30. Carámbula, M. 1996. Pasturas naturales manejadas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 387-416.
31. Cardon, B. P. 1953. Influence of a high salt intake on cellulose digestion. *Journal of Animal Science Production*. 12: 536.
32. Carvalho , P. C. de F.; Poli, C. H. C.; Heringer, I.; Barbosa, C. M. P.; Pontes, L. da S.; Frizzo, A.; Pinto, C. E.; Júnior, J. A. da F.; Freitas, T. M. S.; Soares, A. B.; Moraes, A. de.; Canto, M. W. 2002. Normas racionais de manejo de pastagens para ovinos em sistema exclusivo e integrado com bovinos. In: Simpósio Paulista de Ovinocultura (6<sup>o</sup>., 2002, Botucatu).

Anais. Botucatu. UNESP. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. pp. 21-50.

33. Chávez, M. G. 1990. Consumo voluntario de forraje, valor nutritivo de la dieta y gasto energético de vacas gestantes y lactantes en pastoreo. Tesis Maestría. Chihuahua, México. Universidad Autónoma de Chihuahua. s. p.
34. Chicco, C. F.; Schultz, T. A.; Rios, J.; Plasse, D.; Burguera, M. 1971. Self-feeding salt-supplement to grazing steers under tropical conditions. *Journal of Animal Science Production*. 33: 142-146.
35. Chilbroste, P.; Tamminga, S.; Van Bruchem, J.; Van der Togt, P. L. 1998. Effect of allowed grazing time, inert rumen bulk and length of starvation before grazing, on the weight, composition and fermentative end-products of the rumen contents of lactating dairy cows. *Grass and Forage Science*. 53: 146-156.
36. \_\_\_\_\_. 2002. Evaluación de modelos detallados de rumen para predecir disponibilidad de nutrientes en sistemas intensivos de producción de leche bajo pastoreo. (en línea). Paysandú, Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Animal y Pasturas. Grupo Utilización de Pasturas. pp. 232-240. Consultado 17 jun. 2017. Disponible en <http://www.spluy.com/documentos/articulos/alimentacion/13.pdf>
37. Church, D. 1984. Alimentos y alimentación del ganado. Montevideo, Hemisferio Sur. 405 p.
38. Cibils, R.; Vaz Martins, D.; Risso, D. 1997. ¿Qué es suplementar? In: Vaz Martins, D. ed. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. pp. 7-10 (Serie Técnica no. 83).
39. Clark, D. A.; Lambert, M. G.; Rolston, M. P.; Dymock, N. 1982. Diet selection by goats and sheep on hill country. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Productions*. 42: 155-157.
40. Clark, P. W.; Armentano. L. E. 1997. Replacement of alfalfa neutral detergent fiber with a combination of nonforage fiber sources. *Journal of Dairy Science*. 80 (4): 675-680.
41. Cole, N. A.; Todd, R. W. 2008. Opportunities to enhance performance and efficiency through nutrient synchrony in concentrate-fed ruminants. *Journal of Animal Science Production*. 86: 318-333.
42. Crampton, E. W.; Donefer, E.; Lloyd, L. E. 1960. A nutritive value index for forages. *Journal of Animal Science Production*. 19: 538-544.

43. Croom, W. J.; Harvey, R. H.; Linnerud, A. C.; Froetschel, M. 1982. High levels of sodium chloride in beef cattle diets. *Canadian Journal of Animal Science Production*. 62: 217-227.
44. Durán, A. 1995. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Hemisferio Sur. 398 p.
45. Egaña, J. I.; Morales, M. S. 1986. Metabolismo del nitrógeno en rumiantes. (en línea). *Monografías de Medicina Veterinaria*. 8 (2): s.p. Consultado 28 oct. 2016. Disponible en <http://www.monografiasveterinaria.uchile.cl/index.php/MMV/article/view/4877/4763>
46. Engle, T. 2005. Mineral and vitamins requirements. Fort Collins, USA, Colorado State University. Department of Animal Science. s.p.
47. Escalona, R.; Ramírez, P.; Barzaga, G.; De La Cruz, B.; Maurenis, C. 2007. Intoxicación por urea en rumiantes. (en línea). Granma, Universidad de Granma. Facultad de Medicina Veterinaria. pp. 1-4. Consultado 15 jul. 2016. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/informaciontecnica/suplementacionproteicayconnitrogeno/31-intoxicacionporurea.pdf>
48. Esteves, M.; Laxalde, S.; Nario, M. 2013. Utilización de nitrógeno no proteico en programas de suplementación invernal basados en autoconsumo paraterneros pastoreando campo nativo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 120 p.
49. Fernández Abella, D. 2011. Importancia de la recría ovina en el desempeño futuro; eficiencia reproductiva y producción de lana. *Lana Noticias*. no. 159: 6-8.
50. Fernández Mayer, A. 2008. Urea, suplementación con nitrógeno no proteico en rumiantes. (en línea). Buenos Aires, INTA. E.E.A Bordenave. pp. 1-5. Consultado 20 jul. 2016. Disponible en <http://www.produccionanimal.com.ar/informaciontecnica/suplementacionproteicayconnitrogenonoproteico/44-ureacaracteristicas.pdf>
51. Foot, J. Z. 1972. A note on the effect of body condition on the voluntary food intake of dried grass wafers by Scottish blackface ewes. *Animal Production*. 14: 131-134.
52. Forbes, J. M. 1995. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. Wallingford, CABI. s.p.

53. \_\_\_\_\_. 2007. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. Wallingford, CABI. 453 p.
54. Forbes, T. D. A. 1988. Researching the plant-animal interface; the investigation of ingestive behavior in grazing animals. *Journal of Animal Science*. 66: 2369-2379.
55. Frame, J. 1993. Herbage mass. *In*: Davies, A.; Baker, R. D.; Grant, S. A.; Laidlaw, A. S. eds. *Sward measurement handbook*. s. l. UK, British Grassland Society. pp. 39-67.
56. Freer, M. 1985. The control of food intake by grazing animals. *In*: Morley, F. H. W. ed. *Grazing animals*. Amsterdam, Elsevier. pp. 105-124 (World Animal Science B1).
57. Gagliostro G. A. 2005. Aspectos nutricionales asociados a la suplementación con granos forrajeros. (en línea). Balcarce, INTA. s. p. Consultado 28 oct. 2016. Disponible en [http://www.produccionbovina.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/43-aspectos\\_nutricionales\\_granos.htm](http://www.produccionbovina.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/43-aspectos_nutricionales_granos.htm)
58. Galli, J. R.; Cangiano, C. A; Fernández, H. H. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. (en línea). *Revista Argentina de Producción Animal*.16: 119-137. Consultado 27 oct. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/15-ingestivo\\_y\\_consumo\\_bovinos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/15-ingestivo_y_consumo_bovinos.pdf)
59. García, A.; Wright, C. 2007. Efectos del medio ambiente sobre los requerimientos nutricionales del ganado en pastoreo. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 1-5. Consultado 28 oct. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/19-ambiente\\_pastoreo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/19-ambiente_pastoreo.pdf)
60. García, J.; Formoso, F.; Risso, D.; Arros pide, G.; Ott, P. 1981. Factores que afectan la productividad y estabilidad de las praderas. *Miscelánea CIAAB*. no. 29: s.p.
61. Garriz, M.; López, A. 2002. Suplementación con nitrógeno no proteico en rumiantes. Monografía final del curso Nutrición en la Intensificación. (en línea). Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Veterinaria. Cátedra de Nutrición y Alimentación Animal. pp. 1-24. Consultado 20 jul. 2016. Disponible en <http://www.produccion->

[animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion\\_proteica\\_y\\_con\\_nitrogeno\\_no\\_proteico/07-suplementacion\\_con\\_nitrogeno.pdf](http://animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/07-suplementacion_con_nitrogeno.pdf)

62. Geenty, K. G.; Rattray, P. V. 1987. The energy requirements of grazing sheep and cattle. *In*: Nicol, A. M. ed. Livestock feeding on pasture. Hamilton, Society of Animal Production. pp. 39-54 (Occasional publication no. 10).
63. Gonçalves, A. P. 2006. Uso de liberação lenta em suplementos protéicos-energéticos fornecidos a bovinos recebendo forragens de baixa qualidade. (en línea). Sao Paulo, Universidade de Sao Paulo. Faculdade de Medicina Veterinaria e Zootecnia. pp. 1-82. Consultado 24 jul. 2016. Disponible en <https://www.google.com.uy/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiOI7PvaTVAhVFi5AKHfQxC3YQFgghMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.teses.usp.br%2Fteses%2Fdisponiveis%2F10%2F10135%2Fde-05032007-103536%2Fpublico%2FAnaPaulaGoncalves.pdf&usg=AFQjCNHor39S2gCLvCTRSszhKu2mwY9fPw>
64. Grant, S. A.; Suckiing, D. E.; Smith, H. K.; Torvell, L.; Forbes, T. D. A., Hodgson, J. 1985. Comparative studies of diet selection by sheep and cattle; the hill grasslands. *Journal of Ecology*. 73: 987-1004.
65. \_\_\_\_\_; Torvell, L.; Smith, H. K.; Suckiing, D. E.; Forbes, T. D. A.; Hodgson, J. 1987. Comparative studies of diet selection by sheep and cattle; blanket bog and Heather moor. *Journal of Ecology*. 75: 947-960.
66. Grudsky, R.; Arias, J. L. 1983. Aspectos generales de la microbiología del rumen. *Monografías de Medicina Veterinaria*. 5 (2): 19-35.
67. Haydock, K. P.; Shaw, N. H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Agriculture and Animal Husbandry* 15: 663-670.
68. Henderson, A.; Iribarne, I.; Silveira, M. B. 2015. Evaluación del sistema de autoconsumo para la suplementación de terneros de destete precoz pastoreando praderas durante el verano. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 85 p.
69. Hodgson, J. 1975. The influence of grazing pressure and stoking rate in herbage intake and animal performance. *In*: Hodgson, J.; Jackson, D. K. eds. Pasture utilisation by the grazing animal. Aberystwyth, British Grassland Society. pp. 93-103 (Occasional Symposuim no. 8).

70. \_\_\_\_\_. 1977. Factors limiting herbage intake by the grazing animal. In: International Meeting on Animal Production from Temperate Grassland. (1977, Dublin). Proceedings. Dublin, Foras Talúntais. pp. 70-75.
71. \_\_\_\_\_. 1981a. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In: International Symposium of an Nutritional Limitsto Animal Production from Pastures (1981, St. Lucia). Proceedings. Queensland, Australia. pp. 153-166.
72. \_\_\_\_\_. 1981b. Variations in the surface characteristics of the sward and the short-term rate of herbage intake by calves and lambs. *Grass and Forage Science*. 36: 49-57.
73. \_\_\_\_\_.; Grant, J. A. 1982a. Grazing animáis and forages resources in the hills and uplands. In: Frame, J. ed. The effective use of forage and animal resources in the hills and uplands. Edinburgh, British Grassland Society. pp. 41-57 (Occasional Symposium no. 12).
74. \_\_\_\_\_. 1982b. Ingestive behaviour. In: Leaver, J. D. ed. Herbage intake handbook. Hurley, British Grassland Society. pp. 113-139.
75. \_\_\_\_\_. 1985. The control of herbage intake in the grazing ruminant. *Proceedings of the Nutrition Society*. 44: 339-346.
76. \_\_\_\_\_. 1986. Grazing behaviour and herbage intake. In: Frame, J. ed. *Grazing*. Hurley, British Grassland Society. pp. 51-64 (Occasional Symposium no. 19).
77. \_\_\_\_\_. 1990. *Grazing management; science into practice*. New York, Longman. 203 p.
78. \_\_\_\_\_. 1993. Foraging strategy and plant communities. In: International Symposium on Grassland Resources (1993, Huhehot). Abstracts, Inner Mongolia, P.R. China. p. 4.
79. \_\_\_\_\_.; Clark, D. A.; Mitchell, R. J. 1994. Foraging behaviour in grazing animáis and its impact on plant communities. In: Fahey, J. G. C. ed. *Forage quality, evaluation and utilisation*. Madison, Alliance of Crop, Soil, and Environmental Science Societies. pp. 786-827.
80. Hughes, T. P.; Sykes, A. R.; Poppi, D. P. 1984. Diet selection of young ruminants in ate spring. *Proceedings of New Zealand Animal Production*. 44: 109-112.
81. Illius, A. W.; Gordon, I. J. 1990. Constraints on diet selection and foraging behaviour in mammalian herbivores. In: Hughes, R. N. ed. *Behavioural*

mechanisms of food selection. Berlin, Springer-Verlag. pp. 369-393 (NATO ASI Series, Vol. G 20).

82. \_\_\_\_\_.; Clark, D. A.; Hodgson, J. 1992. Discrimination and patch choice by sheep grazing grass-clover swards. *Journal of Animal Ecology*. 61: 183-194.
83. Ingvarsten, K. L. 1994. Models of voluntary food intake. *Livestock Production Science*. 39: 19-38.
84. INRA (Institut National de la Recherche Agronomique, FR). 1981. Alimentación de los rumiantes, principios de la nutrición y alimentación de los rumiantes. Necesidades alimenticias de los animales, valor nutritivo de los alimentos. Madrid, Mundi-Prensa. 697 p.
85. 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. 98 p.
86. Irazoqui, H. 1987. Los ovinos y su explotación. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 32-41.
87. Jamieson, W. S.; Hodgson, J. 1981. The effect of variation in sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves and lambs under continuous stocking management. *Grass and Forage Science*. 34: 273-282.
88. Jefferies, B. C. 1961. Body condition scoring and its use in management. *Tasmanian Journal of Agriculture*. 32: 19-32.
89. Jones, R.; Knight, R.; White, A. 1989. Nutrition of intensively reared lambs. In: Haresign, W.; Cole, D. ed. 10. Recent advances in animal nutrition. London, Butterworth. pp. 195-208.
90. Kenny, P. A.; Black, J. L. 1984. Factors affecting diet selection by sheep. I. Potential intake and acceptability of feed. *Australian Journal of Agricultural Research*. 35: 551-563.
91. Laca, E.; Demment, M. W. 1996. Foraging strategies of grazing animals. In: Hodgson, J.; Illius, A. eds. The ecology and management of grazing systems. Wallingford, CABI. pp. 137-158.
92. Lagomarsino, X.; Soares De Lima, J.; Montossi, F. 2014. Uso eficiente de la mano de obra; suplementación invernal infrecuente de terneros sobre praderas. *Revista INIA*. no. 37: 25-31.

93. La Manna, A.; Fernández, E.; Mieres, J.; Banchemo, G.; Vaz Martins, D. 2007. Suplementación infrecuente. ¿Es posible trabajar menos y producir lo mismo? (en línea). Montevideo, INIA. s.p. Consultado 27 oct. 2016. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/597/1/112761230511114559.pdf>
94. Lange, A. 1980. Suplementación de pasturas para producción de carne. 2ª. ed. Buenos Aires, Comisión Técnica InterCrea de Producción de Carne. 74 p.
95. Lawlor, D. J.; Ortiz, D. A.; Rosales, I. A. 2011. Efecto del tiempo de pastoreo y la suplementación en el engorde de corderos en verano. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 62 p.
96. Luzardo, S.; Cuadro, R.; Lagomarsino, X.; Montossi, F.; Brito, G.; La Manna, A. 2014. Tecnologías para la intensificación de la recría bovina en el Basalto. Suplementación infrecuente sobre campo natural y pasturas mejoradas en Basalto. In: Berretta, E. J.; Montossi, F.; Brito, G. eds. Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del Basalto. Montevideo, INIA. pp. 93-126 (Serie Técnica no. 217).
97. McDonald, P.; Edwards, R. A.; Greenhalgh, J. F. D.; Morgan, C. A. 2006. Nutrición animal. 6a. ed. Edinburgh, Prentice Hall. 573 p.
98. Mac Loughlin, R. J. 2005. Suplementación en bovinos; variación en los consumos individuales. (en línea). Buenos Aires, Albeitar. s.p. Consultado 29 jun. 2016. Disponible en <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/3496/articulos-rumiantes-archivo/suplementacion-en-bovinos:-variacion-en-los-consumos-individuales.html>
99. \_\_\_\_\_. 2007. Proteína metabolizable en la nutrición de bovinos para carne. (en línea). Buenos Aires, Producción Animal. pp. 1-4. Consultado 19 jul. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/112-proteina\\_metabolizable.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/112-proteina_metabolizable.pdf)
100. \_\_\_\_\_. 2010a. Déficit de proteínas y ganancia de peso en recría y engorde de bovinos. (en línea). s.l., Producción Animal. pp. 1-5. Consultado 13 jul. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_en\\_general/36-deficit\\_proteinas.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_en_general/36-deficit_proteinas.pdf)
101. \_\_\_\_\_. 2010b. Requerimientos de proteína y formulación de raciones en bovinos para carne. (en línea). s.l., Producción Animal. pp. 1-6.

Consultado 13 jul. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_en\\_general/42-formulacion\\_proteina.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_en_general/42-formulacion_proteina.pdf)

102. McMeekan, C. P.; Walshe, M. J. 1963. The interrelationships of grazing method and stocking rate in the efficiency of pasture utilization by dairy cattle. *Journal of Agricultural Science*. 61: 147-163.
103. Manella, M. 2012. Uso de urea de liberación lenta en la alimentación de rumiantes. (en línea). s.l., Engormix. s. p. (Artículos de divulgación). Consultado 20 jul. 2016. Disponible en <http://www.engormix.com/MAGanaderia-carne/nutricion/articulos/uso-urea-liberacion-lenta-t4056/141-p0.htm>
104. Marcondes, M. I.; De Campos, S.; Detmann, E.; Ferreira, R.; Costa, L. F.; Alves, M. 2009. Degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta de alimentos para bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 38 (11): 2247-2257.
105. Martínez Marín, A. L. 2009. Urea de lenta degradación ruminal como sustituto de proteína vegetal en dietas para rumiantes. (en línea). *Revista Electrónica de Veterinaria*. 10 (12): s.p. Consultado 10 jul. 2016. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121209/120906.pdf>
106. Masters, D. 2007. Salty diets. (en línea). s.l., CRC Salinity Factsheet. 2 p. Consultado 14 ago. 2017. Disponible en [http://www.saltlandgenie.org.au/literature\\_23892/PP\\_-\\_Salty\\_Diets\\_-\\_How\\_much\\_salt\\_can\\_sheep\\_eat](http://www.saltlandgenie.org.au/literature_23892/PP_-_Salty_Diets_-_How_much_salt_can_sheep_eat)
107. Mbanya, J. N.; Anil, M. H.; Forbes, J. M. 1993. The voluntary intake of hay and silage by lactating cows in response to ruminal infusion of acetate or propionate, or both, with or without distension of the rumen by a balloon. *British Journal of Nutrition*. 69: 713-720.
108. Meijs, J. A. C. 1981. *Herbage intake by grazing dairy cows*. Wageningen, Center for Agricultural Publishing and Documentation. 264 p. (Agricultural Research Report no. 909).
109. Mejía Haro, J. 2002. Consumo voluntario de forraje por rumiantes en pastoreo. (en línea). *Acta Universitaria*. 12(3): 56-63. Consultado 27 oct. 2016. Disponible en <http://www.acuedi.org/doc/1050/consumo-voluntario-de-forraje-por-rumiantes-en-pastoreo-.html>

110. Meyer, J. H.; Weir, W. C.; Ittner, N. R.; Smith, J. D. 1955. The influence of high sodium chloride intakes by fattening sheep and cattle. *Journal of Animal Science*. 14: 412-418.
111. MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, UY). Descripción de grupos de suelos CONEAT. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 28 oct. 2016. Disponible en [http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/descripcion\\_de\\_grupos\\_de\\_suelos\\_coneat.pdf](http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/descripcion_de_grupos_de_suelos_coneat.pdf).
112. Mieres, J. M. 1997. Relaciones planta – animal – suplemento. *In*: Jornada Suplementación Estratégica de la Cría y Recría Ovina y Vacuna (1997, Tacuarembó, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. p. irr. (Actividades de Difusión no. 129).
113. \_\_\_\_\_.; 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. 13-68 (Serie Técnica no. 142).
114. Minola, J.; Goyenechea, J. 1975. Praderas y lanares, producción ovina en alto nivel. Montevideo, Hemisferio Sur. 361 p.
115. Minson, D. J. 1981. Effects of chemical and physical composition of herbage intake eaten upon intake. *In*: International Symposium of Nutritional Limits to Animal Production from Pastures (1981, St. Lucia, Queensland, Australia). Proceedings. Farnham Royal, UK, CAB. pp. 167-182.
116. \_\_\_\_\_. 1982. Effects of chemical composition on feed digestibility and metabolizable energy. *Nutrition Abstracts and Reviews Series B*. 52 (10): 591-615.
117. \_\_\_\_\_. 1990. Forage in ruminant nutrition. San Diego, Academic Press. s.p.
118. Mitchell, R. J.; Hodgson, J.; Clark, D. A. 1991. The effect of varying leafy sward height and bulk density on the ingestive behaviour of young deer and sheep. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 51: 159-165.
119. Montossi, 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. 93-103 (Serie Técnica no. 80).

120. \_\_\_\_\_.; Pigurina, G.; Santamarina, I.; Berreta, E. J. 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos. Montevideo, INIA. 84 p. (Serie Técnica no. 113).
121. \_\_\_\_\_.; Cazzuli, F.; Silveira, C.; De Barbieri, I.; Risso, D. F. 2015. Estrategias de alimentación y manejo de la recría y engorde estival de corderos en la región basáltica. Montevideo, INIA. 81 p. (Serie Técnica no. 223).
122. Morris, J. G. 1980. Assessment of sodium requirements of grazing beef cattle; a review. *Journal of Animal Science*. 50: 145-152.
123. Nelson, A. B.; Macvicar, R. W.; Archer, W.; Meiske, J. C. 1955. Effect of a high salt intake on the digestibility of ration constituents and on nitrogen, sodium, and chloride retention by steers and wethers. *Journal of Animal Science*. 14: 825-830.
124. NRC (National Research Council, US). 1981. Feeding value of ethanol production by-products. Washington, D. C., National Academy Press. s.p.
125. \_\_\_\_\_. 1985. Nutrient requirements of sheep. Washington, D. C., National Academy Press. pp. 2-25.
126. \_\_\_\_\_. 1987. Predicting feed intake of food-producing animals. Washington, D. C., National Academy Press. s.p.
127. \_\_\_\_\_. 2007. Nutrient requirements of small ruminants; sheep, goats, cervids and new world camelids. Washington, D. C., National Academy Press. 362 p.
128. Obispo, N. E. 2005. El uso de las fuentes de nitrógeno no proteico en rumiantes. (en línea). Maracay, UCV. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. pp. 1-7. Consultado 30 jul. 2016. Disponible en [http://www.infogranjas.com.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3144:el-uso-de-las-fuentes-de-nitrogeno-no-proteico-en-rumiantes&catid=320:alimentacion-animal-bovinos&Itemid=263](http://www.infogranjas.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=3144:el-uso-de-las-fuentes-de-nitrogeno-no-proteico-en-rumiantes&catid=320:alimentacion-animal-bovinos&Itemid=263)
129. O'Donovan, P. B. 1984. Compensatory gain in cattle and sheep. *Nutrition Abstracts and Reviews*. 54B: 389-410.
130. Olsson, K.; McKinley, M. J. 1980. Central control of water and salt intake in goats and sheep. In: Ruckebusch, Y.; Thivend, P. eds. *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminant*. Lancaster, MTP. pp. 161-175.

131. Orcasberro, R.; Fernández, S. 1988 Nutrición en ovinos en pastoreo. Paysandú, Facultad de Agronomía. 25 p.
132. \_\_\_\_\_. 1997. Suplementación y performance en ovinos y vacunos alimentados con forraje. *In*: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 225-231 (Serie Técnica no. 13).
133. Osweiler, G. D.; Carr, T. F.; Sanderson, T. P.; Carson, T. L.; Kinker, J. A. 1995. Water deprivation sodium ion toxicosis in cattle. *Journal of Veterinary Diagnosis Investigation*. 7: 583-585.
134. Paula, A. A. G.; Ferreira, R. N.; Orsine, G. F.; Guimaraes, L. O.; Oliveira, E. R. 2009. Ureia polímero e ureia pecuária, como fuentes de nitrógeno sóluvel no rúmen; parâmetros ruminal e plasmático. *Ciência Animal Brasileira*. 10 (1): 1-8.
135. Penning, P. D.; Rook, A. J.; Orr, R. J. 1991. Patterns of ingestive behaviours of sheep continuously stocked on monocultures of ryegrass or white clover. *Applied Animal Behaviour Science*. 31: 237-250.
136. Piaggio, L. 2011. Alternativas de alimentación en la recría estival. *Lana Noticias*. no. 159: 12-14.
137. \_\_\_\_\_. 2014. Suplementación de la recría y engorde de ovinos sobre campo natural. *In*: Seminario de Actualización Técnica: Producción de Carne Ovina de Calidad (2014, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 45-55 (Serie Técnica no. 221).
138. Ponzoni, R.; Azzarini, M. 1968. Estación de cría y eficiencia reproductiva de borregas Corriedale diente de leche. Facultad de Agronomía. EEMAC. *Boletín Técnico*. 5 (2): 79-100.
139. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Walker, S. K. 1979. Production in mature Corriedale ewes, first mated at 7 to 11 or 18 months of age. *Animal Production*. 29: 385-391.
140. Provenza, F. D.; Balph, D. F. 1990. Applicability of five diet-selection models to various foraging challenges ruminants encounter. *In*: Hughes, R. N. ed. *Behavioural mechanisms of food selection*. Berlin, Springer- Verlag. pp. 423- 458 (NATO ASI Series; G 20).
141. Ratliff, F. D. 1942. Sodium chloride poisoning in cattle. *Veterinary Medicine*. 37: 438.

142. Rich, T.; Armbruster, S.; Gill, D. 1976. Limiting feed intake with salt. (en línea). Lincoln, Nebraska, University of Nebraska. Lincoln Extension. s.p. (Paper no. 274). Consultado 27 oct. 2016. Disponible en <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1275&context=extensionhist>
143. Riggs, J. K.; Colby, R. W.; Sells, L. V. 1953. The effects of self-feeding saltcottonseed meal mixtures to beef cows. *Journal of Animal Science Production*. 12: 379-393.
144. Risso, D. F.; Zarza, A. R. 1981. Producción y utilización de pasturas para engorde. *Miscelánea CIAAB*. no. 28: 7-27.
145. Robles, A. Y.; Beyyea, R. L.; Martz, F. A. 1981. Intake digestibility, ruminal characteristics and rates of passage of alfalfa diet fed to sheep. *Journal of Animal Science Production*. 53: 774.
146. Rodríguez, 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.
147. Rodríguez, J. B. 2010. Crecimiento y desarrollo animal. (en línea). Montevideo, Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Animal y Pasturas. s.p. Consultado 25 ago. 2016. Disponible en <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/AFA/TEORICOS/27a%20-%20Crecimiento%20y%20desarrollo%20animal.pdf>
148. Rovira, P.; Velazco, J. 2009. Evaluación de un sistema de autoconsumo restringido con distinto contenido de sal en la ración en la suplementación de terneros sobre campo natural. *In: Jornada de Divulgación Producción Animal - Pasturas ( 2009, Treinta y Tres, Uruguay). Trabajos presentados. Treinta y Tres, INIA*. pp. 69-77 (Actividades de Difusión no. 591).
149. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2012a. Análisis integrado de los experimentos. *In: Rovira, P. J.; Velazco, J. L. eds. Suplementación de bovinos en pastoreo, autoconsumo. Montevideo, INIA*. pp. 57-62 (Serie Técnica no. 199).
150. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2012b. Antecedentes. *In: Rovira, P. J.; Velazco, J. L. eds. Suplementación de bovinos en pastoreo; autoconsumo. Montevideo, INIA*. pp. 4-11 (Serie Técnica no. 199).
151. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2012c. Comparación de la suplementación diaria o en autoconsumo en el desempeño productivo de novillos sobre praderas. *In:*

Rovira, P. J.; Velazco, J. L. eds. Suplementación de bovinos en pastoreo; autoconsumo. Montevideo, INIA. pp. 33-42 (Serie Técnica no. 199).

152. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2012d. Efecto del método de entrega de la ración en el desempeño productivo de novillos sobre praderas. In: Rovira, P. J.; Velazco, J. L. eds. Suplementación de bovinos en pastoreo; autoconsumo. Montevideo, INIA. pp. 51-56 (Serie Técnica no. 199).
153. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2012e. En las puertas de un nuevo período invernal de suplementación. Autoconsumo de raciones con alto contenido de sal. Revista INIA. no. 28: 3-7.
154. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2012f. Evaluación de un sistema de autoconsumo restringido con distinto contenido de sal en la ración en terneros suplementados sobre campo natural. In: Rovira, P. J.; Velazco, J. L. eds. Suplementación de bovinos en pastoreo; autoconsumo. Montevideo, INIA. pp. 23-31 (Serie Técnica no. 199).
155. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Quintans, G. 2012g. Monitoreo del consumo y conducta de terneros suplementados en comederos de autoconsumo sobre campo natural. In: Rovira, P. J.; Velazco, J. L. eds. Suplementación de bovinos en pastoreo; autoconsumo. Montevideo, INIA. pp. 13-21 (Serie Técnica no. 199).
156. Schauer, C.; Lardy, G.; Slinger, W.; Bauer, M.; Sedivec, K. 2004. Self-limiting supplements fed to cattle grazing native mixed-grass prairie in the norther. Journal of Animal Science. 82 (1): 298-306.
157. Sewell, H. B. 1993. Salt to limit intake of protein and grain supplements. (en línea). Columbia, University of Missouri-Columbia. s.p. Consultado 25 ago. 2016. Disponible en <https://mospace.umsystem.edu/xmlui/bitstream/handle/10355/51327/g2070-1993.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
158. Simeone, A.; Beretta, V. 2004. Uso de alimentos concentrados en sistemas ganaderos. ¿Es buen negocio suplementar al ganado?. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (6ª., 2004, Paysandú, Uruguay). Manejo nutricional en ganado de carne. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 10-17.
159. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2005. Suplementación y engorde a corral: cuándo y cómo integrarlos en el sistema ganadero. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (7ª., 2005, Paysandú, Uruguay). Manejo nutricional en ganado de carne. Suplementación y engorde a

corral; cuándo y cómo integrarlos en el sistema ganadero. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 8-28.

160. Smith, B.; Fyfe, B. H. 1971. Suspected acute salt poisoning in sheep. *New Zealand Veterinary Journal*. 19: 220-221.
161. Soto, C.; Reinoso, V. 2008. Suplementación con proteína no degradable en rumen en ganado de carne. (en línea). s.n.t. pp. 1-8. Consultado 27 oct. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informaciontecnica/suplementacionproteicayconnitrogeno noproteico/73-NO\\_DEGRADABLE.pdf/](http://www.produccion-animal.com.ar/informaciontecnica/suplementacionproteicayconnitrogeno noproteico/73-NO_DEGRADABLE.pdf/)
162. Stakelum, G.; Dillon, P. 1989. The effect of herbage mass on the herbage intake and grazing behaviour of dairy cows. *In: International Grassland Congress (16th., 1989, Nice, France). Proceedings. Nice, France, s.e. pp. 1157-1158.*
163. Stephens, D. W.; Krebs, J. R. 1986. *Foraging theory*. New Jersey, Princeton University Press. s.p.
164. Stokes, S. R.; Hoover, W. H.; Miller, T. K.; Blauweikel, R. 1991. Ruminant digestion and microbial utilization of diets varying intake of carbohydrate and protein. *Journal of Dairy Science*. 74 (3): 871-881.
165. SUL (Secretariado Uruguayo de la Lana, UY). 2011. *Manual práctico de producción ovina*. Montevideo. 245 p.
166. Thomas, D.; Blache, D.; Revel, D.; Norman, H.; Vercoe, P.; Durmic, Z.; Digby, S.; Mayberry, D.; Chadwick, M.; Sillence, M.; Masters, D. 2007. The impact of high dietary salt and its implications for the management of livestock grazing saline land. (en línea). *In: Agribusiness Livestock Updates (2007, Perth). Proceedings. Canberra, CSIRO. s.p. Consultado 16 set. 2016. Disponible en [https://www.academia.edu/22074596/The\\_impact\\_of\\_high\\_dietary\\_salt\\_and\\_its\\_implications\\_for\\_the\\_management\\_of\\_livestock\\_grazing\\_saline\\_land](https://www.academia.edu/22074596/The_impact_of_high_dietary_salt_and_its_implications_for_the_management_of_livestock_grazing_saline_land)*
167. Ulyatt, M. J. 1981. The feeding value of temperate pastures. *In: Morley, F. H. W. ed. Grazing animals*. Amsterdam, Elsevier. pp. 125-142 (World Animal Science B1).
168. Ungar, E. D.; Genizi, A.; Demment, M. W. 1991. Bite dimensions and herbage intake by cattle grazing short hand-constructed swards. *Agronomy Journal*. 83: 973-978.

169. Valinote, A. 2008. El uso de Optigen como una alternativa a los salvados. (en línea). s.l., Alltech. s.p. Consultado 11 jun. 2016. Disponible en <http://alltech.perulactea.com/2012/06/21/el-uso-de-optigen-como-una-alternativa-a-los-salvados/>
170. Vallentine, J. F. 1990. Grazing management. San Diego, California, Academic Press. 533 p.
171. Van Dyne, G. M.; Brockington, M. R.; Szozs, Z.; Daek, J.; Ribic, C. A. 1980. Large herbivore sub-system. In: Bremeyer, A. L.; Van Dyne, G. M. eds. Grasslands, ecosystems and man. Cambridge, University Press. pp. 269 - 537.
172. Van Soest, J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca, New York, Cornell University. pp. 23-28.
173. \_\_\_\_\_. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca, New York, Cornell University. s. p.
174. Villa, M.; Buratovich, O.; Ceballos, D. 2007. Uso de sal común (NaCl) como limitador del consumo de suplemento invernal en corderas. Revista Argentina de Producción Animal. 27 (1): 76-78.
175. Waldo, D. R. 1986. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. Journal of Dairy Science. 69: 617-631.
176. Weir, W. C.; Miller, R. F. Jr. 1953. The use of salt as a regulator of protein supplement intake by breeding ewes. Journal of Animal Science. 12: 219-225.
177. Westoby, M. 1974. An analysis of diet selection by large generalist herbivores. The American Naturalist. 108: 290-304.
178. \_\_\_\_\_. 1978. What are the biological bases of varied diets?. The American Naturalist. 112: 627-631.
179. Weston, R. H. 1970. Voluntary consumption of low quality roughage by sheep during cold exposure. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 10: 679-684.
180. Willoughby, M. 1958. A relationship between pasture availability and animal production. Proceedings of the Australian Society of Animal Production. 2: 42-45.
181. Wilson, P. N.; Osbourn, D. F. 1960. Compensatory growth after undernutrition in mammals and birds. Biological Reviews. 35: 324-363.

9. ANEXOS

Anexo 1. Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III) para consumo de los animales

	numDF	F-value	p-value
(intercept)	1	414.4560	<0,0001
tratamiento	1	52.4623	<0,0001
medición	10	6.2259	<0,0001
tratamiento:medición	10	2.5352	0.0165

Anexo 2. Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III) para ganancia media diaria (peso vivo)

	numDF	denDF	F-value	p-value
(intercept)	1	428	32.01491	<0.0001
tratamiento	2	6	1.43582	0.3093
medición	5	428	162.67445	<0.0001
PV inicial	1	428	0.03146	0.8593
tratamiento:medición	10	428	3.01873	0.0011

### Anexo 3. Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III) para condición corporal

	numDF	denDF	F-value	p-value
(intercept)	1	504	63.587	<0.0001
tratamiento	2	6	1.268	0.3473
medición	6	504	15.100	<0,0001
CC inicial	1	504	200.491	<0,0001
tratamiento:medición	12	504	0,739	0,7133

### Anexo 4. Jornada de divulgación técnica en la EEFAS (27 de abril de 2015)

