

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**UTILIZACIÓN DE NITRÓGENO NO PROTEICO EN PROGRAMAS DE  
SUPLEMENTACIÓN INVERNAL BASADOS EN AUTOCONSUMO PARA  
TERNEROS PASTOREANDO CAMPO NATIVO**

por

**Matías ESTEVES NUÑEZ  
Santiago LAXALDE NOVOA  
Mathías NARIO FROS**

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

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2013**

Tesis aprobada por

Director:

.....  
Ing. Agr.

Álvaro Simeone

.....  
Ing. Agr.

Virginia Beretta

.....  
M.V.Z.

Juan Franco

Fecha: 18 de junio de 2013

Autor:

.....  
Matías Esteves Nuñez

.....  
Santiago Laxalde Novoa

.....  
Mathías Nario Fros

## **AGRADECIMIENTOS**

A todas aquellas personas que de una u otra forma nos ayudaron a realizar este trabajo.

A nuestro tutor de tesis, Ingeniero Agrónomo Álvaro Simeone y a la Ingeniera Agrónoma Virginia Beretta por el apoyo brindado.

A la licenciada Sully Toledo por el constante asesoramiento sobre la literatura citada.

Al Ingeniero Agrónomo Ariel Bejerez quien nos prestó los animales y el predio para realizar nuestro trabajo de campo.

Especialmente queremos agradecer a nuestras familias y amigos por la confianza puesta en nosotros durante todos los años de carrera, y todas las personas que colaboraron e hicieron posible que este trabajo se pueda llevar a cabo correctamente.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES .....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1. <u>CARACTERIZACIÓN DE LAS PASTURAS NATURALES</u> .....	3
2.1.1. <u>Producción y calidad</u> .....	3
2.2. <u>PERFORMANCE DE TERNEROS PASTOREANDO CAMPO NATURAL EN INVIERNO Y PRIMAVERA</u> .....	6
2.2.1. <u>Invierno</u> .....	6
2.2.2. <u>Primavera</u> .....	11
2.3. <u>FACTORES DETERMINANTES DE PRODUCCIÓN ANIMAL EN PASTOREO</u> .....	12
2.3.1. <u>Consumo de forraje</u> .....	13
2.3.2. <u>Digestión y metabolismo proteico en el rumen</u> .....	15
2.3.3. <u>Sincronización energía-proteína</u> .....	21
2.3.4. <u>Requerimientos proteicos</u> .....	25
2.4. <u>SUPLEMENTACIÓN COMO ALTERNATIVA PARA LEVANTAR LIMITANTES DE PÉRDIDA DE PESO INVERNAL</u> .....	28
2.4.1. <u>Suplementación invernal sobre campo natural</u> .....	28
2.4.2. <u>Sustitución de pastura por suplemento</u> .....	34
2.4.3. <u>Comportamiento animal asociado al autoconsumo de suplemento e interacción con el pastoreo</u> .....	35
2.5. <u>FUENTES DE PROTEÍNA</u> .....	36
2.5.1. <u>Fuentes de proteína verdadera</u> .....	36
2.5.2. <u>Fuentes de nitrógeno no proteico</u> .....	38
2.5.3. <u>NNP de rápida liberación</u> .....	39
2.5.4. <u>NNP de lenta liberación</u> .....	41
2.5.5. <u>Consideraciones adicionales al uso de nitrógeno no proteico</u> .....	45
2.5.5.1. <u>Requerimientos de azufre</u> .....	45
2.5.5.2. <u>Toxicidad del amoníaco</u> .....	46
2.6. <u>HIPÓTESIS</u> .....	48

3.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	49
3.1.	PERÍODO Y ÁREA EXPERIMENTAL .....	49
3.2.	CLIMA.....	50
3.3.	ANIMALES.....	52
3.4.	PASTURA Y SUPLEMENTOS .....	52
3.5.	TRATAMIENTOS.....	53
3.6.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL .....	54
3.6.1.	<u>Período pre-experimental</u> .....	54
3.6.2.	<u>Período experimental</u> .....	55
3.7.	REGISTROS Y MEDICIONES.....	55
3.7.1.	<u>Pastura</u> .....	55
3.7.2.	<u>Peso vivo</u> .....	56
3.7.3.	<u>Espesor de grasa dorsal y área de ojo de bife</u> .....	56
3.7.4.	<u>Consumo de suplemento</u> .....	57
3.7.5.	<u>Comportamiento ingestivo</u> .....	57
3.7.6.	<u>Análisis químicos</u> .....	57
3.7.7.	<u>Sanidad</u> .....	58
3.8.	REGÍSTROS CLIMÁTICOS.....	58
3.9.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	58
4.	<u>RESULTADOS</u> .....	61
4.1.	PERFORMANCE ANIMAL DURANTE EL PERÍODO DE SUPLEMENTACIÓN .....	61
4.1.1.	<u>Ganancia media diaria</u> .....	61
4.1.2.	<u>Consumo de suplemento y eficiencia de conversión</u> ..	63
4.2.	CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA .....	66
4.2.1.	<u>Características físicas</u> .....	66
4.2.2.	<u>Composición química</u> .....	68
4.3.	COMPORTAMIENTO ANIMAL DURANTE EL PERÍODO DE SUPLEMENTACIÓN .....	69
4.4.	EFECTO RESIDUAL DE LA SUPLEMENTACIÓN INVERNAL SOBRE LA PERFORMANCE ANIMAL Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PASTURAS.....	71
4.5.	REGISTROS CLIMÁTICOS.....	73
5.	<u>DISCUSIÓN</u> .....	74
5.1.	REGISTROS CLIMÁTICOS.....	74
5.2.	EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA.....	74
5.3.	COMPORTAMIENTO INGESTIVO.....	77
5.4.	PERFORMANCE ANIMAL.....	78
5.4.1.	<u>Performance de terneros sin acceso a suplemento</u> ...	78
5.4.2.	<u>Respuesta a la suplementación en el período invernal</u>	80

5.4.3.	<u>Consumo de suplemento y eficiencia de conversión</u> ..	80
5.4.4.	<u>Respuesta animal a la fuente proteica utilizada en el suplemento</u> .....	83
5.4.5.	<u>Área de ojo de bife y espesor de grasa subcutánea</u> ...	86
5.5.	PERFORMANCE ANIMAL Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PASTURAS DURANTE EL PERÍODO RESIDUAL .....	87
6.	<u>CONCLUSIONES</u> .....	89
7.	<u>RESUMEN</u> .....	90
8.	<u>SUMMARY</u> .....	91
9.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	92
10.	<u>ANEXOS</u> .....	120

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Contenido de proteína cruda (%MS) del forraje del campo natural en distintos grupos de suelos del país.....	6
2. Resumen de experimentos evaluando la performance invernal de terneros pastoreando campo natural en distintas zonas del Uruguay.....	10
3. Resumen de experimentos evaluando la performance primaveral de terneros. ....	12
4. Ganancia media diaria (GMD) y eficiencia de conversión (EC) en respuesta a la suplementación invernal en terneros pastoreando campo natural (síntesis de trabajos experimentales realizados en el país).....	30
5. Porcentaje de proteína cruda de los alimentos utilizados en algunos experimentos.....	32
6. Composición de ingredientes de las raciones experimentales (% en base seca) y composición química de las dos fuentes de proteína.....	53
7. Efecto de la suplementación y de la fuente de proteína del suplemento sobre la ganancia media diaria y peso vivo final, engrasamiento y área de ojo de bife.....	63
8. Efecto de la fuente de proteína sobre el consumo de concentrado y eficiencia de conversión.....	65
9. Disponibilidad, altura de forraje, % de restos secos y % de suelo desnudo por tratamiento y por subperíodo de suplementación.....	68
10. Efecto de la suplementación sobre la composición química de la pastura promedio (% BS) en el período experimental de suplementación para los distintos tratamientos.....	68
11. Efecto residual de la suplementación invernal sobre la ganancia media diaria (días 81 al 145).....	72
12. Características de la pastura durante el período de análisis residual por tratamiento.....	72

13. Características de la pastura durante el período de análisis residual para tres fechas distintas.....	73
14. Temperatura media del aire, precipitaciones mensuales acumuladas y días con temperatura del aire menor a 0°C para el período experimental y una serie histórica de datos.....	73

Gráfica No.

1. Evolución de peso de terneras desde el destete hasta la salida del segundo invierno, manejadas sobre campo natural de la zona este (Unidad Alférez).....	8
2. Variación del contenido de proteína bruta (PB) digestible en el intestino de los alimentos en función de su degradabilidad efectiva a nivel ruminal (DEPB) .....	17
3. Requerimientos de proteína bruta según peso vivo y ganancia diaria .....	26
4. Evolución de los requerimientos de proteína metabolizable (g/día) al aumentar el peso vivo para vacunos en mantenimiento o con diferentes niveles de ganancia de peso.....	27
5. Proteína no degradable en el rumen de distintas fuentes de proteína verdadera.....	38
6. Uso de diferentes dosis de urea u Optigen (50 a 100g) en rumen artificial y efectos sobre la producción de bacterias (g/día) y eficiencia bacteriana (g bacteria/kg MS digerible).....	42
7. Cinética de degradación del nitrógeno para cuatro fuentes de nitrógeno ...	43
8. Cinética de degradación del N de distintas fuentes proteicas incubadas in vitro.....	44
9. Relación entre el porcentaje de nitrógeno desaparecido y el tiempo de los distintos alimentos en el rumen .....	44
10. Precipitaciones promedio mensuales para la localidad de Melo (Serie histórica 1961-1990).....	51

11. Temperaturas medias, máximas medias y mínimas medias mensuales para la localidad de Melo (Serie histórica 1961-1990).....	51
12. Evolución de peso vivo de los animales alimentados con harina de soja, optigen y el tratamiento testigo durante el período de aplicación de los tratamientos.....	61
13. Evolución del consumo de suplemento (kg/a/d) para cada día dentro de una semana.....	66
14. Evolución de la disponibilidad de forraje del campo natural durante el período de suplementación en los diferentes tratamientos.....	67
15. Distribución en porcentaje de las distintas actividades del animal a lo largo de las horas luz, estimado a partir de la probabilidad de ocurrencia de cada actividad.....	69
16. Probabilidad de encontrar un animal realizando la actividad de Consumo de Suplemento en cada intervalo de 2 horas.....	70
17. Probabilidad de encontrar un animal realizando la actividad de Pastoreo en cada intervalo de 2 horas y evolución de la tasa de bocado promedio....	71

## 1. INTRODUCCIÓN

En nuestro país, la recría se realiza en la mayoría de los casos sobre campo natural. En estas condiciones, está comprobado que los animales normalmente presentan pérdidas de peso invernal que oscilan entre 150-200 g/a/día. Esta performance que repercute en el potencial de crecimiento animal, trae aparejada ciertas consecuencias que afectan la parte productiva y reproductiva del sistema, tales como el retraso en la edad de faena y edad de entore.

Existe información experimental afirmando que la suplementación con concentrados energético-proteico durante el primer invierno de vida mejora la performance animal. Dicha información sostiene que animales suplementados al 1% de peso vivo presentan ganancias cercanas a los 250 g/día, con eficiencias de conversión variando entre 3 y 4 kg de concentrado por cada kg de peso vivo (PV) adicional con relación a animales sin suplementar. Es fundamental destacar que la suplementación en categorías jóvenes debe contemplar los requerimientos proteicos de los animales, en estos casos, el contenido de proteína cruda de la ración debe ser cercano al 14%.

Para realizar la suplementación se pueden utilizar diferentes alimentos existiendo distintas relaciones ente la composición química del mismo y sus costos, siendo los alimentos con alto contenido de proteína cruda los más costosos (expeler de girasol, harina de soja). La inclusión de NNP podría ser beneficiosa desde el punto de vista económico si los resultados son aceptables.

El NNP tiene la ventaja de ser la fuente de proteína más concentrada, por lo que se emplea en pequeñas cantidades, permitiendo utilizar concentrados energéticos en mayores cantidades.

En condiciones de suplementación usando comederos de autoconsumo, sin embargo, sería importante la utilización de fuentes de NNP de lenta liberación; el nitrógeno (N) en forma de urea no sería recomendable debido a su problema de volatilización, potencial toxicidad por eventual exceso de consumo y sincronización ruminal de la energía y la proteína. No obstante esto, son escasos los antecedentes evaluando fuentes de NNP de liberación lenta en condiciones de pastoreo y autoconsumo del suplemento. La cuantificación de la respuesta animal bajo estas condiciones contribuiría a la planificación de las estrategias de manejo invernal de la alimentación.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta de terneros a la suplementación invernal energético-proteica realizada en comederos de

autoconsumo con dos fuentes de proteína contrastantes (N proteico de origen vegetal vs NNP de lenta liberación).

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS PASTURAS NATURALES

#### 2.1.1. Producción y calidad

La alimentación es el factor limitante más importante en los animales que se encuentran pastoreando campo natural, y el invierno aparece como la época más crítica en lo que a disponibilidad y crecimiento de pasturas se refiere, lo que tiene como consecuencia que se produzcan pérdidas de peso de los animales, e inclusive podrían existir pérdidas por mortandad (Quintans et al., 1993).

La disponibilidad de forraje guarda relación estrecha con el comportamiento animal, por un lado relaciones cuantitativas, ya que se afecta en forma directa la cantidad de forraje consumido y por otro, relaciones cualitativas, teniendo en cuenta las diferentes posibilidades que se ofrecen para que los animales ejerzan selectividad para completar su dieta (Milot et al., 1987). Bajo el mismo argumento, Carámbula (1996) sostiene que el consumo animal se ve afectado por la disponibilidad de forraje cuándo esta es limitante, mientras que serían factores nutricionales de la pastura los que afectan el consumo cuando las cantidades no son limitantes.

Experimentos sobre Unidad Sierra de Polanco y Unidad Bañado de Oro, realizados por Ayala et al. (1993) concluyeron que la producción invernal de estos campos se encuentra por debajo de los 2 kg MS/ha/día, mientras que para el período primaveral la producción alcanza los 6 kg MS/ha/día, dejando en claro un déficit de aporte de forraje durante el invierno.

Haciendo referencia a los suelos de Basalto Profundo, Berretta (1994a) expresa tasas de crecimiento invernales que estuvieron entre los 4.5 y 9.3 kg MS/ha/día para un invierno benigno en lo que a heladas se refiere. En líneas generales, la producción de materia seca estacional para suelos de Basalto Profundo, Medio y Superficial, oscilaron entre el 12-15% y el 39-44% de la producción anual de MS, para invierno y primavera, respectivamente (Berretta, 1994a). Coincidentemente con estos datos, Berretta y Bemhaja (1994b) publican que para Basalto Profundo y Superficial las menores producciones estacionales ocurren en invierno, mientras que en primavera las producciones son de las más altas.

En un relevamiento hecho para una serie de años abarcada entre 1980 y 1994, para suelos superficiales pardo rojizos, superficiales negros y profundos de la Unidad Queguay chico sobre Basalto, donde se obtuvieron datos de producción anual y estacional para cada uno de ellos, permitió una comparación entre estaciones, arrojando como resultado de dicha comparación que el invierno es la estación que presenta menor producción de forraje, (Berretta y Bemhaja, 1998b).

Pérez Gomar y Bemhaja (1992), en estudios realizados sobre tapices naturales sobre unidad Tacuarembó y promediando 8 años, determinaron que la producción invernal de suelos sobre esta unidad; ya sea en las cuchillas o en los bajos; es la más baja en comparación con las demás estaciones (7 y 6% para cuchillas y bajos respectivamente), mientras que la primavera presenta el 31 y 37% de la producción anual para cuchillas y bajos.

Carámbula (1991) determinó que la producción de materia seca para suelos pesados sobre Formación Yaguarí, presenta un valor próximo a las 2.5 tt/ha/año, mientras que para suelos arenosos sobre la misma Formación, los valores de producción rondan las 3 tt/ha/año. Esta productividad no debe ser juzgada solamente por su rendimiento total de forraje, sino que además es necesario considerar la distribución estacional, siendo en éste caso de 24, 16, 42 y 18% en el caso de los suelos pesados y 21, 6, 28 y 45% en suelos arenosos, para otoño, invierno, primavera y verano respectivamente.

Concluyendo lo antes expresado, se puede decir que las pasturas naturales del Uruguay presentan una marcada estacionalidad, donde la oferta de forraje en cantidad durante el invierno constituye la principal limitante de la producción animal (Ayala et al., 1995). Este comportamiento hace que durante este período del año la oferta de forraje sea crítica, principalmente para categorías sensibles o con altos requerimientos, como vientres en gestación y animales jóvenes mudando dientes (Ayala et al., 1993).

En concordancia con lo expresado en el párrafo anterior, al presentar los tapices naturales del Uruguay una predominancia de especies estivales sobre invernales, existe una tendencia generalizada a que exista una mayor producción de forraje durante el período primavero-estivo-otoñal, este hecho es consecuencia de una disminución y en algunos casos desaparición de especies de ciclo invernal productivas, muy apetecidas y perseguidas por los animales (Carámbula, 1996).

Coincidiendo con los datos expresados anteriormente, Carámbula (2010) sostiene que la producción de pasturas naturales presenta altibajos a lo largo del año, con períodos que llevan a insuficiencia o desperdicio de forraje

conducente a continuos cambios en cantidad y calidad, cada año y entre años, como respuesta al clima y al tipo y estado de la pastura. Esta situación afecta en forma fundamental las producciones animales, condicionando y restringiendo básicamente su comportamiento.

Es importante aclarar que no sólo la producción de forraje es un tema relevante, sino que también hay que considerar la digestibilidad, en tanto una mejora de esta determina un mayor consumo y una mayor concentración de nutrientes en la dieta (Hodgson, 1990).

En referencia a la vegetación, tanto en la región Este como en el resto del país, la misma está constituida básicamente por gramíneas estivales tipo C4, debido a las ventajas competitivas que presentan estas especies frente a las C3, y el sobrepastoreo que han soportado las especies invernales productivas por manejos que no son los correctos (Carámbula et al., 1998). Estas razones, junto con la carencia de fósforo en los suelos, han contribuido a que la población de leguminosas nativas sea muy pobre y por consiguiente la introducción de N al ecosistema sea prácticamente nula (Ayala et al., 1999).

La predominancia de especies estivales tipo C4 en el tapiz, tiene un marcado efecto sobre la digestibilidad de las pasturas naturales, disminuyéndola considerablemente, ya que este grupo de plantas presenta características morfológicas y fisiológicas que le atribuyen niveles menores de digestibilidad que las especies C3 invernales (Carámbula, 1996).

El valor nutritivo de las pasturas (proteína cruda y energía metabólica) está íntimamente relacionado con la estación de crecimiento, condiciones climáticas, tipo de suelo, manejo anterior y la composición botánica. El animal puede modificar la calidad de la dieta mediante la selectividad y comportamiento de pastoreo (Pigurina et al., 1998).

Concordando con lo mencionado en el párrafo anterior, Hodgson (1990) expresa que debido a la selectividad que ejerce el animal sobre la pastura, el valor nutritivo de la dieta consumida por el mismo debería ser mayor que el presente en el promedio de la pastura sobre la cual se encuentra.

Experimentos realizados en la región Noreste sobre suelos de fertilidad media y textura limo-arcillosa, arrojaron valores de digestibilidad de la Materia Orgánica comprendidos entre 45-50% para pasturas naturales (Olmos, 1998).

Según García, citado por Leborgne (2008) la digestibilidad de la materia seca fácilmente cosechable (forraje por arriba de 3 cm.) es de 58 y 62% para invierno y primavera respectivamente, mientras que Formoso (2008) encontró

sobre suelos de cristalino valores de 57 y 67% de digestibilidad y 8 y 10% de proteína cruda, para invierno y primavera, respectivamente.

Berretta (1998a) en estudios sobre campo natural de suelos de basalto en la Unidad Itapebí – Tres Arboles, determinó un contenido promedio de proteína cruda para forraje disponible de 10.1% para suelos superficiales pardos rojizos, 9.4% para suelos superficiales negros, 8.2% para suelos medios y 7.5% para suelos profundos.

A continuación se presentan datos de proteína cruda para distintos grupos de suelos del Uruguay, dónde se puede apreciar que existen diferencias entre las diferentes regiones estudiadas (Carámbula, 1996).

Cuadro 2.1 Contenido de proteína cruda (%MS) del forraje del campo natural en distintos grupos de suelos del país.

	Invierno	Primavera
Cristalino	8.1	8.4
Basalto Superficial	8.7	8.3
Basalto Profundo	8.5	7.9
Areniscas Tacuarembó	8.4	7.6
Fray Bentos	6.7	9
Yaguará	10.1	8.6

Fuente: De Souza, adaptado por Carámbula (1996).

Para nuestro país, el contenido de proteína cruda de las pasturas naturales permitiría cubrir la demanda de animales de bajos requerimientos en pastoreo, especialmente si se tiene en cuenta que los animales están capacitados para seleccionar una dieta con contenidos de proteína mayor que lo ofrecido por la pastura (Carámbula, 1996). Sin embargo podría resultar insuficiente en animales jóvenes como los terneros debido a los mayores requerimientos proteicos de la categoría (Wattiaux, s.f.).

## 2.2. PERFORMANCE DE TERNEROS PASTOREANDO CAMPO NATURAL EN INVIERNO Y PRIMAVERA

### 2.2.1. Invierno

La ganancia de peso en sistemas extensivos en general presenta variaciones estacionales, determinadas principalmente por las características de la pastura, los factores ambientales, los requerimientos del animal y su

condición corporal o estado nutricional anterior. Estos sistemas extensivos, tienen la cantidad de forraje determinada por el crecimiento estacional y las condiciones climáticas. Pero estos no son los únicos factores que inciden, ya que la carga animal, la relación lanar/vacuno y el sistema de pastoreo también afectan sobre el forraje que estará disponible para los animales (Pigurina et al., 1998).

En invierno se dan las condiciones climáticas menos favorables y se registran las mayores variaciones en ganancia de peso. El forraje disponible generalmente es limitante, a lo que se suma una baja tasa de crecimiento de la pastura y mayores requerimientos del animal por las bajas temperaturas; por lo tanto la ganancia de peso de novillos en ésta época del año tendría más relación con la producción de forraje que con los parámetros de calidad del mismo (Pigurina et al., 1998).

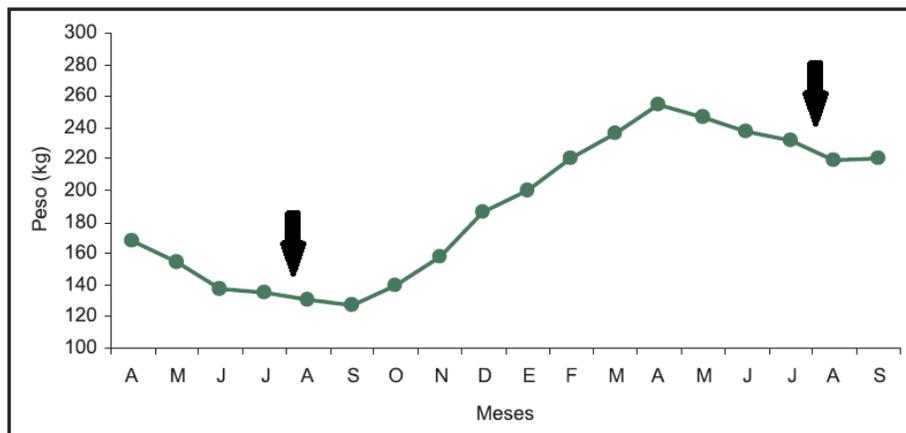
Aunque la categoría de terneros tiene un potencial de crecimiento muy alto, ante estas limitantes de producción de forraje invernal, su crecimiento se ve afectado negativamente, lo cual deprime la eficiencia productiva de todo el sistema. En invierno esta categoría puede llegar a alcanzar pérdidas de hasta un 20% de su PV, llegando a registrarse inclusive, en algunas oportunidades, mortandad de animales (Quintans et al., 1994a). A su vez, restricciones severas durante la etapa de recría de los terneros, especialmente de proteínas, y que son muy frecuentes en nuestras condiciones de producción, afectan el tamaño final adulto del animal (Pigurina et al., 1997). El mismo autor, afirma que para esta categoría, las etapas más críticas son el primer y el segundo invierno, concordando con Pittaluga et al. (1998) que sostiene que es en dichas estaciones dónde deben obtenerse ganancias moderadas para realizar una adecuada recría.

Bavera et al. (2005) concluyeron que los resultados experimentales sobre el crecimiento compensatorio no son concordantes. En algunos ensayos un período de subnutrición condujo a un efecto permanente en el peso y conformación final, mientras que en otros la capacidad de recuperación fue total. Esta discordancia entre trabajos ocurre porque el crecimiento compensatorio está sujeto a distintos factores, entre ellos se destacan; la naturaleza del mismo (si es una deficiencia energética o proteica); la intensidad y la duración de la restricción; el estado de desarrollo del animal cuando ocurre la restricción; la alimentación y duración del periodo en la realimentación.

En animales jóvenes una restricción proteica puede ocasionar la degradación de tejidos activos, lo que causaría un daño irreparable. Esto puede ocurrir debido a que las reservas de grasa son relativamente bajas a esta edad

y la reserva proteica en músculo también es poca; en consecuencia el tejido puede agotarse (Bavera et al., 2005).

Desde el punto de vista de la eficiencia de producción de carne, es importante mantener al animal con un óptimo crecimiento durante todas sus fases de desarrollo, garantizando de esta forma un menor costo energético por kg de peso producido y la terminación de animales a edades más tempranas, y desde el punto reproductivo la importancia recae en adelantar la edad del primer entore de las hembras (Beretta et al., 2008).



Gráfica 2.1. Evolución de peso de terneras desde el destete hasta la salida del segundo invierno, manejadas sobre campo natural de la zona este (Unidad Alférez) (Quintans y Vaz Martins, citados por Quintans, 2008).

Como se puede observar en la gráfica 2.1, la ganancia de peso de las terneras se asemeja a la producción de las pasturas naturales del Uruguay con los menores crecimientos en el invierno y los mayores en la primavera (Berretta 1994a, Berretta y Bemhaja 1994b), conclusión que es similar a la de Pigurina et al. (1998), quienes basándose en datos experimentales de la U.E. Glencoe en experimentos llevados a cabo entre los años 1984 y 1992, sostienen que la ganancia de peso de novillos tiene la misma tendencia que el crecimiento de las pasturas, registrándose pérdidas de peso durante el invierno, o en las mejores situaciones mantenimiento, dependiendo de la condición corporal del animal.

El cuadro 2.2, muestra cómo repercuten las limitantes antes mencionadas, sobre el desempeño de los animales en lo que a ganancia media diaria se refiere. Para el conjunto de las experiencias se registró una ganancia media diaria (GMD) invernal de -0,061 kg/día, una varianza de 0,02, un valor máximo de 0,195 Kg/a/día y un mínimo de -0,326 Kg/a/día. En el 62% de los experimentos se observan pérdidas de peso durante el período de evaluación (-0,153 kg/día); en el 14% los animales mantuvieron peso, lo cual podría

asociarse con años benévolos en lo que a clima se refiere, mientras que los casos en los que se reportan ganancias de peso (0,133 kg/día, 24%) se asocian con períodos experimentales que abarcan el comienzo o casi toda la primavera, lo que podría estar enmascarando pérdidas de peso en el período invernal.

Observando el mismo cuadro también se podría decir que animales con mayor PV inicial obtendrían GMD mayores ( $R^2=0.87$ ). Se observan diferencias en la GMD promedio para las diferentes regiones (Unidad Alférez -0,126 kg/día, Areniscas de Tacuarembó -0,066 kg/día, Suelos Arenosos 0,006 kg/día y Basalto 0,059 kg/día), en tanto no se desprende correlación de la GMD con la disponibilidad de forraje, ni con la carga. Este último podría estar asociado a diferencias en el aporte de forraje muerto, diferido de invierno. No reflejando las reales asignaciones de forraje por unidad de PV en pastoreo.

Cuadro 2.2. Resumen de experimentos evaluando la performance invernal de terneros pastoreando campo natural en distintas zonas del Uruguay.

Categoría	PVI (kg)	Tipo de suelo	Período	Disp. (kg/ha)	Carga (UG/ha)	GMD (kg/a)	Ref.
Terneras	136	Unidad Alférez	1/8 al 28/9	1400	0,85	-0,1	1
Terneras	101	Areniscas de Tbó.	20/6 al 20/9	< 754	0,45	-0,025	2
Terneras	242	Unidad Alférez	28/6 al 19/9	2150	1,1	-0,205	3
Terneras	150	Unidad Alférez	21/7 al 21/10	2000	1,02	-0,05	4
Terneras	121	Unidad Alférez	18/6 al 16/9	2000	0,4	-0,082	5
Terneras	150	Areniscas de Tbó.	11/7 al 29/8	< 700	0,63	-0,001	6
Terneras	148	Unidad Alférez	21/7 al 6/9	1100	1,04	-0,326	7
Terneras	150	Areniscas de Tbó.	22/7 al 25/9	< 700	0,6	-0,171	8
Terneras	155	Unidad Alférez	4/7 al 23/8	990	0,83	-0,225	9
Terneras	163	Suelos arenosos	14/6 al 29/9	1700	0,66	0,006	10
Terneros	169	Basalto	1/6 al 1/10	1700	0,84	0,195	11
Terneros	191	Basalto	26/6 al 15/12	1900	1,08	0,138	12
Terneras	145	Unidad Alférez	6/6 al 9/11	3000		-0,116	13
Terneras	137	Unidad Alférez	4/6 al 23/9			0,134	14
Terneras	155	Unidad Alférez	4/6 al 3/9	1575		-0,22	15
Terneros	193	Unidad Alférez	23/5 al 6/8	3585	1,6	-0,074	16
Terneras	150	Basalto	2/6 al 25/8	940	0,56	-0,237	17
Terneros		Basalto	Invierno	1100	0,9	0,078	18
Terneros	210	Basalto	Invierno	1400	1,17	0,119	19

PVI: peso vivo inicial, Disp.: disponibilidad, GMD: ganancia media diaria, UG: Unidad Ganadera tomada como 1 animal de 380 kg en mantenimiento (Leborgne, 2008).

1 Quintans et al. (1993), 2 Pigurina (1994), 3 Quintans et al. (1994b), 4 Quintans y Vaz Martins (1994c), 5 Quintans (1994d), 6 Pigurina (1995), 7 Gómez et al. (1995), 8 Pigurina y Brito (1996), 9 Campos et al. (2002), 10 Del Campo et al. (2005), 11 Pittaluga et al. (2007), 12 Luzardo et al. (2007), 13 Barreto et al. (2008), 14 Costa et al. (2008), 15 Straumann et al. (2008), 16 Rovira y Velazco (2009), 17 Blasina et al. (2010), 18 Luzardo et al. (2010), 19 Luzardo et al. (2012).

### 2.2.2. Primavera

Durante esta época del año, la alta tasa de crecimiento de la pastura natural; que tiene poca variación entre años; y su calidad, asociado a condiciones de temperatura que reducen los requerimientos del animal y a frecuentes efectos de crecimiento compensatorio a la salida del invierno, determinan las mayores tasas de ganancia media diaria del año (Pigurina et al., 1998).

Costa et al. (2008) evaluando la performance de terneras con distintas ganancias durante el invierno (baja, media y alta ganancia), concluyeron que las mismas ganaron aproximadamente 0,8 kg/animal/día durante la primavera siguiente manejadas sobre campo natural mejorado, sin que haya diferencias significativas entre los tres grupos.

En el cuadro 2.3 se presenta un resumen de trabajos experimentales que evaluaron las GMD de terneros en el periodo primaveral.

Según lo que se puede apreciar en dicho cuadro se puede concluir que los datos son coincidentes en que sin importar el manejo nutricional en el invierno previo que hayan experimentado los animales, durante la primavera siguiente la GMD será moderada o alta.

En el cuadro 2.3 se ve que no hay una correlación entre el PV inicial y la GMD ( $R^2=0,04$ ), tampoco se puede ver que exista una relación de la GMD con el tipo de suelo en este periodo, ni con la carga.

La GMD promedio de todos los experimentos es de 0,552 kg/a/día con una variación 0.09, un máximo de 0,947 kg/a/día y un mínimo de 0.259 kg/a/día.

Cuadro 2.3. Resumen de experimentos evaluando la performance primaveral de terneros.

Categoría	PVI (kg)	Tipo de suelo	Período	Pastura	Carga UG/ha	GMD (kg/a/día)	Referencia
Terneras	134	Unidad Alférez	29/9 al 16/4	CN	0,85	0,64	Quintans et al. (1993)
Terneras	133	Unidad Alférez	6/9 al 22/10	CN	1,4	0,262	Gómez et al. (1995)
Terneras	146	Unidad Alférez	23/8 al 9/10	CN	0,83	0,259	Campos et al. (2002)
Terneras	163	Areniscas de Tbó.	29/9 al 29/12	CN	0,66	0,48	Del Campo et al. (2005)
Terneras	136	Unidad Alférez	3/9 al 30/11	CN mejorado		0,947	Straumann et al. (2008)
Terneras		Basalto	26/8 al 27/11	CN	0,91	0,725	Blasina et al. (2010)

PVI: peso vivo inicial, Disp: disponibilidad, GMD: ganancia media diaria, UG: Unidad Ganadera tomada como 1 animal de 380 kg en mantenimiento (Leborgne, 2008).

### 2.3. FACTORES DETERMINANTES DE PRODUCCIÓN ANIMAL EN PASTOREO

La producción animal en pastoreo está determinada por el valor alimenticio del forraje, entendiéndose como valor alimenticio el producto entre la cantidad de forraje que un animal consume y la concentración de nutrientes del forraje (Reid 1994, Moore 1994). El valor nutritivo del forraje está conformada por tres factores: la composición química, la proporción que es digerida y la proporción con que los nutrientes digeridos son utilizados para mantenimiento y producción (Ulyatt, citado por Ferreira y Collins, 1982).

La producción ganadera sobre pasturas, depende en gran medida de la cantidad y calidad del forraje producido, de la capacidad del animal para cosecharlo y utilizarlo eficientemente, y de la capacidad del productor para manejar los recursos a su disposición, siendo la cantidad de alimento consumido el principal factor que determina la productividad animal (Galli et al., 1996).

### 2.3.1. Consumo de forraje

El consumo de forraje en pastoreo es controlado por factores propios del animal, del forraje, del manejo y del ambiente. El NRC (1987) señala que los dos principales factores que influyen en el consumo por el ganado en pastoreo son: la cantidad y calidad del forraje disponible; siendo la cantidad el primer factor limitante.

Moore (1981) propuso que cuando la cantidad de forraje es lo suficientemente alta, es la calidad del mismo la que determinará el consumo: en casos de forraje de baja calidad el consumo estará determinado por la distensión ruminal, o cuando el forraje es de alta calidad estará determinado a través de mecanismos metabólicos. En concordancia con esto Mejía (2002) recopiló varios trabajos que documentan los factores que controlan el consumo voluntario de forraje (Greenhalgh 1982, Allison 1985, NRC 1987, Minson 1990, Chávez 1995, entre otros) coincidiendo en los mecanismos que regulan el consumo: la teoría física, relacionada con la capacidad del tracto digestivo y velocidad de pasaje, y la teoría quimostática, basada en la densidad calórica de la dieta. En dietas bajas en energía (con frecuencia alta en fibra) el consumo es controlado por factores físicos (relleno ruminal y pasaje ingesta), mientras que el consumo de alimentos altamente digestibles y dietas de alta energía (a menudo baja en fibra y alta concentrado) es controlada por la demanda de energía de los animales y por factores metabólicos (NRC, 1987).

La mayoría de los mecanismos que determinan el consumo son iguales para animales en estabulación o en pastoreo; sin embargo, se destacan dos aspectos específicos para animales en pastoreo, la selectividad y la disponibilidad de forraje (Minson, 1990). La selectividad puede modificar la calidad de lo que consume el animal con relación a lo disponible y la disponibilidad afecta el comportamiento ingestivo y el consumo.

Cuando la cantidad de forraje no es lo suficientemente alta para que el consumo se regule por los factores mencionados más arriba, el consumo es afectado por el comportamiento ingestivo del animal a través de limitaciones en el peso de bocado, tasa de bocado y tiempo de pastoreo, siendo el peso de bocado la variable de mayor incidencia sobre el consumo (Hodgson 1990, Forbes 1995). El peso de bocado es muy sensible a variaciones en la altura de forraje pero también está afectado por la densidad de la pastura. En condiciones de pasturas limitantes se produce una reducción en el peso de bocado que el animal intenta compensar prolongando el tiempo de pastoreo y aumentando la tasa de bocado. El incremento en el tiempo de pastoreo y en la tasa de bocado, pueden compensar hasta cierto punto la disminución en el

peso de bocado, pero en situaciones severas no evitarán una caída en el consumo de forraje (Forbes 1988, Hodgson 1990).

La relación entre forraje disponible y consumo es curvilínea, ocurriendo aumentos decrecientes de este último por cada unidad de aumento en el forraje disponible hasta un máximo, que generalmente ocurre en disponibilidades 3 o 4 veces superiores a la cantidad de forraje consumido (Hodgson, citado por Millot et al., 1987).

Rayburn, citado por NRC (1987) concluye que el consumo de forraje pastoreado se maximiza cuando la disponibilidad de forraje es de aproximadamente 2.250 kg de materia seca/ha. Este valor no se lo puede tomar como algo fijo ya que depende del tipo y de la estructura del forraje. El ganado come sólo pequeñas cantidades de forraje senescente cuando tienen disponible forraje en crecimiento (Minson, 1990). Por lo tanto, los efectos de la disponibilidad de forraje en la ingesta deben ser considerados de acuerdo a la composición de los pastos y la posibilidad de seleccionar (pastoreo selectivo).

Cuando la disponibilidad de forraje es alta, Allison (1985) sostiene que las características de la dieta de rumiantes en pastoreo (alta en fibra y baja en energía digestible), limita el consumo voluntario por la capacidad del retículo-rumen y por la velocidad de desaparición de la digesta en este órgano. La velocidad de desaparición depende de la velocidad de paso y de absorción, que a su vez dependen de las propiedades físicas y químicas del forraje.

El consumo depende del volumen estructural del forraje, por lo tanto, del contenido de paredes celulares del mismo (Van Soest, 1994), siendo esta una fracción de lenta degradación y lento pasaje. Con relación a esto, Allison (1985) menciona que la fracción del forraje rápidamente fermentable no ocupa espacio en el retículo-rumen por períodos largos de tiempo, en comparación con los componentes estructurales (paredes celulares) del forraje.

En relación con el llenado ruminal, el contenido de materia seca del forraje puede influir en el consumo voluntario. Si la materia seca de forraje es inferior a 20%, como en algunas pasturas jóvenes, el volumen de agua en el rumen aumenta y tiene un efecto depresor sobre el nivel de consumo, esto a pesar de una alta digestibilidad del forraje (Verite y Journet 1970, Pasha et al. 1994, Meissner et al. 1995, John y Ulyatt, citados por Cangiano 1996). La edad de rebrote de planta es también un factor de variación. A medida que crecen las plantas, disminuye el contenido de proteínas, y aumenta el contenido de pared celular y tejidos con lignificación, como consecuencia hay un aumento del tiempo de retención de forrajes en el rumen, lo que limita el consumo voluntario (Baumont et al. 2000, Arthington et al. 2005).

Otro factor nutricional que limita el consumo, es un bajo contenido de N en la dieta. Allison (1985) indica que en dietas con forrajes toscos que contienen de 8 a 10% de proteína cruda, el consumo es limitado aparentemente por la capacidad del retículo-rumen por una lenta tasa de pasaje de la ingesta, y si la dieta excede del 10%, el consumo es afectado probablemente por otros factores metabólicos. Este factor se torna importante teniendo en cuenta que la proteína cruda del campo natural se encuentra en torno a estos valores y la categoría animal (terneros) posee elevados requerimientos de la misma.

El consumo de forraje está estrechamente relacionado con la digestibilidad del mismo, incrementándose éste al aumentar la digestibilidad, la cual controla la tasa de pasaje. Ketelaars y Tolkamp, citados por NRC (2000) establecieron que en el rango de 30% a 84% de digestibilidad de la materia orgánica (DMO), existe una relación lineal y positiva entre consumo de materia seca de forrajes (CMS) y la DMO. Mientras que por encima de 84% de DMO el consumo de la ingesta está relacionado por la demanda energética del animal.

La ingestión de alimentos ocasiona cambios en el cuerpo, los cuales son monitoreados por el cerebro; estos cambios incluyen factores físicos y químicos en el tracto gastrointestinal y hormonas y metabolitos en el torrente sanguíneo (Forbes, 1995). Además del llenado ruminal y el control quimiostático, Forbes (2003) señala que el consumo voluntario de forraje puede también ser limitado por hormonas, como la insulina, leptina y colecistoquinina.

Además de la cantidad y calidad de forraje hay otros factores que también inciden en el consumo pero que no se desarrollan por no estar directamente relacionados con este trabajo. Estos factores son de carácter fisiológico, ambiental y de manejo entre los cuales se destacan porcentaje de grasa corporal, el sexo, la edad, el estado fisiológico (estado de preñez o lactancia), el nivel de producción, el tamaño (frame), la temperatura, el crecimiento compensatorio, condiciones ambientales adversas, deficiencias nutricionales, promotores de crecimiento, etc.

### 2.3.2. Digestión y metabolismo proteico en el rumen

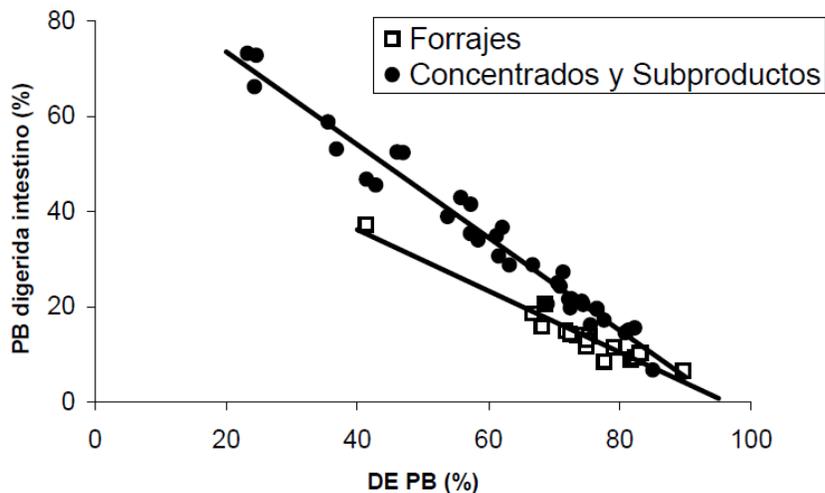
La digestión ruminal es un proceso dinámico que involucra la ingestión, la rumia y el pasaje de líquidos, bacterias y alimentos no digeridos, a través del abomaso hacia el tracto digestivo (Kamande, 2006).

Los microorganismos presentes en el rumen, mediante la degradación de los componentes nitrogenados que ingresan con el alimento, obtienen

péptidos, aminoácidos y sobre todo amoníaco, los cuales son indispensables para su crecimiento y proliferación (INRA 1981, Grudsky y Arias 1983). 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).

Estos compuestos nitrogenados que ingresan con el alimento, presentan un nivel de degradabilidad asociado a dos factores fundamentales, por un lado las características intrínsecas de los mismos, tales como su localización en los tejidos o características físico-químicas, que determinan su sensibilidad y accesibilidad por parte de las enzimas microbianas; y por otro lado, la intensidad y la duración de las acciones enzimáticas (INRA, 1981). Broderick et al. (1988) afirman que esta intensidad y duración de las acciones enzimáticas, están afectadas directamente por la tasa de pasaje, impactando fuertemente sobre la proteína dietaria, incrementando o disminuyendo la proporción de la misma que escapa a la digestión ruminal. Para demostrarlo, realizaron un experimento donde midieron la degradabilidad de varias fuentes proteicas in vitro e in situ, obteniendo valores de 20% de proteína no degradable en el rumen (PNDR) cuando la tasa de pasaje fue de 2%/hora, mientras que la PNDR ascendía a 47% cuando la tasa de pasaje era de 8%/hora.

La gráfica 2.2 muestra cómo se ve afectada negativamente la PB dietaria digerida en el intestino, a medida que aumenta la digestibilidad efectiva de la PB en el rumen.



DEPB=Degradabilidad Efectiva a nivel Ruminal  
 PB=Proteína Bruta

Gráfica 2.2. Variación del contenido de proteína bruta (PB) digerible en el intestino de los alimentos en función de su degradabilidad efectiva a nivel ruminal (DEPB) (González Cano, 2006).

Para que se produzca la degradación a nivel ruminal, es fundamental que los componentes nitrogenados sean previamente extraídos de las células u orgánulos donde se encuentran contenidos, es aquí donde las bacterias celulolíticas y la masticación juegan un rol fundamental en la rotura de las membranas (INRA 1981, NRC 1985). Hoover y Stokes (1991) revisaron varios trabajos in vivo e in vitro que demuestran que existe una fuerte correlación positiva entre el nivel de proteína degradable en la dieta y la eficacia de síntesis de proteína bacteriana.

Luego de realizada la extracción de estos componentes nitrogenados, entran en acción las enzimas proteolíticas, que se encuentran generalmente en la superficie de bacterias y protozoarios, mientras que las enzimas peptidasas se encuentran en el interior de los mismos (INRA, 1981). En discrepancia con lo antes expresado, Grudsky y Arias (1983) afirman que las enzimas proteolíticas presentes tanto en bacterias como en protozoarios han sido parcialmente caracterizadas, llegando a concluir que las mismas serían principalmente intracelulares, debido a que en el líquido ruminal existe poca actividad proteolítica.

El amoníaco presente en el rumen producto de la degradación proteica o del reciclaje de la urea (el cual es relevante en condiciones de N en la dieta limitante), es utilizado por los microorganismos; siempre que exista suficiente energía; para la síntesis de proteínas y otros componentes de las células

microbianas, tales como los ácidos nucleicos y los componentes nitrogenados de la pared celular. Este amoníaco es la fuente principal de N para los microorganismos, pero no es la única, ya que existen especies de bacterias capaces de obtener un alto porcentaje (20-50 %) de su N total a partir de aminoácidos y péptidos. A estos microorganismos se les asigna la capacidad de sintetizar todos los aminoácidos necesarios para el animal, incluyendo los esenciales. El amoníaco liberado que no es utilizado por los microorganismos, es absorbido por las paredes ruminales y llevado por la sangre hasta el hígado, dónde será transformado a urea y a partir de la misma podrá reutilizarse o excretarse en la orina (Gárriz y López, 2002).

La urea juega un rol importante en el rumen, ya que la misma entra continuamente al mismo, a través de sus paredes, procedente del torrente sanguíneo y también lo hace a través de la saliva, pero estas no son las únicas vías de ingreso, ya que puede hacerlo como constituyente de la dieta, y es una importante fuente de N para el crecimiento y la síntesis de proteínas por parte de las bacterias del rumen; ya que la urea es degradada rápidamente a CO<sub>2</sub> y amoníaco por medio de la enzima ureasa, dejando este último compuesto a disposición de los microorganismos (Grudsky y Arias, 1983).

Los microorganismos ruminales son capaces de sintetizar de novo los diez aminoácidos esenciales para los tejidos de los mamíferos (Nolan y Dobos, 2005). La síntesis de todos los aminoácidos se realiza a partir de amoníaco y esqueletos carbonados simples, producidos durante la degradación del alimento. Por esta razón, los rumiantes subsisten y tienen modestos niveles de producción, cuando sólo tienen NNP (urea, amoníaco) como fuente de N en la dieta (Virtanen, citado por Rodríguez et al., 2007). En este sentido Van Soest (1994) sostiene que disponibilidad en la dieta de aminoácidos, péptidos o de ambos, incrementa el crecimiento de bacterias celulolíticas y amilolíticas posiblemente por su incorporación en la proteína microbiana o a que incrementan la disponibilidad de esqueletos carbonados que pueden utilizarse como fuentes de energía o para la síntesis de novo de aminoácidos microbianos.

Debido a la rápida degradación de la urea en el rumen cuando esta es un constituyente de la dieta, es muy importante la presencia de carbohidratos solubles para asegurar una adecuada utilización de la misma por parte de las bacterias. Además pueden esperarse respuestas productivas a la suplementación con urea, sólo cuando la cantidad de N degradable en el rumen sea un factor limitante de la actividad ruminal. Esta situación ocurre ya sea cuando se entrega un aporte insuficiente de proteína dietaria o cuando ésta es de baja degradabilidad ruminal. En ambos casos, la magnitud de la respuesta a

la suplementación con NNP, estará condicionada por la materia orgánica fermentecible de la dieta (Egaña y Morales, 1986).

Stern y Hoover (1979), luego de revisar trabajos en los que se midió la eficacia de síntesis de proteína microbiana (PMo) in vivo, concluyeron que la eficacia media es de 30g de N por kg de materia orgánica verdaderamente fermentada en el rumen, con una variación en los valores entre 10 y 50. Esta media coincide con lo expresado por Astibia et al. (1982), donde los autores toman el valor de 30g como el que más se aproxima a la realidad.

El porcentaje de proteína dietética que escapa al metabolismo de los microorganismos del rumen es relativamente bajo (Grudsky y Arias, 1983), ya que la proteína total de la ración que se digiere en el rumen oscila entre el 70-80% para las más solubles y hasta el 30-40% para las menos solubles (Gárriz y López, 2002).

El aporte de proteína metabolizable (PM) que llega al duodeno consiste en la suma de la PMo sintetizada en el rumen, la proteína del alimento no degradada en el rumen (PNDR), y el N endógeno (INRA 1981, Stern et al. 1994, Mac Loughlin 2007). La PMo contribuye en gran medida al total de la proteína que llega al duodeno, presentando la misma un perfil aminoacídico relativamente constante (Stern et al., 1994). El INRA (1981) afirma que el N microbiano representa generalmente más de la mitad del N que entra al duodeno, con valores cercanos al 45-65% para dietas basadas en forrajes verdes o secos, y del 55-70% para raciones mixtas clásicas, sin urea ni proteína protegida.

Esta PM se ve incrementada cuando el animal consume dietas ricas en carbohidratos, mientras que la misma es afectada negativamente cuando el animal consume dietas ricas en PNDR; este fenómeno ocurre debido a un incremento en la PMo con el consumo de alimentos que contengan mayor cantidad de cadenas carbonadas y energía (Fernández Mayer, 2001).

La digestión de la masa microbiana que llega al intestino delgado, provee al rumiante de una fuente de aminoácidos muy completa y de excelente calidad (Stern et al., 1994), aunque con baja proporción de ciertos aminoácidos que son limitantes para la producción de carne y leche, tales como la metionina, treonina y lisina (Fernández Mayer, 1998). Esta PMo al igual que la PNDR se caracterizan por presentar una muy buena digestibilidad intestinal y la primera de ellas posee un valor biológico que supera el 60% (Grudsky y Arias 1983, Fernández Mayer 1998, Fernández Mayer 2001).

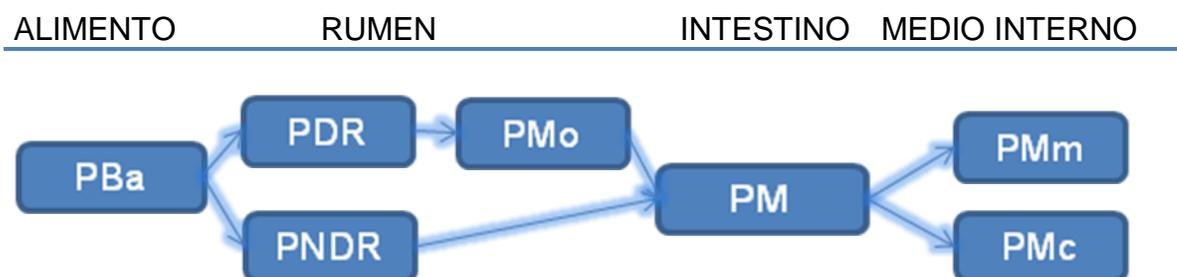
Cerca del 25% de la PMo está compuesta por ácido nucléico, el cual no puede ser usado por el rumiante para crecimiento y producción, por lo tanto, la PMo digestible es del orden del 75%, y la digestibilidad intestinal de esta PMo digestible es cercana al 85% (AFRC, citado por Fernández Mayer, 2001). Parker (2003) afirma que la PMo puede alcanzar a cubrir los requerimientos de PM del ganado carne en un rango que oscila entre el 50 y el 90%, dependiendo del estado fisiológico y la ganancia de peso del animal.

Mac Loughlin (2010b), establece que la PMo que llega al intestino es aproximadamente 80% verdadera, y posee una digestibilidad cercana al 80%, por lo tanto, para estimar el aporte de la misma a la PM utiliza la fórmula: Aporte de PMo a la PM= kg PMo\*0.8\*0.8; mientras que para estimar el aporte de PNDR a la PM se estima que la primera es 100% proteína verdadera y que su digestibilidad es del 80%, por lo tanto: Aporte de PNDR a la PM= kg PNDR\*0.8. Martínez Marín (2002), sostiene que la digestibilidad intestinal de la PNDR es variable, pudiendo oscilar entre el 50 y el 95%, dependiendo del alimento, haciendo referencia a la digestibilidad de la proteína endógena que llega al intestino delgado, el mismo autor sostiene que la misma presenta un 50% de proteína verdadera y que su digestibilidad ronda el 80%.

El término PM, es utilizado para designar a la proteína que será degradada por enzimas a estructuras de menor complejidad, y absorbida como aminoácidos en el intestino delgado (Soto y Reinoso, 2008). La PM luego de ser absorbida en el intestino, es destinada al mantenimiento, crecimiento y producción del animal, y para que esto suceda es fundamental que la energía a nivel tisular esté balanceada con los aminoácidos que llegan al duodeno (Mac Loughlin 2007, Mac Loughlin 2010a). Este balance a nivel tisular es importante porque, de no ser así, la PM excedente es degradada y utilizada como fuente de energía, lo cual es un proceso costoso energética y económicamente, y en caso de que la PM sea limitante, se resiente el crecimiento animal (Mac Loughlin, 2010b).

Martínez Marín (2002), menciona que el punto máximo de actividad de las proteasas pancreáticas, y por ende el punto máximo de degradación de las proteínas en el intestino delgado ocurre, en los dos tercios finales del mismo, destacándose la mayor absorción de los aminoácidos resultantes, en el íleon, con un diferencial a favor de los aminoácidos esenciales. Este concepto coincide con lo expresado por el INRA (1981), el cual sostiene que debido al tránsito rápido que mantiene la digesta en el intestino delgado, la misma recorre alrededor de un tercio de éste antes de que su pH alcance los valores ligeramente alcalinos que son óptimos para las proteasas, por ende la digestión de las proteínas tendría lugar, fundamentalmente, en el segundo tercio, y sería de poca importancia en el íleon.

El esquema que aparece a continuación, muestra una aproximación de cómo sería el metabolismo de las proteínas una vez que ingresan al organismo del rumiante.



- PBa= Proteína Bruta Alimentaria
- PDR= Proteína Degradable en el Rumen
- PNDR= Proteína No Degradable en el Rumen
- PMo= Proteína Microbiana
- PM= Proteína Metabolizable
- PMm= Proteína Metabolizable para mantenimiento
- PMc= Proteína Metabolizable para crecimiento

Figura 2.1. Esquema del metabolismo de las proteínas en distintas secciones del tracto gastrointestinal (Modelo 1 NRC, 2000).

### 2.3.3. Sincronización energía-proteína

El rumen necesita de ciertas condiciones fisicoquímicas para que se puedan dar los procesos fermentativos, las cuales son controladas por el rumiante, por ejemplo; temperatura, humedad, pH y el control de la dinámica de reciclaje de los compuestos en el rumen (Grudsky y Arias, 1983). Mediante el proceso de fermentación se libera amoníaco a partir de la proteína alimentaria. Con un pH de 6,5 o un poco superior es cuando la absorción de amoníaco a través de las paredes de los microorganismos es más rápida, disminuyendo a medida que éste desciende, haciéndose nula con pH próximo a 4,5. Por otro lado, la absorción de amoníaco se incrementa a medida que aumenta la concentración ruminal de este compuesto (Aldrich, citado por Fernandez Mayer, 2001).

Los microorganismos que habitan el rumen viven y se reproducen en condiciones de ausencia de oxígeno. El oxígeno que entra por el proceso de deglución y rumia es rápidamente eliminado por los gases dióxido de carbono y

metano, que genera el proceso de fermentación en cantidades importantes. También existen bacterias encargadas de eliminar el oxígeno, permitiendo que el rumen este siempre en anaerobiosis (Blanco, 1999).

Estas condiciones que es necesario se mantengan en el rumen, son fundamentales para el normal funcionamiento de los microorganismos. Ellos son los encargados de fermentar la proteína bruta y los carbohidratos de los alimentos ingeridos por el rumiante, extrayendo nutrientes y energía para uso propio y formando como productos de la fermentación principalmente ácidos grasos volátiles (AGV), metano y dióxido de carbono. Estos AGV (acético, propiónico y butírico) son usados por el rumiante como fuente primaria de energía y carbono, mientras que los gases (constituidos fundamentalmente por CO<sub>2</sub> (65%), Metano (25%), Nitrógeno (7%) y trazas de Hidrógeno y Oxígeno, son eliminados por la vía del eructo (Stern et al. 1994, Santini y Elizalde 1994).

El crecimiento óptimo de los microorganismos ruminales está relacionado, primariamente, con la cantidad y tasa de digestión de los carbohidratos en el rumen y con la disponibilidad de una fuente de N apropiado. Existe una relación directa entre el contenido proteico y el energético de una dieta para alcanzar un máximo aprovechamiento de ambos componentes (Hoover y Stokes, 1991). La síntesis de PMo se puede maximizar, si se sincroniza la disponibilidad de energía fermentable y de N degradable para los microorganismos en el rumen (Orskov, 1992), pero para que ese sincronismo sea el correcto también hay que tener en cuenta la conformación de la población de microorganismos del rumen (Bach et al., 2005).

La degradación ruminal de los carbohidratos aporta la energía en forma de ATP que requieren los microorganismos para su metabolismo. Entonces, según la disponibilidad de energía que haya en el rumen se define si los péptidos y aminoácidos que se producen durante la degradación extracelular de las proteínas de la dieta son catabolizados o anabolizados por los microorganismos (Rodríguez et al., 2007).

Cuando faltan carbohidratos solubles para el crecimiento microbiano, o la degradación de la proteína excede la de los carbohidratos, se produce una asincronía entre la disponibilidad de energía y de amoníaco. Esto hace que la captación del N por parte de los microorganismos sea menor que el amoníaco liberado, por lo cual la concentración del mismo aumenta en el líquido ruminal, y este se pierde en grandes cantidades. Ello no quiere decir que en el rumen esté faltando energía, ya que la misma depende de la digestibilidad de los carbohidratos de la dieta (Nocek y Russell 1988, Santini y Elizalde 1994, Di Marco et al. 2002). La falta de energía también provoca que se recurra a la

fermentación de la proteína verdadera dietaria para generar energía (Fernández Mayer, 2001).

En el caso contrario, cuando la limitante es la disponibilidad de proteína para los microorganismos, hay que corregir la deficiencia de N respecto a los carbohidratos para que no se vea afectada la síntesis de PMo al generarse un ambiente inapropiado, con exceso de acetatos y butiratos. Todo indica que una óptima sincronización, en tiempo y forma, entre los carbohidratos y la PDR, mejoraría la eficiencia y cantidad de PMo (Nocek y Russell, 1988).

Si bien se desconoce la relación óptima de carbohidratos no estructurales y N amoniacal, Hoover y Stokes (1991) encontraron en condiciones de laboratorio, a pH controlado en un fermentador, que el máximo de producción microbiana se obtiene con una relación de carbohidratos no estructurales y proteínas degradables en rumen de 2 a 1. Esto en la práctica no se logra, pero demuestra la importancia de suministrar la cantidad de N degradable en rumen adecuada cuando la energía no es limitante (Bach et al., 2005).

En los estudios *in vivo* es posible encontrar respuestas positiva al sincronizar las fuentes de energía y proteína de una dieta (Matras et al., 1991), mientras que los realizados *in vitro* no muestran resultados satisfactorios (Newbold y Rust, 1992).

Stokes et al. (1991) formularon distintas raciones para determinar las interacciones entre el nivel de carbohidratos no estructurales y el de proteína bruta digestible. Como las raciones que contenían un mayor contenido de carbohidratos no estructurales y de proteína bruta digestible resultaron en una síntesis de PMo mayor, después de concluido el experimento estos autores concluyeron que las raciones formuladas con un nivel de carbohidratos no estructurales superior al 24% y un nivel de PDR por encima del 9% aumentan el aporte de PMo al duodeno.

Aldrich et al. (1993) formularon un experimento en el cual las dietas contenían dos niveles de fermentabilidad de carbohidratos y proteína bruta. Las raciones formuladas para contener 36% de carbohidratos no estructurales, de los cuales el 80% eran fermentescibles en el rumen, y 17,5% de proteína bruta, de la cual el 66% era degradable en el rumen, condujeron al aporte máximo de N microbiano al duodeno. La disminución en la cantidad de carbohidratos o de la proteína fermentescible en el rumen, se tradujo en una reducción de la cantidad de PMo sintetizada. A su vez, las dietas con proteína de baja degradabilidad ruminal aumentaron el aporte de aminoácidos esenciales al duodeno, pero la cantidad de arginina, isoleucina y metionina no aumentó.

Entonces, se puede decir que existe una correlación positiva entre la síntesis de PMo, la digestión del alimento y el consumo de proteína digestible en el rumen. Aldrich et al. (1993), hallaron que la digestión de la MS, de los carbohidratos y de la proteína, realizada por los microorganismos ruminales, aumentaba a medida que se incrementaba el nivel de PDR.

Henning et al. (1993) realizaron una infusión ruminal de la misma cantidad de carbohidratos o proteína, pero con distinto perfil de infusión, bien en dosis puntuales cada 12 horas o infusión constante. La infusión constante de carbohidratos aumentó la eficacia de síntesis de PMo, pero el nivel de sincronización entre energía y proteína no tuvo ningún efecto sobre la eficacia de síntesis o el aporte total de PMo. Estos resultados indican que la disponibilidad constante de energía es más importante para el crecimiento microbiano que la sincronización de la fermentabilidad de la energía y la proteína, siempre y cuando el N no sea un factor limitante.

Santini y Elizalde (1994), Fernández Mayer (2008) afirman que cuando la concentración de amoníaco se encuentra entre 5 a 8 mg/100 ml de líquido ruminal se puede lograr el crecimiento máximo de microorganismos. Con dietas de forrajes frescos que contengan entre 12 y 14% de proteína bruta se obtienen niveles de amoníaco en rumen de 5 mg/100 ml. Pasada esta cantidad la concentración de amoníaco en rumen aumenta mucho debido a que los microorganismos no son capaces de captarlo, dado que necesitarían una mayor disponibilidad de energía debido al desbalance energético proteico que tienen las pasturas de alto tenor en proteínas. A partir de estas condiciones Santini y Elizalde (1994) realizaron un trabajo en Balcarce en el que demostraron que suministrándole más carbohidratos a esa misma dieta, mediante el suplemento de granos, se logró un incremento en la utilización de amoníaco. El aumentar los niveles de carbohidratos no estructurales en la dieta provocó un aumento en el crecimiento microbiano, lo cual evidenció una mayor eficiencia de utilización del N por los microorganismos y un incremento significativo en la producción de PMo.

Mansfield y Stern (1994) compararon dos fuentes de carbohidratos y dos fuentes de proteína como suplementos, obteniendo como resultado que las interacciones entre la fuente de proteína y la de carbohidratos respecto al metabolismo nitrogenado en el rumen y el aporte de proteína al duodeno no fueron significativas. Ni el tipo de carbohidratos ni el de proteína afectaron a la eficacia de síntesis de PMo o al aporte de N microbiano al duodeno.

Según Dewhurst et al. (2000) se puede cambiar la sincronización energético proteica de una dieta, mediante cambios en sus ingredientes o en la

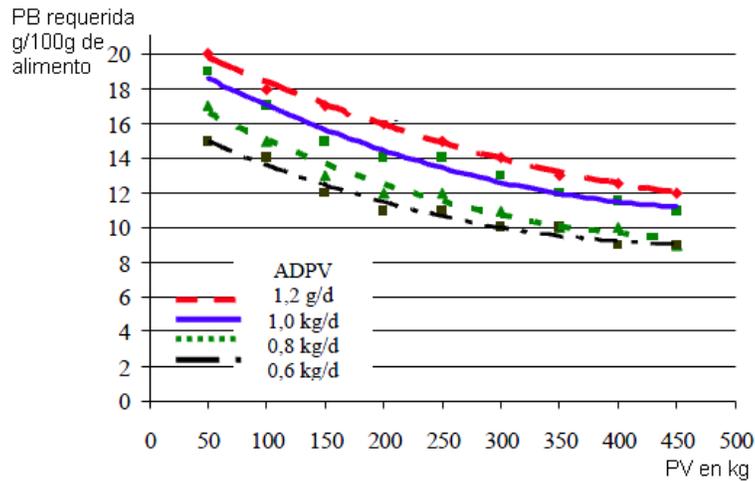
frecuencia de oferta de determinados componentes energéticos o proteicos de la ración, o mediante la combinación de estas formas. Pero no es posible definir a cuál de los cambios se debe el aumento en la síntesis de PMo.

En síntesis lo que estos autores concluyen es que para optimizar la producción animal es necesario alcanzar un máximo crecimiento de los microorganismos ruminales. Para esto es necesario un nivel de carbohidratos con una fuente de proteínas digestible en el rumen apropiada, pero a su vez, que estos dos componentes se encuentren disponibles simultáneamente en el rumen, para que la mayor parte del amoníaco liberado por la fermentación pueda ser utilizado por dichos microorganismos y así sintetizar PMo, manteniendo de este modo el ambiente ruminal en su óptimo y aumentando el contenido de PMo que llega al intestino. A su vez el nivel de carbohidratos no estructurales necesario para optimizar la síntesis de proteína microbiana depende de la cantidad y tipo de proteína de la dieta, de la conformación de la población de microorganismos, de la velocidad de tránsito ruminal, del pH y posiblemente de algún otro factor.

#### 2.3.4. Requerimientos proteicos

Pordomingo (2005) afirma que terneros recién destetados con más de 5 meses, presentan requerimientos de 14 o 16% de proteína bruta en la dieta, mientras que en novillos de más de 400 kg los requerimientos descienden a 11 o 13%, lo cual se puede apreciar claramente en el grafico 2.3. El mismo autor sostiene que el requerimiento de proteína bruta, sin embargo, depende también de la metabolicidad de la misma. Por ejemplo, si la calidad de la proteína de la dieta es baja y además una fracción alta de la misma (superior al 35%) proviene de una fuente nitrogenada no proteica, la forma de alcanzar los mínimos de PM es mediante un aumento en los requerimientos de proteína bruta. En situaciones como estas, los requerimientos de terneros se aproximarían más al valor de 16% de proteína bruta y los de un novillo en terminación a 14% (Pordomingo, 2005).

En otras palabras lo que dice el grafico 2.3 es que a medida que aumenta el PV del animal disminuye el requerimiento de PB en el alimento y a medida que aumenta la ganancia diaria aumenta los requerimientos de PB del alimento.



ADPV= Aumento Diario de Peso Vivo.

Gráfica 2.3. Requerimientos de proteína bruta según peso vivo y ganancia diaria (Pordomingo, 2005).

En animales jóvenes, es fundamental controlar el nivel proteico de la dieta, para que este no caiga por debajo del 15% de proteína bruta, y a su vez mantener la oferta de NNP por debajo de un tercio del total de N ofrecido, cabe destacar que los terneros tienen un manejo de la eficiencia del nitrógeno menor al presentado por novillos o vacas (Pordomingo, 2005).

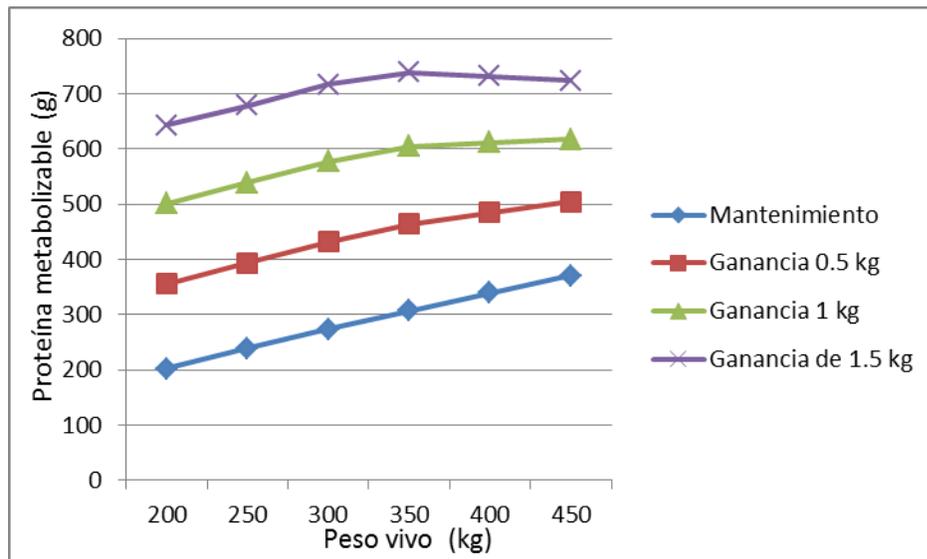
La historia nutricional previa también tiene efectos sobre los requerimientos proteicos y la respuesta a la proteína de la dieta (Sainz et al., 1995). Recrias muy restrictivas generan efectos compensatorios en la fase siguiente, donde los requerimientos proteicos se elevan en 1 o 2 puntos (ej. 14 a 16% en terneros y de 12 a 14% en novillos, Pordomingo, 2005).

Hasta acá se plantea el tema de los requerimientos de proteína en términos de porcentaje en el alimento, lo que nos permite tener un primer acercamiento a las exigencias por parte de los animales, pero es relativa a la metabolicidad de la dieta y a la calidad de la proteína (Pordomingo, 2005), siendo más preciso expresar los requerimientos en g/día de proteína metabolizable.

El INRA (1988) estableció que los requerimientos de PM para mantenimiento son de 3,25 g PM/kg PV<sup>0.75</sup>, valor próximo a lo expresado por Wilkerson et al. (1993), quienes determinaron que 3,8 g PM/kg PV<sup>0.75</sup> es el valor adecuado.

La PM retenida en la ganancia de peso esta explicada por una fórmula que involucra factores como la ganancia media del animal y la etapa de crecimiento, por lo tanto el valor que se destinará a esta actividad será variable (Orskov 1988, Pordomingo 2005, Mac Loughlin 2007). Conforme con esta afirmación, el INRA (1988), Ainslie et al. (1993), Wilkerson et al. (1993), sostienen que la eficiencia de conversión PM a PN para ganancia de peso, disminuye a medida que aumenta el peso vivo del animal.

Como se aprecia en el grafico 2.4 a medida que aumenta el PV del animal, o aumenta la ganancia de peso diaria los requerimientos de PM aumentan, pero a medida que las ganancias son más altas los incrementos en los requerimientos de PM respecto al PV son menores hasta que llegan a un máximo y se mantienen.



Gráfica 2.4. Evolución de los requerimientos de proteína metabolizable (g/día) al aumentar el peso vivo para vacunos en mantenimiento o con diferentes niveles de ganancia de peso (NRC, 2000).

Orskov (1988) expresa que el genotipo y el sexo dan distintos requerimientos proteicos. En cuanto al genotipo, el ritmo de deposición de proteína corporal en razas livianas y pesadas es diferente, habiendo más requerimientos de proteína en las razas pesadas. En cuanto al sexo, manteniéndose una misma raza y ganancia de peso las hembras deponen más grasas y menos proteína. Según el ARC, citado por Orskov (1988) las hembras deponen un 10% menos de proteína que los machos castrados y estos deponen un 10% menos de proteína que los machos enteros.

## 2.4. SUPLEMENTACIÓN COMO ALTERNATIVA PARA LEVANTAR LIMITANTES DE PÉRDIDA DE PESO INVERNAL

Los suplementos son alimentos que complementan el pastoreo de los animales, ayudando a conformar su dieta. Existe una gran diversidad de suplementos los cuales se los puede clasificar en forrajes bastos, concentrados energéticos, concentrados proteicos, melazas, minerales y otros.

Este trabajo está enfocado en la suplementación de concentrados energéticos-proteicos teniendo en cuenta las exigencias de los terneros entre los 150 a 200 kg., y del aporte y la calidad del forraje durante el invierno sobre el campo natural.

Según Balbuena (2002) la suplementación es una de las tecnologías disponibles para aumentar la producción a través de una mejor utilización del pasto, atenuando o corrigiendo el déficit de calidad y cantidad del forraje disponible. Se utiliza con los objetivos de aumentar la ganancia de peso (efecto directo) o aumentar la carga animal (efecto indirecto), aunque rara vez estos efectos se presentan aislados. Otros usos son para cubrir situaciones de emergencia (sequías, inundaciones) y para evitar deficiencias minerales (suplementación mineral).

La suplementación impone generalmente cierto nivel de sustitución o sea que el consumo de suplemento reduce el consumo de pasto y también genera un cambio en la rutina diaria del comportamiento de los animales (Bargo et al., 2003).

### 2.4.1. Suplementación invernal sobre campo natural

Se ha generado abundante información a nivel nacional sobre la respuesta animal a la suplementación para terneros manejados sobre pasturas restrictivas en cantidad o calidad de forraje. Los resultados nacionales han sido consistentes en demostrar que es posible mantener un nivel de ganancia en torno a 250 g/día en terneros cuando se suplementan con concentrados energético-proteicos a un nivel de 0,5 a 1% del peso vivo, cuando los mismos son manejados sobre campo natural durante invierno. En la medida que la performance observada en esos animales sin suplementación está en torno a pérdidas de 200 g/día, los valores de eficiencia de conversión se ubican entre 3 a 4 kg de concentrado por cada kg incremento en la ganancia adicional de peso vivo (Simeone y Beretta, 2006).

En el cuadro 2.4 se presenta un resumen de trabajos nacionales evaluando la respuesta a la suplementación invernal en terneros, cuantificada a través de la ganancia diaria de peso vivo y la eficiencia de conversión del suplemento. Estos trabajos incluyen comparaciones entre diferentes tipos de suplemento, forma y nivel de suministro, así como variaciones en la disponibilidad de pastura y carga animal.

Cuadro 2.4. Ganancia media diaria (GMD) y eficiencia de conversión (EC) en respuesta a la suplementación invernal en terneros pastoreando campo natural (síntesis de trabajos experimentales realizados en el país).

Categoría	Tipo de suelo	Epoca	Tipo de suplemento	Forma de suministro	Oferta de suplemento (% PV)	Disponibilidad de pasturas (kg de MS/ha)	Carga UG/ha.	GMD kg/día	EC	Autor
Terneras	Unidad Alferez	1/7 al 28/9	Sin suplementar		0,00	1200 - 1600	0,85	-0,103		1
			Afrechillo de arroz crudo	Diario	0,35			0,068	2,9*	
			Afrechillo de arroz crudo	Diario	0,70			0,193	3,4*	
			Afrechillo de arroz crudo	Diario	1,00			0,219	4,7*	
Terneras	Unidad Alferez	18/6 al 16/9	Sin suplementar		0,00	2000	0,5	-0,077		2
			Afrechillo de arroz desgrasado	Diario	0,35			0,044	3,6*	
			Afrechillo de arroz desgrasado	Diario	1,50			0,231	6,5*	
Terneras Hereford	Unidad Alferez	21/7 al 20/10	Sin suplementar		0,00	Inico 2760/fin 1230	1,04	-0,038		3
			Sorgo molido/afrechillo arroz (3/1)	Diario	0,70			0,096	7,83	
			Expeller de girasol	Diario	0,70			0,282	3,28	
			Afrechillo de arroz crudo	Diario	0,70			0,205	4,32	
Terneras Hereford y cruce Angus	Unidad Alferez	14/7 al 9/10	Sin suplementar		0,00	1100	0,83	-0,225		4
			Afrechillo de arroz crudo	Diario	1,00			0,303	3,76	
			Ración comercial 20% PC	Diario	1,00			0,324	3,07	
Terneras Braford	Areniscas	14/6 al 29/9	Sin suplementar		0,00	1850	0,66	0,006		5
			Exp. girasol + afr. trigo	Diario	1,00			0,71	0,134	
Terneros Braford	Basalto	1/6 al 1/10	Sin suplementar		0,00	1700	0,84	0,195		6
			Afrechillo de arroz	Diario	1,00	2000		0,355	8,1	
Terneros	Unidad Alferez	23/5 al 6/8	Sin suplementar		0,00	3585	1,6	-0,039		7
			Ración	Diario	1,00	4232		0,649	3,1	
			Ración con 9% sal	Autoconsumo	1,00	3379		0,649	4,4	
			Ración con 15% sal	Autoconsumo	1,00	3608		0,325	5,4	
Terneras Hereford y Her./Ang.	Basalto	2/6 al 27/11	Sin suplementar		0,00	941		-0,237		8
			Ración comercial 14% PC	Diario	1,00			0,260	3,2	
			Ración comercial 14% PC	Autoconsumo	1,36			0,384	3,7	
Terneros	Basalto	Invierno	Sin suplementar		0,00	1500 - 1800	0,85 a 1,1	0,260		9
			Afrechillo de arroz	Diario	1,00			0,670	4	
			Grano de maiz	Diario	1,00			0,550	5,4	
			Expeller de girasol	Diario	0,50			0,450	4,3	
Terneros	Basalto	Invierno	Sin suplementar		0,00	1100 - 1500	1,1	0,078		10
			Afrechillo de arroz	Diario	1,00			0,600	3,7	
			Afrechillo de arroz	Lunes a viernes	1,00			0,520	4,2	
			Afrechillo de arroz	Día por medio	1,00			0,560	3,9	
Terneros	Basalto	Invierno	Sin suplementar		0,00	1400	1,3	0,119		11
			Afrechillo de arroz	Diario	0,80			0,570	4,1	
			Afrechillo de arroz	Lunes a viernes	0,80			0,637	3,7	
			Afrechillo de arroz	Día por medio	0,80			0,661	3,6	
Terneros	Basalto	Invierno	Sin suplementar		0,00	740	1,26	0,406		12
			Afrechillo de arroz	Diario	0,80			0,635	7,5	
			Afrechillo de arroz	Lunes a viernes	0,80			0,676	6,4	
			Afrechillo de arroz	Día por medio	0,80			0,612	8,4	

\* Eficiencia de conversión calculada en base a datos experimentales

PV=peso vivo; MS=materia seca; UG=unidad ganadera; EC=eficiencia de conversión.

1 Quintans et al. (1993), 2 Quintans (1994d), 3 Gomez et al. (1995), 4 Campos et al. (2002), 5 Del Campo et al. (2005), 6 Pittaluga et al. (2007), 7 Rovira y Velazco (2009), 8 Blasina et al. (2010), 9 Luzardo et al. (2010), 10 Luzardo et al. (2010), 11 Luzardo et al. (2012), 12 Luzardo et al. (2012).

En el cuadro 2.4 se puede ver un amplio rango de variación en la eficiencia de conversión del suplemento que va de 2.9 (Quintans et al., 1993) a 12.7 (Del Campo et al., 2005) kg de suplemento por kg de ganancia adicional con relación al testigo sin suplementar. Del mismo se desprende que la mediana de la eficiencia de conversión es de 4, lo que indica que en el 50% de los casos, la misma estuvo por debajo de ese valor lo que es una muy buena relación para convertir kilos de suplemento en kilos de peso vivo. Esto evidencia la importancia de conocer cuáles son los factores que afectan dicho parámetro.

Observando detenidamente el cuadro se puede ver que la eficiencia de conversión está relacionada a varios factores entre los que se destacan, el tipo de suplemento, el nivel de suplementación, la forma de suministro y la performance observada en los animales que están solo a campo natural, la cual está determinada por la asignación, disponibilidad y calidad de las pasturas en la que se encuentran. Estas relaciones ya han sido reportadas por distintos investigadores: el tipo de suplemento (Balbuena et al. 2003, Simeone y Beretta 2004), el nivel de suplementación y la forma de suministro (Balbuena et al. 2003, Rovira et al. 2009b), y la cantidad y calidad de la pastura (Beretta et al., 2004). Además de estos factores hay otros como son la categoría animal o la época del año en que se realiza la suplementación (Simeone y Beretta, 2004), pero la variación de la eficiencia de conversión respecto a estos últimos factores no la tendremos en cuenta en esta revisión bibliográfica debido a que está enfocada a la suplementación invernal de terneros y estarían dados como fijos.

Observando los experimentos que trabajan con distintos tipos de suplementos (Gómez et al. 1995, Campos et al. 2002, Luzardo et al. 2010), se puede notar que existen alimentos que tienen mejor eficiencia de conversión que otros, en los mismos se puede ver que alimentos que tienen mayores contenidos de proteína cruda (expeler de girasol, afrechillo de arroz) tienen mejores eficiencias de conversión que aquellos con un menor contenido de proteína cruda (grano de sorgo y maíz).

Pordomingo (2003) plantea que la suplementación sobre campo natural con buena disponibilidad de forraje se debe hacer con suplementos proteicos ya que estos mejoran el contenido de proteína en el rumen facilitando la digestión de la fibra y aumentando la tasa de pasaje del forraje permitiendo un mayor consumo de materia seca por los animales, esto toma mayor importancia en categorías jóvenes donde además tienen mayores requerimientos de proteína.

Cuadro 2.5. Porcentaje de proteína cruda de los alimentos utilizados en algunos experimentos.

Autor	Tipo de suplemento	Materia seca %	Proteína Cruda %
Gómez et al. (1995)	Sorgo molido/afrechillo arroz (3/1)	88,7	10,3
	Afrechillo de arroz crudo	90,7	14,6
	Expeler de girasol	92,6	32,5
Campos et al. (2002)	Afrechillo de arroz crudo	89,7	14,2
	Ración comercial	88,2	20,9
Luzardo et al. (2010)	Grano de maíz*	87,8	9,2
	Afrechillo de arroz*	89,2	15,2
	Expeler de girasol*	90,8	36,3

\*Valores de tabla, tomado de Mieres (2004).

En cuanto a los niveles de suplementación, se puede observar en el cuadro 2.4 que, a medida que estos disminuyen, la eficiencia de conversión aumenta (esto se aprecia con claridad en el trabajo 1, 2 y 8). Esta tendencia concuerda con la reportada por Pordomingo (2003) quien establece que con el incremento de la participación del grano en la dieta se reduce su eficiencia de conversión y aumenta el riesgo de trastornos metabólicos. Además agrega que la eficiencia de la fermentación ruminal del grano se incrementa en la medida en que se expone el almidón al líquido ruminal, por lo que el procesado en molido o aplastado mejora la digestibilidad de los granos con respecto al ofrecido entero.

Existen antecedentes de que la suplementación discontinua funciona en forma eficiente, por ejemplo suplementar solo de lunes a viernes o día por medio, disminuyendo así los costos de distribución del suplemento en comparación con la suplementación diaria y también, permitiendo un uso más eficiente de la mano de obra, infraestructura y equipamiento del predio, permitiendo liberar tiempo para otras actividades (Luzardo et al., 2012). Salvo para situaciones de emergencia (sequías), no se han encontrado antecedentes a nivel productivo de la utilización de suplementación energética y energética-proteica discontinua con fines productivos (Balbuena et al., 2001).

De acuerdo a lo mencionado por Luzardo et al. (2012) la suplementación invernal discontinua sobre campo natural, con afrechillo de arroz a una oferta de entre 0,8 a 1% del PV (como base diaria) no presentó efectos negativos frente a una suplementación diaria.

La tecnología de los comederos de autoconsumo es una práctica difundida en el país en los últimos tiempos debido a su practicidad. Dicha tecnología permite la suplementación en sistemas que presentan como limitante problemas operativos para la distribución diaria del concentrado, permitiendo el ahorro de mano de obra y tiempo (principal ventaja de la técnica). Consiste en permitir el acceso libre de los animales a un comedero especialmente diseñado para proveer alimento a medida que éste es requerido por los animales. Consta de un depósito en el que se acumula el suplemento y dos frentes de ataque por donde los animales acceden al mismo. A medida que consumen el suplemento, este mecanismo renueva la oferta hasta vaciar el depósito. Para limitar el consumo se utiliza cloruro de sodio (NaCl), generalmente entre el 9-12% en las raciones comerciales, lo cual teóricamente limitaría el consumo en alrededor del 1% del peso vivo manteniendo niveles moderados de suplementación y evitando posibles trastornos debidos a niveles mayores de consumo de concentrado (Rovira y Velazco, 2009).

En cuanto a la forma de suministro en comederos de autoconsumo Rovira y Velazco (2009) concluyeron que los animales suplementados en comederos de autoconsumo tienen una menor ganancia media diaria que aquellos suplementados diariamente lo que ocasiona una mayor eficiencia de conversión. Entre los posibles motivos que explican estas diferencias destacan un menor valor nutritivo de las raciones de autoconsumo expresado a través de una menor digestibilidad de la materia orgánica y la mayor desuniformidad del consumo entre días en comparación con la suplementación diaria. A mayor consumo diario de sal no sólo son mayores los costos de mantenimiento del animal para excretarla, sino que también se ha reportado una disminución en la digestión de la fibra y proteína debido al elevado consumo de sal (Moseley y Jones, citados por Schauer et al., 2004).

Cepeda et al. (2005), suplementando en invierno a terneros de destete sobre una pastura de Raigrás, no registraron variaciones significativas en el consumo de grano entre días, cuando se suministró en autoconsumo con relación al suministro diario.

Rovira y Velazco (2012a) registraron que el consumo diario promedio de ración, en comederos de autoconsumo incluyendo NaCl como regulador de consumo al 9% y 15% de la materia seca de la ración, fue de 1,61% y 1,26% del peso vivo respectivamente, reportando que si bien la sal en la ración fue efectiva para restringir el consumo diario, no lograron el límite de 1% de peso vivo (considerado el óptimo bio-económico). Rovira y Velazco (2012b) presentan un resumen de trabajos experimentales nacionales e internacionales que muestra que para lograr un consumo del 1% de peso vivo sería necesario un contenido de sal entre 15-20%.

El tipo de pasturas que se utilice (especie, manejo previo, pastura nueva o vieja, etc.) y la carga con la cual se pastoree, permitirá distinto grado de selectividad a los animales, lo que determinará su consumo, la calidad de la dieta y ganancia de peso. El efecto de estas variaciones entre las pasturas puede ser tanto o más importante que la suplementación y puede llegar a condicionar la respuesta animal a la misma (De León, 2004).

Los animales jóvenes son los más eficientes en conversión por el menor costo energético de mantenimiento (menor masa corporal) y una menor proporción de tejido graso en el aumento de peso diario. Por otro lado, los animales jóvenes son más exigentes en la calidad de la dieta. Dietas aptas para aumentos de peso superiores a 1 kg/día en novillos grandes pueden ser deficientes en proteína y minerales en alimentación de terneros o vaquillonas (Pordomingo, 2003).

#### 2.4.2. Sustitución de pastura por suplemento

La suplementación energética provoca cambios en el ambiente ruminal y en la conducta de pastoreo que generalmente deprimen el consumo de forraje ocasionando así una sustitución de pastura por concentrado (Bargo et al., 2003). La cantidad de pastura que el animal deja de consumir por unidad de suplemento ingerido se denomina tasa de sustitución (TS), por ejemplo una TS de 0.7 significa que por cada kg de materia seca (MS) de suplemento ingerido se reduce el consumo de pastura en 0.7 kg MS.

Diversos factores afectan la TS, generalmente se ubica entre 0.2 y 1.1 dependiendo de la calidad y cantidad de la pastura y del suplemento ingerido. A mayor calidad de la pastura mayor TS, los forrajes conservados (henos, ensilajes) tienden a presentar mayor TS que los concentrados. Con baja disponibilidad de pastura la TS tiende a minimizarse (Bargo et al., 2003).

Elizalde (2000) sostiene que en una suplementación con granos en pastoreo hay un efecto doble sobre la utilización de la pastura. Por un lado es afectada la digestión del forraje (efecto depresivo sobre la digestión de la fibra) y por otro hay una sustitución de forraje por suplemento.

En los forrajes de alta calidad el efecto de la suplementación será mayor sobre la reducción en el consumo de forraje que sobre el proceso digestivo. Por eso es importante que se logre un forraje de alta calidad en caso de que se decida suplementar (Elizalde, 2000).

Simeone y Beretta (2005) demostraron que a medida que la asignación de forraje aumenta, la respuesta adicional de los animales a la suplementación decrece. El nivel de sustitución de consumo de forraje por suplemento está relacionado directamente con la cantidad de forraje asignado, y se sabe que por debajo de niveles de consumo de forraje de 1,5 %PV el efecto de sustitución es mínimo. Esto determina que la suplementación aumente el consumo total de nutrientes por parte del animal (Vaz Martins, 1996).

Debido al efecto de sustitución, los suplementos aportan de forma efectiva menos energía que el valor que figura en su composición, debido al menor aporte de la pastura ocasionado por el menor consumo (Reinoso y Soto, 2005).

#### 2.4.3. Comportamiento animal asociado al autoconsumo de suplemento e interacción con el pastoreo

La suplementación con concentrados a animales en pastoreo no afecta la tasa de bocado o el peso de bocado, pero si reduce el tiempo de pastoreo (Bargo, s.f.). Bargo (s.f.), luego de resumir 7 trabajos experimentales con animales adultos con un rango de consumo de 2 a 8 kg/d obtuvo una regresión con una relación negativa entre tiempo de pastoreo (TP, min/d) y consumo de MS de concentrado (CMSC, kg/d):  $TP = 578 - 12 \text{ CMSC}$  ( $R^2=0.88$ ).

Cepeda et al. (2005) concluyeron que el tiempo destinado al pastoreo promedio fue afectado negativamente por la suplementación tanto en suplementación diaria como en comederos de autoconsumo, siendo mayor el tiempo de pastoreo cuando los animales no son suplementados, lo que conlleva a un menor consumo de forraje de los animales suplementados.

Blasina et al. (2010) obtuvieron resultados similares a los antes expuestos, sosteniendo que la actividad de pastoreo es la que insumió más tiempo a los animales y registraron diferencias significativas entre tratamientos, siendo mayor la actividad de pastoreo en los animales sin suplementación que en los suplementados. A su vez, dentro de los animales suplementados, los que estuvieron más tiempo pastoreando fueron los de suplementación diaria en comparación con los suplementados en comederos de autoconsumo.

Adams, citado por Berasain et al. (2002), postuló que el disturbio en la actividad normal de pastoreo resultado de regímenes de suplementación diaria, puede afectar adversamente el consumo de forraje y la performance animal. Mientras que Rovira et al. (2012b), en sistemas de suplementación con comederos de autoconsumo reportaron una correlación alta y negativa ( $r^2=-$

0,77) entre el tiempo de consumo de ración y el tiempo de pastoreo. Aquellos animales que pasaban más tiempo consumiendo ración eran los que pasaban menos tiempo pastoreando durante el día. Un 59% de la variación en el tiempo de pastoreo estuvo explicada por el tiempo de consumo de ración, pero encontró que el peso vivo de los terneros y el tiempo de consumo de ración no están correlacionados, es decir que los animales más pesados no estuvieron más tiempo consumiendo ración que los animales livianos. Tampoco existió una correlación entre la ganancia diaria de peso y el tiempo de consumo de ración, considerando los animales que efectivamente consumían ración, lo que indica que aquellos animales que pasaban más tiempo en el comedero no necesariamente ganaron más peso.

## 2.5. FUENTES DE PROTEÍNA

Diversos alimentos pueden ser utilizados como suplementos proteicos, difiriendo en la concentración de proteína y naturaleza de la misma, pero también en la concentración energética y aporte de fibra. De acuerdo a la naturaleza de la fuente de N los suplementos pueden clasificarse según aporten proteína verdadera o NNP, las dos sirven para alimentar a los rumiantes, pero en forma y cantidades diferentes. Cada una trae aparejado sus limitantes y sus ventajas, por lo que se procede a desarrollar más estos temas en los siguientes párrafos.

### 2.5.1. Fuentes de proteína verdadera

La proteína bruta alimentaria se determina a través del contenido de N multiplicado por una constante (6.25 que surge de una relación promedio entre las proteínas y el contenido de N en ellas), pero no todo el N es de origen proteico, pudiendo estar unidos a otros compuestos químicos. A diferencia de las fuentes de NNP, la proteína verdadera tiene la ventaja de aportar una proporción de PNDR la que es absorbida en el intestino, y además no se corre el riesgo de toxicidad amoniacal que tienen algunas fuentes de NNP. Marcondes et al. (2009) establece que la cantidad de PNDR en rumen depende de la tasa de pasaje de la misma. 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.

Orskov (1988) sostiene que la cantidad de PNDR depende de la naturaleza proteica de la fuente (cada fuente proteica tiene distintas cinéticas de degradación en el rumen en las culés se podrían distinguir tres fracciones; una

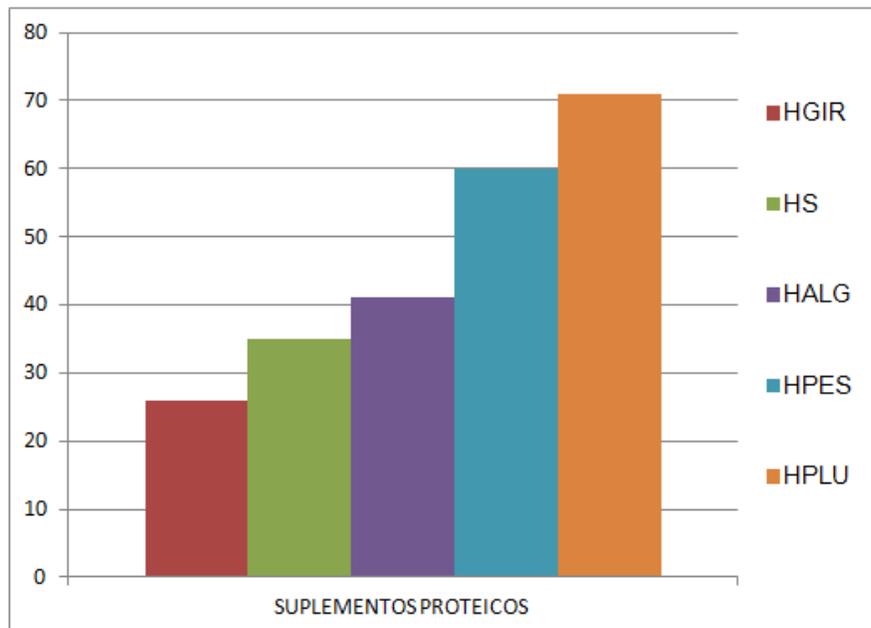
fracción rápidamente soluble; una fracción que puede degradarse si hay tiempo; y una proporción del sustrato que no puede ser degradada). Como hay una fracción que depende del tiempo que este el sustrato en el rumen la tasa de pasaje del alimento afectara la cantidad efectiva de PDR y por contrapartida la PNDR.

Prácticamente todos los alimentos aportan PB en mayor o menor medida, desde los granos hasta los sub-productos agroindustriales. Dentro de los granos están el sorgo y maíz con un bajo contenido de PB (7 a 9% PC) y con mayor contenido de proteína están los granos de cultivos de invierno como avena, cebada y trigo (con rango de 10 a 15% de PC). Dentro de los sub-productos agroindustriales existe una gran diversidad en cuanto a su origen vegetal y su procesamiento, generando una gran variedad de alimentos con características que pueden ser muy distintas, desde afrechillo de arroz o trigo (entorno al 12% PC) hasta expeler de girasol o soja (con rangos de proteína que van desde 25 a 45% y de 40 a 50% respectivamente) (Mieres et al., 2004).

La soja tostada (o desactivada) constituye otro recurso proteico y también energético por su buen aporte de grasa y almidones. El tostado o calentamiento de la soja desactiva el factor antitripsínico (factor que bloquea la enzima tripsina y compromete la digestión de las proteínas en el intestino delgado) por ser una proteína termo-sensible. Pero para bovinos también puede utilizarse la soja cruda, dado que estos en el rumen tienen una buena capacidad de metabolización y desactivación del factor antitripsínico, por lo que el bovino tolera mucho más que otras especies el consumo de soja cruda (Pordomingo, 2005).

Al no poder utilizarse harinas de origen animal por el riesgo de la Encefalopatía Espongiforme Bovina, con excepción de la harina de pescado y harina de plumas las fuentes de proteína verdadera son principalmente de origen vegetal (Pordomingo, 2005).

Los suplementos proteicos de origen vegetal de calidad relativamente alta, que se utilizan frecuentemente en la alimentación del ganado vacuno, tienen un contenido de PNDR bajo si se los compara con los suplementos proteicos de origen animal, como se puede apreciar en la gráfica 2.5 (Stern et al., 1994).



Harina de girasol (HGIR), harina de soja (HS), harina de algodón (HALG), harina de pescado (HPES), harina de plumas hidrolizadas (HPLU).

Gráfica 2.5. Proteína no degradable en el rumen de distintas fuentes de proteína verdadera (Stern et al., 1994).

### 2.5.2. Fuentes de nitrógeno no proteico

En las raciones para suplementar comúnmente las fuentes proteicas son de origen vegetal, como por ejemplo harina de soja u otra de alta concentración de proteínas. Sin embargo, al haber una demanda cada vez más creciente de dichos productos y al aumentar su precio en el mercado, la búsqueda de nuevas alternativas se hace necesaria.

Los rumiantes gozan de la capacidad única de subsistir y producir proteínas sin disponer de una fuente de proteína verdadera en la dieta gracias a la capacidad de sintetizar PMo de buena calidad en el interior del rumen, y son capaces de crecer, reproducirse y producir a base de dietas conteniendo únicamente NNP como fuente de N (Church et al. 1993, Huntington 1997).

Como estos pueden utilizar tanto el NNP como el N proteico, mediante la actividad microbiana del rumen, en lugar de dejar que el rumiante ingiera proteína pura, que es costosa, es posible aprovechar fuentes más baratas de N, que pueden ser de igual eficacia. Las más utilizadas son: Amoníaco, Urea, Biuret, Fosfato diamónico, Polifosfato amónico (Kolb, 1971) y en los últimos

años a estas fuentes hay que sumarle la urea protegida con extracto vegetal (Manella, 2012).

Briggs (1967), Pordomingo (2005), sugieren que el NNP usado como suplemento proteico puede reemplazar un tercio del total de la proteína o componer un 3% de la materia seca (MS) del concentrado o un 1% del total de la MS de la ración.

### 2.5.3. NNP de rápida liberación

La urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) es la fuente más barata de N sólido y la fuente de NNP más utilizada, por eso se enfatizará en ella como fuente de liberación rápida. Es un polvo blanco, cristalino y soluble en agua, que se utiliza como fertilizante. Este contiene 46% de N y, por consiguiente, cada 100 gramos de este se obtienen 287,5 g de proteína cruda ( $6,25 \times 46\%$ ) para el animal (Kolb, 1971).

La urea fertilizante es higroscópica y se cuaja con mucha facilidad, lo que hace difícil mezclarla en los suplementos sólidos. Al objeto de mejorar las características de fluidez, la urea se trata convirtiéndola en urea de calidad para sustratos (42% de N), en la cual cada grano de urea se cubre de caolina o de alguna otra sustancia no higroscópica. La urea fertilizante, que es más barata, puede, sin embargo, utilizarse cuando se mezcla con sustratos sólidos, si se añade en forma de suspensión o de solución en melaza. En concentraciones superiores al 10% de urea en el alimento, la urea interrumpirá el crecimiento bacteriano y la fermentación, a su vez esto puede limitar la ingesta debido a que le proporciona un sabor muy amargo a la ración. Las semillas de algunas leguminosas, especialmente la soja, contienen una enzima, la ureasa, que descompone la urea y hace inapetecible el sustrato. La ureasa queda en gran parte destruida por tratamiento térmico, en el cual los granos y las harinas oleaginosas pueden mezclarse con urea (Nitrógeno no...2000).

La utilización de urea en raciones altamente concentradas (basadas en el uso de granos), tiene buenos resultados debido a la rápida disponibilidad de energía a partir del almidón y por lo tanto un uso eficiente de ese N liberado para la síntesis proteica (Mac Loughlin, 2007).

La urea permite contribuir a satisfacer las demandas proteicas del animal, sin embargo, su elevada tasa de degradación en rumen determina que, potencialmente, puede darse una baja eficiencia de utilización del N si se produce una desincronización entre la disponibilidad de energía y proteína (Beraza et al., 2010). Este suplemento es básicamente NNP de rápida

degradación ruminal; a las 2 horas de ingestión se produce el pico de amoníaco en el rumen y a las 9 o 10 horas este vuelve a tener el nivel que tenía antes de la ingestión. Su aprovechamiento para la síntesis de proteína microbiana dependerá, entre otros factores, del aporte simultáneo de energía en el rumen (Kolb, citado por Garriz y López, 2002).

Cuando los rumiantes consumen NNP bajo la forma de urea, este es hidrolizado en amoníaco y anhídrido carbónico en el rumen mediante la enzima ureasa que es producida por ciertas bacterias (Escalona et al., 2007).

La clave del uso de esta fuente de N, está en asegurar un nivel constante de N amoniacal en el rumen a fin de maximizar el metabolismo microbiano. Hay que tener en cuenta la frecuencia de consumo del suplemento durante el día, la cantidad consumida y la fracción de NNP de la dieta base dado que la urea en el rumen se descompone en amoníaco más rápido de lo que las bacterias pueden convertirlo en proteína (Kolb, 1971), y dicho excedente es absorbido por el rumen quedando inaccesible para los microorganismos y su potencial síntesis de proteína microbiana (Beraza et al., 2010).

La participación de la urea permite una reducción importante del uso de fuentes de proteína verdadera, pero los niveles de 1 a 1,2% de urea son considerados el límite superior de inclusión de urea en dietas de feedlot sin riesgo de intoxicación amoniacal (Pordomingo, 2005).

En planteos de feedlot, podemos asegurar el consumo regular de urea durante el día, pero en pastoreo, el suministro se reducirá a una o dos veces por día, provocando picos de producción de amoníaco en rumen que difícilmente puedan ser aprovechados por las bacterias dado que no se equilibraría el aporte de energía y N (Kolb, 1971).

En pasturas, los gastos energéticos que podrían darse por un exceso de amoníaco que deba ser eliminado, son casi insignificantes. Los gastos de energía que se podrían llegar a dar son a través de un aumento en el catabolismo de aminoácidos, aumento del gasto por ureogénesis y un aumento en el peso del hígado y/o su mayor actividad de ATPasas de Na/K (Di Marco y Aello, 2002).

Según estos mismos autores el catabolismo de aminoácidos no aumentaría. Distintos grados de exceso de amoníaco en rumen llevaron a iguales costos energéticos de detoxificación. Sin embargo el tamaño del hígado aumento hasta un 11% al aumentar el exceso de amoníaco debido a su mayor trabajo en detoxificación. Pero ello no llevo a cambios en gastos metabólicos.

#### 2.5.4. NNP de lenta liberación

El surgimiento en el mercado de nuevas fuentes de NNP pero de lenta liberación, y por tanto de menor tasa de fermentación que la urea, posibilitaría un uso más eficiente del N, lo cual permitiría considerarlo como una fuente alternativa a los suplementos proteicos de origen vegetal, evitando los problemas de intoxicación por urea y logrando un sincronismo entre la proteína y la energía disponible en rumen.

A diferencia de la urea, los productos de lenta liberación permitirían el aporte sostenido de N a los microorganismos del rumen aumentando la eficiencia de utilización del amoníaco liberado (Martínez Marín, 2009).

Si existe una deficiencia de N, Nocek y Russell (1988) afirman que la digestibilidad ruminal de los carbohidratos se verá disminuida, por el contrario si el N se encuentra en exceso en relación a los carbohidratos disponibles ocurrirán pérdidas en forma de amoníaco. Los mismos autores sugieren que mejorando la sincronía ruminal entre los sustratos nitrogenados y energéticos, aumentaría la utilización de la dieta lo que traería aparejado una reducción en las pérdidas de N en orina y heces. Disminuyendo de este modo el impacto ambiental de las excretas.

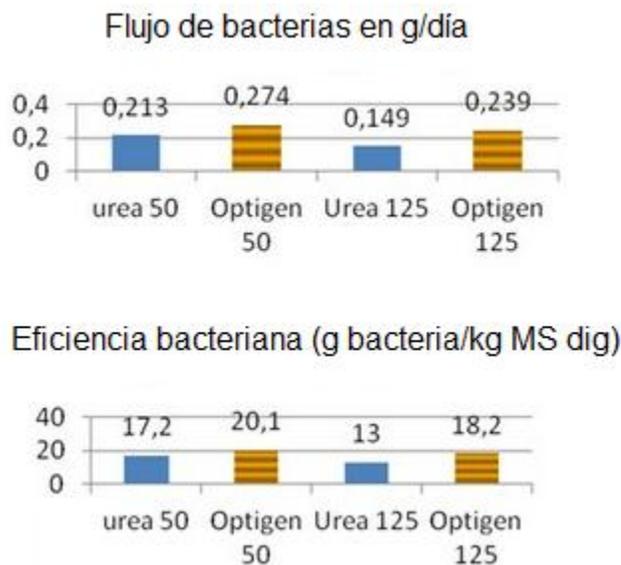
Campos Neto y Teixeira (2007) demostraron que, efectivamente, los productos de lenta liberación son capaces de retrasar la degradación ruminal de la urea y prevenir cambios metabólicos y toxicidad por amoníaco. Sin embargo, revisiones recientes muestran escaso o ningún beneficio como resultado de ajustar la dieta para sincronizar la degradación ruminal de los sustratos nitrogenados y energéticos (Cabrita et al. 2006, Cole y Todd 2008). Broderick (2006) sugirió que la sincronización sería más beneficiosa en dietas con menor contenido proteico, donde los riesgos de que ocurran deficiencias temporales de N en el rumen son mayores. Parece que el suministro de N para el crecimiento microbiano ruminal a través del reciclado de urea hepática es capaz de compensar la asincronía de la degradación de los sustratos nitrogenados y energéticos.

En conclusión, los nuevos productos de urea de lenta degradación ruminal no tienen los inconvenientes de la urea, pero la posible contribución a la sincronía ruminal de la energía y el N parece carecer de importancia práctica. El mayor interés de estos productos es que ofrecen una alternativa útil para reducir la inclusión de concentrados de proteína vegetal en las dietas de los rumiantes (Martínez Marín, 2009).

Los trabajos de Golombeski et al. (2006), Kononoff et al. (2006), con animales suplementados en pastoreo, indican que la sustitución parcial o total, de la harina de soja con estos productos no afecta a los parámetros productivos.

Hay varias fuentes de NNP de lenta liberación, algunas de ellas son el Biuret, Rumapro y el Optigen®, pero en este trabajo entraremos más en detalles sobre el Optigen®.

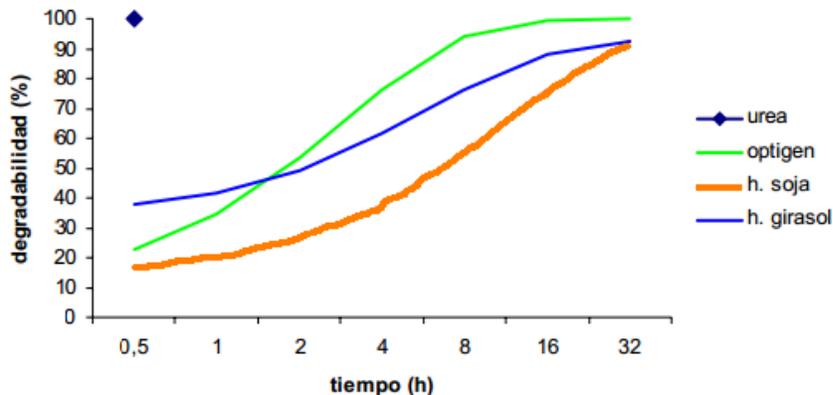
Optigen® es una fuente concentrada de urea cubierta por un polímero poroso formado por extractos vegetales, lo que le confiere las propiedades de liberarse lentamente (Manella, 2012). El contenido de N de este material es de 41%, lo que corresponde a 256% de equivalente proteico (Campos Neto, 2007). Estudios realizados en bovinos afirman que cuando se utiliza este compuesto en la dieta, se logran mayores tasas de síntesis bacteriana y mejores eficiencias en la utilización de la materia seca (Ruiz et al., 2002), lo que se puede apreciar en la figura gráfica 2.6.



Gráfica 2.6. Uso de diferentes dosis de urea u Optigen® (50 a 100g) en rumen artificial y efectos sobre la producción de bacterias (g/día) y eficiencia bacteriana (g bacteria/kg MS digerible) (Harrison et al., citados por Manella, 2012).

Según Akay et al., citados por Gonçalves (2006), el Optigen® confiere tiempo de degradación de la urea de hasta 16 horas, siendo la solubilización lenta y constante. Este autor comparó la degradación in situ de la urea común, con la de harina de soja y de Optigen®. La degradación in situ de Optigen® es

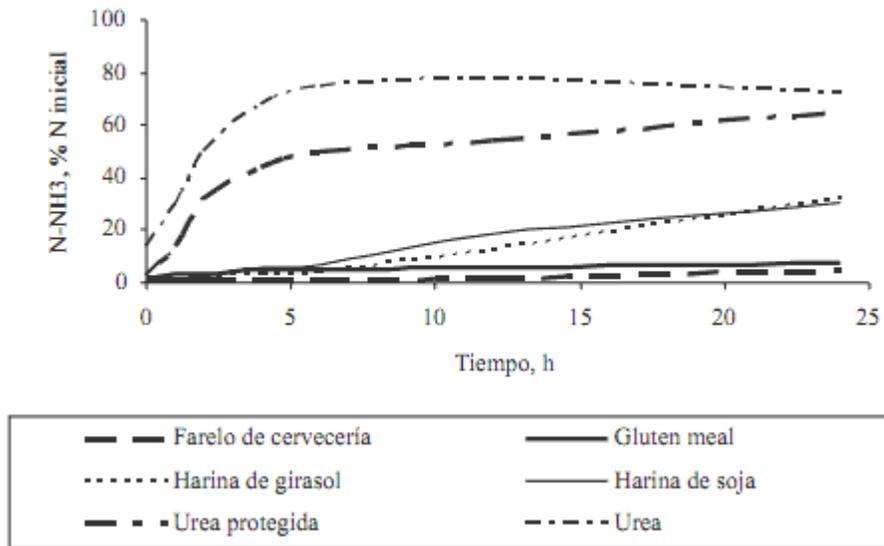
más semejante a la de harina de soja que a la de urea. El Optigen® tiene una velocidad intermedia de utilización durante las primeras 16 horas de fermentación ruminal, seguida de velocidades más lentas de utilización de 16 a 30 horas.



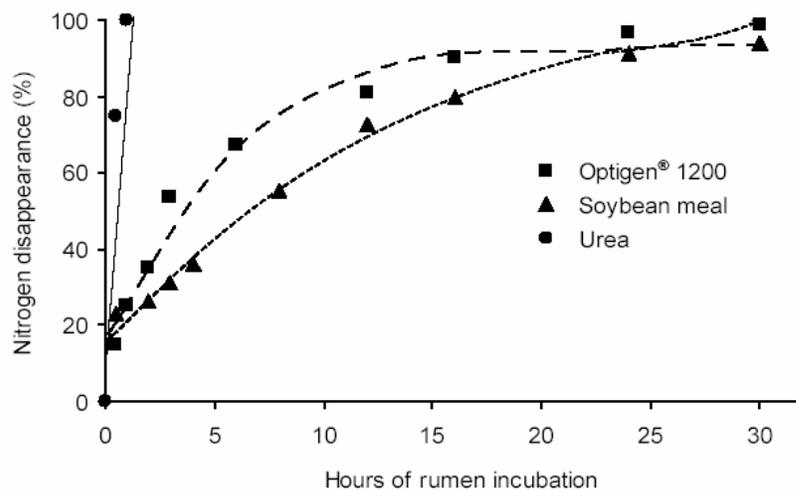
Gráfica 2.7. Cinética de degradación del nitrógeno para cuatro fuentes de nitrógeno (INRA, Anónimo, citados por Martínez Marín, 2009).

Como se puede apreciar en la gráfica 2.7, al comparar la cinética de degradación de distintas fuentes proteicas, se logra establecer una similitud en este proceso entre la urea encapsulada, la cual estaría representada por Optigen®, y la proteína verdadera, en este caso en forma de Harina de soja y Harina de Girasol (Martínez Marín, 2009).

Contrastando con los datos presentados en la gráfica 2.9, donde Optigen® presenta un porcentaje de liberación total del N similar al de la harina de soja, Marichal et al. (2009) reportan, como se puede apreciar en la gráfica 2.8, que la tasa de liberación del N de la urea protegida, fue de aproximadamente 55% en las primeras 12 horas, alcanzando valores próximos a 64% cuando las mediciones se hicieron luego de 24 hs de incubación, encontrándose diferencias significativas entre las fuentes de NNP y las fuentes de proteína verdadera.



Gráfica 2.8. Cinética de degradación del N de distintas fuentes proteicas incubadas in vitro (Marichal et al., 2009).



Nitrogen disappearance (%)= Desaparición del N (%)  
 Hours of rumen incubation= Horas de incubación en el rumen  
 Soyben meal= Harina de soja

Gráfica 2.9. Relación entre el porcentaje de nitrógeno desaparecido y el tiempo de los distintos alimentos en el rumen (Siciliano-Jones y Downer, 2005).

Según Manella (2012), la sustitución de fuentes de proteína verdadera por Optigen®, en una ración para bovinos, permite generar espacios en la dieta que podrían ser ocupados con otros componentes, y de ésta manera lograr incrementar el contenido energético o fibroso de la dieta.

## 2.5.5. Consideraciones adicionales al uso de nitrógeno no proteico

### 2.5.5.1. Requerimientos de azufre

El azufre (S) es un componente esencial en las proteínas, ya que dos de los veinte aminoácidos lo contienen en su estructura. Es fundamental para que los microorganismos del rumen sinteticen los aminoácidos azufrados, metionina y cisteína (Church et al., 1977).

El S puede ser necesitado en animales alimentados con dietas que reemplazan la proteína natural por NNP (Bauer et al., 2009). Normalmente no se observan deficiencias, pero a medida que aumenta la proporción de NNP con respecto a la proteína verdadera que presenta la dieta, estas probabilidades aumentan (Shirley, citado por Garriz y Lopez, 2002), porque las que otorgan normalmente el S necesario para cubrir los requerimientos de los microorganismos del rumen son las proteínas verdaderas (Soto et al., 2007).

La urea es fuente de N únicamente, por lo que debe suplementarse con S para contrarrestar las deficiencias (Church et al., 1977). Situación similar ocurre con el biuret según señalan Fannesbeck et al. (1975). Según Fernández Mayer (2008) el S (sulfatos de calcio o magnesio o de amonio) debe suministrarse a nivel del 0,1 % de la MS de la ración.

La metionina es el primer aminoácido limitante para la ganancia de peso en los rumiantes de acuerdo a Gómez (2006), siendo a su vez un aminoácido muy importante para la síntesis de ADN y de proteínas. Todos los compuestos que contienen S, excepto la biotina y tiamina, pueden ser sintetizados desde la metionina (Bauer et al., 2009).

La cisteína no es un aminoácido esencial, o sea que es producido por el organismo animal, con función de desintoxicación y es importante en la formación y absorción de metaloenzimas en el intestino delgado (Gomez, 2006).

La flora ruminal es capaz de sintetizar todos los componentes azufrados orgánicos requeridos desde el S inorgánico. El S también es necesitado por la micro flora ruminal para su crecimiento y metabolismo celular normal. Su deficiencia provoca una disminución en la actividad ruminal, bajo consumo, baja la digestibilidad y reduce la tasa de crecimiento (Bauer et al., 2009).

Los requerimientos de S dietario pueden ser altos en dietas que contengan alta proporción de proteína by pass en rumen, así el S será una limitante para una óptima fermentación ruminal (Bauer et al., 2009).

Este elemento puede ser suplementado en la dieta del rumiante como sulfato de sodio, sulfato de amonio, sulfato de calcio, sulfato de potasio, sulfato de magnesio o S como elemento (Bauer et al., 2009).

#### 2.5.5.2. Toxicidad del amoníaco

El término “toxicidad por urea” está mal empleado, ya que la urea en sí misma no es tóxica. La “toxicidad por urea” es una condición causada por el producto final de la degradación de la urea, el amoníaco, y esto actualmente se llama apropiadamente “toxicidad por amoníaco”. Según Di Marco y Aello (2005), un exceso de N en el rumen es liberado como amoníaco y absorbido por la sangre y transportado hacia el hígado; éste transforma amoníaco en urea para que no provoque daño en los tejidos y lo devuelve al torrente sanguíneo.

Según Escalona et al. (2007) este aumento del amoníaco en el rumen provoca un aumento del pH, lo que favorece una mayor absorción del mismo hacia el torrente sanguíneo.

Di Marco y Aello (2005), Escalona et al. (2007), Fernández Mayer (2008) están de acuerdo en que la administración de cantidades de proteína que superan las necesidades es un derroche, aunque no es perjudicial para el animal ya que el exceso de amoníaco se transforma en urea en el hígado, eliminándose la mayor parte en la orina y un 20% es reciclada al rumen con la saliva o por difusión directa desde la sangre a través de las paredes del rumen. Sin embargo, la administración de cantidades exageradas de NNP a los rumiantes puede ser perjudicial, especialmente si no consumen cantidades suficientes de carbohidratos. Los problemas de toxicidad (alcalosis) ocurren cuando más cantidad de amoníaco es liberado a la sangre, desde el rumen, de lo que el hígado puede sintetizar en urea. Los mecanismos de detoxificación del amoníaco por conversión en urea son sobrepasados si las cantidades de amoníaco superan los 80 mg por 100 ml en el rumen. Esta cantidad puede liberarse tras el consumo de urea en exceso, pero no de proteína en exceso (Bondi, citado por Garriz y López, 2002).

La causa exacta de la muerte en la intoxicación por amoníaco, aunque no bien definida, parece ser debida a un paro respiratorio. Los síntomas clínicos suelen presentarse unos 20 a 30 minutos después de la ingestión de una cantidad tóxica de urea, y la muerte tiene lugar generalmente en menos de 4

horas. Los síntomas del envenenamiento incluyen respiración rápida, temblores y ligera incoordinación seguida de incoordinación grave, salivación excesiva y respiración trabajosa (Church, 1993).

Según Church et al. (1974), entre 0,40 y 0,50 g/kg de PV se requieren para matar a un animal desnutrido y, alrededor de 0,64 a 0,75 g/kg para un animal bien alimentado, cuando es consumida en menos de 30 minutos. En otras palabras, si el suplemento contiene un 30% de proteína cruda equivalente a urea, sería necesario un consumo de 1,56 a 1,8 kg de alimento para matar a un animal pobremente alimentado de 450 kg de peso, y 2,3 a 2,9 kg para matar a un animal bien alimentado de igual peso.

Sin embargo Fernández Mayer (2008), menciona que el umbral de toxicidad está entre 0,40 a 0,50 g/kg de peso vivo por animal y por día. Pero sostiene que si la urea se suministra molida (similar a la sal gruesa), 2 veces por día y junto con grano de cereal molido, se la podría suministrar a valores cercanos al umbral con menores riesgos de toxicidad.

Carmona (s.f.) afirma que las dosis tóxicas son variables, pero en bovinos sometidos a inanición previa, dosis de 0,33 g/kg de peso corporal producen aumento de los valores sanguíneos de intoxicación 10 minutos después de administrarse, y dosis de 1 a 1,5 g/kg de peso causan la muerte.

Para el caso de los rumiantes las dosis letales usualmente planteadas son de 1 – 1,5 g/kg de masa corporal (Pordomingo 2005, Escalona et al. 2007). Pordomingo (2005) sostiene que niveles de entre 1 y 1,2% de la dieta son considerados el límite superior de inclusión de urea en dietas de feedlot sin riesgo de intoxicación amoniaca.

La urea es generalmente recomendada en raciones para rumiantes con un rango o concertación aproximada al 3% del alimento concentrado, o cerca del 1% de la materia seca total o del total de la ración, aunque concentraciones más elevadas han sido utilizadas en determinado momento sin que se hayan presentado dificultades (Escalona et al. 2007, Fernández Mayer 2008).

Según Carmona (s.f.) para bovinos, el nivel de más de 1 a 2 mg/100 ml de amoníaco en sangre es nocivo para la salud, si supera los 4 a 5 mg/100 ml es mortal.

Los signos clínicos de la toxicidad aparecen en los bovinos cuando las concentraciones de amoníaco en la sangre alcanzan de 0,7 a 0,8 mg/100 ml (Carmona, s.f.).

El bovino y otros rumiantes parecen ser las especies más susceptibles a la intoxicación por urea, debido sobre todo a la presencia de la ureasa bacteriana, aspecto importante en la hidrólisis de la urea (Escalona et al., 2007).

Las circunstancias que conducen a una intoxicación son mezcla o formulación incorrecta de raciones; consumo de urea en rumiantes no acostumbrados al NNP; incorporación de niveles altos de urea a raciones pobres en energía y proteínas y ricas en fibra; dejar animales que tengan acceso libre a una fuente sabrosa de concentrados de urea (Escalona et al., 2007).

Se aconseja distribuir la ingesta de urea en varias comidas al día, lo que mejorará su asimilación. Los bovinos no deben empezar bruscamente a comer urea, especialmente si se han alimentado con pasturas pobres, ya que el rumen necesita algún tiempo para adaptarse a la nueva dieta (Nitrógeno no...2000). Según Escalona et al. (2007) los rumiantes deben acostumbrarse a la ingestión de urea aumentando la dosis diaria durante 10 – 15 días. El nivel de urea puede aumentarse poco a poco, ya que la tolerancia de los bovinos va en aumento. Esta adaptación de los bovinos a la urea se pierde cuando los animales no consumen urea durante 2 ó 3 días (Nitrógeno no...2000).

## 2.6. HIPÓTESIS

Los terneros que son suplementados en invierno pastoreando campo natural tienen un mejor desempeño en ganancia de peso, con respecto a aquellos sin suplementación. Esta respuesta, sin embargo podría variar dependiendo de la fuente proteica utilizada en el suplemento, al considerarse la inclusión alternativa de una fuente de NNP o proteína verdadera.

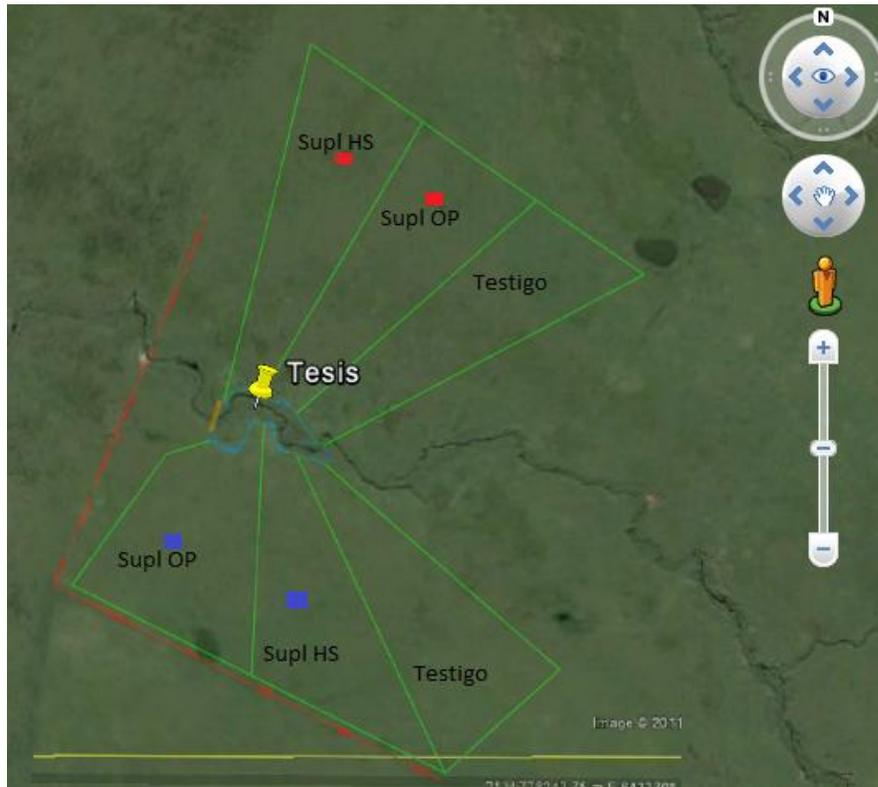
### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. PERÍODO Y ÁREA EXPERIMENTAL

El experimento se llevó a cabo en el Departamento de Cerro Largo, en el establecimiento comercial “La Lucha” (ubicado sobre la Ruta Nacional No. 7 km 21,2 a 32°11'57” de latitud Sur y 54°03'07” de longitud Oeste).

Fue realizado entre el 21 de julio y el 22 de diciembre de 2011, teniendo una duración total de 155 días.

Se utilizó un área experimental de 36 hectáreas de campo natural delimitada por un alambrado eléctrico perimetral de dos hilos (5300 m) fraccionada en seis parcelas del mismo tamaño (seis hectáreas cada una delimitadas con piola eléctrica). Dichas parcelas contaban con buen acceso al agua y una pendiente aproximada del 2%. En cuatro de las seis parcelas se colocó un comedero de autoconsumo de doble entrada, dos de ellos de 1,9 m de frente de ataque y los dos restantes con 3 m de frente de ataque. Estos comederos consisten en un depósito para colocar el suplemento a partir del cual se van recargando los frentes de ataque a medida que los animales van consumiendo su contenido. La ubicación de estas estructuras fue en un lugar alto, firme y bien drenado dentro de cada parcela. En la figura 3.1 se presenta un croquis del área experimental.



- Comederos de 1,9 m de frente de ataque
- Comederos de 3 m de frente de ataque

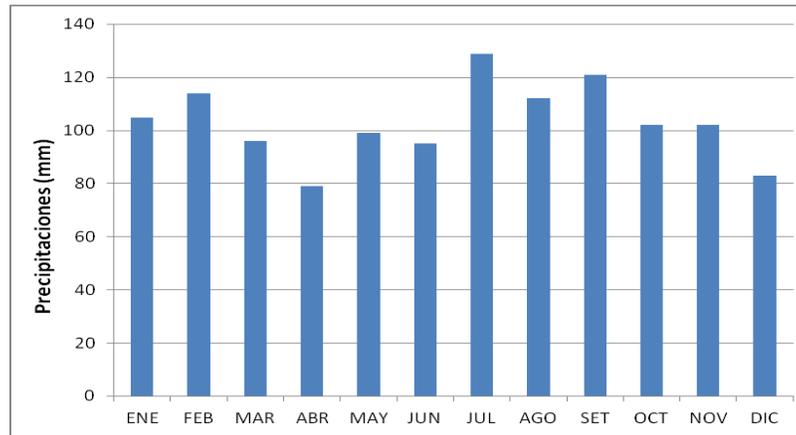
Figura 3.1: Croquis del área experimental.

El área experimental se encontraba sobre suelos de los grupos G03.22, el 6.16 y el 13.4. (URUGUAY. PRNDR. CONEAT, s.f.), en la Unidad de suelos "Lechiguana" (URUGUAY. MGAP. DRNR, 2001), donde se desarrollan Vertisoles Rúpticos Lúvicos, Brunosoles Eutrícos Lúvicos/Típicos y Planosoles Dístricos Ocrícos Umbrícos como dominantes, y Brunosoles Subeutrícos Típicos y Vertisoles Rúpticos Lúvicos/Típicos, como suelos asociados.

### 3.2. CLIMA

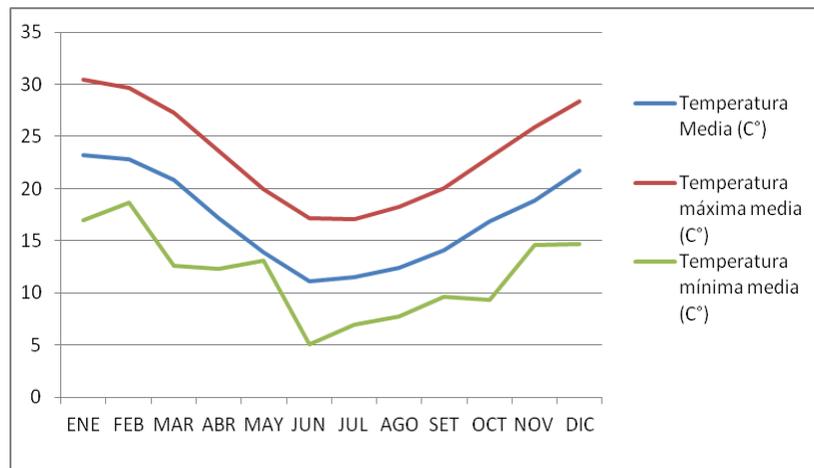
En base a los datos de la Estación Meteorológica de la ciudad de Melo, la región se caracteriza por un régimen de precipitaciones anual de 1238mm, una temperatura media anual de 17°C y una humedad relativa de 74,5%. En los gráficos 3.1 y 3.2 se muestran las precipitaciones y temperatura media, máxima

media y mínima media mensual respectivamente, para una serie histórica de 30 años (URUGUAY. MDN. DNM<sup>1</sup>).



Fuente: URUGUAY.MDN.DNM<sup>1</sup>.

Gráfica 3.1. Precipitaciones promedio mensuales para la localidad de Melo (Serie histórica 1961-1990).



Fuente: URUGUAY.MDN.DNM<sup>1</sup>.

Gráfica 3.2. Temperaturas medias, máximas medias y mínimas medias mensuales para la localidad de Melo (Serie histórica 1961-1990).

<sup>1</sup> URUGUAY. MDN. DNM. 2011. Datos meteorológicos de la Estación Meteorológica Melo (sin publicar).

### 3.3. ANIMALES

Se utilizaron 48 terneros Aberdeen Angus (n=19) y cruce Hereford x Aberdeen Angus (n=29) nacidos en la primavera de 2010, con un PV promedio al inicio del período de  $162\pm 16$ kg.

Los animales, que habían sido destetados precozmente a los 60 días de edad, fueron adquiridos a fines del 2010, 15 días luego del destete precoz, habiendo sido suplementados con ración de destete precoz (18% de PC) al 1% del PV durante 90 días, permanecieron luego pastoreando en campo natural hasta el comienzo del experimento.

### 3.4. PASTURA Y SUPLEMENTOS

El experimento se realizó sobre campo natural, siendo la disponibilidad inicial promedio para toda el área experimental de aproximadamente  $2270\pm 227$  kg MS/ha. Esta área había sido reservada sin pastoreo durante tres meses previo al comienzo del experimento.

Dado la pendiente del área, se identificaron en las parcelas tres posiciones topográficas (ladera alta, media y baja). En la ladera alta las especies predominantes de pastura fueron principalmente de porte cespitoso, con abundancia de especies perennes estivales. La ladera media presentaba un tapiz más denso, apareciendo más plantas de *Panicum milioides*, *Sporobolus platensis* que en las zonas de ladera alta, mientras que en los bajos el tapiz vegetal era más vigoroso y cerrado con mayor presencia de especies estoloníferas. En la zonas de los bajos se apreciaban especies como *Eragrostis neessi* y *lugens*, *Andropogon lateralis*, *Sporobolus indicus* y manchones de *Cynodon dactylon*. (ver Anexo 1). Analizando el tipo productivo de las especies predominantes que tienen estas pasturas, se puede clasificar al área experimental como ordinario a tierno.

Como gramíneas asociadas, había mayor cantidad de especies con un ciclo productivo invernal y un tipo productivo más bien tendiendo a tierno, que contribuían a mejorar el promedio productivo de la pastura (ver Anexo 2).

En las partes de ladera alta, se apreciaban algunas malezas enanas, dado una mayor apertura del tapiz, de escasa relevancia; algunas plantas de *Eryngium horridum*, en las zonas de ladera media, y en las zonas más húmedas (campo uliginoso) se podía apreciar *Sisyrinchium platense*, *Hidrocotyle bonariensis* y *Carex sp.* (ver Anexo 3).

Se utilizaron dos raciones isoenergéticas e isoprotéicas difiriendo en la fuente de proteína suplementar utilizada: NNP de liberación controlada (producto comercial utilizado, Optigen®) o proteína verdadera de origen vegetal (harina de soja). En el cuadro 3.1 se muestra la formulación de cada ración.

Cuadro 3.1. Composición de ingredientes de las raciones experimentales (% en base seca) y composición química de las dos fuentes de proteína.

	Ración con Optigen® (%)	Ración con Harina de soja (%)
Optigen®	2.5	0.0
Harina de soja	0.0	21
Grano de sorgo molido	60.8	46.9
Grano de maíz	21.3	16.4
Sal común NaCl	9.9	9.9
Melaza	2.7	2.7
Carbonato de calcio	1.4	2.1
Sulfato de Calcio	0.4	0.0
Rumensin (10% monensina)	0.1	0.1
Levadura beef-sacc	0.3	0.3
Zoodry feedlot	0.6	0.6
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>
	Optigen®	Harina de soja
MS (%)	89,9	90
PC (% BS)	14,2	14,8
FDN (% BS)	15,5	15,1
EM (Mcal/kg MS)	2,35	2,46
PDR (% PC)	45	49
Proteína soluble (% PC)	12,4	14,4
Ca (g/kg MS)	6,7	8,8
P (g/kg MS)	2,7	3,6

### 3.5. TRATAMIENTOS

Los animales, previa estratificación por raza y peso vivo, fueron asignados al azar a seis lotes y estos sorteados a uno de los siguientes tratamientos:

- Testigo (T): Pastoreo de campo natural sin acceso a suplemento.
- Suplementación (SHS): *Idem* a T más el suministro de ración ofrecida a razón de 1 kg MS/100 kg del PV, conteniendo como fuente proteica una fuente de proteína verdadera (harina de soja).

- Suplementación (SOP): *Idem* a T más el suministro de ración ofrecida a razón de 1 kg MS/100 kg del PV, conteniendo como fuente proteica NNP de lenta liberación (Optigen®).

Cada tratamiento quedó constituido por 2 repeticiones reales, representadas por dos parcelas de pastoreo independientes, cada una de las cuales fue pastoreada por 8 terneros en forma continua con una carga fija de 1,33 terneros por hectárea, equivalente a 212 kg de PV/ha al inicio del experimento.

El suplemento fue ofrecido en comederos de autoconsumo incluyendo NaCl a razón del 10% de la MS para regulación del consumo.

### 3.6. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El periodo experimental constó de dos etapas: 1) el periodo de aplicación de los tratamientos propiamente dicho (desde el 31/7/2011 hasta el 20/10/2011); y 2) el período de evaluación del efecto residual de la aplicación de los tratamientos (desde 20/10/2011 hasta el 22/12/2011) durante el cual los animales fueron manejados en sus respectivas parcelas sin acceso a suplemento.

Previo al inicio del experimento hubo un periodo de acostumbramiento gradual de los animales al consumo de suplemento.

#### 3.6.1. Periodo pre-experimental

Desde el 21/7/2011 y durante 10 días, los animales a ser suplementados fueron introducidos gradualmente al consumo de ración, hasta alcanzar el 1% de PV. El procedimiento llevado a cabo constaba en proporcionarles el suplemento a los terneros de acuerdo a sus respectivos tratamientos a primera hora de la mañana, en comederos grupales de tabla con acceso por un lado, ubicados en los corrales del establecimiento. Por un período de aproximadamente 2 horas durante la tarde, se soltaba a los terneros al campo natural para que realizaran actividades de pastoreo y bebieran agua, para luego regresar a los corrales donde permanecían encerrados durante la noche. Al finalizar este periodo todos los animales consumían el suplemento sin dificultad.

Durante este periodo, los animales del tratamiento testigo permanecieron pastoreando sobre campo natural, fuera de la parcela donde se llevó a cabo el experimento.

### 3.6.2. Periodo experimental

El 31/7/2011 se comenzó con el experimento colocando cada lote de terneros en sus respectivas parcelas, durante los primeros 2 días se acercó a los terneros al comedero de autoconsumo para que lo reconozcan y constatar que los mismos consumieran el suplemento en el campo.

Los comederos fueron recargados cada 7 días con cantidad suficiente para 10 días, registrando previamente la cantidad de suplemento remanente. La cantidad de concentrado suministrado fue ajustada en base seca, de acuerdo al peso promedio del tratamiento luego de cada pesada, sin considerar la proyección de ganancias en el periodo entre pesadas.

Al comienzo del periodo de evaluación del efecto residual se le dejó de suministrar ración sin transición alguna.

## 3.7. REGISTROS Y MEDICIONES

### 3.7.1. Pastura

La disponibilidad y altura de forraje fue determinada los días 1/8, 18/8, 16/9, 19/10, 24/11 y 22/12. La biomasa aérea fue estimada mediante la técnica de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975). El procedimiento realizado consistió en el marcado de una escala de tres puntos común a los tres tratamientos, usando a estos efectos cuadros de 20 x 20 cm. La altura de la pastura se determinó en 5 puntos en la diagonal de cada cuadro de la escala, registrando el punto más alto de contacto sin estirar la hoja. Posteriormente se tiraron 60 cuadros/ ha al azar en cada parcela de tratamiento para la asignación de puntaje (asignando medio punto de ser necesario). En uno de cada 10 cuadros se determinó la altura de la pastura así como % de suelo desnudo y % de restos secos por apreciación visual.

Las muestras de la escala fueron cortadas al ras del suelo y acondicionadas en bolsa plástica, identificadas y reservadas en frío hasta su traslado para secado. El secado de las muestras fue realizado en estufa a 60°C durante 48 horas, hasta llevarlas a peso constante.

En las mismas fechas en las que se realizó la determinación de forraje disponible, se tomó mediante la técnica de hand clipping una muestra por parcela del forraje consumido por animal, buscando simular el efecto de la selección ejercida durante el pastoreo. Para ello se observó cómo era pastoreada la pastura simulándose el mismo efecto mediante corte a mano en un área adyacente no pastoreada, extrayendo una muestra de la pastura similar a la que el animal habría cosechado. El material recolectado fue acondicionado en bolsas plásticas, identificado y reservado en frío hasta su traslado para secado. El secado de las muestras fue realizado del mismo modo que para la estimación de biomasa aérea, como fue explicado en el párrafo anterior. Previo al secado se separó manualmente el material seco del verde para hallar la proporción de verde/seco.

### 3.7.2. Peso vivo

Los animales fueron pesados al inicio del período experimental, y cada 16 días en promedio durante el período de suplementación invernal, seguido de pesada cada 28 días durante la primavera.

Los registros de peso vivo fueron tomados con una balanza electrónica “Thunderbird” que poseía una capacidad y precisión de  $2000 \pm 0,5$  kg. Al momento de pesar los animales, los tratamientos eran mezclados y los mismos ingresaban sin orden predeterminado. El horario de pesada fue entorno a las 8 de la mañana precedido de un encierro de ayuno de aproximadamente 16 horas.

### 3.7.3. Espesor de grasa dorsal y área de ojo de bife

A inicio (16/8) y final (19/10) del periodo de suplementación se determinó en cada animal, el espesor de grasa dorsal (EGD) y área de ojo de bife (AOB) en el *Longissimus dorsi* mediante ultrasonografía. El procedimiento fue realizado por un técnico especializado, utilizando un equipo Aquila Medical provisto de transductor de 3.5 MHz específico para la evaluación de carne. Las mediciones se realizaron colocando el transductor lateralmente entre al 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costilla, tomándose una imagen del AOB y midiendo el EGD. Las imágenes fueron procesadas con un software específicamente desarrollado para la evaluación de razas carniceras (BioSoft Tool Box II, de Biotronic).

#### 3.7.4. Consumo de suplemento

El consumo de suplemento se estimó para cada parcela a partir de la diferencia entre la cantidad de materia seca (MS) de alimento ofrecida al momento de llenado del comedero y la cantidad de residuo en la mañana del día en que se volvía a rellenar los mismos.

En las semanas 3 y 7, a efectos de poder tener la caracterización del patrón diario de consumo del suplemento, el residuo de suplemento en el comedero de autoconsumo fue pesado cada 24 horas durante 5 días consecutivos, retornando el mismo al comedero una vez pesado.

#### 3.7.5. Comportamiento ingestivo

En 3 días consecutivos en las semana 7 y en la 11, en dos animales por parcela escogidos al azar y mediante observación, se registraron las actividades de pastoreo, rumia, descanso, acceso a agua y acceso a comedero de autoconsumo, cada 15 minutos, en el periodo de horas luz (de 7 a 19 hs).

La tasa de bocado fue medida en los mismos animales cada 2 horas, registrando el número de bocados de prehensión realizados en un minuto (dos repeticiones de la medición).

#### 3.7.6. Análisis químicos

El análisis químico de la dieta seleccionada fue realizado sobre una muestra compuesta por tratamiento, agrupando las muestras tomadas mediante hand clipping, determinándose Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Acido (FDA) y Proteína Cruda (PC).

La Digestibilidad de la Materia Seca (DMS) fue estimada en base a la ecuación reportada por Acosta (1994), como % de NDT (Nutrientes digestibles totales) a partir de la ecuación

$$\% \text{ NDT} = 92,51 - (\% \text{ FDA} \times 0,7965)$$

### 3.7.7. Sanidad

En abril, previos al inicio del experimento, se dosificó con Closantel a razón de 1 cc cada 40 kg de PV, y mancha y gangrena una dosis por animal; mientras que en junio se los dosificó con Ivermic a razón de 1 cc cada 50Kg de PV y se les aplicó Abamectina en forma de pour-on.

Durante el experimento, el 20 de setiembre, se dosificó nuevamente a todos los terneros con Closantel, mancha y gangrena y Abamectina en las mismas dosis y formas de aplicación mencionadas en el párrafo anterior.

### 3.8. REGISTROS CLIMATICOS

Registros de precipitaciones, temperaturas medias y días con temperatura menor a 0°C sobre el césped para la Estación Meteorológica de Melo fueron utilizados para la caracterización climática del período experimental, los mismos fueron obtenidos a partir de Dirección Nacional de Meteorología.

### 3.9. ANÁLISIS ESTADISTICO

El experimento fue analizado mediante modelos lineales correspondientes a un diseño de parcelas al azar, considerando como unidad experimental a la parcela de pastoreo. El modelo estadístico incluyó el efecto de tratamiento y el peso inicial como covariable.

Los registros de peso vivo (PV), CMS de suplemento, y cambios en la condición de la pastura, fueron analizados como medidas repetidas en el tiempo, utilizando el procedimiento Mixed de SAS (SAS, 2008).

El efecto de los tratamientos sobre la ganancia media diaria (GMD, coeficientes de regresión de las rectas ajustadas) fue estudiado mediante un modelo de heterogeneidad de pendientes del PV en función del tiempo, comparando las pendientes de los tratamientos mediante contrastes simples y ortogonales. En este último caso comparando el efecto de la suplementación (Control vs SHS+SOP) y el efecto de la fuente proteica (SHS vs SOP). Cambios en la GMD durante los diferentes sub-periodos del periodo experimental, fueron comparados mediante la estimación del intervalo de confianza de las medias (95%).

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

dónde:

- $Y_{ijkl}$ : PV
- $\beta_0$ : intercepto
- $\zeta_i$ : efecto del j-ésimo tratamiento (j= Testigo, SHS, SOP)
- $\varepsilon_{ij}$ : error experimental
- $\beta_1$ : es la pendiente promedio (ganancia diaria) del PV en función de los días ( $d_k$ )
- $\beta_{1i} \zeta_i$ : es la pendiente del PV en función de los días ( $d_k$ ) para cada tratamiento
- $\beta_2$ : es la pendiente que afecta a la covariable PV al inicio del experimento ( $PV_{ij}$ )
- $\sigma_{ijkl}$ : es el error de la medida repetida en el tiempo (dentro de animales)

Para el análisis de las variables de comportamiento ingestivo de los animales fue realizada transformación LOGIT de los datos originales, la cual asume que la variable “número de registros/ registros totales” tiene distribución binomial. Transformación LOGIT:  $[\text{LN}(P/(1-P))]$ , siendo P la proporción de observaciones de consumo, rumia o descanso. Los datos transformados fueron analizados a través de un modelo lineal generalizado usando el macro GLIMMIX del paquete estadístico SAS (SAS, 2008).

$$\text{Ln}(P/(1-P)) = \beta_0 + \zeta_i + P_j + (\zeta P)_{ij} + D_k(P)_j$$

dónde:

- P: es la probabilidad de rumia, descanso o pastoreo
- $\beta_0$ : es el intercepto
- $\zeta_j$ : es el efecto de los tratamientos
- $P_j$ : es el efecto del período (semana)
- $(\zeta P)_{ij}$ : es la interacción entre tratamiento y semana
- $D_k(P)_j$ : es el efecto de los días dentro de cada semana

Para la tasa de bocado se utilizó el siguiente modelo general:

$$Y_{ijkl} = \mu + \zeta_i + \varepsilon_{ij} + P_k + (\zeta P)_{ik} + D_l(P)_k + \varepsilon_{ijkl}$$

dónde:

- $Y_{ijkl}$ : es la tasa de bocado
- $\mu$ : es la media general
- $\zeta_j$ : es el efecto de los tratamientos
- $\varepsilon_{ij}$ : es el error experimental
- $P_k$ : es el efecto del período (semana)
- $(\zeta P)_{ik}$ : es la interacción entre tratamiento y semana
- $D_l(P)_k$ : es el efecto de los días dentro de cada semana
- $\varepsilon_{ijkl}$ : es el error de la medida repetida

VARIABLES COMO LA EC, AOB, EGS Y PESO FINAL, FUERON ANALIZADAS UTILIZANDO EL PROCEDIMIENTO GLM DE SAS (SAS, 2008), DE ACUERDO AL MODELO GENERAL  $Y_{ij} = \mu + \zeta_j + \beta_1 PV_{ij} + \varepsilon_{ij}$

EN TODOS LOS CASOS SE CONSIDERÓ UN EFECTO ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVO CUANDO LA PROBABILIDAD DE ERROR DE TIPO I FUE AL 5% ( $P < 0.05$ ).

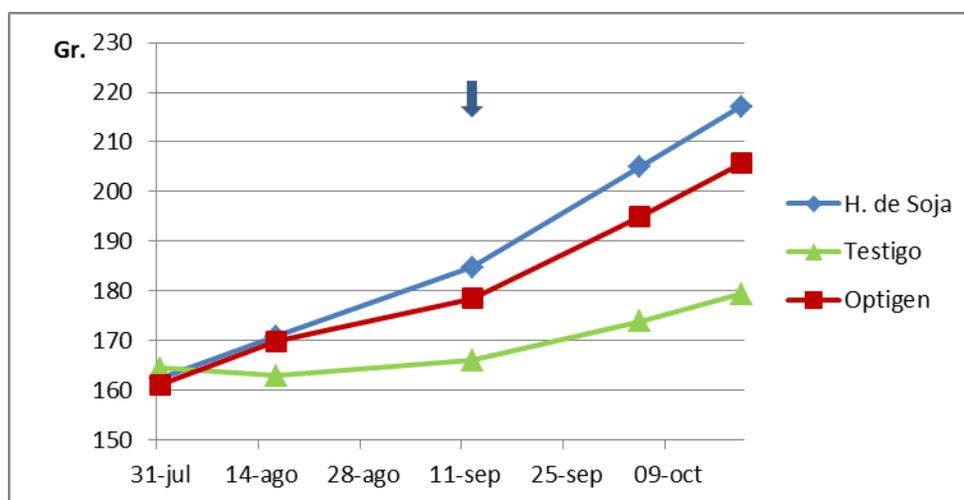
LAS MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS FUERON COMPARADAS MEDIANTE CONTRASTES ORTOGONALES, EVALUÁNDOSE EL EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN Y EL EFECTO DE LA FUENTE NITROGENADA UTILIZADA EN EL SUPLEMENTO.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. PERFORMANCE ANIMAL DURANTE EL PERÍODO DE SUPLEMENTACIÓN

#### 4.1.1. Ganancia media diaria

La gráfica 4.1 muestra la evolución de PV de los animales durante el período de suplementación. En la misma se aprecian dos periodos, definidos por un cambio significativo en la pendiente de las curvas de los tres tratamientos ( $P < 0.05$ ). Durante la primera mitad del período de suplementación (P1: periodo 1, días 1 al 44) se registró una ganancia diaria para el promedio de los tres tratamientos de 0.312 kg/a/d, [IC: 0.261- 0.531,  $\alpha = 0.05$ ], mientras que en la segunda mitad (P2: periodo 2, días 44 al 81) este valor se incrementó a 0.644 kg/a/d, [IC: 0.572- 0.715,  $\alpha = 0.05$ ].



↓ Indica el punto en el cual se separan los dos periodos.

Gráfica 4.1. Evolución de peso vivo de los animales alimentados con harina de soja, Optigen® y el tratamiento testigo durante el período de aplicación de los tratamientos.

La ganancia media diaria (GMD) de PV para los 81 días de suplementación fue afectada por los tratamientos ( $P < 0.0001$ ), observándose una respuesta a las suplementación de 0.420 kg/a/d ( $P < 0.0001$ ). Por otra parte la fuente proteica utilizada como suplemento afectó a la GMD, registrándose una superioridad de la SHS con relación al SOP de 0.138 kg/a/día ( $P = 0.0038$ ).

Para el P1, la GMD fue afectada por los tratamientos ( $P < 0.0001$ ), existiendo una superioridad de 0.410 kg/a/d ( $P < 0.0001$ ) de los tratamientos suplementados con relación al testigo. En lo que se refiere a la fuente proteica, se observó una tendencia de la SHS a presentar mayor GMD que la SOP ( $P = 0.0690$ ).

En el caso del P2, los tratamientos afectaron la GMD ( $P < 0.0001$ ), con una superioridad de 0.445 kg/a/d ( $P < 0.0001$ ) de los tratamientos con suplementación respecto al testigo, y un efecto significativo de la fuente proteica, registrándose una superioridad de SHS de 0.143 kg/a/d ( $P = 0.0349$ ) con relación a SOP.

Si bien la GMD en P1 fue significativamente menor que en P2 para los tres tratamientos, la respuesta a la suplementación se mantuvo.

Para la variable AOB, existió una superioridad de los tratamientos suplementados frente al testigo ( $P = 0.0154$ ), mientras que la fuente de proteína no presentó diferencias en este aspecto ( $P = 0.4615$ ). El EGS no presentó diferencias significativas ya sea al comparar los tratamientos suplementados con el testigo ( $P = 0.1499$ ) o los tratamientos suplementados entre sí ( $P = 0.3824$ ).

Las medias ajustadas de GMD, EGD y AOB por tratamiento, se presentan en el cuadro 4.1.

Cuadro 4.1. Efecto de la suplementación y de la fuente de proteína del suplemento sobre la ganancia media diaria y peso vivo final, engrasamiento y área de ojo de bife

	Tratamientos			Contrastes	
	T	HS	OP	T vs (HS+OP)	HS vs OP
PV inicial (kg)	162	162	162	---	---
GMD P1+P2 (kg/a/d)	0,188	0,678	0,540	<0,0001	0,0038
GMD P1 (kg/a/d/)	0,046	0,521	0,391	<0,0001	0,0690
GMD P2 (kg/a/d/)	0,358	0,874	0,732	<0,0001	0,0349
PV final (kg)*	176	216	205	SD	SD
EGD (mm)*	2,31	4,04	3,48	0.1499	0.3824
AOB (cm2)*	30,44	36,79	35,94	0.0154	0.4615

PV: peso vivo; GMD: ganancia media diaria; EGD: espesor de grasa dorsal; AOB: área de ojo de bife; T: testigo; HS: harina de soja; OP: Optigen®.

P1: día 1 al 44; P2: día 44 al 81; P1+P2: día 1 al 81.

\*Registrados al final de la suplementación.

#### 4.1.2. Consumo de suplemento y eficiencia de conversión

El consumo de suplemento respecto al planteado al inicio del experimento como objetivo (consumo de 1 kg de MS/100 kg de PV) fue superado para ambos tratamientos [IC: 1.307-1.415,  $\alpha=0.05$  para SHS, y IC: 1.135- 1.243,  $\alpha=0.05$  para SOP]

El consumo de materia seca de suplemento durante el período de suplementación difirió entre fuentes proteicas, tanto en kg/a/d ( $P<0.0001$ ) como en kg/100 kg de PV ( $P<0.0001$ ), registrándose los mayores consumos en el tratamiento que contenía harina de soja. También existieron diferencias entre semanas tanto en kg/a/d ( $P<0.0001$ ) como en kg/100 kg de PV ( $P=0.0003$ ), mientras que no hubo efecto de la interacción entre tratamiento por semana tanto para kg/a/d ( $P=0.1081$ ) como en kg/100 kg de PV (0.0706).

Durante P1, SHS presentó un consumo de materia seca de suplemento superior que SOP, expresado éste tanto en kg/a/d ( $P=0.0011$ ) como en kg/100 kg de PV ( $P=0.0021$ ). Manteniéndose dichas diferencias entre semanas, tanto

en kg/a/d ( $P=0.0031$ ) como en kg/100 kg de PV ( $P=0.0108$ ), mientras que no hubo efecto de la interacción entre tratamiento por semana, tanto para kg/a/d ( $P=0.2562$ ) como en kg/100 kg de PV ( $P=0.2077$ ).

Durante P2, los consumos no difirieron estadísticamente entre tratamientos tanto para kg/a/d ( $P=0.1187$ ) como para kg/100 kg de PV ( $P=0.2076$ ), solo se registraron diferencias entre semanas tanto en kg/a/d ( $P=0.0021$ ) como en kg/100 kg de PV ( $P=0.0002$ ). Pero la interacción entre tratamiento por semana mostró diferencias tanto para kg/a/d ( $P=0.0100$ ) como para kg/100 kg de PV ( $P=0.0118$ ).

La eficiencia de conversión (EC) del suplemento, no presentó diferencias estadísticas entre fuentes de proteína para cada uno de los períodos analizados, aunque a lo largo de todo el período experimental, se observó una tendencia a que la SHS presentara mejor EC que la SOP ( $P=0.0537$ ).

En el cuadro 4.2 se presentan las medias ajustadas para las variables consumo de suplemento y EC para los tres tratamientos en P1, P2 y P1+P2.

Cuadro 4.2. Efecto de la fuente de proteína sobre el consumo de concentrado y eficiencia de conversión.

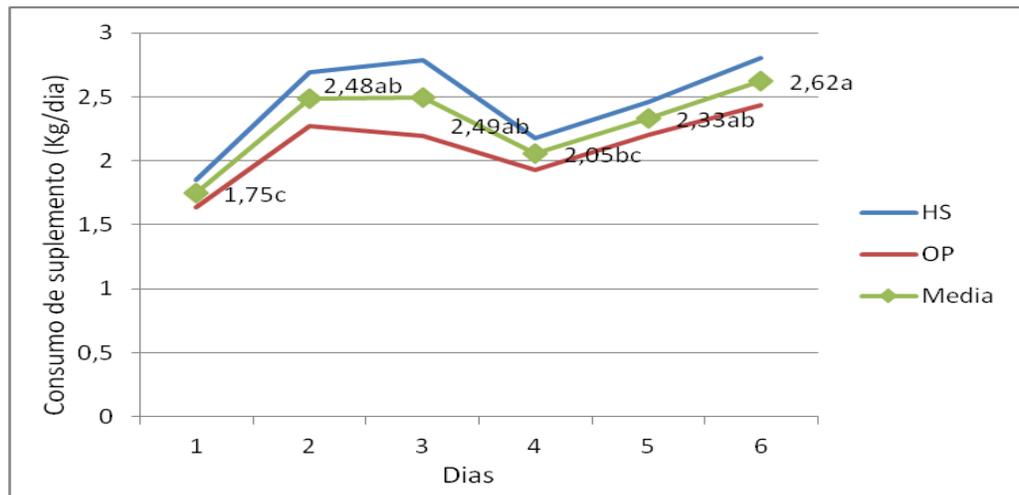
	SHS	SOP	Prob>F
<b>P1 + P2</b>			
Diferencia de GMD con respecto al T (kg/a/d)	0,490	0,352	
CMSS (kg/d)	2,5	2,1	<0,0001
CMSS (kg/100 kg PV)	1,4	1,2	<0,0001
EC del suplemento	5,14	6,20	0,0537
<b>P1</b>			
Diferencia de GMD con respecto al T (kg/a/d)	0,475	0,345	
CMSS (kg/d)	2,4	2	0,0011
CMSS (kg/100 kg PV)	1,4	1,2	0,0021
EC del suplemento	5,05	5,74	0,1542
<b>P2</b>			
Diferencia de GMD con respecto al T (kg/a/d)	0,516	0,374	
CMSS (kg/d)	2,7	2,3	0,1187
CMSS (kg/100 kg PV)	1,3	1,2	0,2076
EC del suplemento	5,17	6,25	0,3031

SHS: harina de soja; SOP: Optigen<sup>®</sup>; GMD: ganancia media diaria; T: testigo; CMSS: consumo de materia seca de suplemento; EC: eficiencia de conversión.

P1: día 1 al 44; P2: día 44 al 81; P1+P2: día 1 al 81.

El consumo de suplemento varió entre días dentro de una misma semana ( $P < 0.0001$ ), siendo este efecto dependiente de las semana experimental ( $P < 0.0001$ ) pero independiente del tratamiento ( $P = 0.0921$ ).

La evolución diaria del consumo de suplemento por tratamiento y para el promedio de ambos tratamientos (harina de soja y Optigen<sup>®</sup>) se presenta en la gráfica 4.2.



Medias seguidas por igual letra no difieren estadísticamente ( $P < 0.05$ ).  
 Los valores corresponden a la media.

Gráfica 4.2. Evolución del consumo de suplemento (kg/a/d) para cada día dentro de una semana.

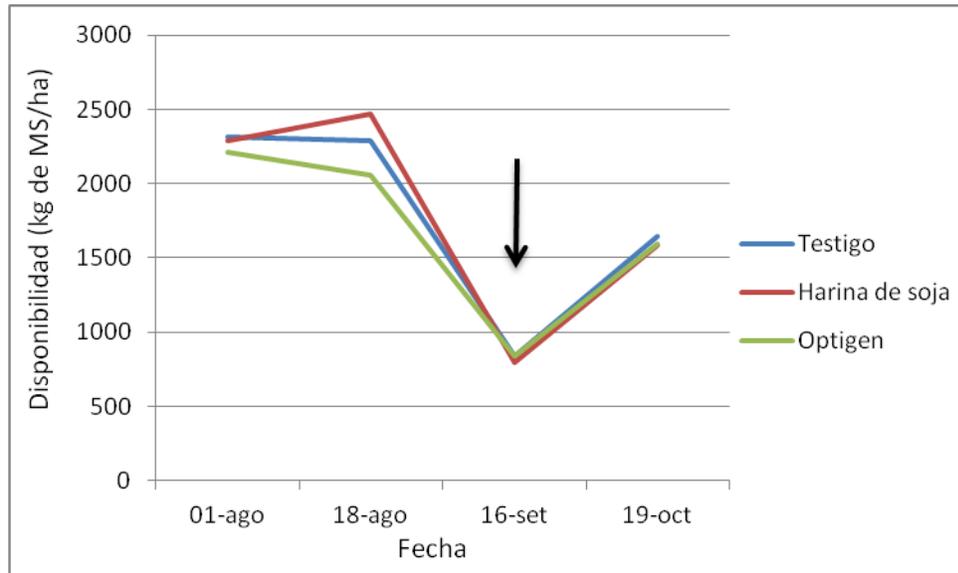
## 4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

### 4.2.1. Características físicas

Al inició del experimento, la pastura tenía una disponibilidad promedio de 2271 kg de MS/ha y una altura de 4.9 cm.

Durante P1, la disponibilidad promedio no difirió entre tratamientos ( $P=0.5124$ ), variando entre las distintas fechas de medición ( $P < 0.0001$ ). Para altura de la pastura sucedió lo mismo, el efecto tratamiento no tuvo diferencia significativa ( $P=0.3570$ ) y el efecto del momento de medición si la tuvo ( $P=0.0436$ ).

Durante P2, la disponibilidad de forraje promedio no difirió entre tratamientos ( $P=0.8313$ ), observándose variaciones solo asociadas a la fecha de muestro ( $P=0.0007$ ). Dentro de este mismo período para la variable altura de pastura no fue afectada por los tratamientos ( $P=0.6771$ ) ni la fecha de muestreo ( $P=0.2660$ ).



↓ Punto a partir del cual se pasa del P1 al P2

Gráfica 4.3. Evolución de la disponibilidad de forraje del campo natural durante el periodo de suplementación en los diferentes tratamientos.

Para la variable proporción de restos secos no hubo diferencias significativas entre tratamientos ( $P=0.1526$ ) ni entre momento de medición ( $P=0.1309$ ) durante el P1. Y para el P2 no hubo diferencias entre tratamiento ( $P=0.1872$ ), pero si entre mediciones ( $P=0.003$ ).

En el P1, el porcentaje de suelo desnudo no presentó diferencias significativas entre tratamientos ( $P=0.6717$ ), y tampoco entre mediciones ( $P=0.4521$ ). Y para el P2 tampoco existieron diferencias entre tratamiento ( $P=0.0602$ ) y mediciones ( $P=0.1506$ ).

En el cuadro 4.3 se presentan las medias ajustadas para disponibilidad, altura de forraje, % de restos secos y % de suelo desnudo por tratamiento durante la suplementación.

Cuadro 4.3. Disponibilidad, altura de forraje, % de restos secos y % de suelo desnudo por tratamiento y por subperiodo de suplementación.

	Tratamientos			Prob. >F.
	T	HS	OP	
<i>P1</i>				
Disponibilidad de forraje (kg MS/ha)	1815	1851	1700	0,512
Altura (cm)	4,5	4,6	4,2	0,367
Forraje seco (% MS disponible)	18,0	26,5	19,5	0,153
Suelo desnudo (% suelo desnudo)	11,0	8,5	7,8	0,672
<i>P2</i>				
Disponibilidad de forraje (kg MS/ha)	1242	1191	1216	0,831
Altura (cm)	4,4	4,2	4,3	0,677
Forraje seco (% MS disponible)	14,0	21,8	13,5	0,187
Suelo desnudo (% suelo desnudo)	14,0	7,3	8,5	0,060

T: testigo; HS: harina de soja; OP: Optigen®.  
P1: día 1 al 44; P2: día 44 al 81.

#### 4.2.2. Composición química

En el cuadro 4.4 se muestran los valores correspondientes a los análisis de composición química, de dónde se desprende que ninguno de los tratamientos tuvo efecto sobre la composición de la pastura, ya que no existieron diferencias estadísticamente significativas al comparar los valores.

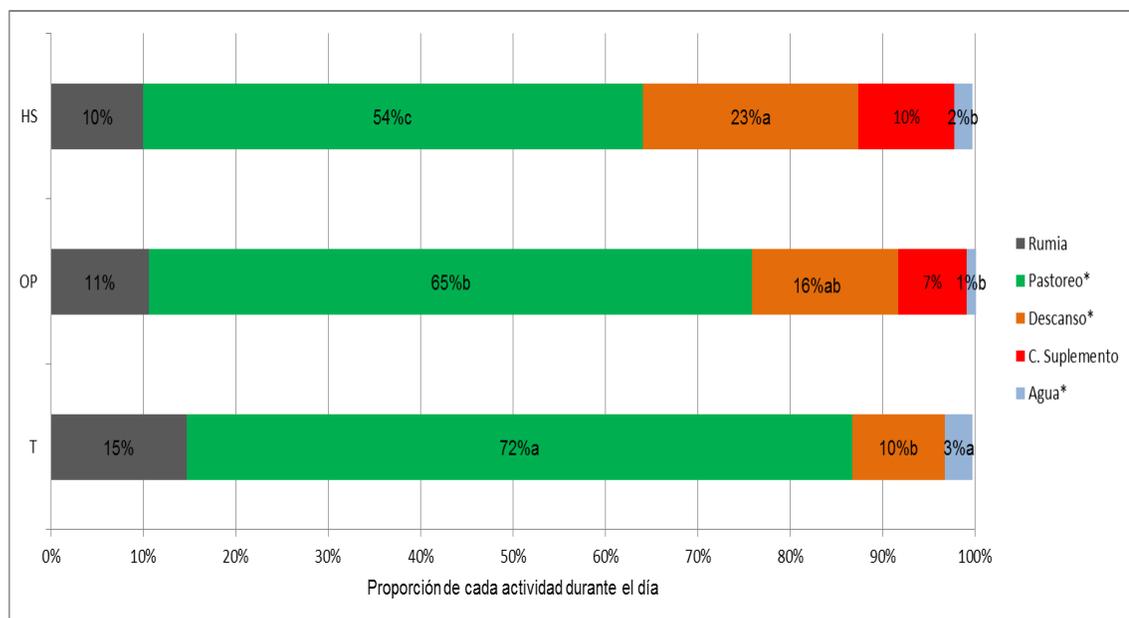
Cuadro 4.4. Efecto de la suplementación sobre la composición química de la pastura promedio (% BS) en el periodo experimental de suplementación para los distintos tratamientos.

	Tratamientos			Prob. >F.
	T	HS	OP	
Fibra detergente ácido	28	26	24	0,30
Fibra detergente neutro	62	61	61	0,94
Proteína cruda	9	8	9	0,36
Digestibilidad de la Materia Seca	65	67	69	0,30

#### 4.3. COMPORTAMIENTO ANIMAL DURANTE EL PERÍODO DE SUPLEMENTACIÓN

La distribución de las distintas actividades que componen el comportamiento animal en los diferentes tratamientos está representada en el Gráfico 4.4. Del análisis del mismo podemos concluir que en orden creciente en lo que a la actividad de pastoreo se refiere, se podría ubicar al tratamiento SHS en el primer lugar, seguido por el tratamiento con SOP y por último al tratamiento T.

Las actividades de rumia y consumo de suplemento no tuvieron diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ), en tanto que las actividades de pastoreo ( $P = 0.0001$ ), descanso ( $P = 0.0054$ ) y consumo de agua ( $P = 0.0001$ ) sí presentaron diferencias entre los tres tratamientos.



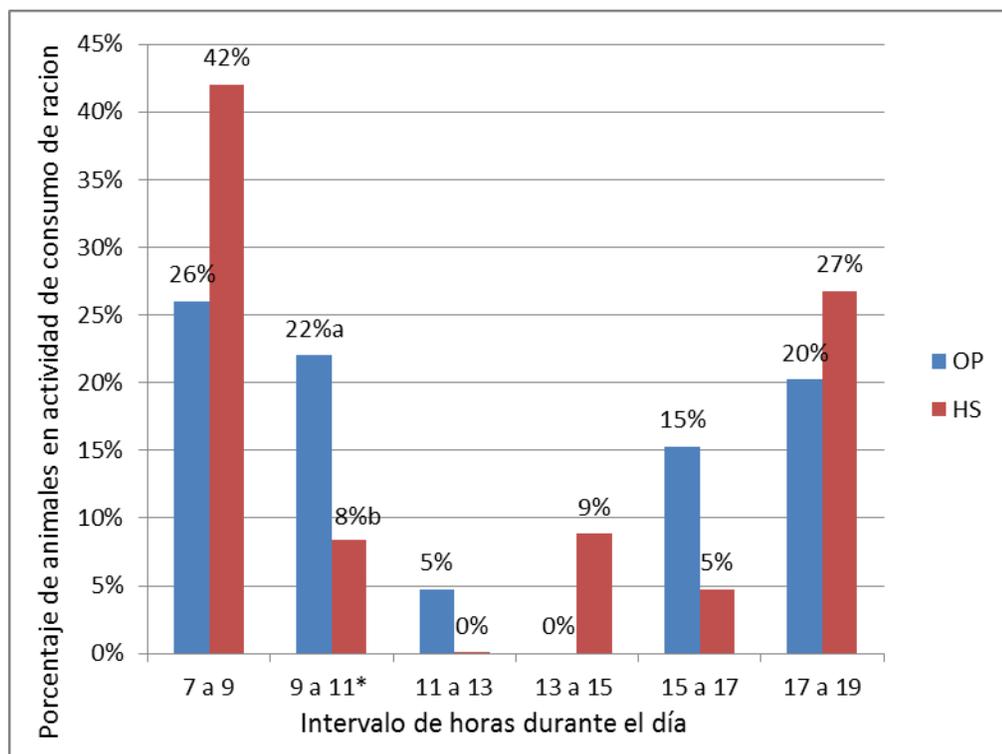
\*existen diferencias estadísticamente significativas al menos en un tratamiento ( $P < 0.05$ )

Letras distintas por actividad muestra que en esa actividad el tratamiento difirió de los otros

Gráfica 4.4. Distribución en porcentaje de las distintas actividades del animal a lo largo de las horas luz, estimado a partir de la probabilidad de ocurrencia de cada actividad.

La tasa de bocado no difirió entre tratamientos ( $P = 0.157$ ), registrándose valores de 54, 51 y 48 bocados por minuto para T, SHS y SOP, respectivamente.

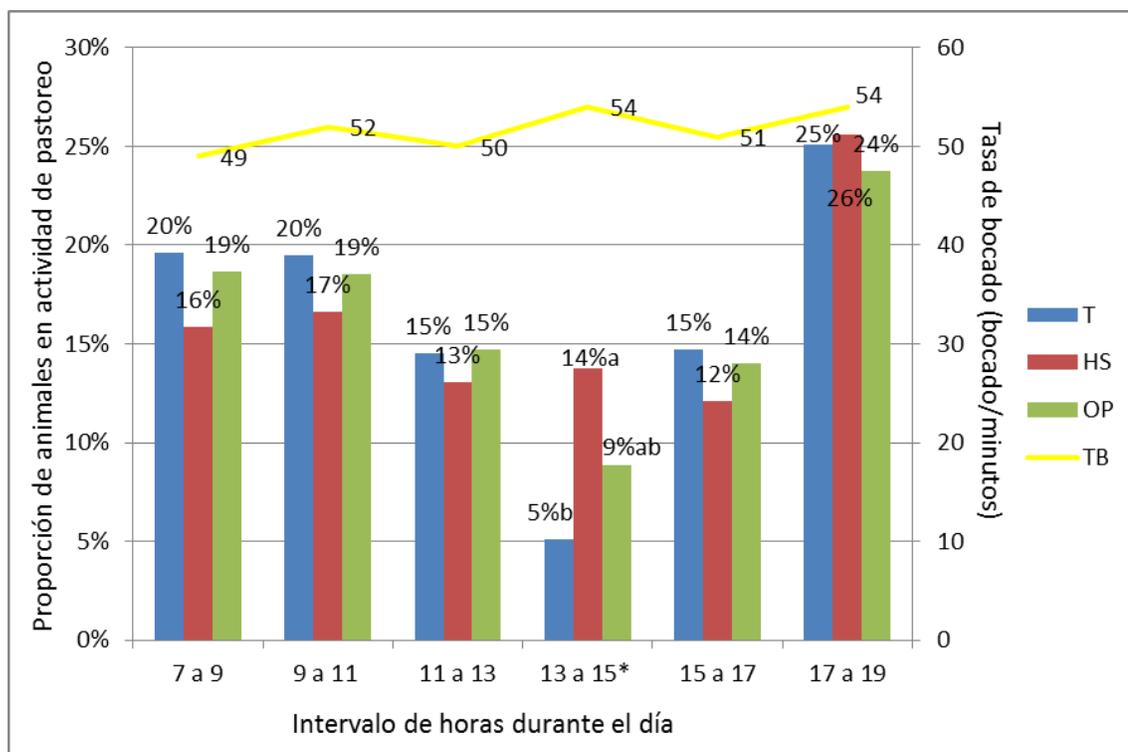
El Gráfico 4.5 describe el patrón diario asociado a la actividad de consumo de suplemento, cuantificado como la probabilidad de encontrar un animal consumiendo suplemento en intervalos de dos horas. En el mismo se puede observar una tendencia a registrarse una mayor actividad de consumo de ración en las primeras horas de la mañana, disminuyendo dicha probabilidad a lo largo del día hasta llegar al final del mismo, dónde nuevamente aparecen probabilidades mayores de que un animal se encuentre realizando esta actividad. Al comparar la probabilidad de encontrar un animal consumiendo suplemento entre los tratamientos no se registraron diferencias estadísticamente significativas (de 7 a 9 hs.  $P=0.1349$ ; de 11 a 13 hs.  $P=0.9845$ ; de 13 a 15 hs.  $P=0.9850$  y de 15 a 17 hs.  $P=0.0773$ ) exceptuando solo el periodo de 9 a 11 horas ( $P=0.0225$ ).



\* existen diferencias estadísticamente significativas al menos en un tratamiento ( $P<0.05$ )

Gráfica 4.5. Probabilidad de encontrar un animal realizando la actividad de Consumo de Suplemento en cada intervalo de 2 horas.

El patrón diario de pastoreo en cada tratamiento se presenta en el Gráfico 4.6. Se observaron dos periodos de mayor consumo, uno ubicado en la mañana y el otro en la tarde, haciéndose mínimo en el periodo de 13 a 15 horas. Solo se registraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos entre las 13 y las 15 horas ( $P=0.045$ ).



\* existen diferencias estadísticamente significativas al menos en un tratamiento ( $P < 0.05$ ) para la probabilidad de encontrar un animal en pastoreo.

Gráfica 4.6. Probabilidad de encontrar un animal realizando la actividad de Pastoreo en cada intervalo de 2 horas y evolución de la tasa de bocado promedio.

#### 4.4. EFECTO RESIDUAL DE LA SUPLEMENTACIÓN INVERNAL SOBRE LA PERFORMANCE ANIMAL Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PASTURAS

El período de análisis residual está comprendido entre los días 81 y 145 del experimento, ubicados dentro de la primavera.

Durante este período el tratamiento tuvo efecto ( $P = 0.0020$ ) sobre la GMD, existiendo una superioridad de los tratamientos suplementados frente al testigo ( $P = 0.0119$ ), y dentro de estos últimos una mayor GMD a favor de la fuente SHS con relación a SOP.

El cuadro 4.5 muestra las medias ajustadas durante el período del efecto residual para PV inicial, GMD y PV final para los distintos tratamientos.

Cuadro 4.5. Efecto residual de la suplementación invernal sobre la ganancia media diaria (días 81 al 145).

	Tratamientos			Contrastes	
	T	HS	OP	T vs. (HS+OP)	HS vs OP
PV inicial (kg)	176	216	205	---	---
GMD (kg/a/d)	0,331	0,534	0,385	0.0119	0.0118
PV final (kg)	197	250	230	SD	SD

T: testigo; HS: harina de soja; OP: Optigen®; PV: peso vivo; GMD: ganancia media diaria; SD: sin datos

La disponibilidad, altura, porcentaje de restos secos y porcentaje de suelo desnudo, para este período no presentaron diferencias estadísticas debidas a los tratamientos ( $P>0.05$ ), variando únicamente en función de la fecha de muestreo ( $P>0.05$ ).

En el cuadro 4.6 se puede ver las medias ajustadas por tratamiento para las variables mencionadas en el párrafo anterior, mientras que el cuadro 4.7 muestra la evolución en el tiempo de las mismas variables.

Cuadro 4.6. Características de la pastura durante el período de análisis residual por tratamiento.

	T	HS	OP	Prob.
Disp. (kg MS/ha)	1858	1814	1897	0.7397
Altura (cm)	5,5	5,5	5,6	0.9359
Restos secos (%MS)	10	11	10	0.3955
Suelo desnudo (%)	7	8	7	0.8819

T: testigo; HS: harina de soja; OP: Optigen®; PV: peso vivo; Disp: Disponibilidad en kg de materia seca por hectárea.

Cuadro 4.7. Características de la pastura durante el período de análisis residual para tres fechas distintas.

	19/10	24/11	22/12	Prob>F
Disp. (kg MS/ha)	1610b	2654 a	1304c	<0.0001
Altura (cm)	4,4b	7,2 a	5,0b	<0.0001
Restos secos (%)	SD	9,0b	11,8 a	0.0121
Suelo desnudo (%)	11,5 <sup>a</sup>	5,0b	5,5b	0.0031

Distintas letras entre fila significa que existe diferencia entre los valores  
SD; sin datos

#### 4.5. REGISTROS CLIMÁTICOS

Durante los meses de agosto, setiembre y octubre, las precipitaciones superaron en 134 mm los registros históricos, los cuales presentan datos de 335 mm para el acumulado de estos meses. El registro de precipitaciones ocurridas para los meses durante los cuales se realizó el experimento, fue de 545 mm según URUGUAY. MDN. DNM<sup>1</sup> (ver Anexo 4).

Los días con temperaturas menores a 0°C sobre el césped, durante el período experimental fueron 10 según URUGUAY. MDN. DNM<sup>1</sup> (ver Anexo 5).

En el cuadro 4.8 se puede ver la comparación de algunos registros climáticos (temperatura del aire, precipitaciones y número de días con temperaturas menores a 0°C medidas sobre el césped) para una serie histórica de años y lo que ocurrió en 2011 para los meses que van de agosto hasta diciembre.

Cuadro 4.8. Temperatura media del aire, precipitaciones mensuales acumuladas y días con temperatura del aire menor a 0°C para el período experimental y una serie histórica de datos.

		AGO	SET	OCT	NOV	DIC
61-90	T del aire (°C)	12	14	17	19	22
	PP (mm)	112	121	102	102	83
	DD con T < 0°C s/c	SD	SD	SD	SD	SD
2011	T del aire (°C)	12	15	17	21	21
	PP (mm)	181	118	170	24	52
	DD con T < 0°C s/c	3*	7*	0	0	0

Fuente: URUGUAY. MDN. DNM<sup>1</sup>.

\*Ver Anexos 4 y 5 por información días exactos.

61-90: Serie histórica de 1961-1990; T: temperatura media mensual PP: precipitaciones acumuladas; DD: días; s/c: sobre el césped.

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. REGISTROS CLIMÁTICOS

El registro de precipitaciones acumuladas para el año 2011 (ver Anexo 4) presenta un valor que se encuentra 37 mm por debajo del promedio histórico (1961-1990). Sin embargo la distribución mensual de las precipitaciones mostró que el año 2011 se comportó diferente al promedio, hecho que no causa ningún sobresalto, ya que según Baethgen y Giménez (2004) es muy poco probable que un año en particular se comporte como el “año promedio”.

Abril, mayo y junio se encuentran entre los meses que tuvieron precipitaciones por encima de la media, y si bien no forman parte del período experimental, pudieron haber incidido sobre la producción de forraje previa, ya que la combinación de las lluvias y la reserva del potrero sin animales previo al inicio del experimento, son dos factores que pueden haber incidido favorablemente sobre la producción del campo natural, explicando la alta disponibilidad inicial. Al igual que los meses antes mencionados, agosto y setiembre presentaron precipitaciones que superaron el promedio histórico.

En síntesis, a efectos de este experimento, tanto los meses comprendidos en el mismo (agosto, setiembre, octubre) como abril, mayo, junio, presentaron precipitaciones iguales o superiores al promedio histórico, hecho que sumado a que la temperatura media del aire para cada mes se presentó similar al promedio (ver Anexo 5), podría haber resultado en un año benigno para el crecimiento de las pasturas. Ayala et al. (1993) sostienen que la tasa de crecimiento del campo natural tiene un fuerte componente climático, por lo que precipitaciones altas asociados a buenas condiciones de humedad y temperatura incrementan dicha tasa. A su vez, estos autores afirman que las mayores variaciones en la distribución estacional de la producción de forraje de un año a otro, las determinan fundamentalmente las precipitaciones, y en menor medida las temperaturas, siendo otoño (junto a verano) una de las estaciones con mayores variaciones.

### 5.2. EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

La disponibilidad promedio de MS, altura promedio de la pastura, el porcentaje de restos secos y de suelo desnudo para el período invernal (P1+P2) no fueron afectados por los tratamientos.

Según Pordomingo (2003) al haber una suplementación superior al 0.5% del PV del animal, es muy probable que se dé un efecto de sustitución, por lo que se esperaría una disminución del consumo de forraje de los suplementados frente a los testigos. Sin embargo, la tasa de sustitución está correlacionada positivamente con la calidad y disponibilidad de las pasturas (Bargo et al., 2003).

Kucseva et al. (2003) afirman que el consumo de forraje es afectado de forma diferente según se utilice un subproducto solo (afrechillo de trigo, de arroz, de maíz) o combinado (fuente proteica con cereales). Estos autores y Balbuena et al. (2008) también sostienen que la suplementación energético proteica incrementan el consumo de forraje en un 0.29% del PV, siendo indistinto si la fuente proteica es de proteína verdadera o de NNP, en forrajes de baja calidad y sin limitantes de disponibilidad.

Según Pigurina et al. (1997) comienzan a haber problemas para consumir forraje por parte de los animales con una disponibilidad promedio menor a 1000 kg de MS/ha. En nuestro caso esta situación de baja disponibilidad solo fue alcanzada a fines de invierno (16 setiembre, grafico 4.3).

Pigurina et al. (1997) afirman que cuanto mayor sea la disponibilidad (por encima de los 800 kg de MS de forraje/ha) menor tendrá que ser el nivel de suplementación (menor a 1% del PV en terneros de sobre año) para lograr ganancias de 200 g/a/día. Según estos autores la disponibilidad de forraje es la principal limitante para los terneros, y esta se agrava por frío, lluvia, temporales y descenso de la calidad de las pasturas. Según Fernández Mayer (1998) las lluvias limitan el consumo de forraje por el estrés que le produce al animal y por el cambio que provoca en la concentración de agua de las pasturas. Durante el período experimental se produjeron lluvias que superaron la media histórica en los meses de agosto, setiembre y octubre, lo que podría haber afectado el consumo de forraje.

La caída en la disponibilidad de MS de la pastura se acentúa hacia fines del P1 y en el P2 comienza a revertirse (grafico 4.3). La misma se presenta de igual manera para los tres tratamientos. Lo ocurrido durante el transcurso del P1 podría estar explicado por el bajo crecimiento que podría haber presentado la pastura durante el período invernal, lo que concuerda con los antecedentes revisados (Carámbula 1991, Pérez Gomar y Bemhaja 1992, Ayala et al. 1993, Berretta 1994a, Berretta y Bemhaja 1994b, Berretta y Bemhaja 1998b). Además el incremento que se aprecia durante el transcurso del P2 se puede deber a que ya hubiera condiciones climáticas más “primaverales”, lo que produciría una mayor tasa de crecimiento de las pasturas.

La composición química de la pastura seleccionada no difirió durante el período de suplementación ni difirió entre tratamientos (cuadro 4.4), lo que permite inferir que, de existir diferencia en la performance animal entre los tratamientos para el mismo período de análisis, la misma no sería dependiente de la composición de la pastura sino de otros factores, entre los cuales la suplementación sería uno de ellos.

En el presente experimento se obtuvo un contenido de FDN entorno al 61% el cual podría haber actuado como factor limitante del consumo. Según Fernández Mayer (1998) los forrajes con un contenido de FDN mayores a 32% limitan el consumo por llenado físico.

El experimento comenzó con la misma carga, pero debido a las distintas ganancias que presentaron los tratamientos se empezaron a diferenciar al transcurrir los días, por lo que la carga promedio durante el período de suplementación fue de 224.6 kg/ha para los testigos, 251 kg/ha para el tratamiento con harina de soja, y 244 kg/ha para el tratamiento con Optigen<sup>®</sup>. Esto representó que la carga de harina de soja fuera 12% superior a la carga del tratamiento testigo, mientras que la de Optigen<sup>®</sup> fue un 9% superior en promedio para todo el período de suplementación.

Pordomingo (2003) afirma que al suministrar un suplemento energético proteico, debería producirse cierta sustitución y variar el consumo de forraje. En el presente experimento si bien la disponibilidad no presentó diferencias entre tratamientos, al generarse diferencias en la carga entre estos, podría pensarse que existió cierto grado de sustitución, explicado de otro modo los animales suplementados tuvieron un menor consumo de forraje cada 100 kg de PV provocado por el consumo del suplemento.

Otra evidencia que contribuye a pensar que existió cierto grado de sustitución de la pastura por el suplemento es el comportamiento de los animales, ya que el grafico 4.4 muestra diferencias significativas en la actividad de pastoreo entre los 3 tratamientos, ubicándose el tratamiento testigo como el que tuvo más tiempo dedicado a esta actividad (72%), lo que equivale aproximadamente a 520 minutos pastoreando durante las horas luz (7 a 19), explicado porque la única fuente de alimento para cubrir los requerimientos del animal fue el campo natural, lo que llevó a aumentar el tiempo de pastoreo, si lo comparamos con los tratamientos suplementados. Blasina et al. (2010) registraron valores de 84% para dicha actividad, lo que significó un tiempo total de 504 minutos durante las horas luz (7:30 a 17:30), en un experimento realizado en condiciones comparables a las de este trabajo de tesis.

### 5.3. COMPORTAMIENTO INGESTIVO

Para el caso de los animales suplementados, los que consumieron Optigen® presentaron un mayor porcentaje del tiempo dedicado a pastoreo (65%), aproximadamente 470 minutos durante las horas luz (7 a 19), superior a los 390 minutos (54%) que pastorearon los animales consumiendo Harina de soja. Blasina et al. (2010), para terneras pastoreando campo natural en invierno con suplementación en autoconsumo de una ración comercial conteniendo proteína verdadera en su composición, registraron valores de actividad de pastoreo cercanos a los 330 minutos diurnos (55%), lo que coincide con los datos mencionados para el tratamiento con Harina de soja para este experimento. Las diferencias mencionadas entre los 2 tratamientos, estarían explicadas por el menor consumo de MS de ración que presentaron los animales del tratamiento con NNP a lo largo de todo el período invernal, que los llevó a extender su tiempo de pastoreo para lograr cubrir sus requerimientos.

Analizando los valores de tasa de bocado por minuto promedio para cada tratamiento presentados en el punto 4.3, se puede observar que no existieron diferencias entre ellos, por lo tanto si se relaciona este dato con el tiempo de pastoreo que presentó cada tratamiento se podría pensar que el consumo de materia seca de pastura fue mayor para el tratamiento testigo al compararlo con los tratamientos suplementados, de acuerdo a las relaciones obtenidas por Forbes (1988), Hodgson (1990) entre consumo de forraje, tasa de bocado, peso de bocado y tiempo de pastoreo. Con la misma lógica dentro de los suplementados hay una superioridad en consumo de los animales pertenecientes al tratamiento con Optigen®. Este razonamiento es válido asumiendo que el peso de bocado fue igual para los distintos tratamientos ya que no existieron diferencias en cuanto a altura, disponibilidad y calidad de la pastura.

Estas similitudes en la tasa de bocado podrían deberse a que las características de la pastura tanto de disponibilidad, altura, porcentaje de restos secos y porcentaje de suelo desnudo no tuvieron diferencias significativas entre tratamientos.

El gráfico 4.4 muestra la tendencia de pastoreo que presentaron los animales a lo largo de las horas luz, en el mismo queda reflejado que coincidiendo con lo expresado por Rovira (1996), los dos períodos más importantes en los que los animales realizan pastoreo, son las primeras horas de la mañana y el atardecer.

Tanto los datos de comportamiento animal como los datos de disponibilidad relacionados con la carga animal nos sugieren que existió cierto grado de sustitución de forraje por el suplemento, pero esta sustitución fue baja y la disminución en el consumo de forraje no permitió generar cambios en la disponibilidad.

#### 5.4. PERFORMANCE ANIMAL

##### 5.4.1. Performance de terneros sin acceso a suplemento

Durante el período de suplementación los animales del tratamiento testigo tuvieron una ganancia de PV de 0.188 kg/a/d, encontrándose entre las ganancias más altas reportadas por antecedentes nacionales para terneros pastoreando campo natural durante el invierno, que promedian pérdidas de -0.060 kg/a/d (Quintans et al. 1993, Pigurina 1994, Quintans et al. 1994b, Quintans y Vas Martins 1994c, Quintans 1994d, Pigurina 1995, Gomez et al. 1995, Pigurina y Brito 1996, Campos et al. 2002, Del Campo et al. 2005, Pittaluga et al. 2007, Luzardo et al. 2007, Barreto et al. 2008, Costa et al. 2008, Straumann et al. 2008, Rovira y Velazco 2009, Blasina et al. 2010, Luzardo et al. 2010, Luzardo et al. 2012) . Esto puede estar explicado en parte por el hecho de que el período de suplementación finalizó el 20 de octubre por lo que incluyo 26 días de la primavera.

Pero como se puede ver en la gráfica 4.1 se pueden distinguir dos períodos de acuerdo a la evolución de PV de los animales, con una GMD en el P1 de 0.046 kg/a/d, que si bien se encuentra dentro del rango reportado por la bibliografía antes mencionada se puede decir que se encuentra entre las mejores ganancias de peso. Esto podría ser atribuido a la buena disponibilidad de las pastura (1815 kg MS/ha) y la digestibilidad estimada para la dieta (65%), lo que permitiría que los animales pudieran consumir más.

En cuanto a la disponibilidad como ya se observó, estuvo por encima de los 1000 kg de MS/ha, durante casi todo el período en estudio, a no ser por una única medida (16 de setiembre). Pigurina et al. (1997) plantearon como el límite los 1000 kg de MS/ha, donde por debajo del cual comienzan a existir problemas para el consumo.

Rovira (1996) estableció que para requerimientos únicamente de mantenimiento, digestibilidades entre 50-55% serían suficientes, pero para mantenimiento y producción no deberían ser menores de 60%, indicando

además que el consumo animal aumenta linealmente con el incremento de la digestibilidad hasta que alcanza valores cercanos al 80%.

Observando durante el P1 a los animales del tratamiento testigo, se aprecia que los mismo tuvieron ganancias muy bajas (0.046 kg/día), pero si esto es comparado con experimentos nacionales a campo natural con una carga aproximada de 0.6 UG/ha (carga de los testigos fue de 0.6 UG/ha) para este mismo período, se puede tomar como una buena ganancia, dado que el promedio de estos experimentos da una ganancia de  $-0.101 \pm 0.015$  kg/día (Pigurina 1995, Pigurina y Brito 1996, Del Campo et al. 2005, Blasina et al. 2010).

Durante el P1 se comenzó con una disponibilidad de forraje alta (2318kg MS/ha) y se terminó con una disponibilidad baja (835 kg MS/ha), por lo que se puede apreciar que la disponibilidad va disminuyendo a medida que transcurren los días, y esto se debe a un bajo crecimiento de las pasturas dado la época del año en la cual se encontraban (Ayala et al., 1995). También se podría decir que al tener un 18% de restos secos, estas pasturas podrían ser consideradas como de buena calidad, según Quintans et al. (1994a) lo normal para esta época del año, es que se aprecie una mayor proporción de restos secos si se manejan con bajas cargas durante el verano y otoño previo, dado que los restos secos se acumulan del verano y otoño con una digestibilidad muy baja (24%).

Al pasar al P2, se puede apreciar una mayor GMD (0.358g/día) debido al cambio de estación (finalizando el invierno y comienzo de la primavera) que permite una mayor tasa de crecimiento de la pastura pasando de 835 kg MS/ha al inicio de este período a 1649 kg MS/ha al finalizar el mismo, afectando el porcentaje de restos secos (que disminuye al 14%). La menor proporción de restos secos conjuntamente con el crecimiento de forraje hicieron probablemente que la calidad de la pastura en P2 fuera mayor que en P1. También se podría tener en cuenta lo que afirman Pigurina et al. (1998), cuando dicen que en esta época disminuyen los requerimientos de mantenimiento de los animales por mejores condiciones de temperatura.

Los antecedentes que relacionan la disponibilidad con el consumo son muy variados y dependen del tipo y la condición de cada pastura, y no hay mucha información que relacione el consumo con la disponibilidad de forraje de los campos naturales en Uruguay. A modo de referencia Rayburn, citado por NRC (1987) resumiendo varios trabajos estableció que el consumo de forraje en pastoreo se maximiza cuando la disponibilidad de forraje fue de aproximadamente 2.250 kg de MS/ha. A medida que aumenta la disponibilidad de forraje con la carga constante, aumenta el consumo de forraje por animal,

hasta un cierto punto donde se hace máximo, y de ahí en más comienza a declinar (Bargo et al., 2003). De acuerdo a estas afirmaciones y a las disponibilidades de forraje durante el experimento se podría decir que no se alcanzó el máximo consumo potencial de forraje por parte de los animales.

#### 5.4.2. Respuesta a la suplementación en el periodo invernal

Existió respuesta a la suplementación tanto en P1 como en P2, ya que los animales suplementados presentaron mayor GMD que los animales del tratamiento testigo, confirmando la hipótesis originalmente planteada. Esta respuesta a la suplementación podría estar explicada por un mayor consumo de MS, lo que habría traído aparejado un mayor consumo de energía y de proteína.

En nuestro caso para el período de suplementación se obtuvo una magnitud de respuesta a la suplementación de 0.420 kg/a/d con respecto al testigo. En el caso de Blasina et al. (2010) la magnitud fue de 0.621 kg/a/d, esta diferencia se podría atribuir a que los autores antes mencionados tuvieron una disponibilidad de forraje muy baja (941kg MS/ha), mientras que Rovira y Velazco (2009), reportan una respuesta de 0.688 kg/a/día para el caso de autoconsumo con un 9% de sal y una disponibilidad alta de forraje (3379 kg MS/ha), con una alta proporción de restos secos (60%). De este modo queda reflejada la superioridad que presenta la suplementación invernal frente a los animales que pastorean campo natural en el invierno.

#### 5.4.3. Consumo de suplemento y eficiencia de conversión

Para el presente experimento el consumo de materia seca de suplemento, ya sea en kg/a/d o como porcentaje del PV, tuvo resultados distintos de acuerdo al período analizado.

Tanto para el período de suplementación en su totalidad, como para el P1, el consumo de MS de suplemento expresado como porcentaje de PV fue mayor para los animales recibiendo la ración que contenía harina de soja. Esto podría atribuirse posiblemente, a una mayor palatabilidad de esta ración con respecto a la conteniendo Optigen<sup>®</sup>, ya que todos los demás factores que podían afectar el consumo fueron iguales para ambos tratamientos. Helmer et al. (1971) indican que mezclar más de un 2,5% de urea en el suplemento disminuye su palatabilidad, mientras que Nahara (2006) sostiene que la harina de soja tiene muy buena palatabilidad.

El menor consumo de raciones con una fuente de NNP (Optigen<sup>®</sup>), no coincide con los resultados obtenidos por Simeone et al. (2008), Beraza et al. (2010), quienes mencionan que no existieron diferencias significativas en el consumo como porcentaje de PV al sustituir una fuente de proteína verdadera (harina de soja, expeler de girasol) por otra de NNP (urea, Optigen<sup>®</sup>).

Al observar el P2, se aprecia que el mismo difiere con el resultado de los otros períodos, y se asemeja a los resultados encontrados por los autores mencionados anteriormente, ya que no existieron diferencias significativas en el consumo de MS de suplemento entre ambas fuentes de proteína.

Al observar el consumo como porcentaje de PV (cuadro 4.2), se aprecia que el mismo estuvo siempre por encima del 1% esperado al inicio del experimento. Estos resultados podrían explicarse debido a que para determinar el consumo de suplemento se realizó la diferencia entre lo ofrecido y lo rechazado, por lo tanto el desperdicio que cayó fuera del comedero fue considerado como consumido por los animales. A su vez, el 10% de NaCl en la ración como regulador del consumo, podría no haber sido suficiente para que el mismo se mantuviera en 1% del peso vivo. Rovira y Velazco (2012a) luego de hacer una revisión de varios trabajos nacionales e internacionales mencionan que para lograr el consumo del 1% sería necesario 15 a 20% de NaCl en la ración.

El CMS de suplemento varió entre días dentro de una misma semana, existiendo una tendencia clara de serrucho, pero esta tendencia fue independiente de la fuente de proteína utilizada. Rovira y Velazco (2012b) plantean que este hecho podría deberse a la presencia de algún grado de acidosis ruminal, ya que ésta es una conducta típica cuando se presentan estos casos, mientras que Luzardo et al. (2010), Luzardo et al. (2012) suplementando de lunes a viernes y salteando los fines de semana obtuvieron los mismos valores de GMD que los animales suplementados diariamente. En el presente experimento, de acuerdo a los resultados obtenidos por estos últimos trabajos y a las GMD obtenidas, se cree que no existieron problemas de acidosis en los animales. A su vez, en el gráfico 4.2 se puede observar que los tratamientos siguen el mismo comportamiento (bajan y suben el consumo en los mismos días), mostrando que no hubieron diferencias en este aspecto entre los mismos. Por lo que descartamos que hubiesen existido problemas de acidosis en alguno de los tratamientos que ocasionaran diferencias entre ellos.

En lo que se refiere a la ingesta de urea (urea contenida en Optigen<sup>®</sup>) por parte de los terneros, con un consumo de ración de 2,1 kg/a/d, y un PV promedio 183 kg, la misma sería de aproximadamente 25 g/100 kg de PV, valor que está por debajo del umbral de toxicidad de 40-50 g/100 kg de PV señalado

por Fernández Mayer (2008), y a esto habría que sumarle que esta urea fue suministrada en forma de Optigen<sup>®</sup>, por lo cual es de lenta liberación, lo que hace disminuir el riesgo.

En cuanto al comportamiento Rovira y Velazco (2012b), obtuvieron datos de porcentaje del tiempo consumiendo ración cercanos al 16%, lo que representó 99 minutos por ternero por día, mientras que Blasina et al. (2010) en sus experimentos, registraron valores que oscilaron en un 10% lo que equivale a 60 minutos por animal por día, estos valores no difieren demasiado de los obtenidos en el presente experimento, donde los registros fueron de 10% para los animales consumiendo Harina de soja y de 7% para los animales consumiendo Optigen<sup>®</sup>, que representan 72 y 50 minutos respectivamente, no existiendo diferencias significativas entre estos últimos 2 valores. Si bien no se puede decir que las distintas fuentes de proteína generan diferencias en el tiempo que dedican a la actividad de consumo de ración, el mayor tiempo que se registró en el tratamiento con harina de soja contribuyó a que también fuera mayor el consumo, donde sí se pudieron observar diferencias significativas.

Por el hecho de que los animales poseen un costo de mantenimiento, la eficiencia de conversión mejora a mayor consumo de energía, debido a que el costo de mantenimiento se diluye (Di Marco, 2006).

Pordomingo (2005) afirma que las categorías más jóvenes y livianas son las que poseen mejor eficiencia de conversión. Esto se debe en primera instancia al menor mantenimiento de la masa corporal y mayor porcentaje de energía destinada al crecimiento y deposición de grasa, y en segunda instancia a la composición de la ganancia, siendo la misma con mayor proporción de músculo que grasa.

Para este experimento, la eficiencia de conversión del suplemento en kg de PV, no se vio afectada por la fuente de proteína. Los valores estuvieron en el rango de 5,2 y 6,2 kg de alimento por kg de PV y no existieron diferencias estadísticas entre ellos. Estos valores son superiores a los obtenidos por Blasina et al. (2010), quienes reportaron valores de 3,7 kg de MS/kg de PV para terneras suplementadas en comederos de autoconsumo.

Velazco y Rovira (2012), en ensayos en comederos de autoconsumo realizados con novillitos de 337.5 kg de PV promedio, obtuvieron eficiencias de conversión de 6,52 kg de MS/kg de PV.

Rovira y Velazco (2009), en terneros suplementados al 1% del PV en comederos de autoconsumo, reportaron valores de eficiencia de conversión de

4,4 y 5,4 kg de suplemento por kg de respuesta, para raciones conteniendo 9% o 15% de NaCl como regulador del consumo.

En este experimento, la fuente proteica no incidió sobre la eficiencia de conversión, obteniendo resultados similares al usar proteína verdadera o NNP de lenta liberación. Esto ocurrió debido a que si bien los suplementados con harina de soja tuvieron un mayor consumo también registraron una mayor ganancia por lo que en la eficiencia de conversión no se observaron diferencias.

#### 5.4.4. Respuesta animal a la fuente proteica utilizada en el suplemento

Analizando los 81 días de suplementación, se puede observar que existe una superioridad en GMD a favor de los animales consumiendo ración con harina de soja. Este hecho se reproduce tal cual en el P2, y en el P1 simplemente se observó una tendencia con un valor de  $P < 0.10$ .

Las mayores ganancias de los animales consumiendo ración con harina de soja, es atribuida principalmente al mayor consumo de estos con relación a los de Optigen<sup>®</sup>, pero no se puede asegurar que sea el único factor ya que diversos autores han encontrado otros posibles motivos que hacen que la eficiencia de utilización del NNP sea menor.

Estos resultados en GMD coinciden con los presentados por Lorenzatti et al. (2004), quienes reportan que la sustitución total de harina de girasol por urea en dietas de engorde a corral, presenta diferencias significativas a favor de la proteína verdadera. Milton et al. (1997a), al comparar harina de soja frente a urea como fuente de proteína en dietas de terneras en terminación a corral, concluyeron que los resultados fueron superiores para la harina de soja, debido a que los suplementados con urea eran deficientes en proteína metabolizable.

En experimentos llevados a cabo por Pereda et al. (2008), la comparación de urea como fuente de N vs pellet de girasol en dietas de corral, arrojó como resultado una superioridad de la proteína vegetal frente al NNP. Milton et al. (1997b) sostienen que existe una superioridad en GMD al comparar novillos consumiendo raciones con harina de soja como fuente de proteína, con animales que obtenían su proteína a partir de la urea.

Opuesto a lo expresado en los párrafos anteriores, Beraza et al. (2010) sostienen que la sustitución de expeler de girasol por NNP de lenta liberación (Optigen<sup>®</sup>) en dietas de terneros o novillos, no presenta diferencias en la performance animal. Esta información, coincide con lo expresado por Simeone et al. (2008), quienes afirman que no existen diferencias en ganancia diaria

tanto en terneros como en novillos al sustituir expeler de girasol por NNP de lenta liberación (Optigen®).

De Luca (2002) afirma que la suplementación con urea vs la suplementación con harina de soja, reduce en un 8% el total de aminoácidos libres en el plasma, siendo los más afectados metionina, lisina, leucina y valina.

Las bacterias del rumen sintetizan proteínas a partir del S o sulfatos del alimento, y es por eso que en ciertas condiciones es necesario agregarlo cuando los vacunos se alimentan con urea, aunque una deficiencia directa de S en bovinos para carne es poco probable en nuestra región, y si ocurre está relacionada con una mala alimentación proteica del ganado (Mufarrege, 1999). Gutiérrez et al., citados por Promkot et al. (2007) encontraron que la relación N:S de las bacterias del rumen fue de 8:1 a 31:1 y concluyó que una proporción de 20:1 entre el N y el S disponible debe ser adecuada para abastecer los requerimientos de los microorganismos del rumen. En la ración con Optigen® la relación N:S fue próxima a 22:1, por ende se puede decir que se estaría dentro de los niveles exigibles, por lo que la variable S es descartada de ser una posibilidad que explique las diferencias.

Como ya fue explicado en el capítulo de sincronización de energía proteína, tiene que haber una relación adecuada de energía para la proteína que haya en el rumen para que se produzca a máxima tasa la PMo (Orskov, 1992) y de este modo se tenga una máxima eficiencia del uso del N (Santini y Elizalde, 1994). En caso de que esto no ocurra, el uso del N no será tan eficiente, lo que provocará un exceso de N, el cual tendrá que ser eliminado por el animal aumentando sus costos de mantenimiento, pero este aumento en gastos según Di Marco y Aello (2002) son insignificantes.

Es posible que el suministro de NNP no haya aportado péptidos y aminoácidos como si lo puede hacer una fuente de proteína verdadera. La falta de estos compuestos, que son necesarios por ciertos microorganismos del rumen, podría determinar una reducción en la flora microbiana (Milton et al., 1997a). Aunque para los microorganismos el amoníaco es la fuente principal de N, los péptidos y los aminoácidos incrementan el crecimiento de algunos de ellos (Kernick, citado por Rodríguez et al., 2007).

Richardson y Hatfield (1978) concluyeron que el crecimiento del animal se ve limitado por la disponibilidad de metionina, lisina y treonina, cuando la dieta tiene una fuente proteica únicamente a partir de proteína microbiana. Además según Satter (1979), en dietas con elevada proporción de NNP, la metionina junto con la fenilalanina, serían limitantes para las bacterias.

Burris et al. (1976) encontraron que la lisina en el abomaso era un aminoácido limitante para el crecimiento de terneros suplementados con urea. Al comparar con animales con dietas basadas en proteína de harina de soja observaron que los niveles de lisina en plasma eran menores y sugirieron que este aminoácido estaría limitando la performance de los animales en crecimiento.

Gibb et al. (1992) demuestran que a animales con altas tasas de ganancia (0.800 kg/a/d promedio de los tratamientos 0.91 grano de destilería, 0.53 harina de pluma) suplementados con urea, si se le agrega granos de cereales aumenta la GMD y la metionina en plasma. Afirmando que si no se suministra una fuente de proteína vegetal, la metionina y la lisina se vuelven aminoácidos limitantes.

El menor crecimiento de los microorganismos ruminales cuando son suplementados con dietas pobres en proteína verdadera y con NNP, puede deberse a la incorporación directa de los aminoácidos en la proteína microbiana, o a que incrementan la disponibilidad de esqueletos carbonados que pueden utilizarse como fuentes de energía o para la síntesis de novo de aminoácidos microbianos (Van Soest, 1994).

Martínez (2006) sostiene que la importancia de la proteína microbiana a la hora de satisfacer las necesidades de aminoácidos de los rumiantes es indiscutible, y a pesar de que el perfil de aminoácidos de aquella es muy similar al de la proteína sintetizada por el rumiante (ver Anexo 6), el aporte que podemos conseguir maximizando el crecimiento microbiano aún es insuficiente para cubrir las necesidades de aminoácidos de animales sometidos a elevadas producciones.

Para el caso de este experimento, dado que las ganancias de peso no son tan elevadas como en los casos mencionados anteriormente y que la ración con NNP de todos modos tiene una proporción importante de proteína de origen vegetal, se cree que ni la falta de aminoácidos y péptidos en el rumen para la síntesis microbiana, ni deficiencias de proteína de sobrepaso estarían explicando la diferencia de peso. Como ya se mencionó, el principal factor que explica la diferencia sería el consumo diferencial entre los tratamientos.

En síntesis, se puede concluir que la respuesta obtenida en el experimento en cuanto a GMD, fue la esperada según la hipótesis, donde se estableció que existían diferencias en la performance animal según la fuente proteica.

#### 5.4.5. Área de ojo de bife y espesor de grasa subcutánea

Se apreció claramente que los animales suplementados tuvieron mayor AOB con respecto a los testigos. Debido a que la pastura no presentó diferencias en disponibilidad y composición química entre los distintos tratamientos; las diferencias antes mencionadas, podrían deberse al suministro de ración, debido a contar con mayor disponibilidad de energía y proteína. Entre los distintos suplementos no se apreciaron diferencias significativas debido a que los mismos fueron isoenergéticos e isoprotéicos.

Los animales van a destinar la energía primero a mantenimiento, luego al crecimiento (sistema nervioso/vísceras, hueso y musculo) y por último, el exceso de energía, lo van a depositar como grasa. Por lo que se dice que la categoría de terneros tiene un cuerpo conformado por mucho hueso, mucho musculo y poca grasa (Di Marco 1998, Bacha et al. 2005).

Los distintos tejidos tienen un orden de prioridad para su crecimiento y desarrollo, por lo que por flujo sanguíneo se distribuyen los nutrientes respetando ese orden. Dicho orden comienza por el tejido nervioso/vísceras, tejido óseo, tejido muscular y por último tejido graso. Por lo que si se restringe la alimentación lo primero que se ve afectado y deja de sintetizar es el tejido graso (Di Marco 1998, Bavera et al. 2005, Bacha et al. 2005).

Bavera et al. (2005) afirman que después del nacimiento, el desarrollo del esqueleto está adelantado respecto al de los músculos. Por su parte, los músculos crecen en relación con el peso del cuerpo. Durante este crecimiento siempre existe alguna acumulación de grasa que va siendo cada vez mayor según se aproxima la madurez. Este tejido graso se deposita en los distintos lugares siguiendo un orden de prioridades: grasa mesentérica, grasa perirrenal, grasa intermuscular, grasa subcutánea y grasa intramuscular.

El tejido graso constituye una escasa cantidad al nacer, pero su velocidad de crecimiento, con el tiempo aumenta, acercándose en animales de madurez temprana y gordos a las cantidades absolutas de tejido muscular (Di Marco 1998, McDonald et al. 2006, Fernández Mayer 2012).

En cuanto a la deposición de grasa subcutánea, Sainz et al. (2004) mencionan que aumenta al consumirse una mayor concentración de energía. Esto sucedería cuando el consumo de energía supera los requerimientos de mantenimiento. Por lo tanto habría una relación entre la deposición de grasa subcutánea con el excedente de energía.

La bibliografía acerca del efecto de la digestión de los concentrados energéticos sobre la tasa de engrasamiento es contradictoria. Fernández Mayer et al. (2003) reportan mayor deposición de EGD en animales con dietas basadas en granos en comparación a forrajes, mientras Coleman et al. (1995) no encontraron diferencias significativas.

Según lo dicho por Fernández Mayer (2012), para que un ternero de 150 a 160 kg de PV tenga un engrasamiento ideal, para alcanzar la terminación a los 280 kg de PV, tiene que tener una ganancia de 900 a 1000 g/día, para lo cual hay que utilizar una alta proporción de concentrados energético proteicos. En los sistemas pastoriles esto se hace muy difícil dado la variación en calidad de los forrajes.

En este caso, debido a que la categoría sobre la cual se realiza el experimento está en pleno crecimiento, tiene requerimientos de nutrientes muy elevados para desarrollo del hueso y músculo. Esto podría estar explicando el bajo nivel de EGD y que no presenten diferencias significativas entre los tratamientos.

#### 5.5. PERFORMANCE ANIMAL Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PASTURAS DURANTE EL PERÍODO RESIDUAL

Durante esta etapa, se observó que comparando la GMD de los animales que habían sido suplementados durante el invierno, la misma presentó diferencias significativas entre los tratamientos, desprendiéndose una superioridad de 0,149 kg/a/d ( $P=0.0118$ ) a favor de los animales suplementados con proteína verdadera.

Durante este mismo período se comparó la GMD de los animales del tratamiento testigo vs los suplementados, obteniendo como resultado la existencia de diferencias estadísticas, mostrando dicho promedio una superioridad de 0,129 kg/a/d ( $P=0.0119$ ) a favor de los suplementados en contraste con el tratamiento testigo. Estos resultados fueron similares a los obtenidos por Rovira y Velazco (2009), quienes reportan ganancias de peso inferiores de los animales sin suplementación invernal, al compararlos con los animales que habían sido suplementados. Blasina et al. (2010) no concuerdan con estos resultados, ya que en su experimento obtuvieron mayores ganancias de los animales del tratamiento testigo frente a los suplementados en el período residual, concluyendo que en ese caso se cumplió el enunciado del crecimiento compensatorio.

Quintans et al. (1993), en experimentos con suplementación invernal con afrechillo de arroz y un tratamiento testigo, concluyeron que en el período residual a la suplementación, los animales no presentaron diferencias significativas en GMD entre tratamientos, hecho que lo caracterizaron como positivo, ya que durante la suplementación los animales suplementados presentaron performances superiores, y esta diferencia en kg se mantuvo a lo largo del tiempo.

Para el caso de este experimento, sigue existiendo una diferencia a favor de los animales suplementados en el período residual, pero la misma disminuyó de 0,420 a 0,129 kg/a/d desde el período invernal al período primaveral. Esta disminución en la diferencia está dada por dos hechos, el primero de ellos es que los animales del tratamiento testigo vieron incrementada su GMD, al tiempo que los animales suplementados vieron disminuida su GMD. Esta superioridad de los suplementados permite afirmar que al final del período residual, los animales del tratamiento testigo continuarán siendo más livianos que los primeros, algo similar a lo ocurrido en el experimento realizado por Quintans et al. (1993).

Como se puede apreciar en el cuadro 4.7, la disponibilidad de forraje en un principio aumentó haciéndose máxima el 24 de noviembre para luego descender hasta que termina el período experimental. El aumento se debió a una mayor tasa de crecimiento de la pastura como consecuencia de la buena disponibilidad hídrica con la que comenzó el período, pero debido a las escasas precipitaciones ocurrió un período de déficit hídrico que afectó negativamente la tasa de crecimiento de la pastura.

Por las causas comentadas en el párrafo anterior este período tuvo una menor disponibilidad de forraje en comparación con años promedios, por lo que los terneros también se vieron afectados, registrando menores ganancias de peso con respecto a lo que podrían lograr en un año con mayores precipitaciones.

## 6. CONCLUSIONES

A modo de conclusión se podría decir, con respecto a la primera parte de la hipótesis planteada, que es correcta. Dado que los animales suplementados obtuvieron ganancias mayores durante el periodo invernal frente a los testigos, habiendo sido un año benigno, en cuanto a las pasturas se refiere.

Con respecto a la segunda parte de la hipótesis, se podría decir que la fuente de proteína verdadera dio mayores GMD que la fuente de NNP. Pero esta superioridad se debe a un mayor consumo de MS de suplemento, la cual atribuimos a una diferencia en palatabilidad entre los suplementos consumidos, por lo que se puede afirmar que esta hipótesis es correcta.

En cuanto al periodo residual, se podría decir que la diferencia en GMD entre los testigos y los suplementados son menores, aunque de igual modo se puede observar una superioridad a favor de los suplementados. Entre los suplementados con las distintas fuentes proteicas durante el invierno, para el periodo residual mostraron diferencias de a favor de los animales tratados con harina de soja.

## 7. RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en un predio comercial ubicado en el Departamento de Cerro Largo (32°11'57" S, 54°03'07" O). Se utilizaron 36 hectáreas de campo natural, las cuales se dividieron en 6 parcelas iguales (2 repeticiones por tratamiento), se contó con cuarenta y ocho terneros de destete (162 kg  $\pm$ 16) de raza Aberdeen Angus y cruce Aberdeen Angus x Hereford, que fueron asignados al azar a los siguientes tratamientos: 1) Testigo (T): Pastoreo de campo natural sin acceso a suplemento. 2) Suplementación con una fuente de proteína verdadera (SHS): Ídem a T más el suministro de ración conteniendo harina de soja como fuente proteica. 3) Suplementación con nitrógeno no proteico (SOP): Ídem a T más el suministro de ración, conteniendo Optigen<sup>®</sup> como fuente proteica. Ambas raciones eran iguales en energía y proteína, y fueron ofrecidas en comederos de autoconsumo incluyendo 10% de sal para regular el consumo de ración al 1% del peso vivo. Los terneros fueron gradualmente introducidos al consumo de ración, para luego ser suplementados durante 81 días, comenzando el 31 de julio de 2011, con una carga fija de 1.33 terneros/ha. El peso vivo fue registrado cada 14 días durante el período de suplementación, y luego cada 28 días durante la primavera donde no hubo acceso a la suplementación para evaluar los efectos residuales de los tratamientos. También se registró la disponibilidad de biomasa, el consumo de suplemento, comportamiento en pastoreo, espesor de grasa dorsal (EGD) y área de ojo bife (AOB). La disponibilidad de biomasa fue de 1743 kg MS/ha, sin diferencias entre tratamientos ( $P>0.05$ ). Durante el invierno, la ganancia media diaria (GMD) del tratamiento control fue más baja en comparación a los suplementados (0.188 vs 0.609 kg/a/día;  $P<0.05$ ). Entre los animales suplementados, los pertenecientes al tratamiento SHS tuvieron una mayor GMD en comparación con los del tratamiento SOP (0.678 vs 0.540 kg/a/día;  $P=0.0038$ ), lo que está asociado al mayor consumo de suplemento de los primeros y una menor actividad de pastoreo ( $P<0.05$ ). Los resultados obtenidos confirman el efecto positivo de la suplementación invernal sobre la GMD de terneros de destete pastoreando campo natural, y su viabilidad bajo sistemas de autoconsumo. Con relación a la fuente proteica la sustitución de una fuente de proteína verdadera por NNP de lenta liberación si bien reduce la ganancia de peso vivo, esto se da asociado a un menor consumo, sin afectar la eficiencia de conversión, viabilizando ambas alternativas.

Palabras clave: Terneros; Pastizal Natural; Invierno; Suplementación; Sistema autoconsumo; NNP de lenta liberación; Departamento de Cerro Largo.

## 8. SUMMARY

The present work was conducted in a commercial farm located in Cerro Largo Department (32°11'57" S, 54°03'07" W). Thirty-six hectares of grassland were used, divided into six equal parcels (two replications per treatment), Forty-eight weaning calves (162 kg ±16) Aberdeen Angus breed and Aberdeen Angus x Hereford were randomly allotted to the following treatments: 1) Control (C): grazing with no access to the supplement; 2) supplementation with a true protein source: same as C plus the supply of feed ration including soybean meal as protein source (SBM); 3) supplementation with non protein nitrogen: same as C, plus the supply of feed ration including a Optigen<sup>®</sup> as the protein source (SOP). Both ration were isonenergetic and isonitrogenous, and were offered in self-feeders including 10% salt to regulate ration intake at 1% liveweight (LW). Calves were gradually introduce to ration intake, and then supplemented during 81 days, begging on July 31st, 2011, continous grazing at a fixed stocking rate of 1.33 calves per hectare. LW was recorded every 14 days during the supplementation period and then every 28 days during spring without acces to supplement for the evaluation of treatment's residual effects. Records were taken on pasture biomass availability, supplement intake, grazing behavior, subcutaneous back fat (SBF) and ribeye area (AOB). Mean pasture biomass availability during winter was of 1743 kg of DM/ha, without differences between the treatments (P>0.05). During winter, liveweight gain (LWG) of the control treatment was lower compared to supplemented ones (0.188 vs 0.609 kg/a/day; P<0.05). Within the supplemented animals, those belonging to the SBM treatment had higher LWG compared to SOP (0.678 vs 0.540 kg/a/day; P=0.0038), wich was associated to a higher consumption of supplement for the first ones and a lower grazing activity (P<0.05). The conversion efficiency of the supplement was not affected by the protein source (SBM: 5.2 vs SOP: 6.2; P>0.05). Residual effects were observed during spring. Supplemented calves showed higher LWG compared to control (+0.129 kg/animal.day; P<0.05) and those supplemented with SBM had higher LWG compared to SOP (+0.149 kg/animal.day; P<0.05). These results confirm the positive effect of winter supplementation on LWG of weaned calves LWG grazing on grassland and the viability of using self-feeders as a delivery system. Regarding the protein source, even though LWG lower when a true protein source was replaced for slow release NNP, this response appears related to lower supplement consumption, without affecting the conversion efficiency, making feasible both alternatives.

Keywords: Calves; Natural grassland; Winter supplementation; Self-feeding system; Slow release non protein nitrogen; Departament of Cerro Largo.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. ACOSTA, Y. 1994. Estimación del valor nutritivo para la producción de leche. In: Mieres, J. M. ed. Guía para la alimentación de rumiantes. Montevideo, INIA. pp. 69-78 (Serie Técnica no. 142).
2. AINSLIE, S. J.; FOX, D. G.; PERRY, T. C.; KETCHEN, D. J.; BARRY, M. C. 1993. Predicting amino acid adequacy of diets fed to Holstein steers. *Journal of Animal Science*. 71: 1312-1319.
3. ALDRICH, J. M.; MULLER, L. D.; VARGA, G. A.; GRIEL, L. C. 1993. Nonstructural carbohydrate and protein effects on rumen fermentation, nutrient flow, and performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 76: 1091-1105.
4. ALLISON, C. D. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants; a review. *Journal of Range Management*. 38(4): 305-311.
5. ALLTECH. s.f. Optigen. s.n.t. s.p. (en línea). Consultado 25 may. 2012. Disponible en [http://biotech.com.uy/product.php?action=fullview&product\\_id=Optigen-2](http://biotech.com.uy/product.php?action=fullview&product_id=Optigen-2)
6. ARAUJO FEBRES, O. 2005. Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales. (en línea). Maracaibo, Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. Departamento de Zootecnia. pp 1-12. Consultado 21 may. 2012. Disponible en [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Consumo\\_a\\_pastoreo\\_II.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Consumo_a_pastoreo_II.pdf)
7. ARTHINGTON, J.D.; BROWN, W.F. 2005. Estimation of feeding value of four tropical forage species at two stages of maturity. (en línea). *Journal of Animal Science*. 83: 1726-1731. Consultado 1 oct. 2012. Disponible en <http://www.animal-science.org/content/83/7/1726.full.pdf+html>
8. ASTIBIA, O.R.; CANGIANO, C.A.; COCIMANO, M.R.; SANTINI, F.J. 1982. Utilización del nitrógeno por el rumiante. *Revista Argentina de Producción Animal*. 4: 373-384.

9. AVILA, P., SILVEIRA, D.; BERMÚDEZ, R.; AYALA, W. 2005. Estrategias de manejo para incrementar la productividad y persistencia de los mejoramientos de campo. In: Jornada Pasturas en la Sierra (2005, Treinta y Tres). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 9-24 (Actividades de Difusión no. 413).
10. AYALA, W.; CARRIQUIRY, E.; CARAMBULA, M. 1993. Caracterización y estrategias de utilización de pasturas naturales en la Región Este. In: Campo Natural (1993, Treinta y Tres). Estrategia invernal, manejo y suplementación. Treinta y Tres, INIA. pp. 1-28 (Actividades de Difusión no. 49).
11. \_\_\_\_\_; BERMÚDEZ, R.; CARÁMBULA, M.; RISSO, D.; TERRA, J. 1999. Problemática forrajera de la Región Este. In: Alvarez, O. ed. Diagnóstico, propuestas y perspectivas de pasturas en la región Este. Treinta y Tres, INIA. pp. 1-4 (Actividades de Difusión no. 195).
12. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. 2005. Estrategias de manejo en campos naturales sobre suelos de lomadas en la región Este. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Arbolito). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 41-50 (Serie Técnica no. 151).
13. BACH, A.; CALSAMIGLIA, S.; STERN, M. D. 2005. Nitrogen metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*. 88: E9-E21.
14. BACHA, F.; LLANES, N.; BUENO, E. 2005. Alimentación de terneros en ausencia de promotores del crecimiento de tipo antibiotic; control de timpanismo y acidosis (en línea). In: Curso de Especialización FEDNA (21º., 2005, Madrid). Avances en nutrición y alimentación animal. Madrid, Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. pp. 133-158. Consultado 5 nov. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/102-alimentacion\\_terneros.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/102-alimentacion_terneros.pdf)
15. BAETHGEN, W. E.; GIMÉNEZ, A. 2004. La variabilidad climática, el cambio del clima y el sector agropecuario. In: Clima y respuesta hídrica de pasturas en zonas ganaderas. Montevideo, INIA. pp 2-9 (Actividades de Difusión no. 364).
16. BALBUENA, O.; KUCSEVA, C.D.; GÁNDARA, F.; STAHRINGER, R.C. 2001. Frecuencia de suplementación energética y energética-proteica

- en recría de terminación de bovinos en condiciones de pastoreo. (en línea). Colonia Benítez, INTA. E.E.A. pp. 1-2. Consultado 30 may. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/48-frecuencia\\_suplementacion\\_energetica.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/48-frecuencia_suplementacion_energetica.pdf)
17. \_\_\_\_\_. 2002. Suplementación de destete durante su primer invierno y de la vaquilla para primer servicio en el NEA. (en línea). In: Seminario de Pasturas y Suplementación Estratégica en Ganado Bovino (3º., 2002, Asunción). Trabajos presentados. Asunción, Paraguay, Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Veterinarias. pp. 1-7. Consultado 30 may. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/38-suplementacion\\_destete\\_y\\_vaquilla.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/38-suplementacion_destete_y_vaquilla.pdf)
18. \_\_\_\_\_.; KUCSEVA, C.D.; GÁNDARA, F.; D´AGOSTINI, A.; STAHRINGER, R.C. 2003. Efecto de la carga animal, niveles y tipo de suplementación en la ganancia de peso vivo estival en recría de bovinos. (en línea). Colonia Benítez, INTA. E.E.A. pp. 1-2. Consultado 18 may. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/31-efecto\\_de\\_la\\_carga\\_animal.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/31-efecto_de_la_carga_animal.pdf)
19. \_\_\_\_\_.; ROCHINOTTI, D.; ARAKAKI, C. KUCSEVA, C. D.; FLORES, A. J. 2008. Efecto de distintos suplementos sobre el consumo de heno de gramíneas tropicales. (en línea). Colonia Benítez, INTA. E.E.A. pp. 1-2. Consultado 5 nov. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion\\_proteica\\_y\\_con\\_nitrogeno\\_no\\_proteico/41-henos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/41-henos.pdf)
20. BARGO, F. s.f. Suplementación en pastoreo; conclusiones sobre las últimas experiencias en el mundo. (en línea). s.l., Facultad de Ciencias Agrarias. p. 21. Consultado 14 feb. 2013. Disponible en <http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/Material%20II/A%20archivos%20internet/Alimentacion/bargo.pdf>
21. \_\_\_\_\_.; MULLER, L. D.; KOLVER, E. S.; DELAHOY, J. E. 2003. Invited review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. (en línea). Journal of Dairy Science. 86:1-42. Consultado 18 may. 2012. Disponible en

[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(03\)73581-4/fulltext](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(03)73581-4/fulltext)

22. BARRETO, S.; NEGRÍN, D.; AYALA, W.; QUINTANS, G. 2008. Efecto del manejo nutricional en el primer invierno y el biotipo sobre la aparición de la pubertad en terneras de raza carnífera (segundo año de evaluación). In: Seminario de Actualización Técnica (2008, Treinta y Tres). Cría vacuna. Montevideo, INIA. pp. 64-69 (Serie Técnica no. 174).
23. BAUER, D.; RUSH, I.; RASBY, R. 2009. Minerales y vitaminas en bovinos de carne. (en línea). Sitio Argentino de Producción Animal. 127 (118): 18. Consultado 25 may. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion\\_mineral/118-minerales\\_vitaminas-Nebraska.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/118-minerales_vitaminas-Nebraska.pdf)
24. BAUMONT, R.; PRACHE, S.; MEURET, M.; MORHAND FEHR, P. 2000. How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants; a review. (en línea). Livestock Production Science. 64: 15-28. Consultado 1 oct. 2012. Disponible en [http://www-njv.slu.se/nova/Forage\\_intake%20Small%20R.pdf](http://www-njv.slu.se/nova/Forage_intake%20Small%20R.pdf)
25. BAVERA, G. A. 1999. Forrajes verdes y suplementos: su valor nutritivo. (en línea). INTA. Desafío 21. 4(12): 18-22. Consultado 18 may. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/04-forrajes\\_verdes\\_y\\_suplementos\\_su\\_valor\\_nutritivo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/04-forrajes_verdes_y_suplementos_su_valor_nutritivo.pdf)
26. \_\_\_\_\_.; BOCCO, O.; BEGUET, H.; PETRYNA, A. 2005. Crecimiento, desarrollo y precocidad. (en línea). In: Curso de Producción Bovina (9º., 2010, Rio Cuarto). s.l., FAV. UNRC. pp. 1-11. Consultado 5 nov. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/externo/05-crecimiento\\_desarrollo\\_y\\_precocidad.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externo/05-crecimiento_desarrollo_y_precocidad.pdf)
27. BEMHAJA, M. 1994. Fertilización Nitrogenada en Sistemas Ganaderos. In: Seminario Nitrógeno en Pasturas (1994, La Estanzuela). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 49-56 (Serie Técnica no. 51).
28. BERASAIN MAUTONE, S.; PATRON BENTANCOR, L.; VIDART CUENCA, M. 2002. Efecto de la suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal sobre el comportamiento ingestivo y consumo voluntario en novillos Hereford pastoreando en

dos asignaciones de forraje en verdeo y pradera en estado vegetativo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 111 p.

29. BERAZA, D.; EICHIN, M. E.; GALLO, J. A.; SCHNEEBERGER, R. 2010. Evaluación de la fuente proteica en dietas concentradas para novillos y terneros alimentados a corral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 94 p.
30. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2008a. Autoconsumo en la alimentación de terneros. In: Simeone, A.; Beretta, V. eds. Unidad de Producción Intensiva de Carne; una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 35-37.
31. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2008b. Producción de carne a pasto. In: Simeone, A.; Beretta, V. eds. Unidad de Producción Intensiva de Carne; una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 20-23.
32. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2008c. Suplementación de terneros en invierno sobre pasturas sembradas. In: Simeone, A.; Beretta, V. eds. Unidad de Producción Intensiva de Carne; una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 32-34.
33. BERRETTA, E. 1994a. Producción de pasturas naturales en el Basalto (A). In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 12-23 (Serie Técnica no. 13).
34. \_\_\_\_\_.; BEMHAJA, M. 1994b. Producción de pasturas naturales en el Basalto (B). In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 19-23 (Serie Técnica no. 13).
35. \_\_\_\_\_. 1998a. Producción de comunidades nativas sobre suelo de la Unidad Itapebí-Tres Arboles con diferentes frecuencias de corte. In: Seminario de Actualización en Tecnología para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Tacuarembó, INIA. s.p. (Serie Técnica no. 102).
36. \_\_\_\_\_.; BEMHAJA, M. 1998b. Producción estacional de comunidades naturales sobre suelos de Basalto de la unidad Queguay Chico. In:

Seminario de Actualización en Tecnología para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Tacuarembó, INIA. s.p. (Serie Técnica no. 102).

37. BLANCO, M del R. 1999. Bacterias ruminales. (en línea). s.n.t. pp. 1-5. Consultado 28 may. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/69-bacterias\\_ruminales.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/69-bacterias_ruminales.pdf)
38. BLASINA MÁSPOLI, M.; PIÑEYRUA BELO, A.; RENAU RISSO, M. 2010. Evaluación del sistema de autoconsumo para la suplementación invernal de terneras sobre pasturas naturales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 105 p.
39. BORGES PELAGGIO, M.; FRICK CAPURRO, C. 2002. Factores que afectan la fertilidad de vaquillonas Hereford y Brahman x Hereford en el servicio de 18 meses. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 132 p.
40. BRIGGS, H. M. 1967. Urea as a protein supplement. Oxford, Pergamon. 466 p.
41. 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.
42. \_\_\_\_\_. 2006. Nutritional strategies to reduce crude protein in dairy diets. (en línea) In: Annual Southwest Nutrition and Management Conference (21<sup>st</sup>, 2006, Tempe). Proceedings. s.l., Arizona, US Dairy Forage Research Center. pp. 1-14. Consultado 16 oct. 2012. Disponible en [http://www.cals.arizona.edu/ans/swnmc/Proceedings/2006/Broderick\\_SWNMC2006.pdf](http://www.cals.arizona.edu/ans/swnmc/Proceedings/2006/Broderick_SWNMC2006.pdf)
43. BURRIS, W.R.; BOLING, J.A.; BRADLEY, N.W.; YOUNG, A.W. 1976. Abomasal lysine infusion in steers fed a urea supplemented diet. Journal of Animal Science. 42: 699-705.
44. CABRITA, A.R.J.; DEWHURST, R.J.; ABREU, J.M.F.; FONSECA, A.J.M. 2006. Evaluation of the effects of synchronizing the availability of N and energy on rumen function and production responses of dairy cows- a review. Animal Research. 55: 1-24.

45. CAMPOS, F.; TERRA, G.; SANTAMARINA, I.; FIGURINA, G. 2002. Comparación entre afrechillo de arroz y una formulación comercial como suplementos para terneras de destete pastoreando campo natural durante el invierno. In: Jornada de Producción Animal (2002, Treinta y Tres). Resultados experimentales. Montevideo, INIA. pp. 41-55 (Actividades de Difusión no. 294).
46. CAMPOS NETO, O.; TEXEIRA, J. 2007. Análise química, biológica e toxicológica de uréia de liberação lenta. (en línea). San Pablo, UNESP Campus de Botucatu. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la. s.p. Consultado 31 may. 2012. Disponible en [http://pt.engormix.com/MA-pecuaria-corte/nutricao/artigos/analise-quimicabiologica-toxicologica\\_85.htm](http://pt.engormix.com/MA-pecuaria-corte/nutricao/artigos/analise-quimicabiologica-toxicologica_85.htm)
47. CANGIANO, C.A. 1996. Consumo en pastoreo. Factores que afectan la facilidad de cosecha. In: Cangiano, C.A. ed. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, Argentina, INTA. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Área de Producción Animal. pp. 41- 53.
48. CARÁMBULA, M. 1991. Pastura natural. In: Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, INIA. pp. 6-17 (Serie Técnica no. 19).
49. \_\_\_\_\_. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
50. \_\_\_\_\_.; BERMÚDEZ, R.; AYALA, W. 1998. Evaluación de gramíneas promisorias para mejoramientos extensivos. In: Jornada Anual de Producción Animal (1998, Treinta y Tres). Montevideo, INIA. cap. 1, pp. 1-12 (Actividades de Difusión no. 172).
51. \_\_\_\_\_. 2010. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 352 p.
52. CARMONA, G. s.f. Intoxicación por Urea. Programa de Transferencia Tecnológica Dos Pinos. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 29 may. 2012. Disponible en [http://www.miganaderia.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=19:intoxicacion-por-urea&catid=1:biblioteca&Itemid=36](http://www.miganaderia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=19:intoxicacion-por-urea&catid=1:biblioteca&Itemid=36)
53. CEPEDA, M.; SCAIEWICZ, A.; VILLAGRÁN, J. 2005. Manejo de la frecuencia de suplementación en la recría de terneros sobre pasturas

mejoradas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 77 p.

54. CHURCH, C. D.; POND, W. G.; MALDUENDA, D. 1977. Bases científicas para la nutrición de los animales domésticos. Zaragoza, Acribia. 462 p.
55. \_\_\_\_\_. 1993. El rumiante; fisiología digestiva y nutrición. Zaragoza, Acribia. 641 p.
56. CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. 1992. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 75: 2304-2323.
57. COLE, N.A.; TODD, R.W. 2008. Opportunities to enhance performance and efficiency through nutrient synchrony in concentrate-fed ruminants. *Journal of Animal Science*. 86: E318-E333.
58. COLEMAN, S. W.; GALLAVAN, R. H.; PHILLIPS, W. A.; VOLESKY, J. D.; RODRIGUEZ, S. 1995. Silage or limit – fed grain growing diets for steers; II. Empty body and carcass composition. *Journal of Animal Science*. 73: 2621 – 2630.
59. COSTA, A.; MOREIRA, R.; SCARSI, A.; AYALA, W.; QUINTANS, G. 2008. Efecto de tres ganancias invernales sobre la aparición de la pubertad en terneras de raza carnicera (tercer año de evaluación). *In: Seminario de Actualización Técnica (2008, Treinta y Tres). Cría vacuna*. Montevideo, INIA. pp. 70-76 (Serie Técnica no. 174).
60. DECRUYENAERE, V.; BULDGEN, A.; STILMANT, D. 2008. Factors affecting intake by grazing ruminants and related quantification methods; a review. *Journal of Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*. 13(4): 559-573.
61. DEL CAMPO, M.; SOARES DE LIMA, J. M.; BRITO, G. 2005. Suplementación de terneros en el primer y segundo invierno. Efecto en el crecimiento de tejidos y en el comportamiento reproductivo. *In: Día de Campo Cría Vacuna en Suelos Arenosos (2005, Tacuarembó). Trabajos presentados*. Montevideo, INIA. pp. 24-28 (Actividades de Difusión no. 403).

62. DE LEÓN, M. 2004. Suplementación estratégica. In: De León, M. eds. Invernada sobre pasturas subtropicales. Córdoba, INTA. pp. 7-10 (Informe Técnico no. 4).
63. DE LUCA, L. J. 2002. Urea; su utilización en rumiantes. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 29 oct. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion\\_proteica\\_y\\_con\\_nitrogeno\\_no\\_proteico/51-urea\\_su\\_utilizacion\\_en\\_rumiantes.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/51-urea_su_utilizacion_en_rumiantes.pdf)
64. DEWHURST, R. J.; ASTON, K.; FISHER, W. J.; EVANS, R. J.; DHANOA, M. S.; Mc. ALLAN, A. B. 1999. Comparison of energy and protein sources offered at low levels in grass silage based diets for dairy cows. (en línea). British Society of Animal Science. 68: 789-799. Consultado 9 oct. 2012. Disponible en [http://www.bsas.org.uk/downloads/Vol68Part4\\_Jun\\_1999.pdf](http://www.bsas.org.uk/downloads/Vol68Part4_Jun_1999.pdf)
65. \_\_\_\_\_.; DAVIES, D. R.; MERRY, R. J. 2000. Microbial protein supply from the rumen. (en línea). Animal Feed Science and Technology. 85: 1-21 Consultado 9 oct. 2012. Disponible en <http://elmu.umm.ac.id/file.php/1/jurnal/A/Animal%20Feed%20Science%20and%20Technology/Vol85.Issue1-2.May2000/10499.pdf>
66. DI MARCO, O.; AELLO M. 2002. ¿Afecta el exceso de amonio ruminal el gasto energético de rumiantes?. (en línea). Balcarce, Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias/INTA. E.E.A. Unidad Integrada Balcarce s.p. Consultado 18 may. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/47-afecta\\_el\\_exceso\\_amonio\\_ruminal\\_el\\_gasto\\_energetico.htm](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/47-afecta_el_exceso_amonio_ruminal_el_gasto_energetico.htm)
67. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2005. Amonio y energía. (en línea). Revista Angus. 229: 110-116. Consultado 16 oct. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/82-amonio\\_y\\_energia.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/82-amonio_y_energia.pdf)
68. \_\_\_\_\_. 2006. Eficiencia de utilización del alimento en rumiantes (en línea). Revista Visión Rural. 61: s.p. Consultado 31 oct. 2012. Disponible en <http://anterior.inta.gob.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/nutricion/eficAlim.htm>

69. EGAÑA, J. I.; MORALES, M. S. 1986. Metabolismo del nitrógeno en rumiantes. (en línea). Monografías de Medicina Veterinaria. 8(2): s.p. Consultado 22 oct. 2012. Disponible en <http://www.monografiasveterinaria.uchile.cl/index.php/MMV/article/view/4877/4763>
70. ELIZALDE, J. 2000. SUPLEMENTO ESPECIAL. Pasto, suplementario y engorde a corral. Revista CREA. 225:13.
71. EQUIPO DE TRABAJO UNIDAD EXPERIMENTAL GLENCOE. 2004. Efecto de la suplementación energético proteica en invierno sobre el crecimiento de vaquillonas Hereford. In: Día de Campo, Producción Animal en Suelos de Basalto (2004, Tacuarembó) Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 10-12 (Actividades de Difusión no. 377).
72. ESCALONA, R.; RAMIREZ, 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 23 may. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion\\_proteica\\_y\\_con\\_nitrogeno\\_no\\_proteico/31-intoxicacion\\_por\\_urea.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/31-intoxicacion_por_urea.pdf)
73. FERNANDEZ, E.; MIERES, J.; LA MANNA, A.; VAZ MARTINS, D.; BANCHERO, G. 2005. La suplementación infrecuente tiene igual efectividad que la diaria. Algunos conceptos sobre el uso de suplementos en sistemas invernadores. (en línea). El País Agropecuario. no.158: s.p. Consultado 17 may. 2012. Disponible en [http://www.elpais.com.uy/Suple/Agropecuario/05/07/27/agrope\\_165214.asp](http://www.elpais.com.uy/Suple/Agropecuario/05/07/27/agrope_165214.asp)
74. FERNÁNDEZ MAYER, A. 1998. Fisiología de la producción de carne. (en línea). Material Didáctico. 3: 3-64. Consultado 2 oct. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/32-fisiologia\\_de\\_la\\_produccion\\_de-carne.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/32-fisiologia_de_la_produccion_de-carne.pdf)
75. \_\_\_\_\_. 2001. Efectos de la sincronización energía-proteína sobre la performance animal. (en línea). Buenos Aires, INTA. EEA Bordenave. pp. 7-13. Consultado 18 may. 2012. Disponible en <http://www.produccion->

[animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/33-sincronizacion\\_energia\\_proteina.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/33-sincronizacion_energia_proteina.pdf)

76. \_\_\_\_\_.; SANTINI, F. J.; REARTE, D.H.; MANCHADO, J.C.; MEZZADRA, C.; GARCIA, S. C. 2003. Engorde a corral de novillos alimentados con silaje de maíz como dieta base y diferentes niveles de grano de maíz y harina de girasol. Efectos sobre el comportamiento productivo. *In*: Sistemas de engorde intensivo. Bordenave, Argentina, INTA. pp. 103-113 (Serie didáctica no. 7).
77. \_\_\_\_\_. 2008. Urea, suplementación con nitrógeno no proteico en rumiantes. (en línea). Buenos Aires, INTA. E.E.A Bordenave. pp. 1-5. Consultado 28 may. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion\\_proteica\\_y\\_con\\_nitrogeno\\_no\\_proteico/44-urea\\_caracteristicas.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/44-urea_caracteristicas.pdf)
78. \_\_\_\_\_. 2012. Balance de alimentos en la suplementación estratégica en sistemas pastoriles. (en línea). Revista Angus. 258: 18-23. Consultado 5 nov. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_pastoril\\_o\\_a\\_campo/85-balance.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/85-balance.pdf)
79. FLUHARTY, F. L.; LOERCH, S. C.; TURNER, T. B.; MOELLER, S. J.; LOWE, G. D. 2000. Effects of weaning age and diet on growth and carcass characteristics in steers. *Journal of Animal Science*. 78: 1759-1767.
80. FONNESBECK, P. V.; KEARL, L. C.; HARRIS, L. E. 1975. Feed grade biuret as a protein replacement for ruminants; a review. *Journal of Animal Science*. 40: 1150-1184.
81. FORBES, T. 1988. Researching the plant-animal interface; the investigation of ingestive behavior in grazing animals. (en línea). *Journal of Animal Science*. 66: 2369-2379. Consultado 20 set. 2012. Disponible en <http://www.journalofanimalscience.org/content/66/9/2369.long>
82. FORBES, J. M. 1995. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. Wallingford, CABI. 453 p.
83. \_\_\_\_\_. 2003. The multifactorial nature of food intake control. *Journal of Animal Science*. 81(E. Suppl. 2): 139-144.

84. FORMOSO, D.; COLUCCI, P. 2008. Productividad de mejoramientos de campo natural en Cristalino central, Uruguay. (en línea) *In*: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur (22<sup>a</sup>., 2008, Minas). Trabajos presentados. s.l., INIA/FAO/PROCISUR. s.p. Consultado 6 sep 2012. Disponible en <http://www.pasturasdeamerica.com/articulos-interes/notas-tecnicas/productividad-mejoramientos-campo-natural-uruguay/>
85. GALLI, J. R.; CANGIANO, C. A.; FERNÁNDEZ, H. H. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*. 16(2): 119-142.
86. GARRIZ, M.; LOPEZ, 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 23 may. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion\\_proteica\\_y\\_con\\_nitrogeno\\_no\\_proteico/07-suplementacion\\_con\\_nitrogeno.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/07-suplementacion_con_nitrogeno.pdf)
87. GIBB, D.J.; KLOPFENSTEIN, T.J.; BRITTON, R.A.; LEWIS, A.J. 1992. Plasma amino acid response to graded levels of escape protein. *Journal of Animal Science*.70: 2885-2892.
88. GIRAUDO, P. G. 2006. El ingreso y acostumbramiento en los feedlots. *Producir XXI*. 14 (176): 35-38.
89. GOLOBESKI, G.L.; KALSCHEUR, K.F.; HIPPEN, A.R.; SCHINGOETHE, D. J. 2006. Slowrelease urea and highly fermentable sugars in diets fed to lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 89: 4395-4403.
90. GOMEZ COSTA, F.; MASTROPIERRO, J. J.; ROVIRA SANZ, A. 1995. Efecto de la suplementación energética, proteica y energético-proteica en el crecimiento de terneras de destete pastoreando campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 95 p.
91. GOMEZ, R. 2006. Extrusión de semilla de algodón. (en línea). s. n. t. pp. 1-7. Consultado 25 may. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_reservas/reservas\\_granos/95-extrusion\\_semilla\\_algodon.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_granos/95-extrusion_semilla_algodon.pdf)

92. GONÇALVES, A. P. 2006. Uso de liberación lenta en suplementos protéicos-energéticos fornecidos a bovinos recibiendo forragens de baixa qualidade. (en línea). Sao Paulo, Universidade de Sao Paulo. Faculdade de Medicina Veterinaria e Zootecnia. pp.1-82. Consultado 24 may. 2012. Disponible en [http://www.google.com.uy/url?sa=t&rct=j&q=optigen%20\(alltech%20inc.%20citado%20por&source=web&cd=8&sqi=2&ved=0CF8QFjAH&url=http%3A%2F%2Fwww.teses.usp.br%2Fteses%2Fdisponiveis%2F10%2F10135%2Ftde-05032007-103536%2Fpublico%2FAnaPaulaGoncalves.pdf&ei=JS6-T9rpEZD46QGM9IAg&usg=AFQjCNHor39S2gCLvCTRSszhKu2mwY9fPw&cad=rja](http://www.google.com.uy/url?sa=t&rct=j&q=optigen%20(alltech%20inc.%20citado%20por&source=web&cd=8&sqi=2&ved=0CF8QFjAH&url=http%3A%2F%2Fwww.teses.usp.br%2Fteses%2Fdisponiveis%2F10%2F10135%2Ftde-05032007-103536%2Fpublico%2FAnaPaulaGoncalves.pdf&ei=JS6-T9rpEZD46QGM9IAg&usg=AFQjCNHor39S2gCLvCTRSszhKu2mwY9fPw&cad=rja)
93. GONZÁLEZ CANO, J. 2006. Aprovechamiento intestinal de la proteína de los alimentos en rumiantes. (en línea) *In*: Curso de Especialización FEDNA (22º., 2006, Barcelona). Avances nutrición y alimentación animal. Barcelona, Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. pp. 203-216. Consultado 22 oct. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/101-aprovechamiento\\_proteina.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/101-aprovechamiento_proteina.pdf)
94. GRUDSKY, P. R.; ARIAS, J.L. 1983. Aspectos generales de la microbiología del rumen. (en línea). s.l., Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Veterinarias y Forestales. pp. 1-13. Consultado 18 may. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/12-microbiologia.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/12-microbiologia.pdf)
95. HAYDOCK, K. P.; SHAW, N. H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. (en línea). Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 15: 663-670 Consultado 10 oct. 2012. Disponible en <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/50000138.pdf>
96. HELMER, L.G.; BARTLEY, E.E.; DEYOE, C.W. 1970. Feed processing. VI. Comparison of Starea, urea, and soybean meal as protein sources for lactating dairy cows. Journal of Dairy Science. 53: 883-887.
97. HENNING, P. H.; STEYN, D. G.; MEISSNER, H. H. 1993. Effect of synchronization of energy and nitrogen supply on ruminal

- characteristics and microbial growth. *Journal of Animal Science*. 71: 2516-2528.
98. HODGSON, J. 1990. *Grazing management; science into practice*. New York, Longman. 203 p.
  99. HOOVER, W. H.; STOKES, S. R. 1991. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. *Journal of Dairy Science*. 74: 3630-3644.
  100. HUNTINGTON, G. B. 1997. Starch utilization for ruminants; from basics to bank. *Journal of Animal Science*. 75: 852-867.
  101. INRA. 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.
  102. \_\_\_\_\_. 1988. *Alimentation des bovins, ovins et caprins*. Paris, Francia. 471 p.
  103. INSTITUTO PLAN AGROPECUARIO (URUGUAY). 2011. Siembra y manejo de verdes. (en línea). Montevideo. pp. 1-20. Consultado 29 may. 2012. Disponible en <http://www.planagropecuario.org.uy/Librillos/27/Siembra-y-manejo-de-verdeos/>
  104. JARRIGE, R. ed. 1990. *Alimentación de bovinos, ovinos, y caprinos*. Madrid, Mundi-Prensa. 432 p.
  105. KAMANDE, G. 2006. Digestión ruminal y nutrición. (en línea). *In*: Congreso de Forrajes (2006, Buenos Aires). Trabajos presentados. *Producir XXI*. 15(180): 52-57. Consultado 29 may.2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/96-digestion\\_ruminal.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/96-digestion_ruminal.pdf)
  106. KAWAS, J. J. 1995. Factores que afectan el consumo voluntario de forrajes por bovinos en pastoreo. *In*: Curso-Taller Internacional de Actualización sobre Consumo Voluntario de Alimentos (1º, 1995, Saltillo, México). Trabajos presentados. s.n.t.. s.p.
  107. KOLB, E. 1971. *Fisiología veterinaria*. Zaragoza, Acribia. 990 p.

108. KONONOFF, P.J.; HEINRICHS, A.J.; GABLER, M.T. 2006. The effects of nitrogen and forage source on feed efficiency and structural growth of prepubertal Holstein heifers. *The Professional Animal Scientist*. 22: 84-88.
109. KUCSEVA, C. D.; BALBUENA, O. 2003. Efecto de la suplementación sobre el consumo de pastos tropicales. (en línea). *In*: Jornadas Proyecto Nacional de Nutrición Animal (2010, Concepción del Uruguay). Memorias. Colonia Benítez, INTA. pp. 47-57. Consultado 5 nov. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion\\_proteica\\_y\\_con\\_nitrogeno\\_no\\_proteico/84-Efectos\\_Suplementacion.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/84-Efectos_Suplementacion.pdf)
110. LEBORGNE, R. 2008. Antecedentes técnicos y metodológicos para presupuestación en establecimientos lecheros. Montevideo, Hemisferio Sur. 54 p.
111. LORENZATTI, P. J.; SANTINI, F. J.; PAVAN, E.; VILLARREAL, E. L.; DEPETRIS, G. J. 2004. Efecto de la sustitución de la harina de girasol por urea en dietas de engorde a corral. (en línea). Buenos Aires, INTA. p. 1. Consultado 26 oct. 2012. Disponible en <http://anterior.inta.gov.ar/f/?url=http://anterior.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/posters/27a/Lorenzatti.htm>
112. LUZARDO, S.; CUADRO, R.; MONTOSSI, F.; SILVEIRA, C.; RISSO, D.F.; BRITO, G.; PITTALUGA, O.; DE BARBIERI, I.; RODRÍGUEZ, A.; BOTTERO, D.; LIENDO, F.; ZAMIT, W.; PIÑEIRO, J. 2007. Uso estratégico de pasturas cultivadas y suplementación en la recría de terneros Hereford y Braford pastoreando campo natural de basalto. *In*: Día de Campo Alternativas de Intensificación, Especialización, Diversificación y Valorización de la Ganadería Ovina y Bovina en el Basalto (2007, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 16-21 (Actividades de Difusión no. 518).
113. \_\_\_\_\_; MONTOSSI, F.; BRITO, G. 2010. La necesidad de la suplementación invernal sobre campo natural en la recría bovina. *Revista INIA*. no. 22: 11-15.
114. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; LAGOMARSINO, X. 2012. Uso de la suplementación en recrias sobre campo natural. *Revista INIA*. no. 28: 8-12.

115. McCARTHY, R. D.; KLUSMEYER, T. H.; VICINI, J. L.; CLARK, J. H. 1989. Effects of source of protein and carbohydrates on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. *Journal of Dairy Science*. 72: 2002-2016.
116. McDONALD, P.; EDWARDS, R. A.; GREENHALGH, J. F.; MORGAN, C. A. 2006. *Nutrición animal*. 6a. ed. Zaragoza, Acribia. 587 p.
117. MAC LOUGHLIN, R. J. 2007. Proteína metabolizable en la nutrición de bovinos para carne. (en línea). Sitio Argentino de Producción de Animal. 47 (35): 1-4 Consultado 3 oct. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion\\_proteica\\_y\\_con\\_nitrogeno\\_no\\_proteico/35-metabolizable.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/35-metabolizable.pdf)
118. \_\_\_\_\_. 2010a. Déficit de proteínas y ganancia de peso en recría y engorde de bovinos. (en línea). Sitio Argentino de Producción de Animal. 35 (36): 1-5 Consultado 22 may. 2012. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_en\\_general/36-deficit\\_proteinas.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_en_general/36-deficit_proteinas.pdf)
119. \_\_\_\_\_. 2010b. Requerimientos de proteína y formulación de raciones en bovinos para carne. (en línea). Sitio Argentino de Producción de Animal. 35 (42): 1-6 Consultado 4 oct. 2012. 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)
120. 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 31 may. 2012. Disponible en <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/nutricion/articulos/uso-urea-liberacion-lenta-t4056/141-p0.htm>
121. MANSFIELD, H. R.; STERN, M. D. 1994. Effects of soybean hulls and lignosulfonate-treated soybean meal on ruminal fermentation in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 77: 1070-1083.
122. 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.

123. MARICHAL, M. de J.; TRUJILLO, A. I.; GUERRA, M.H.; CARRIQUIRY, M.; PIAGGIO, L. 2009. Comparación de las cinéticas de liberación de N-NH<sub>3</sub> in vitro y de la degradación ruminal del N de la urea protegida, urea y subproductos agroindustriales. *Agrociencia* (Montevideo). 13 (2): 52-59.
124. MARTÍNEZ MARÍN, A. L. 2002. Necesidades protéicas y aportes de proteína en el Ganado vacuno lechero. (en línea). Madrid, Mundo Ganadero. pp. 1-20. Consultado 4 oct. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_bovina\\_de\\_leche/produccion\\_bovina\\_leche/73-Necesidades\\_Proteicas.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/73-Necesidades_Proteicas.pdf)
125. \_\_\_\_\_. 2006. Aportes de proteína en vacunos de leche.(en línea). Madrid, Mundo Ganadero. s.p. Consultado 14 feb. 2013. Disponible en <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/nutricion/articulos/aportes-proteina-vacuno-leche-t1099/141-p0.htm>
126. \_\_\_\_\_. 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 23 may. 2012. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121209/120906.pdf>
127. MATRAS, J. BARTLE, S. J.; PRESTON, R. L. 1991. Nitrogen utilization in growing lambs: Effects of grain (starch) and protein sources with various rates of ruminal degradation. *Journal of Animal Science*. 69: 339-347.
128. MEISSNER, H.H.; PAULSMEIER, D.V. 1995. Plant compositional constituents affecting between-plant and animal species prediction of forage intake. (en línea). *Journal of Animal Science*. 73: 2447-2457. Consultado 1 oct. 2012. Disponible en <http://www.animal-science.org/content/73/8/2447.full.pdf>
129. MEJIA HARO, J. 2002. Consumo voluntario de forraje por rumiantes en pastoreo. (en línea). *Acta Universitaria*. 12(3): 56-63. Consultado 21 may. 2012. Disponible en <http://www2.ugto.mx/actauniversitaria/index.php/acta/article/viewFile/283/261>

130. MIERES, J. M.; 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).
131. MILLOT, J.C.; RISSO, D.; METHOL, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.
132. MILTON, C.; BRANDT, R.; TITGEMEYER, E.C 1997a. Effects of dietary nitrogen source and concentration in high-grain diets on finishing steer performance and nutrient digestion. *Journal of Animal Science*. 75: 2813-2823.
133. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; TITGEMEYER, J.R. 1997b. Urea in dry-rolled corn diets; finishing steer performance, nutrient digestion, and microbial protein production. *Journal of Animal Science*. 75: 1415-1424.
134. MINSON, D. J. 1990. Forage in ruminant nutrition. San Diego, Academic Press. 483 p.
135. MOLITERNO, E. A. 1986. Medición de pasturas. Paysandú, Uruguay, Facultad de Agronomía. 9 p.
136. MONTOSI, F.; SILVEIRA, C.; SOARES DE LIMA, M.; LUZARDO, S.; DE BARBIERI, I.; BERRETTA, E. 2010. Manejo del exceso de forraje en el período otoño-invernal; ¡cantidad no es calidad!. *Revista INIA*. no. 22: 6-10.
137. MOORE, J. 1994. Forage quality indices; development and application. *In*: Fahey, G. ed. Forage quality, evaluation and utilization. Madison, WI, American Society of Agronomy. cap. 1, pp. 967-998.
138. MUFARREGE, D. 1999. Los minerales en la alimentación de vacunos para carne en la Argentina. (en línea). Sitio Argentino de Producción Animal. 127 (60): 1-36 Consultado 29 oct. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion\\_mineral/60-minerales\\_en\\_la\\_alimentacion\\_vacunos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/60-minerales_en_la_alimentacion_vacunos.pdf)
139. NAHARA, F. 2006. Uso de alimentos alternativos en Feedlot. (en línea). Sitio Argentino de Producción Animal. 34 (40): 1-13 Consultado 27 oct. 2012. Disponible en <http://www.produccion->

[animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_a\\_corral\\_o\\_feedlot/40-alimentos\\_alternativos.pdf](http://animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/40-alimentos_alternativos.pdf)

140. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1985. Ruminant nitrogen usage. (en línea). Washington, D. C., National Academy Press. 138 p. Consultado 1 oct. 2012. Disponible en [http://www.nap.edu/openbook.php?record\\_id=615&page=R1](http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=615&page=R1)
141. \_\_\_\_\_. 1987. Predicting feed intake of food-producing animals. (en línea). Washington, D.C., National Academy Press. pp. 56-74. Consultado 1 oct. 2012. Disponible en [http://www.nap.edu/openbook.php?record\\_id=950&page=56](http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=950&page=56)
142. \_\_\_\_\_. 2000. Nutrient requirements of beef cattle. (en línea). 7th. rev. ed. Washington, D.C., National Academy Science. 234 p. Consultado 18 dic. 2012. Disponible en <http://www.nap.edu/catalog/9791.html>
143. NEWBOLD, J. R.; RUST, S. R. 1992. Effect of asynchronous nitrogen and energy supply on growth of ruminal bacteria in batch cultura. Journal of Animal Science. 70: 538-546.
144. Nitrógeno no proteico. 2000. (en línea). s.n.t. pp. 1-3. Consultado 23 may. 2012. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/suplementacion\\_proteica\\_y\\_con\\_nitrogeno\\_no\\_proteico/01-nitrogeno\\_no\\_proteico.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/01-nitrogeno_no_proteico.pdf)
145. NOCEK, J.E.; RUSSELL, J.B. 1988. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. Journal of Dairy Science. 71: 2070-2107.
146. NOLAN, J.; DOBOS, R.C. 2005. Nitrogen transactions in ruminants. (en línea). In: Dijkstra, J.; Forbes, J.M.; France, J. eds. Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. 2<sup>nd</sup>. ed. Armidale, CABI. pp. 170-553. Consultado 11 feb. 2013. Disponible en [http://books.google.com.uy/books?id=OtyBDlpMm6kC&pg=PA177&pg=PA177&dq=Nitrogen+transactions+in+ruminants+In:+Quantitative+aspects+of+ruminant+digestion+and+metabolism+\(2nd+edition\).&source=bl&ots=7XagYutJVp&sig=Y7UsOU0ulDQNpsGbo0zI0Psrwl8&hl=es&sa=X&ei=HOMYUbugN4qk8QSM2IGYBQ&ved=0CDIQ6AEwAA#v=onepage&q=Nitrogen%20transactions%20in%20ruminants](http://books.google.com.uy/books?id=OtyBDlpMm6kC&pg=PA177&pg=PA177&dq=Nitrogen+transactions+in+ruminants+In:+Quantitative+aspects+of+ruminant+digestion+and+metabolism+(2nd+edition).&source=bl&ots=7XagYutJVp&sig=Y7UsOU0ulDQNpsGbo0zI0Psrwl8&hl=es&sa=X&ei=HOMYUbugN4qk8QSM2IGYBQ&ved=0CDIQ6AEwAA#v=onepage&q=Nitrogen%20transactions%20in%20ruminants)

[%20In%3A%20Quantitative%20aspects%20of%20ruminant%20digestion%20and%20metabolism%20\(2nd%20edition\).&f=false](#)

147. OLMOS, F. 1994. Pasturas naturales en la región Noreste. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 27-50 (Serie Técnica no. 13).
148. \_\_\_\_\_. 1998. Mejoramientos de pasturas con Lotus. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campos (14ª., 1994, Salto). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 59-60 (Serie Técnica no. 94).
149. ORSKOV, E. R. 1988. Nutrición proteica de los rumiantes. Zaragoza, Acribia. 178 p.
150. Optigen para Agenda. s.f. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 24 may. 2012. Disponible en <http://nutriar.com/pdf/27Optigen%20Alltech.pdf>
151. PARKER, D. S. 2003. Nutrición con aminoácidos en Ganado de carne. (en línea). Sitio Argentino de Producción Animal. no. 22: 1-6. Consultado 3 oct. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/22-nutricion\\_aminoacidos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/22-nutricion_aminoacidos.pdf)
152. PARSI, J.; GODIO, L.; MIAZZO, R.; MAFFIOLI, R.; ECHEVERRÍA, A.; PROVENSAL, P. 2001. Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas. (en línea). In: Cursos de Producción Animal. (2010, Río Cuarto). Curso parcial de producción bovina de carne. Río Cuarto, UNRC. FAV. pp. 1-32. Consultado 18 may. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/16-valoracion\\_nutritiva\\_de\\_los\\_alimentos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/16-valoracion_nutritiva_de_los_alimentos.pdf)
153. PASHA, T.N.; PRIGGE, E.C.; RUSSELL, R.W.; BRYAN, W.B. 1994. Influence of moisture content of forage diets on intake and digestion by sheep. (en línea) Journal of Animal Science. 72(9): 2455-2463. Consultado 1 oct. 2012. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/15195708\\_Influence\\_of\\_moisture\\_content\\_of\\_forage\\_diets\\_on\\_intake\\_and\\_digestion\\_by\\_sheep](https://www.researchgate.net/publication/15195708_Influence_of_moisture_content_of_forage_diets_on_intake_and_digestion_by_sheep)

154. PEREDA, L.; COLOMBATTO, D.; ELIZALDE, J. C.; GRIGERA NAÓN, J. J. 2008. Efecto de la suplementación con distintas fuentes de nitrógeno sobre la respuesta de terneros de recría, pastoreando verdes o encerrados en corrales. (en línea). Revista Hereford 74(646): 86-92. Consultado 1 oct. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion\\_proteica\\_y\\_con\\_nitrogeno\\_no\\_proteico/38-efecto.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/38-efecto.pdf)
155. PÉREZ GOMAR, E.; BEMHAJA, M. 1992. Caracterización y perspectivas de las rotaciones en los suelos arenosos del Noreste del Uruguay. Investigaciones Agronómicas. 1 (2): 205-213.
156. FIGURINA, G. 1994. Suplementación invernal de terneras de destete con pastoreo de avena por horas. In: Día de Campo Alimentación Invernal (1994, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 2-9 (Actividades de Difusión no. 32).
157. \_\_\_\_\_. 1995. Uso del pastoreo de avena por horas para la suplementación invernal de terneras de destete. In: Día de Campo Producción y Utilización de Forraje (1995, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 13-16 (Actividades de Difusión no. 65).
158. \_\_\_\_\_.; BRITO, G. 1996. Recría. Terneras y vaquillonas. In: Jornada Unidad Experimental "La Magnolia" (1996, Tacuarembó). Sistema ganadero "La Magnolia". Montevideo, INIA. pp. 36-41 (Actividades de Difusión no. 105).
159. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; PITTALUGA, O.; SCAGLIA, G.; RISSO, D.F.; BERRETTA, E.J. 1997. Suplementación de recría en vacunos. In: Jornada de Suplementación Estratégica de la Cría y Recría Ovina y Vacuna (1997, Tacuarembó). Memorias. Montevideo, INIA. pp. IV-1 – IV-6 (Actividades de Difusión no. 129).
160. \_\_\_\_\_.; SOARES DE LIMA, J.M.; BERRETTA, E.; MONTOSI, F.; PITTALUGA, O.; FERREIRA, G.; SILVA, J. 1998. Características del engorde a campo natural. In: Seminario de Actualización en Tecnología para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Tacuarembó, INIA. pp. 150-160 (Serie Técnica no. 102).

161. PITTALUGA, O.; BERRETTA E. J.; RISSO, D. F. 1998. Factores que afectan la recría vacuna en campo natural de basalto. *In*: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Tacuarembó, INIA. pp. 160-166 (Serie Técnica no. 102).
162. \_\_\_\_\_.; BRITO, G.; CUADRO, P.; DIAZ, S.; SAN JULIÁN, R.; SILVEIRA, C. 2007. Incidencia de diferentes períodos de suplementación invernal de terneros y novillos sobre el crecimiento animal, el rendimiento carnicero y la calidad de la carne. *In*: Día de Campo Alternativas de Intensificación, Especialización, Diversificación y Valorización de la Ganadería Ovina y Bovina en el Basalto (2007, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 11-15 (Actividades de Difusión no. 518).
163. PORDOMINGO, A. 2003. Suplementación con granos a bovinos en pastoreo. (en línea). Anguil, La Pampa, INTA. E.E.A. pp. 1-4. Consultado 22 mar. 2010. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/19-suplementacion\\_con\\_granos\\_a\\_bovinos\\_a\\_pastoreo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/19-suplementacion_con_granos_a_bovinos_a_pastoreo.pdf)
164. \_\_\_\_\_. 2005. Feedlot; Alimentación, diseño y manejo. Anguil, INTA. 224 p.
165. PROMKOT, C.; WANAPAT, M.; WACHIRAPAKORN, C.; NAVANUKRAW, C. 2007. Influence of sulfur on fresh cassava foliage and cassava hay incubated in rumen fluid of beef cattle. (en línea). *Journal of Animal Science*. 20(9): 1424 – 1432. Consultado 7 feb. 2013. Disponible en <http://www.ajas.info/Editor/manuscript/upload/20-196.pdf>
166. QUINTANS, G.; VAZ MARTINS, D.; CARRIQUIRY, E. 1993. Efecto de la Suplementación invernal sobre el comportamiento de Terneras. *In*: Campo Natural Estrategia Invernal, Manejo y Suplementación (1993, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Treinta y Tres, INIA. pp. 35-53 (Actividades de Difusión no. 49).
167. \_\_\_\_\_.; FIGURINA, G.; SARAVIA, H. 1994a. Alimentación invernal de la recría. *In*: Jornada Técnica sobre Bovinos de Carne (1994, Treinta y Tres). Bovinos para carne; avances en suplementación de la recría e internada intensiva. Treinta y Tres. INIA. pp. 2.1-2.2 (Actividades de Difusión no. 34).

168. \_\_\_\_\_.; VAZ MARTINS, D.; CARRIQUIRY, E. 1994b. Alternativas de suplementación de vaquillonas In: Jornada Técnica sobre Bovinos de Carne (1994, Treinta y Tres). Bovinos para carne; avances en la suplementación de la recría e internada intensiva. Treinta y Tres, INIA. pp. 2.2-2.7 (Actividades de Difusión no. 34).
169. \_\_\_\_\_.; VAZ MARTINS, D. 1994c. Efecto de diferentes fuentes de suplemento sobre el comportamiento de terneras. In: Jornada Técnica sobre Bovinos de Carne (1994, Treinta y Tres). Bovinos para carne; avances en la suplementación de la recría e internada intensiva. Treinta y Tres, INIA. pp. 2.8-2.12 (Actividades de Difusión no. 34).
170. \_\_\_\_\_. 1994d. Suplementación de terneras y vaquillonas con afrechillo de arroz desgrasado. In: Jornada Técnica sobre Bovinos de Carne (1994, Treinta y Tres). Bovinos para carne; avances en la suplementación de la recría e internada intensiva. Treinta y Tres, INIA. pp. 2.13-2.21 (Actividades de Difusión no. 34).
171. \_\_\_\_\_. 2002. Manejo de la recría vacuna en sistemas ganaderos In: Seminario de Actualización Técnica (2002, Tacuarembó). Cría y recría ovina y vacuna. Tacuarembó, INIA. pp. 43-53 (Actividades de Difusión no. 288).
172. \_\_\_\_\_. 2008. Recría vacuna; antecedentes y nuevos enfoques. In: Seminario de Actualización Técnica (2008, Treinta y Tres). Cría vacuna. Montevideo, INIA pp. 53-55 (Serie Técnica no. 174).
173. REID, R.L. 1994. Milestones in forage research. In: Fahey, G. ed. Forage quality, evaluation and utilization. Madison, WI, American Society of Agronomy. cap. 1, pp. 1-58.
174. REINOSO, V; SOTO, C. 2005. La elección de suplementos energéticos. Consideraciones económicas. Revista del Plan Agropecuario. no. 116: 29 – 30.
175. REYNOLDS, C.K.; KRISTENSEN, N.B. 2007. Nitrogen recycling through the gut and the nitrogen economy of ruminants; an asynchronous symbiosis. Journal of Animal Science. 86: E293-E305.
176. RICHARDSON, C.; HATFIELD, E. 1978. The limiting amino acid in growing cattle. Journal of Animal Science. 46: 740-745.

177. RODRÍGUEZ, R.; SOSA, A.; RODRÍGUEZ, Y. 2007. La síntesis microbiana en el rumen y su importancia para los rumiantes. (en línea). Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 41(4): 303-311. Consultado 5 oct. 2012. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1930/193017712001.pdf>
178. ROVIRA, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría. Montevideo, Hemisferio Sur. 228 p.
179. ROVIRA, P.; VELAZCO, J.; QUINTANS, G. 2007. Comportamiento productivo y conducta de terneros suplementados en comederos de autoconsumo sobre campo natural. In: Jornada de Divulgación de la Unidad Experimental Palo a Pique (2007, Treinta y Tres). Resultados experimentales. Montevideo, INIA pp. 5-14 (Actividades de Difusión no. 511).
180. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 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 de Producción Animal-Pasturas (2009, Treinta y Tres). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 69-78 (Actividades de Difusión no. 591).
181. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2012a. En las puertas de un nuevo periodo invernal de suplementación. Autoconsumo de ración con alto contenido de sal. Revista INIA. no. 28: 3-7.
182. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2012b. Suplementación de bovinos en pastoreo; autoconsumo. Montevideo, INIA. 72 p. (Serie Técnica no. 199).
183. RUSSELL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VAN SOEST, P. J. SNIFFEN, C. J. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets; I. Ruminant fermentation. Journal of Animal Science. 70: 3551-3561.
184. SAINZ, M. L.; DE LA TORRE, F.; OLTJEN, J. W. 1995. Compensatory growth and carcass quality in growth-restricted and reved beef steers. Journal of Animal Science. 73: 2971-2979
185. \_\_\_\_\_.; VERNAZZA, R. F. 2004. Effects of different grazing and feeding periods on performance and carcass traits of beef steers. Journal of Animal Science. 82: 292-297.

186. SANTINI, F. J.; ELIZALDE, I. C. 1994. Digestión ruminal aspectos conceptuales e implicancias prácticas. (en línea). CREA. Cuaderno de Actualización Técnica. 53: 10-16. Consultado 5 oct. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/90-digestion\\_ruminal.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/90-digestion_ruminal.pdf)
187. SAS INSTITUTE. 2008. SAS/STAT®; 9.2 user's guide. (en línea). Cary, NC. Consultado 15 nov. 2012. Disponible en: <http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statugmixed/61807/PDF/default/statugmixed.pdf>
188. SATTER, L.; ROFFLER, R. 1975. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 58: 1219-1237.
189. SCHAUER, C.S.; LARDY, G.P.; SLANGER, W.D.; BAUER, M.L.; SEDIVEC, K.K. 2004. Self-limiting supplements fed to cattle grazing native mixed-grass prairie in the northern Great Plains. *Journal of Animal Science* 82: 298-306.
190. SICILIANO-JONES, J.; DOWNER, J. 2005. Utility and safety of slow-release nitrogen product; Optigen 1200. *In: Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries (21st., 2005, Nottingham, U.K.) Proceedings*. Nottingham, U.K., University Press. pp. 241-248.
191. SIMEONE, A.; BERETTA, V. 2004. Uso de alimentos concentrados en sistemas ganaderos. ¿Es buen negocio suplementar al ganado? (en línea). *In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (2004, Paysandú, Uruguay). Manejo nutricional en ganado de carne*. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 10-17. Consultado 23 may. 2012. Disponible en [http://www.upic.com.uy/Jornada\\_Anual\\_de\\_la\\_UPIC\\_2004.pdf](http://www.upic.com.uy/Jornada_Anual_de_la_UPIC_2004.pdf).
192. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 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 (10ª. 2008, Paysandú, Uruguay). Una década de investigación para una ganadería más eficiente*. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 9-23.
193. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2006. El sistema de autoconsumo en la recría del ternero: una solución para condiciones extensivas de producción. *In:*

Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (2006, Paysandú, Uruguay). Intensificando la producción de carne en invernada: de la teoría a la práctica. Paysandú, Facultad de Agronomía. s.p.

194. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; ELIZALDE, J.C.; SABBIA, J. 2008. Replacing sunflower meal with Optigen in high grain feedlot diets; response of calves and steers. In: Annual Alltech Animal Health and Nutrition Symposium (25<sup>th</sup>., 2009, Lexington, Kentucky). Science and technology in the feed industry. s.n.t. s.p.
195. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2009. Reformulando la ganadería en Uruguay; ¿Cómo se va a criar y engordar el ganado en los tiempos venideros? In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10<sup>a</sup>., 2009, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 10-40.
196. SOARES DE LIMA, J. M.; DEL CAMPO, M.; BRITO, G. 2005. Efecto de la suplementación invernal sobre el crecimiento de tejidos y el comportamiento reproductivo de vaquillonas sobreño sometidas a una dieta energético proteica. In: Día de Campo Cría Vacuna en Suelos Arenosos (2005, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 20-23 (Actividades de Difusión no. 403).
197. SOTO, C.; REINOSO, V. 2007. Suplementación proteica en ganado de carne. (en línea). Revista de la Sociedad de Medicina Veterinaria del Uruguay. 42 (167): 27-34. Consultado 22 oct. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion\\_proteica\\_y\\_con\\_nitrogeno\\_no\\_proteico/37-art\\_SUPL\\_PROT\\_Rev\\_VET.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/37-art_SUPL_PROT_Rev_VET.pdf)
198. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2008a. Suplementación con proteína no degradable en rumen en ganado de carne. (en línea). s.n.t. pp. 1-8. Consultado 2 oct. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion\\_proteica\\_y\\_con\\_nitrogeno\\_no\\_proteico/73-NO\\_DEGRADABLE.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/73-NO_DEGRADABLE.pdf)
199. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2008b. Suplementación del ganado de carne en situaciones de sequia. (en línea). Revista de la Sociedad de Criadores de Braford y Cebú del Uruguay. 15: 18-26. Consultado 22 may. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/inundacion/40-SEQUIA\\_Rev\\_BRAFORD.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/inundacion/40-SEQUIA_Rev_BRAFORD.pdf)

200. SPEARS, J. W.; HATFIELD, E. E.; CLARCK, J. H. 1980. Influence of formaldehyde treatment of soybean meal on performance of growing steers and protein availability in the chick. *Journal of Animal Science*. 50: 750-755.
201. STERN, M. D.; HOOVER, W. H. 1979. Methods for determining and factors affecting rumen microbial protein synthesis; a review. *Journal of Animal Science*. 49: 1590-1603.
202. \_\_\_\_\_.; CALSAMIGLIA, S.; ENDRES, M. I. 1994. Dinámica del metabolismo de los hidratos de carbono y del nitrógeno en el rumen. (en línea). In: Curso de Especialización FEDNA (10º., 1994, Madrid). Trabajos presentados. Madrid, Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Consultado 18 may. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/36-hidratos\\_de\\_carbono\\_y\\_proteinas.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/36-hidratos_de_carbono_y_proteinas.pdf)
203. STOKES, S. R.; HOOVER, W. H.; MILLER, T. K.; BLAUWIEKEL, R. 1991. Ruminal digestión and microbial utilization of diets varying in type of carbohydrate and protein. *Journal of Dairy Science*. 74: 871-881.
204. STRAUMANN, J. M.; AYALA, W.; VÁZQUEZ, A. I.; QUINTANS, G. 2008. Efecto del manejo nutricional en el primer invierno sobre la aparición de la pubertad en terneras de raza carnífera (Primer año de evaluación). In: Seminario de Actualización Técnica: Cría Vacuna. (Treinta y Tres, 2008). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 59-63 (Serie Técnica no. 174).
205. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERIA AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCION DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. DIVISION SUELOS Y AGUA. 2001. Compendio actualizado de información de suelos del Uruguay (escala 1:1.000.000). Montevideo. 1 disco compacto.
206. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. PROGRAMA RECURSOS NATURALES Y DESARROLLO DEL RIEGO. s.f. CONEAT digital. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 15 dic. 2011. Disponible en <http://www.prenader.gub.uy/coneat/viewer.htm?Title=CONEAT%20Digital>

207. VAN SOEST, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca, NY, Comstock. 476 p.
208. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2009. Alternativas de suplementación de novillos. Efecto del método de entrega de la ración. In: Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG). Resultados 2008-2009. Montevideo, INIA. pp. 74-79 (Actividades de Difusión no. 570).
209. VAZ MARTINS, D. 1996. Suplementación energética en condiciones de pastura limitante. In: Jornada Técnica sobre Suplementación Estratégica para Engorde de Ganado (1996, La Estanzuela). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 15-21 (Actividades de Difusión no. 96).
210. VELAZCO, J. I.; ROVIRA, P. J. 2012. Efecto del método de entrega de la ración en el desempeño productivo de novillos sobre praderas. In: Rovira P.; Velazco J. eds. Suplementación de bovinos en pastoreo; autoconsumo. Montevideo, INIA. pp. 51-56 (Serie Técnica no. 199).
211. WATTIAUX, M. A. s.f. Crianza de terneras del destete al parto. (en línea). In: Wattiaux, M. A. Guía técnica básica de lechería. Madison, Universidad de Wisconsin. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. pp. 129-132. Consultado 4 mar. 2013. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/71923814/Guia-Tecnica-Basica-de-lecheria-Universidad-de-Wisconsin-Madison>
212. WILKERSON, V. A.; KLOFENSTEIN, T. J.; BRITTON, R. A.; STOCK, R. A.; MILLER, P. S. 1993. Metabolizable protein and amino acid requirements of growing cattle. Journal of Animal Science. 71: 2777-2784.

## 10. ANEXOS

Anexo 1: Especies predominantes de las parcelas.

<b>Especie predominantes</b>	<b>Hábito de vida</b>	<b>Ciclo de producción</b>	<b>Tipo productivo</b>
<i>Andropogon laterales</i>	Perenne	Estival	D
<i>Andropogon ternatus</i>	Perenne	Estival	T - O
<i>Botrichloa laguroides</i>	Perenne	Estival	O
<i>Carex sp.</i>	Perenne	Invernal	O
<i>Chloris grandiflora</i>	Perenne	Estival	O
<i>Coelorhachis selloana</i>	Perenne	Estival	T
<i>Cynodon dactylon</i>	Perenne	Estival	O
<i>Eragrostis neessi</i>	Perenne	Estival	O
<i>Eragrostis lugens</i>	Perenne	Estival	O
<i>Hidrocotyle bonariensis</i>	Perenne	Estival	T
<i>Leptocoryphium lanatum</i>	Perenne	Estival	T
<i>Schizachyrium mycrostachyum</i>	Perenne	Estival	D
<i>Setaria geniculata</i>	Perenne	Estival	T
<i>Sporobolus indicus</i>	Perenne	Estival	O - D
<i>Sporobolus platensis</i>	Perenne	Estival	O
<i>Panicum milioides</i>	Perenne	Estival	T
<i>Paspalum dilatatum</i>	Perenne	Estival	F
<i>Paspalum notatum</i>	Perenne	Estival	T

<i>Paspalum plicatulum</i>	Perenne	Estival	F
<i>Tridens brasiliensis</i>	Perenne	Estival	T

F: fino; T: tierno; O: ordinario; D: duro

Anexo 2: Composición de especies asociadas.

<b>Gramíneas Asociadas</b>	<b>Hábito de vida</b>	<b>Ciclo de producción</b>	<b>Tipo productivo</b>
<i>Bromus auleticus</i>	Prenne	Invernal	F
<i>Calamagrostis montevidensis</i>	Prenne	Invernal	T
<i>Eragrostis retinens</i>	Prenne	Estival	O
<i>Piptochaetium stipoides</i>	Prenne	Invernal	T
<i>Paspalum ionanthum</i>	Prenne	Estival	T
<i>Stipa setígera</i>	Prenne	Invernal	T - F
<i>Tridens brasiliensis</i>	Prenne	Estival	T

F: fino; T: tierno; O: ordinario; D: duro

Anexo 3: Principales malezas encontradas en las parcelas.

<b>Malezas Enanas</b>	<b>Hábito de vida</b>	<b>Ciclo de producción</b>	<b>Tipo productivo</b>
<i>Aspilia montevidensis</i>	Perenne	Estival	ME
<i>Dichondra microcalix</i>	Perenne	Estival	ME
<i>Evolvulus sericeus</i>	Perenne	Estival	ME
<i>Richardia humistrata</i>	Perenne	Estival	ME
<i>Spilanthes decumbens</i>	Perenne	Estival	ME

<i>Sisyrinchium platense</i>	<i>Perenne</i>	<i>Invernal</i>	<i>ME</i>
<i>Eryngium horridum</i>	<i>Perenne</i>	<i>Indefinido</i>	<i>MCS</i>

ME: maleza enana; MCS: maleza de campo sucio.

#### Anexos 4: Precipitaciones registradas en mm durante el 2011 para la estación meteorológica Melo

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	0,4	0	0	0	17,4	0	0	59	0	0,2	0	0
2	10	0	0	0	0,1	2,3	0	1,8	0	0	0	0
3	0,1	0,2	0	2,5	0	0	0	1,3	0	0	0	0
4	0	0	0	10	0	0	0	0	18,5	1,8	0,5	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
6	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0
7	0	3,2	0	0	0	0,8	0	0,6	0	39	0	0
8	11	10,2	0	1,8	0	0	0	0	0	39,8	0	0
9	0	3,4	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1	18	0
10	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,3	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	16,3	0	28,1	0	0
14	0	0	0	0	0	0	14,6	0,1	0	0	0	18,3
15	0	0	0	19	0	0	20,2	2,5	0	0	0	17
16	1,6	0	0	2,2	0	31	3,2	21,5	20,3	0	0	0
17	0	0	10	41	0	0	0	0	37,3	0	0	1,4
18	0	0	0	0	0	9,7	0,1	37,4	0	0	0	0,4
19	0	0	0	0	0	52,8	0,1	3,1	0	0	0	0
20	0	0	0	21	0	15	0	0	0	0	0,1	0
21	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	3	0
22	0	0	0	19	5,8	9	0	0	0	16,4	0	0
23	0	17,5	42	0	0	5,5	0	0	0,6	14	0	7
24	0	0	0	0	98	0	0	0	0	5	0	0
25	0	0	27	0	8	0	2,8	0	0	1,2	0	0
26	37	0	0	0	0	0,2	0	3,6	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	3,5	34	0	0	0	0

28	0	0	0	0	0	0	32,5	0	0	0	0	0	
29	0		0	0	0	0	0,1	0	2,5	0	2	0	
30	0		0	0,1	0,8	0	0	0	38,5	0	0,1	0	
31	10,6		0		0		0,1	0		0		0,1	Total anual
Total mensual	76,2	34,5	79	117	130	141	77,2	181	118	170	24	52,2	1199,8

Fuente: URUGUAY. MDN. DNM<sup>1</sup>

Anexo 5: Temperaturas y heladas registradas para el año 2011 en Melo

Climatología Melo																	
JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
del aire	Min/ Cespded	Min	del aire	Min/ Cespded	Min	del aire	Min/ Cespded	Min	del aire	Min/ Cespded	Min	del aire	Min/ Cespded	Min	del aire	Min/ Cespded	Min
Temperatura °C																	
5,9	-6,5	1,0	9,2	5,5	6,3	7,8	-5,0	4,3	14,2	10,6	11,4	16,4	3,2	11,0	16,5	5,0	11,8
4,4	-5,6	0,2	10,3	7,4	8,3	11,3	-2,8	4,7	17,2	12,5	12,5	18,9	7,2	13,7	17,5	0,8	10,6
2,9	-7,4	-1,5	8,1	5,0	7,8	16,4	5,5	8,9	13,0	3,2	10,7	19,8	7,1	14,3	18,9	1,6	12,5
4,4	-6,9	-0,6	6,9	1,0	5,2	16,4	11,0	12,7	14,4	4,5	10,0	21,5	7,0	14,8	22,2	13,5	17,5
4,7	-8,5	-1,0	7,5	-4,0	1,5	13,8	8,3	12,3	17,5	7,5	12,3	22,9	12,0	17,4	24,0	14,1	19,2
5,3	-8,4	-0,1	10,6	2,2	2,0	11,9	-2,0	5,2	18,4	5,8	12,5	19,3	13,6	18,0	23,8	17,0	20,6
5,0	-6,5	-1,1	14,3	5,0	6,2	13,9	-2,0	5,6	18,5	6,5	15,4	19,9	5,5	13,6	24,4	16,4	19,7
7,9	-8,0	-1,5	13,8	11,4	12,2	14,7	3,9	9,4	20,9	15,0	15,2	19,3	3,4	12,5	21,2	10,3	18,1
9,3	-4,2	0,8	14,5	12,5	13,3	16,0	7,3	12,3	19,4	16,6	17,5	20,9	14,0	17,4	22,0	14,4	18,4
11,4	2,4	4,3	16,6	9,5	13,2	16,8	5,5	11,7	16,3	8,0	14,3	20,0	13,0	17,9	22,5	10,6	17,8
14,6	4,0	9,9	16,7	4,0	10,9	11,6	0,6	10,2	16,5	8,2	13,2	17,3	2,7	10,6	24,4	13,0	19,5
15,4	5,5	9,3	20,2	9,5	13,8	13,9	-1,0	5,8	17,6	13,0	13,3	19,3	3,5	13,5	23,9	10,0	19,3
13,3	5,0	10,1	12,0	12,8	14,9	13,1	0,0	7,9	19,0	15,9	17,1	19,1	8,4	14,9	19,4	2,3	13,9
12,7	4,0	9,6	10,8	2,6	6,5	11,3	-3,0	5,7	17,9	9,7	15,9	18,8	8,3	15,1	16,7	8,2	16,0
17,3	9,0	12,5	13,9	7,6	9,3	15,9	2,5	7,8	18,0	6,5	13,8	19,1	7,0	13,7	18,5	9,0	14,4
15,1	12,4	16,3	15,6	6,5	13,0	18,2	6,0	13,3	19,4	4,7	11,7	21,0	6,0	14,0	20,4	11,0	16,7
11,7	4,0	10,1	15,3	8,5	13,4	16,9	13,6	16,3	16,7	11,0	15,9	20,2	7,6	16,6	20,2	13,8	17,9
13,5	8,2	9,8	14,3	8,0	11,6	15,2	13,2	14,6	15,9	4,0	10,7	22,1	12,3	17,1	20,2	13,5	17,2
13,7	7,0	12,8	12,8	10,9	12,3	14,1	5,0	12,0	17,3	6,4	13,6	23,2	7,7	16,5	22,5	7,0	15,5
6,5	0,0	6,4	6,9	1,6	5,9	13,1	5,0	11,0	18,5	8,0	14,4	21,7	16,0	20,2	25,9	10,7	20,1
10,3	6,2	6,7	5,7	-1,6	2,3	13,2	-0,8	6,7	20,9	9,0	14,6	20,9	11,0	17,7	26,0	8,5	19,9
11,2	1,4	7,9	7,8	2,5	4,3	15,0	2,5	9,2	21,7	11,8	17,5	21,3	16,0	18,3	23,9	16,0	22,1
9,8	-2,0	4,5	10,0	4,8	6,6	14,9	9,5	13,2	18,3	16,0	19,0	20,3	6,5	14,3	19,0	12,5	18,8
11,7	-1,4	3,3	13,9	3,2	7,2	14,2	5,0	10,7	18,2	16,0	16,9	22,1	10,2	16,4	16,6	11,5	13,0
17,9	4,0	7,0	13,1	5,0	9,8	17,1	6,0	11,1	17,6	15,7	17,0	23,9	6,5	15,4	18,8	6,2	12,4
15,2	10,5	13,3	10,5	-0,2	7,3	18,3	6,5	12,3	15,7	11,4	14,1	24,6	7,0	16,7	21,2	6,0	14,9
9,6	-5,0	3,7	12,1	6,3	8,8	16,9	10,8	14,2	14,7	8,0	11,4	25,1	10,6	19,9	22,4	9,4	18,3
14,9	8,2	7,4	13,6	10,0	11,7	18,0	7,5	12,5	18,3	3,8	11,0	27,6	13,4	21,1	22,3	10,3	18,1
12,3	10,0	12,6	10,5	0,5	8,8	20,3	9,0	14,9	16,3	5,0	12,9	26,8	11,4	20,9	22,7	7,8	17,6
7,8	1,9	8,0	12,6	3,2	7,8	14,9	13,0	17,1	15,4	4,0	12,8	21,8	19,5	23,0	23,1	14,0	19,1
7,6	-3,2	2,8	9,9	1,3	6,7	14,2	2,0	9,6	14,2	2,0	9,6	14,2	2,0	9,6	22,1	15,0	20,5

		Estacion Met																												
		ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO								
		Min/ Cesp		del aire		Min/ Cesp		del aire		Min/ Cesp		del aire		Min/ Cesp		del aire		Min/ Cesp		del aire		Min/ Cesp		del aire		Min/ Cesp		del aire		
DIAS	del aire	Min	Cesp	del aire	Min	Cesp	del aire	Min	Cesp	del aire	Min	Cesp	del aire	Min	Cesp	del aire	Min	Cesp	del aire	Min	Cesp	del aire	Min	Cesp	del aire	Min	Cesp	del aire	Min	Cesp
1	23,2	17,0	21,3	22,6	15,8	20,7	21,3	9,5	17,9	21,4	14,0	18,2	16,4	13,0	15,8	10,5	15,8	10,5	3,0	8,7										
2	22,4	19,0	21,6	19,7	6,5	15,4	21,8	8,6	18,0	22,7	16,0	19,0	13,4	10,6	13,2	10,5	13,2	10,5	2,5	6,5										
3	21,8	19,7	20,3	25,5	15,0	18,9	22,0	7,7	17,6	19,8	8,6	16,0	10,3	-1,0	7,5	12,0	7,5	12,0	3,8	7,6										
4	24,0	18,8	21,4	26,8	21,0	22,9	22,7	7,0	18,1	19,0	11,6	16,4	10,7	0,6	6,6	6,9	6,6	6,9	-4,3	4,4										
5	24,4	19,4	21,1	27,6	18,0	23,7	22,1	9,7	17,4	15,8	3,9	12,3	14,2	4,0	9,9	5,5	9,9	5,5	-7,2	0,0										
6	26,3	16,0	21,0	22,6	16,2	21,0	22,7	10,1	19,1	15,2	4,0	10,9	12,2	2,0	9,8	6,2	9,8	6,2	-4,3	0,0										
7	27,5	13,4	22,4	23,1	15,1	20,0	23,5	10,0	19,2	15,7	-1,5	10,7	10,4	-6,5	5,3	11,0	8,0	6,9	8,0	6,9										
8	26,7	18,7	24,4	22,5	20,0	21,8	25,1	19,2	21,2	17,1	6,2	11,8	11,9	2,8	7,4	9,4	7,4	-0,6	6,8											
9	26,1	18,4	22,8	21,6	19,0	21,1	23,9	14,0	20,7	16,9	10,0	13,9	11,1	-2,0	6,8	8,4	6,8	-1,5	5,4											
10	23,1	14,5	20,5	21,6	18,8	19,1	23,8	17,6	22,2	19,4	11,4	15,7	12,4	-0,6	6,6	12,1	6,6	0,0	7,3											
11	22,1	15,6	21,1	20,8	11,0	17,3	22,8	14,2	20,3	21,0	11,0	16,8	14,8	5,0	9,3	12,3	9,3	1,6	6,7											
12	22,7	18,5	21,1	20,3	12,4	18,2	24,7	12,6	19,5	19,1	8,9	15,5	13,9	4,6	9,3	9,8	9,3	-1,4	5,1											
13	23,0	14,0	19,3	22,1	7,5	16,8	21,9	18,0	21,8	21,1	12,0	16,4	15,8	7,5	12,8	11,3	12,8	0,2	7,1											
14	24,4	13,0	20,2	22,0	9,3	17,9	15,8	3,0	11,0	19,0	9,5	16,2	14,2	9,6	13,7	9,0	13,7	-4,0	2,4											
15	24,8	11,5	19,4	19,2	4,0	15,0	16,0	4,0	10,7	17,5	11,0	16,8	13,3	4,7	11,6	15,0	11,6	0,4	7,4											
16	26,7	16,0	21,8	21,8	5,5	15,3	19,2	6,0	13,2	16,7	13,5	15,8	11,5	0,8	8,0	16,5	8,0	4,5	11,5											
17	23,8	15,0	21,7	26,5	19,2	21,7	19,6	10,6	17,4	18,1	12,6	14,8	15,2	3,0	9,8	17,8	9,8	7,9	14,2											
18	23,5	11,3	19,5	25,6	18,2	23,5	20,5	16,0	18,2	13,0	-0,5	11,3	12,5	2,0	9,1	15,3	9,1	12,6	14,4											
19	26,1	13,5	21,4	25,0	19,0	22,6	16,2	2,0	12,2	12,3	-2,5	7,5	12,6	-2,5	7,8	16,7	7,8	12,8	14,5											
20	23,9	18,5	22,4	23,6	15,6	21,5	17,7	2,0	11,2	16,1	7,1	12,3	13,8	2,0	7,5	15,8	7,5	14,2	16,4											
21	21,2	9,6	15,9	23,3	14,6	21,1	21,9		13,9	16,5	14,0	15,7	13,8	3,0	8,1	13,1	10,0	12,6	12,6											
22	24,7	17,5	21,5	24,1	18,0	21,9	23,4	9,2	16,3	17,9	6,6	13,1	14,9	5,0	10,1	14,2	10,1	6,2	11,4											
23	25,9	18,1	23,0	21,2	18,2	21,4	22,0	13,0	20,2	17,6	15,0	17,3	14,7	10,0	13,7	14,9	13,7	8,0	13,8											
24	25,0	13,5	21,6	24,6	19,5	21,0	20,4	17,0	19,2	9,8	-2,0	5,4	10,8	1,4	7,8	9,8	7,8	0,6	8,2											
25	27,1	14,6	21,0	23,3	16,5	22,1	18,4	14,0	18,5	12,4	-2,0	6,3	16,2	6,5	13,0	8,2	13,0	0,0	5,9											
26	24,7	22,3	25,7	22,8	18,9	20,2	21,7	17,0	18,2	13,6	3,1	9,0	12,8	3,5	11,2	6,8	11,2	2,6	5,6											
27	26,2	19,0	22,5	18,2	4,0	14,7	18,3	9,0	17,0	15,8	2,8	9,8	12,3	1,8	9,9	7,5	9,9	0,9	4,1											
28	28,1	19,2	22,9	19,5	5,7	15,7	17,8	12,3	16,1	17,1	4,2	10,4	11,9	1,0	8,9	7,2	8,9	-4,0	1,9											
29	25,7	20,2	25,2				15,6	1,8	11,8	17,8	6,0	11,2	9,1	-1,0	6,7	8,3	6,7	-1,7	3,7											
30	24,7	13,2	20,4				17,7	1,0	13,4	19,2	12,0	16,0	9,8	-1,6	4,0	8,0	4,0	-6,5	2,4											
31	23,8	12,6	21,0				22,1	12,5	17,8			13,3		9,0	8,6															
		Dias con heladas dentro del periodo																												
		Nota: Numero de dias con ocurrencia de heladas meteorologicas en la Estacion Meteorologica de Melo fueron: 10 dias en el año 2011 (CENSO INE)																												

Fuente: URUGUAY. MDN. DNM. 2011<sup>1</sup>

Anexo 6: comparación de la proporción de aminoácidos de diferentes proteínas.

	GR/100GRS AMINOACIDOS										
	ARG	HS	ILE	LEU	LYS	MET	PHE	THR	TRY	VAL	IAE(*)
PROT. LACTEA	3,7	2,7	6	10	8,3	2,7	5,3	4,6	1,4	6,7	100
PROT: TISULAR	6,8	3	5,5	7,2	8,2	2,7	4,6	4,6	1,2	5,2	
PROT. BACTERIANA	5,1	2	5,7	8,1	7,9	2,6	5,1	5,8	1,5	6,2	99
	GR/100 GR PROTEINA BRUTA										
HENO ALFALFA	4,4	1,8	4,4	6,8	4,6	1,1	4,2	3,8	1,3	4,5	72
SILO MAIZ	1,7	0,8	2,8	6,5	1,8	0,8	3	2,5	..	3,7	29
CEBADA	3,9	1,8	3,2	6,2	4,1	1,4	4,8	2,8	1,3	4,8	68
MAIZ	5,1	1	3,7	9,9	2,2	1,7	4,4	3,4	0,9	4,2	65
HARINA DE SOJA	6,9	2,2	5,1	6,9	5,9	1,3	4,5	3,5	1,4	4,9	82
HARINA DE GIRASOL	7,7	2,2	4,6	5,8	3,8	3,3	4,9	3,3	1,1	5,1	84
DDGS	3,5	2,5	6,1	7,4	2,5	1,4	6,1	3,5	0,6	5,8	71
GLUTEN FEED	4,2	2,9	2,5	8	2,5	2,1	3,3	3,8	0,4	4,4	63

(\*) Índice de aminoácidos esenciales calculado según el método de Oser. Para el cual sólo se ha tenido en cuenta la producción de cada uno de los aminoácidos respecto a la proporción de ese aminoácido en la proteína láctea.

Anexo 7: Corrida SAS: Actividad de descanso

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	2	9	27.76	0.0001
SEMANA	1	9	0.04	0.8430
Día_dentrosem	2	18	0.97	0.3991
TRAT*SEMANA	2	9	0.71	0.5175
TRAT*Día_dentrosem	4	18	0.87	0.5001

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Bentancur, O. 2012.Com. personal.

Anexo 8: Corrida SAS: Actividad de consumo de agua

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F value	Pr > F
TRAT	2	9	10.77	0.0041
SEMANA	1	9	0.32	0.5873
Dia_dentrose	2	18	0.12	0.8859
TRAT*SEMANA	2	9	0.25	0.7857
TRAT*Dia_dentrose	4	18	0.70	0.6000

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 9: Corrida SAS: Actividad de consumo de ración

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F value	Pr > F
TRAT	1	6	1.21	0.3129
SEMANA	1	6	0.24	0.6417
Dia_dentrose	2	12	4.77	0.0299
TRAT*SEMANA	1	6	0.72	0.4280
TRAT*Dia_dentrose	2	12	0.13	0.8775

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 10: Corrida SAS: Actividad de descanso

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F value	Pr > F
TRAT	2	9	9.87	0.0054
SEMANA	1	9	4.77	0.0568
Dia_dentrose	2	18	5.44	0.0142
TRAT*SEMANA	2	9	0.62	0.5604
TRAT*Dia_dentrose	4	18	0.89	0.4918

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 11: Corrida SAS: Actividad de pastoreo

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	2	9	27.76	0.0001
SEMANA	1	9	0.04	0.8430
Dia_dentrosem	2	18	0.97	0.3991
TRAT*SEMANA	2	9	0.71	0.5175
TRAT*Dia_dentrosem	4	18	0.87	0.5001

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 12: Corrida SAS: Actividad de rumia

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	2	9	2.09	0.1799
SEMANA	1	9	5.96	0.0373
Dia_dentrosem	2	18	0.25	0.7846
TRAT*SEMANA	2	9	0.31	0.7444
TRAT*Dia_dentrosem	4	18	1.05	0.4095

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 13: Corrida SAS: Tasa de bocado Hora 7:00

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	2	9	4.10	0.0543
SEMANA	1	9	0.00	0.9824
Dia_dentrosem	2	18	0.84	0.4465
TRAT*SEMANA	2	9	0.01	0.9945
TRAT*Dia_dentrosem	4	18	0.24	0.9118

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 14: Corrida SAS: Tasa de bocado Hora 9:00

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	2	9	0.11	0.8984
SEMANA	1	9	0.00	0.9973
Dia_dentrosem	2	18	1.60	0.2291
TRAT*SEMANA	2	9	0.00	1.0000
TRAT*Dia_dentrosem	4	18	2.44	0.0847

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 15: Corrida SAS: Tasa de bocado Hora 11:00

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	2	9	6.76	0.0161
SEMANA	1	9	0.48	0.5050
Dia_dentrosem	2	14	1.30	0.3027
TRAT*SEMANA	2	9	0.11	0.8934
TRAT*Dia_dentrosem	4	14	0.23	0.9148

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 16: Corrida SAS: Tasa de bocado Hora 13:00

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	2	7	1.00	0.4152
SEMANA	1	5	0.04	0.8528
Dia_dentrosem	2	6	2.75	0.1418
TRAT*SEMANA	2	5	0.01	0.9921
TRAT*Dia_dentrosem	3	6	0.60	0.6393

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 17: Corrida SAS: Tasa de bocado Hora 15:00

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	2	9	1.20	0.3448
SEMANA	1	9	0.05	0.8286
Dia_dentrosem	2	16	0.24	0.7878
TRAT*SEMANA	2	9	0.00	0.9965
TRAT*Dia_dentrosem	4	16	0.12	0.9717

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 18: Corrida SAS: Tasa de bocado Hora 17:00

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	2	9	0.94	0.4254
SEMANA	1	9	0.00	0.9919
Dia_dentrosem	2	18	0.86	0.4403
TRAT*SEMANA	2	9	0.00	1.0000
TRAT*Dia_dentrosem	4	18	0.18	0.9476

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 19: Corrida SAS: Tasa de bocado PROMEDIO

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	2	9	2.29	0.1570
SEMANA	1	9	0.10	0.7613
Dia_dentrosem	2	18	0.40	0.6751
TRAT*SEMANA	2	9	0.00	0.9983
TRAT*Dia_dentrosem	4	18	0.26	0.8986

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 20: Corrida SAS: CONSUMO MS NCR\_7\_9

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	1	6	2.98	0.1349
SEMANA	1	6	9.74	0.0206
Dia_dentrosem	2	12	1.05	0.3788
TRAT*SEMANA	1	6	0.01	0.9136
TRAT*Dia_dentrosem	2	12	6.20	0.0141

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 21: Corrida SAS: CONSUMO MS NCR\_9\_11

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	1	6	9.30	0.0225
SEMANA	1	6	2.52	0.1637
Dia_dentrosem	2	12	0.25	0.7837
TRAT*SEMANA	1	6	6.06	0.0489
TRAT*Dia_dentrosem	2	12	1.04	0.3848

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 22: Corrida SAS: CONSUMO MS NCR\_11\_13

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	1	6	0.00	0.9845
SEMANA	1	6	0.68	0.4413
Dia_dentrosem	2	12	0.00	0.9994
TRAT*SEMANA	1	6	2.25	0.1840
TRAT*Dia_dentrosem	2	12	0.04	0.9595

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 23: Corrida SAS: CONSUMO MS NCR\_13\_15

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	1	6	0.00	0.9850
SEMANA	1	6	0.00	0.9898
Dia_dentrosem	2	12	0.04	0.9620
TRAT*SEMANA	1	6	0.00	0.9894
TRAT*Dia_dentrosem	2	12	0.08	0.9207

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 24: Corrida SAS: CONSUMO MS NCR\_15\_17

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	1	6	4.54	0.0773
SEMANA	1	6	5.20	0.0627
Dia_dentrosem	2	12	0.54	0.5984
TRAT*SEMANA	1	6	0.00	0.9911
TRAT*Dia_dentrosem	2	12	0.30	0.7463

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 25: Corrida SAS: CONSUMO MS NCR\_17\_19

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	1	6	0.48	0.5151
SEMANA	1	6	1.52	0.2638
Dia_dentrosem	2	12	1.44	0.2744
TRAT*SEMANA	1	6	0.04	0.8574
TRAT*Dia_dentrosem	2	12	0.44	0.6557

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 26: Corrida SAS: CONSUMO MS PAST\_7\_9

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	2	9	2.86	0.1096
SEMANA	1	9	22.16	0.0011
Dia_dentrose	2	18	2.93	0.0789
TRAT*SEMANA	2	9	2.75	0.1169
TRAT*Dia_dentrose	4	18	2.22	0.1077

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 27: Corrida SAS: CONSUMO MS PAST\_9\_11

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	2	9	2.25	0.1614
SEMANA	1	9	28.91	0.0004
Dia_dentrose	2	18	3.02	0.0737
TRAT*SEMANA	2	9	0.63	0.5532
TRAT*Dia_dentrose	4	18	2.07	0.1266

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 28: Corrida SAS: CONSUMO MS PAST\_11\_13

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	2	9	0.43	0.6653
SEMANA	1	9	2.41	0.1550
Dia_dentrose	2	18	1.04	0.3724
TRAT*SEMANA	2	9	7.98	0.0101
TRAT*Dia_dentrose	4	18	0.28	0.8890

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 29: Corrida SAS: CONSUMO MS PAST\_13\_15

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	2	9	4.48	0.0447
SEMANA	1	9	2.13	0.1784
Dia_dentrosem	2	18	4.43	0.0272
TRAT*SEMANA	2	9	1.23	0.3375
TRAT*Dia_dentrosem	4	18	1.51	0.2410

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 30: Corrida SAS: CONSUMO MS PAST\_15\_17

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	2	9	0.94	0.4264
SEMANA	1	9	0.01	0.9363
Dia_dentrosem	2	18	0.99	0.3906
TRAT*SEMANA	2	9	0.44	0.6555
TRAT*Dia_dentrosem	4	18	0.79	0.5478

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 31: Corrida SAS: CONSUMO MS PAST\_17\_19

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	2	9	1.01	0.4021
SEMANA	1	9	139.17	<.0001
Dia_dentrosem	2	18	0.23	0.7955
TRAT*SEMANA	2	9	0.02	0.9772
TRAT*Dia_dentrosem	4	18	2.37	0.0915

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 32: Corrida SAS: Composición química de las pasturas en periodo de suplementación, FDA

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	2	9	1.40	0.2959
Semana	2	9	2.17	0.1702
Trat*Semana	4	9	0.58	0.6869

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 33: Corrida SAS: Composición química de las pasturas en periodo de suplementación, FDN

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	2	3.12	0.06	0.9396
Semana	2	4.93	3.59	0.1092
Trat*Semana	4	4.91	0.28	0.8771

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 34: Corrida SAS: Composición química de las pasturas en periodo de suplementación, proteína cruda

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	2	9	1.16	0.3568
Semana	2	9	10.88	0.0040
Trat*Semana	4	9	2.03	0.1741

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 35: Corrida SAS: Composición química de las pasturas en periodo de suplementación, DMS

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	2	9	1.40	0.2959
Semana	2	9	2.17	0.1702
Trat*Semana	4	9	0.58	0.6869

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 36: Corrida SAS: Forraje disponible en el P1

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	2	9	0.72	0.5124
Semana	2	9	80.57	<.0001
Trat*Semana	4	9	0.54	0.7135

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 37: Corrida SAS: Altura de la pastura en el P1

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	2	9	1.12	0.3670
Semana	2	9	4.53	0.0436
Trat*Semana	4	9	0.65	0.6427

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 38: Corrida SAS: Proporción de restos secos en P1

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	2	6	2.61	0.1526
Semana	1	6	3.06	0.1309
Trat*Semana	2	6	2.04	0.2106

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 39: Corrida SAS: Proporción de suelo desnudo en P1

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F value	Pr > F
Trat	2	3	0.46	0.6717
Semana	1	3	0.74	0.4521
Trat*Semana	2	3	4.05	0.1407

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 40: Corrida SAS: Forraje disponible en P2

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F value	Pr > F
Trat	2	3	0.20	0.8313
Semana	1	3	216.52	0.0007
Trat*Semana	2	3	0.08	0.9272

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 41: Corrida SAS: Altura de la pastura en el P2

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F value	Pr > F
Trat	2	3	0.45	0.6771
Semana	1	3	1.86	0.2660
Trat*Semana	2	3	0.17	0.8485

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 42: Corrida SAS: Proporción de restos secos en P2

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F value	Pr > F
Trat	2	3	3.08	0.1872
Semana	1	3	79.35	0.0030
Trat*Semana	2	3	8.61	0.0571

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 43: Corrida SAS: Proporción de suelo desnudo en P2

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	2	6	4.65	0.0602
Semana	1	6	2.71	0.1506
Trat*Semana	2	6	0.32	0.7356

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 44: Corrida SAS: Forraje disponible en periodo residual

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	2	3	0.33	0.7397
Semana	2	6	126.26	<.0001
Trat*Semana	4	6	0.27	0.8842

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 45: Corrida SAS: Altura de la pastura en periodo residual

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	2	3	0.07	0.9359
Semana	2	6	71.39	<.0001
Trat*Semana	4	6	0.29	0.8736

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 46: Corrida SAS: Proporción de restos secos en periodo residual

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	2	6	1.09	0.3955
Semana	1	6	12.57	0.0121
Trat*Semana	2	6	0.30	0.7484

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 47: Corrida SAS: Proporción de suelo desnudo periodo residual

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	2	3	0.13	0.8819
Semana	2	6	17.66	0.0031
Trat*Semana	4	6	3.66	0.0770

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 48: Corrida SAS: Consumo de suplemento kg/a/día variación entre días

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	1	2	9.38	0.0921
Semana	1	22	36.65	<.0001
Trat*Semana	1	22	1.25	0.2764
dia_dentrosem	5	22	9.71	<.0001
Trat*dia_dentrosem	5	22	0.45	0.8053
Semana*dia_dentrosem	5	22	13.58	<.0001
Trat*Semana*dia_dent	5	22	0.17	0.9708

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 49: Corrida SAS: Consumo de suplemento kg/a/día (P1 + P2)

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	1	24	32.61	<.0001
Semana	11	24	7.09	<.0001
Trat*Semana	11	24	1.81	0.1081

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 50: Corrida SAS: Consumo de suplemento kg/a/día (P1)

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	1	14	16.69	0.0011
Semana	6	14	5.87	0.0031
Trat*Semana	6	14	1.48	0.2562

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 51: Corrida SAS: Consumo de suplemento kg/a/día (P2)

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	1	2	6.96	0.1187
Semana	4	8	11.58	0.0021
Trat*Semana	4	8	7.02	0.0100

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 52: Corrida SAS: Consumo de suplemento kg/100 kg PV (P1 + P2)

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	1	24	21.61	0.0001
Semana	11	24	5.40	0.0003
Trat*Semana	11	24	2.03	0.0706

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 53: Corrida SAS: Consumo de suplemento kg/100 kg PV (P1)

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	1	14	14.15	0.0021
Semana	6	14	4.37	0.0108
Trat*Semana	6	14	1.64	0.2077

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 54: Corrida SAS: Consumo de suplemento kg/100 kg PV (P2)

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	1	2	3.37	0.2076
Semana	4	8	23.85	0.0002
Trat*Semana	4	8	6.62	0.0118

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 55: Corrida SAS: Consumo de suplemento gramos/kg PV<sup>0.75</sup> (P1 + P2)

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	1	24	24.31	<.0001
Semana	11	24	5.49	0.0002
Trat*Semana	11	24	1.97	0.0804

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 56: Corrida SAS: Consumo de suplemento gramos/kg PV<sup>0.75</sup> (P1)

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	1	14	14.72	0.0018
Semana	6	14	4.74	0.0078
Trat*Semana	6	14	1.62	0.2142

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 57: Corrida SAS: Consumo de suplemento gramos/kg PV<sup>0.75</sup> (P2)

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	1	2	4.35	0.1724
Semana	4	8	20.37	0.0003
Trat*Semana	4	8	6.66	0.0116

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 58: Corrida SAS: Eficiencia de conversión (P1 + P2)

Parameter		Estimate	Standard Error	t value	Pr >  t
Intercept		5.140000000 B	0.18110770	28.38	0.0012
TRAT	2	1.060000000 B	0.25612497	4.14	0.0537
TRAT	3	0.000000000 B	.	.	.

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 59: Corrida SAS: Eficiencia de conversión (P1)

Parameter		Estimate	Standard Error	t value	Pr >  t
Intercept		5.050000000 B	0.21923161	23.03	0.0019
TRAT	2	0.695000000 B	0.31004032	2.24	0.1542
TRAT	3	0.000000000 B	.	.	.

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 60: Corrida SAS: Eficiencia de conversión (P2)

Parameter		Estimate	Standard Error	t value	Pr >  t
Intercept		5.170000000 B	0.55569776	9.30	0.0114
TRAT	2	1.080000000 B	0.78587531	1.37	0.3031
TRAT	3	0.000000000 B	.	.	.

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 61: Corrida SAS: Peso y GMD durante P1

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F value	Pr > F
Trat	2	107	0.14	0.8719
días	1	136	121.09	<.0001
días*Trat	2	136	23.82	<.0001
Pvini	1	64.2	592.79	<.0001

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 62: Corrida SAS: Peso y GMD durante P2

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	2	136	0.09	0.9137
días	1	108	576.47	<.0001
días*Trat	2	108	31.81	<.0001
Pvini	1	45.2	146.17	<.0001

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 63: Corrida SAS: Peso y GMD durante P1 + P2

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	2	109	0.04	0.9607
días	1	195	589.78	<.0001
días*Trat	2	195	57.03	<.0001
Pvini	1	59.3	322.62	<.0001

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 64: Corrida SAS: Peso y GMD durante periodo residual

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	2	137	6.49	0.0020
días	1	111	305.79	<.0001
días*Trat	2	111	6.55	0.0021
Pvini	1	45.1	75.09	<.0001

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 65: Corrida SAS: Peso y GMD durante P1 + P2 + residual

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat	2	8.54	0.81	0.4776
días	1	223	1166.84	<.0001
días*Trat	2	223	60.26	<.0001
Pvini	1	56.3	208.74	<.0001

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 66: Corrida SAS: AOB

The GLM Procedure  
Least Squares Means  
Adjustment for Multiple Comparisons: Tukey-Kramer

TRAT	AOB_FIN LSMEAN	LSMEAN Number
1	30.4385204	1
2	35.9395421	2
3	36.7869375	3

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>

Anexo 67: Corrida SAS: EGS

The GLM Procedure  
Least Squares Means  
Adjustment for Multiple Comparisons: Tukey-Kramer

TRAT	EGS_FIN LSMEAN	LSMEAN Number
1	2.30515152	1
2	3.47787879	2
3	4.03696970	3

Fuente: Bentancur<sup>2</sup>