

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE VETERINARIA**

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN PROTEICA DE  
TERNEROS HOLANDO BAJO PASTOREO**

**Por**

**Ignacio CAMPANELA  
Alvaro LESCA**



TESIS DE GRADO presentada como uno de  
los requisitos para obtener el título de Doctor  
en Ciencias Veterinarias  
Orientación: Producción animal



MODALIDAD: Estudio experimental

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2011**

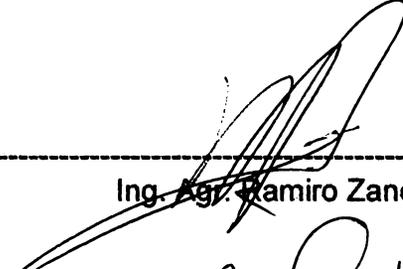
# PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis aprobada por:

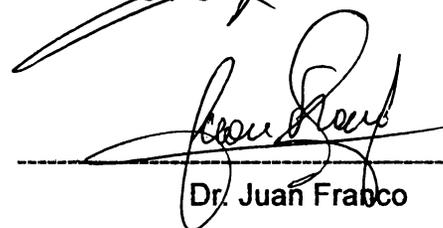
Presidente:

  
-----  
Dr. Jose Eduardo Blanc

Segundo miembro:

  
-----  
Ing. Agr. Ramiro Zanoniani

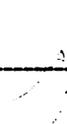
Tercer miembro:

  
-----  
Dr. Juan Franco

Fecha:

30/09/2017  
-----

Autor:

  
-----  
José Ignacio Campanela Fischer

  
-----  
Álvaro Nelson Lesca Barolin

FACULTAD DE VETERINARIA

Aprobación: 8 (ocho) 

## **AGRADECIMIENTOS**

- Al Ing. Agr. Ramiro Zanoniani, por ser nuestro tutor y brindarnos su dedicación, tiempo, apoyo.
- Al Dr. Jorge Moraes por brindarnos dedicación y por su importancia en nuestra formación profesional.
- A nuestras familias, por su apoyo incondicional.
- Al Sr Ángel Colombino, por su colaboración y su disposición en la realización de diversas actividades de este trabajo.
- Al Dr. Alfredo Ferraris por su apoyo, consejos, transmisión de experiencias y hacernos sentir como en casa.

# TABLA DE CONTENIDO

	Página
<b>PÁGINA DE APROBACIÓN</b> .....	II
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	III
<b>LISTA DE CUADROS Y FIGURAS</b> .....	IV
1. <b>RESUMEN</b> .....	1
2. <b>SUMMARY</b> .....	2
3. <b>INTRODUCCIÓN</b> .....	3
4. <b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	4
4.1 <b>CONSUMO EN PASTOREO</b> .....	4
4.1.1 <b>ASOCIADOS AL ANIMAL</b> .....	4
4.1.2 <b>CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA QUE AFECTAN EL CONSUMO</b> .....	6
4.1.2.1 Disponibilidad, altura y estructura.....	6
4.1.2.2 Calidad.....	8
4.1.3 <b>SELECTIVIDAD</b> .....	10
4.1.4 <b>PISOTEO Y DEYECCIONES</b> .....	12
4.1.5 <b>IMPACTO DEL SISTEMA DE PASTOREO SOBRE EL DESEMPEÑO ANIMAL</b> .....	12
4.1.6 <b>ASIGNACIÓN DE FORRAJE</b> .....	14
4.2 <b>SITUACIONES EN LAS CUALES EL FORRAJE SE PRESENTA DEFICIENTE EN PROTEÍNA</b> .....	16
4.3 <b>SUPLEMENTACION</b> .....	17
4.3.1 <b>GENERALIDADES</b> .....	17
4.3.2 <b>SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA</b> .....	19
4.3.3 <b>SUPLEMENTACIÓN PROTEICA</b> .....	20
4.3.3.1 <b>Fuentes proteicas</b> .....	22
4.3.3.1.1 <b>Productos de origen vegetal</b> .....	22
4.3.3.1.1.1 <b>Harinas oleaginosas</b> .....	22
4.3.3.1.1.2 <b>Torta de algodón</b> .....	23
4.3.3.1.1.3 <b>Harina de soja</b> .....	23
4.3.3.1.1.4 <b>Poroto de soja</b> .....	23
4.3.3.1.1.5 <b>Gluten meal</b> .....	24
4.3.3.1.1.6 <b>Levadura de cerveza</b> .....	24
4.3.3.1.2 <b>Productos de origen animal: Harina de pescado</b> .....	24
4.3.3.1.3 <b>Nitrogeno no Proteico</b> .....	25
4.3.3.1.3.1 <b>Urea o carbamido, CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub></b> .....	25
4.3.3.1.3.1.1 <b>Toxicidad</b> .....	26
4.3.3.1.3.1.2 <b>Usos</b> .....	26
4.3.3.1.3.2 <b>Optigen</b> .....	27
4.3.3.2 <b>Valor biológico de la proteína microbiana</b> .....	27
4.3.3.3 <b>Características de un buen suplemento proteico</b> .....	29
4.3.3.3.1 <b>Origen de la fuente proteica</b> .....	29
4.3.3.3.2 <b>Nivel de proteína del suplemento</b> .....	30
4.3.3.3.3 <b>Nivel de NNP del suplemento</b> .....	30
4.3.3.3.4 <b>Forma física del suplemento</b> .....	30
4.3.3.4 <b>Respuesta a la suplementación proteica</b> .....	31
4.3.4 <b>BALANCE ENERGÍA – PROTEÍNA</b> .....	31
4.4 <b>OTROS TRABAJOS</b> .....	33
5. <b>HIPÓTESIS</b> .....	33
6. <b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	34
6.1. <b>LOCALIZACIÓN Y PERIODO</b> .....	34
6.2. <b>TRATAMIENTOS</b> .....	34
6.3. <b>DISEÑO EXPERIMENTAL</b> .....	35
6.4. <b>CLIMA</b> .....	35
6.5. <b>SUELOS</b> .....	35
6.6. <b>INSTITUCIONES INVOLUCRADAS</b> .....	36
6.7. <b>DETERMINACIONES</b> .....	36
6.7.1 <b>FORRAJE DISPONIBLE Y REMANENTE</b> .....	36

6.7.2 COMPOSICIÓN BOTÁNICA VISUAL.....	36
6.7.3 CRECIMIENTO DE FORRAJE.....	36
6.7.4 RELACIÓN VERDE/SECO.....	37
6.7.5 DETERMINACIONES DE CALIDAD DE FORRAJE.....	37
6.7.6 PESADA DE ANIMALES.....	37
7. <u>RESULTADO Y DISCUSIÓN</u> .....	37
7.1 CLIMA.....	37
7.2 CRACERIZACION DE LA PASTURA .....	38
7.2.1 COMPOSICION BOTANICA DEL FORRAJE OFRECIDO Y RESUDUAL.....	38
7.2.2 DISPONIBLE Y REMANENTE.....	41
7.3 EFECTOS SOBRE EL ANIMAL: EVOLUCIÓN DE PESO VIVO, GANANCIA DIARIA Y POR HECTÁREA.....	43
7.3.1 PESO VIVO.....	43
7.3.2 GANANCIAS POR HECTÁREA.....	44
7.3.3 EFICIENCIA DE CONVERSIÓN.....	45
8. <u>CONCLUSIONES</u> .....	46
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	47
10. <u>ANEXOS</u> .....	58
10.1 <u>ANEXO 1</u> .....	58
10.2 <u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO POR PERIODO. ANEXO 2</u> .....	59
10.3 <u>ANÁLISIS DE LA PRIMERA PESADA. ANEXO 3</u> .....	60
10.4 <u>ANÁLISIS DE LA SEGUNDA PESADA. ANEXO 4</u> .....	60
10.5 <u>ANÁLISIS DE LA TERCERA PESADA. ANEXO 5</u> .....	61

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

### Página

<b>Cuadro I.</b> Efecto de diferentes asignaciones de forraje en la performance animal durante el invierno sobre diferentes tipos de pasturas.....	14
<b>Cuadro II.</b> Relación entre disponibilidad de forraje del campo natural y balance energía – proteína de la dieta cosechada por ovinos.....	17
<b>Cuadro III.</b> Valor nutritivo de los suplementos proteicos.....	28
<b>Cuadro IV.</b> Media histórica de temperatura (°C) y precipitaciones(mm.). (período 1961 – 1990).....	38
<b>Cuadro V.</b> Temperatura (°C) y precipitaciones (Mm.) en el periodo experimental... ..	38
<b>Cuadro VI.</b> Cantidad de PV/ha producido según tratamiento.....	44
<b>Cuadro VII.</b> Estimación de la eficiencia de conversión según tratamiento... ..	45
<b>Figura 1.</b> Relación verde seco, tratamiento sin suplemento.....	39
<b>Figura 2.</b> Relación verde seco, tratamiento con suplementación.....	39
<b>Figura 3.</b> Evolución del forraje disponible (Kg MS/ha).....	41
<b>Figura 4.</b> Forraje disponible por animal.....	42
<b>Figura 5.</b> Ganancias medias diarias.....	43

## 1. RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la suplementación proteica sobre el desempeño animal y comprobar si existen diferencias en producción de kg peso vivo por Hectárea (kg PV/ha) de terneros Holando sobreaño pastoreando pasturas de baja calidad con y sin suplemento con bloques proteicos. Se utilizaron 2 parcelas de 2 ha, pastoreadas en forma continua durante el periodo comprendido entre el 1 de julio de 2010 al 22 de setiembre de 2010 inclusive. En una parcela estaba el grupo control compuesto por 7 terneros y en la otra el grupo suplementado que constaba de 10 terneros, ambos grupos asignados al azar. El número de terneros se realizó en forma de mantener la misma asignación de forraje. Al grupo con tratamiento se le suministro bloques proteicos a razón de 327g por día por animal. El primer periodo que fue desde el 1 julio al 29 de julio se manifestó una diferencia en la ganancia de peso, siendo estadísticamente mayor en el tratamiento suplementado. En el segundo periodo (29 de julio al 6 de setiembre) las ganancias fueron negativas para ambos tratamientos. En el último periodo si bien no existieron diferencias estadísticas, los terneros no suplementados presentaron un mejor desempeño. Se concluyó que la disponibilidad de materia seca fue una de las limitantes más importantes para obtener los resultados esperados. Se manifestaron diferencias en las ganancias de PV en los animales que fueron suplementados siempre y cuando la disponibilidad de pastura no sea limitante. En animales jóvenes la suplementación proteica constituye una herramienta importante para el mejor aprovechamiento de las pasturas de baja calidad en invierno.

## 2. SUMMARY

(FA)  
-  
4

The aim of this study was to determine the effect of protein supplementation on animal performance and test for differences in production of kg per hectare (ha) of body weight (BW) of calves grazing yearling Holstein low quality pasture supplemented with protein blocks. We used 2 plots of 2 ha, grazed continuously during the period from 1 July 2010 to 22 September 2010 inclusive. In a plot was the control group of 7 calves and in the other treatment group consisted of 10 calves, randomly assigned. The number of calves was performed as to maintain the same herbage allowance. The group treated blocks is supplied at a rate of 327g protein per day per animal. The first period was from July 1 to July 29 was difference in weight gain, being statistically higher in the supplemented treatment. In the second period (July 29 to September 6) earnings were negative for both treatments. In the last period but there were no statistical differences in non-supplemented calves had a better performance. It was concluded that the availability of dry matter was one of the most important limitations to obtain the expected results. Demonstrated differences in liveweight gains in animals that were supplemented as long as the availability of pasture is not limiting. In young animals, protein supplementation is an important tool for better use of poor quality pasture in winter.

### 3. INTRODUCCIÓN

En los últimos años los procesos de producción han experimentado importantes cambios, enfrentándose a un sector consumidor cada vez más exigente y una economía globalizada en donde solo las empresas eficientes basadas en esquemas sustentables serán las que permanezcan en el mercado. Por lo tanto la eficiencia en el aprovechamiento de los recursos disponibles y la obtención de productos de calidad, se han vuelto cada vez más determinantes del resultado económico de la empresa.

La producción ganadera de nuestro país se desarrolla sobre una superficie de pastoreo de 15 millones de hectáreas, de las cuales el 85 % está bajo pasturas naturales de limitada digestibilidad. Estas presentan además una marcada distribución estacional, teniendo como común denominador en todo el país un importante déficit invernal. Este comportamiento se ve reflejado en los bajos índices productivos que se obtienen a nivel nacional en lo que a comportamiento animal se refiere: avanzada edad promedio de los vientres al primer entore (3 años); bajos porcentajes de procreo (64 %); y edad avanzada de faena de los animales (4-5 años).

La intensificación de los sistemas de producción, de carne o leche basadas en esquemas pastoriles, se fundamenta en el incremento de la carga animal, en procura de aumentar el aprovechamiento del recurso más barato, la pastura.

Durante el invierno, los animales pierden cantidades importantes de peso que tienden a recuperar entre la primavera y el verano, para volver a perder en el siguiente invierno. Esto produce una ineficiencia muy grande en el proceso de producción (Quintans, 1993).

Considerando la magnitud de esta ineficiencia que experimentan los animales bajo pastoreo durante el período invernal, es que se plantea algún tipo de suplementación como una herramienta para solucionarla.

La suplementación puede estar enfocada a distintas categorías para cumplir con diferentes objetivos. En el caso de los terneros es indudable la búsqueda de la mayor ganancia de peso para lograr una edad de faena menor.

Dentro de este marco la suplementación aparece como una medida de manejo estratégica. Es una tecnología de fácil introducción y aplicación en predios ganaderos en invierno cuando la producción y/o calidad de forraje de las pasturas naturales sufre una reducción importante. Esto permitiría mejorar el comportamiento animal y aumentar la eficiencia de producción en los rodeos de cría (Quintans, 1993).

En el siguiente trabajo se plantea como objetivos generar conocimientos sobre la respuesta a la suplementación proteica de los terneros Holando pastoreando sobre campo natural.

También, determinar el efecto de la suplementación proteica sobre el desempeño animal y comprobar si existen diferencias en producción de kg/ha de P.V. de terneros sobreño pastoreando pasturas de mala calidad suplementados con bloques proteicos.

## 4. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

### 4.1 CONSUMO EN PASTOREO

La tasa de crecimiento de un animal depende principalmente del consumo de nutrientes y en segundo lugar de la eficiencia de conversión de los nutrientes consumidos en tejido animal (Hodgson, 1990).

Según Blaser et al., (1960), Mc Meekan & Walshe (1963), la productividad animal será un efecto directo de la cantidad y calidad del forraje consumido, pero modificados por la habilidad del propio animal en digerirlo y transformar esa materia en nutrientes asimilables. A su vez, Poppi et al. (1987); Stobbs (1974); Hodgson (1982); Elizondo et al., (2003), concuerdan en que el factor más importante en determinar la productviad animal es el consumo diario de forraje.

#### 4.1.1 ASOCIADOS AL ANIMAL

El consumo de forraje por el animal depende de una serie de factores asociados al animal y a la pastura. Dentro de los factores asociados al animal interesan el peso vivo, la edad y el estado fisiológico (Rovira, 1996).

La utilización de un nutriente que proviene de una cierta clase de alimentos puede sufrir alteraciones según el tipo de aparato digestivo, la especie animal, edad, nivel de consumo, procesamiento del alimento, las necesidades del nutriente, enfermedades, parasitismo y condiciones adversas (Church, 1988).

El tamaño del animal determina el volumen de la cavidad abdominal, por lo cual determina también la posibilidad de expansión del rumen. Cabe resaltar que este factor pierde importancia a medida que aumenta la concentración de la dieta.

Por lo tanto si la dieta se compone de una gran proporción de forrajes, donde los mecanismos físicos son de mayor importancia en la regulación, resulta apropiado expresar el consumo en función del peso vivo, por la relación existente entre el tamaño del animal con el volumen de la cavidad abdominal (Bines 1976; Mertens 1994). Sin embargo, existen trabajos que indican una baja correlación entre tamaño corporal y volumen ruminal (Snnifen et al., 1992).

Ahora para dietas de alta concentración energética, la variación en el consumo debido al tamaño del animal sería minimizada con la utilización del peso metabólico ( $\text{kg /PV}^{0.75}/\text{d}$ ) debido a que la demanda de energía esta expresada en esta misma base y esta es quien regula el consumo (Mertens, 1994).

La preñez posee efectos diferentes según el momento en que se lo considere. A inicios de esta existe un aumento del apetito debido a los posibles aumentos de los requerimientos debido al desarrollo del feto y a balances hormonales (Bines, 1976). Existen variaciones en el nivel de consumo según la etapa de lactancia en que se encuentre la vaca (Journet, 1976).

La regulación fisiológica se basa en el principio de la homeostasis para mantener el equilibrio fisiológico. El mecanismo fisiológico actúa cuando el animal consume dietas con alta concentración de energía, con alimentos muy palatables y rápidamente digestibles. En los casos en que la concentración energética de la dieta es muy baja, el animal no logra compensar sus necesidades con el aumento de consumo por lo que utiliza su capacidad de comenzar reduciendo las salidas de energía, bajando la productividad o consumiendo reservas (Mertens, 1994).

La limitación física del retículo – rumen es generalmente aceptada como el factor más limitante en el consumo de forrajes y dietas de alta fibra (Mertens, 1994). También es probable que la distensión requerida para satisfacer la demanda (performance potencial) varíe con el estado fisiológico. Existe una relación entre el contenido ruminal y el consumo, aumentando este ultimo a medida que aumenta la remoción de material del rumen. En general cuando el potencial productivo es alto y el animal consumió solo forraje, la limitación por llenado restringe el consumo, siendo en estas condiciones de alta demanda donde se mide el consumo potencial por no tener limitación en la demanda energética.

Lange (1980) manifiesta que el nexo entre el potencial del animal y el potencial de la pastura se establece por medio del consumo voluntario del forraje que efectúa el animal en pastoreo, y por ello interesa destacar también los factores de la pastura que afectan en mayor medida el consumo voluntario:

- a) Digestibilidad y velocidad de pasaje por el tracto digestivo.
- b) Palatabilidad; contaminación con heces, orina y tierra.

c) Cantidad de forraje disponible y accesible para el animal.



La cantidad de nutrientes consumidos en pastoreo son afectados directamente por diferentes variables tales como, características de la pastura, comportamientos digestivo, selectividad, patrón de pastoreo, relaciones sociales, factores climáticos y factores del animal, que serán analizados a continuación.

#### 4.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA QUE AFECTAN EL CONSUMO

La cantidad de forraje, su valor nutritivo y la estructura de la vegetación a la que el animal tiene acceso, incide decisivamente en su consumo, comportamiento y productividad en pastoreo Stobbs (1974), Arnold (1981), Hodgson (1982), Legendre & Fornit (1989), Fryxell (1991).

##### 4.1.2.1 Disponibilidad, altura y estructura

Las variaciones en las condiciones de la pastura influyen en el consumo y por lo tanto en la performance animal. Existe una respuesta en la performance animal, a la cantidad, madurez y distribución de las hojas en el forraje (Hodgson, 1990).

La disponibilidad de forraje guarda relación estrecha con el comportamiento animal Millot (1991). De esta forma los efectos de la disponibilidad además de afectar la cantidad de forraje consumido, modifican su calidad a través de las oportunidades de selección de la dieta (Jamieson & Hodgson, 1979).

La disponibilidad de forraje tiene un efecto directo en el consumo. A medida que aumenta la disponibilidad disminuye la tasa de bocado, pero se obtiene un mayor peso de bocado, permitiendo un mayor consumo (Jamieson & Hodgson, 1979).

En el rango de 500 a 2500 kg MS/ha se corresponden con buenas posibilidades de selectividad por el animal y cantidades no limitantes para consumo, mientras que disponibilidades menores disminuiría la cantidad y calidad de consumo (Risso & Zarza, 1981).

A baja disponibilidad la cantidad de forraje es insuficiente y el consumo desciende, aunque la calidad ofrecida es muy buena debido a un rebrote

constante. Con altas disponibilidades, si bien la cantidad de forraje es suficiente, su calidad es inferior por la acumulación excesiva de restos secos (Carámbula, 1996).

La altura de la pastura también es un componente determinante del consumo animal y provoca un efecto importante en el comportamiento ingestivo y en la productividad animal. Bajo un sistema rotacional, el forraje consumido y la productividad animal empiezan a declinar cuando la altura del forraje es menor a diez centímetros (Hodgson, 1990).

Los manejos de la pastura que dejen remanentes por debajo de 5 cm de altura, repercuten en la persistencia y productividad de la planta, porque afectan la recuperación de carbohidratos solubles, los que permite un buen sistema de desarrollo del sistema radicular y macollaje (Carambula 2004).

Realini et al., (1990) trabajando con novillos cruza con Angus de 26 meses sobre una pastura de raigras perenne y trébol blanco en verano, a dos diferentes cargas, reportan que, a mayor altura de forraje, la ganancia de peso vivo individual tiende a aumentar, lo que permitiría compensar disminuciones en la carga (de 5,8 a 2,9 novillos por hectárea) y obtener mayor producción por unidad de superficie.

En cuanto al patrón de consumo, la altura del forraje tiene un efecto directo en la profundidad y área de bocado, determinando el consumo por bocado. A medida que aumenta la altura del forraje el peso de bocado crece linealmente (Laca et al., 1992).

La estructura es otro factor que afecta al consumo, a su vez esta es afectada entre otros por los tipos y proporción de especies que se encuentran en el tapiz, el manejo del pastoreo, edad de la pastura, estación del año y condiciones de fertilidad (García, 1995).

En pasturas mezcla de gramíneas y leguminosas, las hojas vivas se encuentran concentradas en la parte más alta y los restos secos, tallos y vainas en las partes más cercanas al suelo (Hodgson, 1990). Al aumentar la gramínea se da un aumento en la concentración de forraje en el horizonte inferior, particularmente en el periodo invernal (García, 1995).

A mayor edad de la pastura, aumenta la densidad en el estrato inferior (0-5 cm), así como mayores porcentajes de materia seca y menor digestibilidad (García, 1995).

La estructura de la pastura cambia con la estación del año, modificando la distribución espacial de la materia seca en los estratos. Un ejemplo de esto lo reporta García (1995), mostrando que al pasar de setiembre a diciembre la densidad de las pasturas disminuyó en el estrato inferior y tendió a aumentar en el estrato superior.

Normalmente en un tapiz uniforme, los animales pastorean en un plano vertical haciéndolo primero en las capas superiores más accesibles, para luego ir profundizando en el perfil hasta llegar al forraje senescente y muerto ubicado en la parte inferior de la pastura, el cual al principio desechado. A medida que el animal pastorea horizontes inferiores, se dificulta y deprime el pastoreo, disminuyendo además la digestibilidad de la pastura (Carámbula, 1996).

Meunier (1973) divide la estructura de la pastura en cinco zonas, desde la base hasta la última hoja. En el primer corte que el animal realiza, arranca una gran parte de las hojas, correspondiente a la zona 1, donde se encuentran la mayor parte de los carbohidratos en forma de sacarosa y almidón. En el segundo y tercer corte, come resto de las hojas y parte de los tallos, donde los carbohidratos son transportados bajo formas simples (glucosa o fructosa). Finalmente en el cuarto y quinto corte, se consume las partes más bajas de los tallos, donde los carbohidratos se encuentran en formas más complejas.

En pastoreos rotativos hay cambios progresivos en estructura y calidad a medida que se va consumiendo la pastura por lo que la ingesta es variable en cantidad y valor nutritivo (Hodgson, 1990).

Blazer et al., (1960) trabajando con novillos sobre praderas de gramíneas y leguminosas evaluaron el efecto de pastorear diferentes horizontes de la pastura sobre la performance animal. Estos autores reportan que la ganancia diaria por animal es mayor cuando los animales pastorean las partes más altas del tapiz que cuando pastorea la planta entera. A su vez las ganancias son mayores cuando pastorean la planta entera que cuando lo hacen en el horizonte más bajo del tapiz.

#### 4.1.2.2 Calidad

La calidad o valor nutritivo de una pastura depende principalmente de la etapa de crecimiento, de la relación tallo-hoja, de la cantidad de restos secos y de la composición química de las fracciones involucradas (Carámbula, 1996).

La concentración de los principales constituyentes orgánicos del tejido vegetal (compuestos de carbono y nitrógeno), son principalmente función de la madurez de la planta, existiendo mayor cantidad de componentes nitrogenados en los tejidos jóvenes. Luego que las plantas del tapiz alcanzaron la etapa reproductiva, existe una menor digestibilidad del forraje (Hodgson, 1990).

Los dos principales componentes de las pasturas (gramíneas y leguminosas) difieren en sus proporciones relativas de caña y hoja de la planta y en la digestibilidad de estos componentes (Hodgson 1990; Carámbula 1996).

La calidad del pasto varía significativamente a lo largo del día, desde el amanecer al atardecer. Esta variación se debe a la pérdida de humedad, aumento de la concentración de azúcares y reducción de la concentración de fibra, resultando en una mayor digestibilidad. Por lo tanto se mejoraría la productividad animal y se utilizaría de forma más eficiente los nutrientes aportados por el pasto cuando los animales pastorean durante la tarde (Gregorini et al., 2006).

Según Hodgson (1990), el consumo se ve afectado por la digestibilidad de la pastura consumida (cantidad de pared celular, largo de fibra, madurez del tejido vegetal, contenido de agua y palatabilidad) y la habilidad del tracto digestivo para procesar el alimento (relacionada al tamaño, la tasa de absorción del producto de la digestión y la tasa de pasaje de los residuos indigestibles).

Los forrajes fibrosos, groseros y por lo tanto de baja digestibilidad, provocan disminuciones en el consumo al permanecer mucho tiempo dentro del rumen. Esta es la razón por la cual cuanto mayor es la calidad de forraje, es decir mayor digestibilidad, mayor será el consumo por parte de los animales (Rovira, 1996).

Chilibroste (1998), reporta también que la capacidad del tracto gastrointestinal sería el principal responsable del control del consumo en rumiantes y a su vez plantea que existe una relación entre consumo y digestibilidad, siendo ésta positiva en un rango de digestibilidades en que la regulación del consumo es por "llenado" y cero en el rango en que el control depende de los requerimientos energéticos del animal.

Los vacunos que consumen forraje de baja calidad, con alto contenido de fibra (FDN > 70 %) y bajo de proteína (PC < 6 %), minerales y vitaminas y además de baja digestibilidad (DMO < 50 %), manifiestan máximos consumos voluntarios que no alcanzan a satisfacer sus necesidades de mantenimiento (Orcasberro, 1991).

Según Hodgson (1990) la composición botánica y estructural del canopy del forraje tiene un efecto directo en la ingestión del mismo, aparte de la composición química de este.

Para requerimientos únicamente de mantenimiento, digestibilidades entre 50-55 % serían suficientes, pero para mantenimiento y producción no deberían ser menores de 60 % (Rovira, 1996). El mismo autor indica que el consumo animal aumenta linealmente con el incremento de la digestibilidad, hasta que ésta alcanza valores cercanos al 80%.

El consumo de forraje aumenta más o menos a tasa constante según el valor de la digestibilidad, aunque la relación entre la digestibilidad de la dieta y el consumo es compleja (Hodgson, 1990). Según este autor, a una misma digestibilidad, dependiendo de la especie de la planta y su composición, la tasa de digestión puede diferir. Las leguminosas tienen un menor contenido de pared celular frente a las gramíneas a cualquier nivel de digestibilidades, por lo tanto la tasa de digestión y la cantidad consumida son mayores en leguminosas que en gramíneas.

Las dietas con altos contenidos de fibra son consumidas en menores cantidades, debido a que por la estructura de la fibra son digeridas más lentamente. Como la digestibilidad declina progresivamente con la edad de la pastura se espera que el consumo también se reduzca progresivamente al madurar el forraje (Hodgson, 1990).

Reid (1966) estudiando la importancia relativa entre consumo de forraje y valor nutritivo por unidad de peso (MS indigestible, nutrientes digestibles totales y energía digestible) sugiere que, a medida que la calidad del forraje aumenta, la respuesta de los animales se puede atribuir en un 90% al aumento del consumo y más o menos 10% al aumento en el valor nutritivo por unidad de peso. Si bien estas cifras no deban considerarse como constantes, el punto importante es que el consumo tiene considerablemente más influencia por unidad de peso que el valor nutritivo.

Los horizontes más altos del forraje presentan mayor contenido de materia seca digestible y proteínas, reduciéndose estos a medida que aumenta la profundidad del horizonte de pastoreo. A su vez la digestibilidad de la pastura se comporta inversamente proporcional al contenido de fibra, siendo este mayor en los horizontes más bajos del tapiz (Blaser et al., 1960).

#### 4.1.3 SELECTIVIDAD

Robbins (1987) define a la selectividad como “un proceso dinámico, multifactorial, que integra los requerimientos animales y sus capacidades metabólicas, con un vasto conjunto de plantas con diferentes configuraciones químicas y espaciales que determinan distintos valores absolutos y relativos de los diferentes componentes de la dieta”.

Los vacunos tienden a ser menos selectivos que los ovinos en la mayoría de los casos y todavía menor que las cabras (Hodgson, 1990). Arnold (1981); Hodgson (1990), concuerdan que durante el proceso de selección el uso de la lengua en el vacuno y el hecho de poseer una mandíbula más grande no le permite ser tan preciso como el ovino en seleccionar los componentes de mejor calidad del forraje ofrecido.

La dieta consumida por el animal en pastoreo, usualmente contiene mayor porcentaje de hoja y tejido vivo que el forraje ofrecido. Esto quiere decir que el valor nutritivo de la dieta es usualmente mayor que el total de la pastura (Blaser et al., 1960; Hodgson 1990).

Según Arnold (1981); Poppi et al., (1987) los animales tienden a seleccionar forraje verde porque éste es normalmente más digestible y tiene mayor cantidad de nutrientes que el forraje seco.

La oportunidad de seleccionar está influenciada por la proporción relativa de las diferentes especies, sus componentes morfológicos y su distribución relativa en el tapiz. A su vez, los animales pastoreando una pastura mezcla, tienden a seleccionar ciertas especies y evitar otras. Normalmente los animales pastorean indiscriminadamente las hojas superiores y por lo tanto la composición botánica de lo consumido se asemeja más a la de los horizontes más superficiales (Hodgson, 1990). Los animales que pastorean las partes más altas de la pastura seleccionan forraje con mayor contenido de proteínas, lípidos y digestibilidad, pero menor en contenido de fibra que los que pastorean las partes más bajas (Blaser et al., 1960).

Según Hodgson (1990); Montossi et al. (2000) la selectividad aumenta al incrementarse la altura del tapiz y es menor en tapices mas bajos. Por lo tanto los animales prefieren forrajes altos y espaciados más que bajos y densos.

Para Arnold (1981) vacunos y ovinos a medida que transcurre el día tienden a seleccionar más componentes del tapiz con mayor contenido de nitrógeno. Durante la mañana el pastoreo es menos selectivo, por tratar de ingerir mayores volúmenes de forraje. Por la tarde el pastoreo es más selectivo, ya que presentan un mayor grado de saciedad si la pastura no es limitante.

Según Ungar (1996) cuando la estructura de la pastura es heterogénea, al aumentar la asignación aumenta la selección por parte del animal.

A baja asignación de forraje la cantidad de forraje rechazado es baja y la capacidad de seleccionar del animal se ve limitada. Contrariamente altas asignaciones permiten al animal seleccionar el forraje con mayor digestibilidad, mayor contenido de proteínas y menor porcentaje de fibra (Blaser et al., 1986).

En cuanto a la edad, Hodgson (1990) observó que los animales más jóvenes tienden a ser más selectivos que los adultos, aunque no hay evidencia que lo confirme. Sin embargo, Demment Van Soest, (1985) sugieren

que, animales pequeños tienen mayores costos metabólicos por unidad de volumen del rumen que los animales más grandes. Como consecuencia, los animales más pequeños tienen que seleccionar forraje con alta tasa de fermentación, rápida producción de energía y alta velocidad de pasaje a través de rumen.

#### 4.1.4 PISOTEO Y DEYECCIONES

Por más intensivo que sea el pastoreo, tanto ovinos como vacunos no utilizan uniformemente todo el espacio de pastoreo. El pastoreo desuniforme provoca un efecto sobre el grado y frecuencia de defoliación (Arnold, 1981).

Watkin & Clements, (1978) mencionan que el pisoteo produce una reducción significativa y progresiva en el rendimiento de las pasturas a medida que aumenta la dotación. Normalmente, el pisoteo afecta menos las pasturas que las defoliaciones y las deyecciones Scott, Curll & Wilkins, (1982).

Animales pastoreando depositan heces y orina en las cercanías de las áreas donde eligen dormideros, montes de abrigo, aguas, etc. La distribución heterogénea de las heces y orina lleva a una utilización despereja e ineficiente de la pastura, ya que los animales ignoran los manchones formados donde hay heces (Hodgson, 1990). Carámbula (1996), agrega que el porcentaje mayor de áreas no pastoreadas en cualquier pastura bien manejada, corresponde a los manchones de forraje que acompañan a las heces.

#### 4.1.5 IMPACTO DEL SISTEMA DE PASTOREO SOBRE EL DESEMPEÑO ANIMAL

La producción de un animal en pastoreo depende de los factores que influyen en la cantidad y calidad del forraje ingerido. El manejo del pastoreo es un medidor que regula el balance entre la producción por animal y la producción por unidad de superficie (Blaser et al., 1960).

La intensidad de pastoreo es el principal factor que afecta la productividad de un sistema pastoril y puede ser regulado a través de la carga (tipo y número de animales/unidad de área) y el método de pastoreo, el cual afecta la distribución espacial y temporal de los animales en los diferentes potreros (Escuder, 1996).

Según Hodgson (1990) los sistemas de pastoreo pueden ser divididos en continuos e intermitentes. En el pastoreo "continuo" se mantienen los animales en el mismo potrero durante todo el tiempo, mientras que en el "intermitente" los animales pastorean parcelas durante un tiempo variable entre un día a varias semanas. Cuando en este último se vuelven a pastorear las mismas parcelas luego de un periodo de tiempo, se le denomina pastoreo "rotativo". En este caso las divisiones de las parcelas pueden realizarse temporariamente ajustando la carga o la asignación deseada. El tiempo entre dos defoliaciones sucesivas es el que determina el número de parcelas que serán utilizadas.

Carambula (1996) señala que la principal finalidad del pastoreo rotativo es utilizar la pastura cuando está alcanza un equilibrio adecuado entre un alto rendimiento de materia seca por hectárea y un máximo valor nutritivo. Con esta finalidad los pastoreos se efectúan en diferentes potreros mediante períodos de ocupación y descanso, los que se fijan de acuerdo a la cantidad de forraje disponible.

Este tipo de pastoreo es apropiado para racionar el acceso a la pastura, en especial cuando se trata de pasturas sembradas. Se utiliza principalmente para racionar cultivos que se pastorea una sola vez o especies sensibles a la defoliaciones frecuente como Raigrás (*Lolium multiflorum*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*) (Hodgson, 1990).

Muchas veces el sistema de pastoreo en el que se ve favorecido el animal no concuerda con el manejo que favorece a la pastura (Kennedy et al., 1960).

La intensidad de pastoreo está directamente relacionada con la ganancia de peso vivo por animal y por hectárea. Presiones que permiten una alta disponibilidad de forraje por animal y la posibilidad de realizar pastoreos selectivos, lograrán un aumento en el comportamiento individual comparado a presiones más altas, que son las que maximizan la producción por hectárea (Mott, 1960).

Según Agustoni et al., (2008) aumentos sucesivos en la carga provocan a partir de determinado momento, disminuciones en la ganancia individual. Esto se debe a que el forraje disponible comienza a limitar el consumo por animal y a incrementar la actividad del pastoreo por unidad de forraje consumido. La producción por hectárea aumenta dentro de cierto rango debido a que la tasa de incremento en la carga es mayor que la tasa de disminución en la producción por animal. Luego, la producción por hectárea también descende, a causa del marcado descenso en la producción por animal. La capacidad de carga, o sea, la carga animal óptima que puede soportar la pradera, es la mejor estimación del rendimiento de la misma en términos de número de animales. En este caso la carga óptima estaría comprendida entre 5,6% y 6,8% de asignación.

Al aumentar la carga (baja asignación de forraje) aumenta la producción por unidad de superficie, porque existe una mejor utilización del forraje, pero disminuye la ganancia diaria por animal (Blaser et al., 1960).

#### 4.1.6 ASIGNACIÓN DE FORRAJE

La asignación de forraje es una de las prácticas de manejo que inciden sobre el consumo animal. Es definida como la cantidad de forraje que tiene disponibles diariamente un animal y normalmente se expresa como un porcentaje del peso vivo de este (Méndez & Davies, 2004).

Se han realizado varios ensayos con el fin de evaluar el efecto de diferentes niveles de asignación de forraje sobre la performance animal, los que se presentan en el cuadro I.

Cuadro N° I: Efecto de diferentes asignaciones de forraje en la performance animal durante el invierno sobre diferentes tipos de *pasturas*.

Pastura	Disp. (KgMS/ha)	Categoría animal	AF (%PV)	Utilización (%)	Consumo (%PV)	Ganancia diaria (Kg/día)	Estación	Fuente
Av + Rg y Pradera	2990	Novillos	2,5	65	–	0,315	Invierno	Carrquiry et al (2002)
			5	48	–	0,507		
TB, Festuca y Lotus	–	Novillos	1,5	82	–	0,173	Invierno	Risso et al (1997) Uruguay
			3	57	–	0,904		
Av + Rg	1972	Novillos	2,5	59	2,01	0,873	Invierno	Elizondo et al (2004) Uruguay
			5	35	3,02	1,348		
Raigrás	2109	Novillos	2,5	61	1,88	0,038	Invierno	Damonte et al (2004) Uruguay
	2022		5	36	1,97	0,525		
	1200		2,5	–	–	-0,116		
Campo Natural	2115	Terneros	5	–	–	0,020	Otoño-	Rinaldi et al (1997) Uruguay
	2120		7,5	–	–	0,093	Invierno	
	2180		10	–	–	0,192		
TB, Festuca, Alfalfa, Raigrás	4161	Novillos	2	61	1,20	0,510	Otoño-	Massa y Bono (2006) Uruguay
	4312		4	43	1,70	0,740	Invierno	
	4022		6	32	1,90	0,970		
			2	–	–	0,530		
			2,5	–	–	0,760		
Avena	–	Terneros	3	–	–	0,764	Invierno	Méndez y Davies (2004) Argentina
			3,5	–	–	0,890		
			4	–	–	0,750		
Raigrás perenne, Trebol	2980	Novillos	1	88	0,88	0,140	Otoño	French et al. (2001) Irlanda
			2	77	1,55	0,530		
			3	72	2,16	0,750		

Fuente: Adaptado de Fernández & Foglino (2009).

El manejo de la asignación de forraje apunta a controlar el consumo por parte de los animales (Méndez & Davies, 2004). A medida que ésta se incrementa, aumenta el consumo y permite al animal seleccionar el forraje de

mejor calidad (mayor digestibilidad, mayor contenido de proteínas y menor porcentaje de fibra) (Blaser et al. 1960; Jamieson & Hodgson 1979; Kloster et al., 2000; Elizondo et al., 2003).

A medida que disminuye la asignación de forraje los factores no nutricionales toman más importancia en determinar el consumo. Bajo estas condiciones aumenta la dificultad para cosechar el forraje, lo que deprime el consumo (Poppi et al., 1987).

No solamente bajos niveles de asignación de forraje conducen a un bajo consumo, sino también los muy elevados. A bajos niveles de asignación se reduce la cantidad de forraje ingerido, porque disminuye el peso de bocado. Mientras que a altos niveles de asignación se realiza un pastoreo muy selectivo, reduciendo la cantidad de forraje ingerido (Reinoso & Soto, 2006).

La asignación de forraje influye en la tasa a la cual los animales pastorean dos horizontes sucesivos. Cuando la asignación es alta, se pastorean principalmente las hojas presentes a mayor altura, en cambio cuando la asignación es baja, se pastorea las hojas hasta una mayor profundidad, lo que provocaría que a medida que disminuye el horizonte de pastoreo disminuye el tamaño de bocado (Ungar, 1996).

Schleger et al., (2000) reportan que, existe una relación cuadrática entre la asignación de forraje y la ganancia diaria de peso vivo. Jamieson & Hodgson (1979), observaron esta misma respuesta, reportando que a medida que aumenta la asignación de forraje, aumenta la ganancia media diaria por animal.

La respuesta de la ganancia de peso al nivel de asignación es afectada por la calidad del forraje (Méndez & Davies, 2004). La calidad de la pastura puede modificar la producción en la cual aumenta la ganancia media diaria en función de la asignación de forraje (Schlegel et al., 2000).

Cuando las pasturas son de baja calidad, el aumentar el nivel de asignación permite que los animales seleccionen el forraje de mayor calidad para obtener altas ganancias de peso (Méndez & Davies, 2004).

La magnitud de la respuesta de la ganancia de peso a nivel de asignación es afectada también por la disponibilidad y/o la altura de la pastura, siendo ésta mayor, a medida que aumenta la disponibilidad de la misma, asociado a la facilidad con que los animales pueden cosechar el forraje (Poppi et al., 1987).

A una asignación diaria a la cual los animales sólo alcanzan a pastorear el primer horizonte de pastoreo, por más que aumente la asignación, no aumenta el consumo y por lo tanto tampoco la performance animal (Ungar, 1996).

A bajas asignaciones (menores al 5%), el largo del período de pastoreo es sustancialmente mayor inmediatamente después de la entrada a una nueva franja. A su vez, cuando las franjas se cambian de tarde, los animales a menores asignaciones comen más rápidamente, por lo tanto existe una interacción entre asignación y hora del día (Jamieson & Hodgson, 1979).

#### 4.2 SITUACIONES EN LAS CUALES EL FORRAJE SE PRESENTA DEFICIENTE EN PROTEÍNA

Campos muy empastados con abundante forraje maduro y restos secos presentan serias limitantes en calidad (Montossi, 2000). A medida que la pastura madura se produce una pérdida progresiva de calidad que se traduce en una disminución de la digestibilidad y del contenido proteico (Allden, 1981).

La calidad del forraje disminuye a medida que se extiende el período de acumulación, aumenta la disponibilidad o la altura de la pastura. En Uruguay se ha constatado que el contenido de PB del forraje disminuye en forma importante cuando el período de descanso supera los 60 días o se acumulan mas de 2000 kg MS/ha (Montossi, 2000).

En el cuadro II se puede apreciar como a partir de los 2300 kg MS/Ha o un contenido en PB del forraje ofrecido menor a 7,7% ovinos pastoreando campo natural cosecharían una dieta deficiente en nitrógeno (relación NDT:PB > 7), debido a la capacidad de los ovinos de cosechar una dieta de mayor calidad que los vacunos (Montossi, 2000), cabría esperar que estos últimos comiencen a cosechar una dieta deficiente en nitrógeno con menor disponibilidad de la pastura y mayor contenido proteico del forraje que los sugeridos en el cuadro.

Cuadro II: Relación entre disponibilidad de forraje del campo natural y balance energía – proteína de la dieta cosechada por ovinos (elaborado a partir de Montossi y col. 2000).

Disponibilidad (kg MS/Ha)	PB forraje ofrecido (% MS)	PB forraje cosechado (% MS)	NDT forraje cosechado (% MS)	relación NDT:PB Forraje cosechado
1000	11.6	16.5	49.0	3.0
1500	10.1	14.0	61.5	4.4
2000	8.6	11.5	69.0	6.0
2300	7.7	10.0	71.1	7.1
2500	7.1	9.0	71.5	7.9
3000	5.6	6.5	69.0	10.6

Derivado del cuadro:

Relación NDT:PB dieta cosechada =  $0.0000008x^2 + 0.0003x + 1.8733$  ;  $r^2 = 0.9989$   
 donde x = Disponibilidad forraje, Kg MS/Ha

Relación NDT:PB dieta cosechada =  $0.0943x^2 - 2.8675x + 23.63$  ;  $r^2 = 0.9989$   
 donde x = PB forraje ofrecido, % MS

### 4.3 SUPLEMENTACION

#### 4.3.1 GENERALIDADES:

La suplementación se define como al suministro de alimentos adicionales al forraje pastoreado cuando este es escaso o esta inadecuadamente balanceado, con el objeto de aumentar el consumo de nutrientes y alcanzar determinados objetivos de producción (Pigurina, 1991; Cozzolino, 2000).

Por otro lado, Pearson & Ison (1994) definen la suplementación como la adición de componentes específicos a la dieta de los rumiantes para corregir deficiencias. Las deficiencias pueden ser altamente específicas como las de un aminoácido, un mineral, o una vitamina, o pueden ser más generales como las energéticas y proteicas.

La acción de suplementar en su acepción más generalizada significa cubrir total o parcialmente las deficiencias que en determinadas circunstancias puede presentar un recurso forrajero básico. En los sistemas pastoriles de producción animal la suplementación aparece como una práctica tecnológica de apoyo encaminada a la búsqueda de una mayor producción, más eficiente y segura (Viglizzo, 1981).

Dentro de los factores a considerar en una estrategia de suplementación, debe mencionarse los relativos al animal, a la pastura, al suplemento y a la interacción animal-pastura-suplemento (Pigurina, 1991).

- Factores de animal: no existen síntomas claros de deficiencia de proteína ni de energía en condiciones de pastoreo. Generalmente se manifiestan con una reducción en la producción. La deficiencia de minerales y vitaminas tienen sintomatología más precisa.
- Factores de la pastura: la oferta de las pasturas puede ser deficiente en calidad (baja digestibilidad o bajo contenido proteico) o en cantidad (insuficiente disponibilidad). La calidad o valor nutritivo de la pastura afecta directamente el consumo y está asociada al estado de crecimiento de la pastura y especie vegetal.
- Factores del suplemento: se debe considerar el tipo de suplemento, el valor nutritivo y el costo relativo. Es importante además, la forma física, la palatabilidad, problemas y limitaciones de consumo, velocidad de degradación ruminal, etc.
- Interacción animal-pastura-suplemento: el efecto de la suplementación no es siempre aditivo. Se define cinco tipos de relaciones posibles que se describen a continuación:

- Adición: se da comúnmente cuando el aporte de la pastura es insuficiente. La deficiencia hace que un pequeño aporte de nutrientes vía suplemento, se sume a los de la pastura bajo pastoreo. Habría respuesta creciente al uso de suplementos hasta cierto límite dependiente de la cantidad y calidad del suplemento.

- Adición con estímulo: ocurre en casos que el suplemento suministra nutrientes y a su vez estimula el consumo de forraje de baja calidad. Es frecuente en la suplementación proteica o con nitrógeno no proteico.

- Sustitución: ocurre cuando la pastura cubre los requerimientos del animal y se manifiesta claramente cuando el suplemento suministrado es de mayor palatabilidad y calidad que la pastura.

- Sustitución con depresión: se presenta cuando el suplemento de mayor valor nutritivo que el forraje consumido provoca depresión en el consumo y digestión del mismo.

- Adición y sustitución: son situaciones comunes en la práctica donde existe un efecto aditivo al comienzo de la suplementación, y que derivan en efectos sustitutos de la pastura, al mejorar el comportamiento animal.

En todos los casos la respuesta productiva a la suplementación dependerá de la disponibilidad de la pastura, y a su vez de la carga que es determinante del grado de utilización de la misma (Figurina, 1991).

La suplementación en los rumiantes es una alternativa válida para corregir y mejorar la disponibilidad de los nutrientes limitantes, tanto para los procesos fermentativos en el rumen, como por su aporte para la digestión

propia del animal (enzimática). Con esta práctica se pueden obtener mejores eficiencias en el uso de los pastos de bajo valor nutritivo y mejorar las ganancias de peso (Pigurina, 1991).

Lo que se desea con la suplementación es obtener una relación entre energía y proteína que favorezca un mayor crecimiento microbiano en el rumen, y una buena absorción de los ácidos orgánicos, con aumento la digestibilidad de la fibra, extracto libre de nitrógeno para poder cubrir la demanda nutritiva del animal ( León Godoy et al., 1991b).

El efecto de la suplementación debería observarse sobre el consumo voluntario, digestibilidad, o en la eficiencia con que el animal utiliza los productos de la digestión (Riquelme 1984; León Godoy et al. 1991b). El consumo voluntario y digestibilidad están relacionados con las tasas de degradación y remoción del material alimenticio que llega al rumen, aunque también, la tasa de degradación depende de las características intrínsecas de cada forraje y de la cantidad, tipo y actividad de los microorganismos presentes (Conrad et al., 1964).

Cuando el forraje es de baja calidad, independientemente de que la disponibilidad sea alta o baja, la respuesta a la suplementación de animales en crecimiento o engorde, puede ser muy importante en términos físicos y justificable en términos económicos (Orcasberro, 1993).

Los objetivos de la suplementación son los siguientes; aumentar el nivel de producción individual, aumentar la capacidad de carga, balancear los nutrientes y con esto mejorar la eficiencia de utilización del alimento, y evitar sobre y subpastoreo (Lange 1980; Leaver 1985; Orcasberro 1991).

Al suplementar animales en pastoreo, pueden haber varias modificaciones en el consumo total, en la cantidad de forraje que el animal obtiene de la pastura, y la capacidad de carga de ésta (Lange, 1980).

#### 4.3.2 SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA:

Las características de la pastura, ritmo de crecimiento y composición, lleva a que el déficit invernal sea básicamente en energía. Por lo tanto la utilización de granos que aportan energía, como maíz y sorgo, son la base de la mayoría de los esquemas de suplementación. Esta estrategia cumple un rol importante para complementar y/o sustituir a las pasturas naturales escasas, buscando un aprovechamiento más eficiente del forraje y un mayor margen económico de la empresa (Bagnato, Bouvier & Zorrilla de San Martín, 2007).

El efecto de suplementación con concentrados energéticos sobre el consumo depende de la cantidad y calidad de la pastura ofrecida, el tipo, nivel y momento de suministro del concentrado y el potencial del animal (Van Vuuren 1986; Rearte 1992; Orcasberro 1992; Mattiauda 1997).

Los objetivos principales que se persiguen con su uso son:

a) Aumentar la ganancia de peso individual de los animales, situación que se presenta cuando la respuesta animal está condicionada por parte de la pastura ya sea en su calidad, cantidad del forraje disponible o desbalances ocasionados por las características nutricionales de la pastura.

b) Aumentar la carga animal. Cuando la baja disponibilidad estacional, ya sea productividad o superficie de las pasturas, conspira contra el mantenimiento de la carga animal en el sistema de producción, con ganancia de peso requeridas para una adecuada invernada y lograr una eficiente utilización de las pasturas en el resto del ciclo.

c) Prevenir enfermedades nutricionales.

d) Transformar residuos de cosecha en producto animal.

e) La combinación de los objetivos anteriores para aumentar ganancia individual y carga animal (Pasinato & Sevilla 2002; De León 2005).

Los granos ofrecen alta energía digestible (alto contenido de almidón), pero poca proteína y casi nada de fibra. Es evidente entonces que el alimento base (pasto) debería aportar la proteínas y fibra para complementar al grano (Pordomingo, 1999, 2003).

#### 4.3.3 SUPLEMENTACIÓN PROTEICA:

Los terneros no pueden mantener su peso vivo pastoreando solamente dietas de baja calidad. Suplementando esta categoría animal con proteína, se pueden lograr buenas ganancias de peso vivo ya que la suplementación proteica levanta la principal limitante nutricional de esa pastura (Hennessy et al., 1983).

Pordomingo (1993) señala que los requerimientos de proteína aumentan con la intensidad y el tipo de producción animal. El autor menciona que los requerimientos de proteína medidos como porcentaje en la dieta, son altos para animales en lactación (15- 16 %), intermedios para animales en crecimiento-engorde (12 %) y bajos para animales en mantenimiento (8-9 %).

El requerimiento proteico para el crecimiento incluye el requerimiento para niveles de mantenimiento, además del necesario para el crecimiento. Generalmente, el requerimiento proteico diario aumenta con la edad y tamaño del animal hasta la madurez. Sin embargo, el requerimiento expresado como porcentaje del consumo disminuye con la edad (Hungate, 1966 citado por Prescott, 1974).

Ha sido calculado que los rumiantes jóvenes tienen requerimientos proteicos que exceden aquellos que los microorganismos del rumen puedan generar, cuando los mismos pastorean un campo natural de baja calidad (Orskov, 1990). Para cubrir los requerimientos de estos animales, algo de proteína alimentaria (de sobrepaso o by-pass) debe existir.

Si los requerimientos proteicos del animal no son satisfechos, el flujo de proteína al duodeno puede ser incrementado a través del aumento del contenido proteico de la dieta o utilizando proteínas con un grado bajo de degradabilidad (Astibia, 1984).

Nocek & Russell (2001), establecen que existe una relación entre la suplementación proteica y el consumo de energía, dado que si se favorece la síntesis microbiana por medio de la suplementación proteica, se incrementa la digestibilidad, la tasa de pasaje y el consumo de materia seca (MS), de esta forma se generan mayores cantidades de productos de la fermentación ruminal disponibles para el animal (proteína bacteriana y AGV), por unidad de materia seca consumida y por unidad de tiempo.

Los microorganismos del rumen necesitan un adecuado balance nitrógeno - energía para realizar una eficiente digestión ruminal. Se ha sugerido que dietas con un contenido menor a 6 a 8% de Proteína Bruta (PB) serían limitantes para los microorganismos ruminales, en estas condiciones suplementar con una fuente de Proteína Degradable en Rumen (PDR) sería beneficioso. Moore & Kunkle encontraron que el consumo declina rápidamente cuando el contenido en PB del forraje desciende por debajo de 7%, lo cual sería consecuencia directa de una deficiencia de nitrógeno en rumen que limitaría la actividad microbiana.

Recientemente, investigadores de la Universidad de Florida en EEUU encontraron que más que el contenido aislado de un único nutriente del forraje, la relación energía – proteína conseguía explicar mucho mejor el efecto de la suplementación sobre el consumo de forraje y el balance de nutrientes. Cuando la relación entre Nutrientes Digestibles Totales (NDT) y PB es mayor a 7 el forraje presenta un déficit de nitrógeno en relación a su contenido en energía y en consecuencia respondería positivamente a la suplementación proteica. El objetivo de la suplementación sería lograr dietas con una relación NDT: PB entre 4 y 6 (Soto & Reinoso, 2007).

La utilización de ciertas fuentes nitrógeno no proteico (NNP) en el rumen, como es el caso de la urea, pueden verse limitadas en sus efectos por

deficiencias de estas fuentes durante ciertos períodos del día, especialmente debido a la alta tasa fermentativa de este producto. Esta tasa, por lo general, alcanza su pico máximo a las dos horas después del consumo (Orskov, 1982).

#### 4.3.3.1 Fuentes proteicas

##### 4.3.3.1.1 Productos de origen vegetal

Los suplementos proteicos de origen vegetal se dividen en dos subgrupos, uno que contiene del 20 al 30% de proteína bruta total y otro que contiene del 30 al 45% de proteína bruta. (Crampton, 1962)

La principal diferencia entre ambos tipos de suplementos radica en su contenido proteico. Cuanto mayor es la riqueza en proteína menor es su contenido en carbohidratos. El grupo del 20 al 30% está constituido principalmente por subproductos obtenidos en la molturación húmeda, en la fabricación de la cerveza o en la destilación del maíz o la cebada. Estos subproductos suelen ser ricos en fibra bruta. El otro grupo está casi enteramente constituido por los residuos de las semillas oleaginosas sometidas a procesos de extracción química o de expresión para obtener la mayor parte de su aceite.

Con respecto a la calidad de la proteína la valoración química indica que la proteína del grupo del 20 al 30% es inferior a la del otro grupo. Seguramente, la razón de esta diferencia consiste en que en los procesos de extracción de la grasa se eliminan menos proteínas del germen que en los tratamientos acuosos de la molturación húmeda o de la fabricación de la cerveza. Los alimentos de este grupo pobre en proteínas, son subproductos del maíz o de la cebada y el principal factor limitante de su calidad es la deficiencia de lisina. Sin embargo el germen de malta hace excepción a esta regla ya que su proteína se halla constituida por la combinación de la proteína del grano de cebada y de las radículas recién germinadas.

##### 4.3.3.1.1.1 Harinas oleaginosas

Aparte de la buena calidad de estas harinas, el primer aminoácido limitante en la semilla de lino y en la de algodón es la lisina; en el cacahuate sin embargo, los aminoácidos metionina y cistina son los más deficientes seguidos por la lisina. Las proteínas de la harina de soja, probablemente son las más completas de todas las proteínas de las semillas vegetales. Es evidente por tanto que la suplementación de los alimentos básicos con cualquiera de los alimentos de origen vegetal ricos en proteínas, a excepción de la harina de soja, probablemente no mejorara el valor biológico. La mayor

parte de estos alimentos tienen una deficiencia común en lisina, que limitara su utilización en las raciones en que deba tenerse en cuenta la calidad de las proteínas (Crampton, 1962).

#### 4.3.3.1.1.2 Torta de algodón

La semilla de algodón y la torta de algodón constituyen suplementos alimenticios de uso frecuente en la alimentación del ganado bovino. La primera tiene un alto contenido proteico (23,9 %), energético (total de nutrientes digeribles 96 %) y de fibra cruda (20,8 %). La torta de algodón es un subproducto de la extracción de aceite y posee un elevado contenido proteico (35-42 %). Estas características los convierten en alternativas de interés para la formulación de alimentos concentrados para bovinos de distintas categorías (Orskov, 1982).

#### 4.3.3.1.1.3 Harina de soja

Debido a su alto valor biológico, este alimento a remplazado en gran parte a la harina de carne, tankage, y harina de pescado que en el pasado fueron los principales alimentos de calidad proteica en las raciones de los animales no herbívoros.

Con respecto al valor biológico de la proteína de la harina de soja, es de interés la comparación entre su composición en aminoácidos y la de la proteína de la leche y la de la harina de semillas de lino. La primera es una proteína de valor biológico casi perfecto y la última es una proteína de origen vegetal que todavía es el estándar en muchos distritos en Norte América. Esta comparación de la calidad proteica de la harina de soja conduce a la conclusión de que la principal ventaja de esta sobre la harina de semilla de lino estriba en su marcada concentración en lisina, el aminoácido que ordinariamente constituye la primera deficiencia de la calidad proteica de los alimentos básicos (Orskov, 1982).

#### 4.3.3.1.1.4 Poroto de soja

Se puede conseguir crudo o lo que se conoce como "soja desactivada" o tostada. En los rumiantes no se ha demostrado una diferencia muy grande debido al calentamiento (Illg, D., 1994), salvo en los casos en que se suministra el poroto crudo junto con melaza/urea, en que por la presencia de la ureasa la liberación intraruminal de amoníaco es más violenta. El contenido

proteico en general es inferior al 40%; con poca proteína sobrepasante (García, A. 1991)

#### 4.3.3.1.1.5 Gluten meal

Subproducto de la obtención de la fructuosa del maíz. De costo elevado. Tiempo atrás era posible encontrar dos productos, el gluten puro con 60% de proteína y el gluten meal con 45% de proteína. En la actualidad el primero es el que aparece más frecuentemente. De contenido elevado en metionina y posee además un 55% de proteína sobrepasante (Orskov, 1982).

#### 4.3.3.1.1.6 Levadura de cerveza

Tiene en general costo elevado, comparable al de la soja. Mejora la función ruminal por aportar nutriente (proteínas y vitaminas hidrosolubles) para la micropoblación. Tiene cerca de un 45% de proteína y 40% de esta es sobrepasante (Orskov, 1982).

#### 4.3.3.1.2 Productos de origen animal: Harina de pescado

La harina de pescado, natural y sostenible, proporciona una fuente concentrada de proteína (53-60%) de alta calidad y una grasa rica en ácidos grasos omega-3, DHA y EPA.

La proteína en la harina de pescado tiene una alta proporción de aminoácidos esenciales en una forma altamente digerible, particularmente metionina, cisteína, lisina, treonina y triptófano. Presentes en la forma natural de péptidos, éstos pueden ser usados con alta eficiencia para mejorar el equilibrio en conjunto de los aminoácidos esenciales dietéticos.

La grasa generalmente mejora el equilibrio de los ácidos grasos en el alimento restaurando la relación de las formas de omega 6: omega 3 en 5:1, que es considerada óptima. La grasa en muchas dietas actualmente contiene una relación mucho más alta. Con la proporción óptima y con ácidos grasos omega 3 suministrados como DHA y EPA, la salud del animal en general es mejorada, especialmente donde existe menos dependencia de medicación rutinaria (Orskov, 1982).

Una fuente dietética de DHA y EPA tiene como resultado su acumulación en productos animales. Esto a su vez ayudará a equilibrar la relación omega 6: omega 3 en las dietas de humanos y proporcionará

DHA y EPA preformados necesarios para el desarrollo del infante y para la prevención de numerosos desórdenes del sistema circulatorio, del sistema inmunológico y para reducir las condiciones inflamatorias.

Es una fuente de energía concentrada. Con un 70% a 80% del producto en forma de proteína y grasa digerible, su contenido de energía es mayor que muchas otras proteínas.

Tiene un contenido relativamente alto de minerales como el fósforo, en forma disponible para el animal. También contiene una amplia gama de elementos vestigiales. Las vitaminas también están presentes en niveles relativamente altos, como el complejo de vitamina B incluyendo la colina, la vitamina B12 así como A y D.

#### 4.3.3.1.3 Nitrógeno no Proteico

##### 4.3.3.1.3.1 Urea, CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>

La urea es una fuente de nitrógeno para los rumiantes. Sin embargo, su uso depende de la habilidad de la flora microbiana del rumen para incorporarla en la formación de sus propios tejidos. La urea siempre aporta beneficios al animal, ya que habiendo disponibilidad de forraje (aunque de baja calidad) aumentará el consumo voluntario, así como las tasas de digestión de la fibra y de pasaje del alimento a través del tracto digestivo. Cabe mencionar que el aumento del consumo de pasto seco, induce a los animales a consumir los forrajes y/o pastos menos palatables, favoreciendo así el aprovechamiento de grandes cantidades de material fibroso, generalmente subutilizado durante el verano (Araque, 2000). La urea es la fuente de NNP más empleada comúnmente debido a su costo, disponibilidad y empleo histórico (Maynard et al., 1984).

Cuando el rumiante consume urea, primeramente es hidrolizada en amoníaco y anhídrido carbónico en el rumen mediante la enzima ureasa que es producida por ciertas bacterias. Por otra parte, los carbohidratos son degradados por otros microorganismos (mo) para producir ácidos grasos volátiles y cetoácidos (Bagnato et al., 2007).

Es la fuente más barata de nitrógeno sólido. Es un polvo blanco, cristalino y soluble en agua, que se utiliza como fertilizante. La urea contiene 46% de nitrógeno y, por consiguiente, 1 kg de urea equivale a 2,88 kg de proteína bruta (6,25 x 0,46). En la mayoría de las raciones, esto equivale a un contenido de proteína bruta digestible de 200%. La urea fertilizante es higroscópica y se cuaja con mucha facilidad, lo que hace difícil mezclarla en los piensos sólidos (Bagnato et al., 2007).

Al objeto de mejorar las características de fluidez, la urea se trata convirtiéndola en urea de calidad para pienso (42% de nitrógeno), 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 piensos sólidos, si se añade en forma de suspensión o de solución en melaza. En concentraciones superiores al 10%, la urea interrumpirá el crecimiento bacteriano y la fermentación, pero tiene un sabor muy amargo y, si se emplea en dosis muy elevadas, limitará la ingesta.

#### 4.3.3.1.3.1.1 Toxicidad

Cuando el nivel del amoníaco en el rumen es elevado, las cantidades que penetran en la circulación sanguínea pueden alcanzar niveles tóxicos envenenando al animal. El amoníaco se libera más rápidamente a partir de una fuente de nitrógeno no proteico de buena solubilidad (urea o fosfato diamónico), que a partir de una fuente de nitrógeno no proteico de escasa solubilidad (biuret). El nivel del amoníaco en el rumen será también bajo si la microflora es activa y capaz de aprovechar el amoníaco a gran velocidad. Esto se logra suministrando un carbohidrato de fácil fermentación como la melaza, o un alimento amiláceo. El aumento repentino de la concentración de amoníaco en el rumen puede tener consecuencias fatales para el animal. Se aconseja distribuir la ingesta de urea en varias comidas al día, lo que mejorará su asimilación (Bagnato, et al., 2007).

La urea, al contrario de lo que ocurre con la proteína, no contiene calorías, fósforo, ni azufre y, por consiguiente, un pienso mixto que contenga urea debe suplementarse para contrarrestar estas deficiencias. En general, se han obtenido malos resultados cuando se ha suministrado la urea en raciones en que las grasas aportaban una parte esencial de las calorías (Bagnato et al., 2007).

#### 4.3.3.1.3.1.2 Usos

Existe una determinada cantidad máxima de bacterias que puede producirse al día por el rumen, por lo que no es posible aportar, en el caso de animales de gran rendimiento, las necesidades totales de proteínas en forma de nitrógeno no proteico. Las fuentes de calorías utilizadas con el nitrógeno no proteico deben fermentarse fácilmente en el rumen. Los carbohidratos con melazas se fermentan perfectamente en el rumen, mientras que hasta el 30% del almidón procedente de grano puede pasar al estómago sin degradarse. y no quedar disponible para la síntesis.

Hay dos formas principales de utilizar el nitrógeno no proteico:

A. El nitrógeno no proteico puede emplearse solo o con una pequeña cantidad de calorías. Los bovinos que consumen exclusivamente forraje de mala calidad suelen tener una ingesta de proteínas y calorías demasiado baja. Si se suministra nitrógeno adicional, la ingesta de materia seca aumentará generalmente, y la situación nutricional mejorará. El biuret se puede suministrar solo, mientras que la urea debe mezclarse con una fuente energética para evitar la toxicidad. La adición de almidón solo, o de otro carbohidrato de fácil fermentación, a una ración rica en forrajes deficientes en proteína, hará que disminuya la digestibilidad del forraje, a causa de la competencia que se establece para el nitrógeno entre las bacterias de crecimiento rápido consumidoras del almidón, y las bacterias celulolíticas de crecimiento lento. El nitrógeno adicional, en forma de nitrógeno no proteico, por consiguiente, hará que, en estos casos, aumente la digestibilidad del forraje.

B. El NNP (generalmente urea) puede emplearse como sucedáneo barato de la proteína pura en piensos equilibrados (Bagnato, et al., 2007).

#### 4.3.3.1.3.2 Optigen

Es un tipo de urea cubierta con un polímero biodegradable que tiene la característica de liberarse paulatinamente. Este material es un nitrógeno altamente concentrado. Puede realzar la función del rumen aportando el nitrógeno a las bacterias ruminales en una tasa que optimice la conversión del nitrógeno en la proteína bacteriana. También aumenta la densidad del nitrógeno de la fracción proteica de la dieta, y crea más espacio para la inclusión de la fibra digestible y de la energía de la ración. (Akay et al., 2004). Tomando en cuenta lo anterior es preciso probar la eficacia de Optigen en la digestibilidad y producción de amonio en rumiantes.

#### 4.3.3.2 Valor biológico de la proteína microbiana

Múltiples experimentos con ganado vacuno y ovino han inducido a pensar que la calidad de la proteína dietética tiene relativamente poca importancia, porque todas las fuentes de nitrógeno se convierten en gran proporción en proteína microbiana en el rumen, y el animal hospedante recibe proteína de calidad más o menos normal independientemente de su dieta. Las investigaciones han demostrado que el valor biológico de las proteínas es mucho menos variable para los rumiantes que para los no rumiantes. La proteína microbiana suele tener un valor biológico de 60 a 70. Cuando se administran raciones mixtas o proteínas específicas de valor biológico más alto, las bacterias muestran tendencia a degradar su valor. Cuando se

administra proteína de baja calidad, como la del maíz, aumenta su valor por la microflora del rumen (Bagnato, et al., 2007).

Aunque existe una posibilidad de que los suplementos de aminoácidos de raciones prácticas puedan resultar beneficiosos en lo futuro para obtener los niveles más altos de producción de leche o los índices máximos de ganancia de peso con ganado vacuno de carne, los resultados de las investigaciones no han demostrado hasta la fecha el valor de dichos suplementos (Bagnato, et. al., 2007).

Cuando la proteína de origen bacteriano es insuficiente para cubrir los requerimientos de los tejidos en algunas etapas fisiológicas como el crecimiento y la lactancia y se presentan desbalances de los aminoácidos en el intestino, es necesario cubrir las deficiencias con proteína sobrepasante, con el fin de mejorar la calidad de los nutrientes absorbidos, favoreciendo así su utilización en la ganancia de peso (Orskov 1976, ARC 1984, Combellas, 1992).

La suplementación con proteínas verdaderas (harinas de soja, harinas de pescado, harinas de semilla de algodón, harina de semilla de ajonjolí, etc.), generalmente ocasiona efectos favorables en el rendimiento animal, por su valor biológico, debido a que el nitrógeno se encuentra formando parte de los aminoácidos, conteniendo además sustratos de alto aporte energético (Oldham et al. 1977; Tamminga 1979; Maynard et al. 1981).

Estos alimentos son una fuente importante de proteína, los cuales difieren en el tipo de la proteína aportada. El expeller de soja es una fuente de proteína verdadera, mientras que los dos tipos de urea son una fuente de nitrógeno no proteico (Cuadro III).

Cuadro III. Valor nutritivo de los suplementos proteicos

Valor nutritivo de los suplementos proteicos						
	MS (%)	PC	FDA	FDN	Cen	ENL (Mcal/KgMS)
Expeller de soja	91,4	37,8	20,4	38,3	7,3	1,6
Optigen		231,4	5,5	9,4	0,01	
Urea	97	278,9				

El Optigen aporta menos N que la urea, esta tiene una cubierta con un polímero biodegradable con la característica de liberar paulatinamente el N.

Según Orskov (1982), por lo general, la urea alcanza su pico máximo de liberación en rumen a las dos horas después del consumo, en cambio las otras dos fuentes su liberación es más lenta.

El expeller de soja además de ser una fuente de proteína, es a su vez una fuente de aminoácidos y de energía.

#### 4.3.3.3 Características de un buen suplemento proteico

Para estimular el consumo de forrajes de baja calidad un suplemento proteico debe aportar adecuada cantidad de Proteína Degradable en Rumen (PDR) (Bodine & Purvis 2003; Cochran 1998; DelCurto 2000).

##### 4.3.3.3.1 Origen de la fuente proteica:

En rumiantes el nitrógeno de la dieta puede provenir de proteínas verdaderas (vegetal o animal) o de Nitrógeno No Proteico (NNP). Las proteínas verdaderas (ej. harina de soja, expeller de girasol, harina de semilla de algodón, etc) son más efectivas en estimular el consumo y la digestión del forraje que el NNP (ej. urea, biuret, fosfatos di y monoamonio, etc), a pesar que estos últimos son 100% degradables en rumen (Cochran, 1998; Delcurto, 2000; Koster, 1997; Koster, 2002). Las proteínas verdaderas además de nitrógeno aportan energía, azufre, aminoácidos, péptidos y esqueletos carbonados que tornan más eficiente los procesos de fermentación y crecimiento microbiano (Cochran, 1998; Siebert, 1982), las fuentes de NNP aportan solo nitrógeno.

La urea es la fuente de NNP más comúnmente empleada en la dieta de rumiantes, es mejor aprovechada por los microorganismos del rumen con dietas altas en energía fermentecible (alta en granos) (Mathis, 2000; Stanton, 1998), en cambio, en dietas a base de forraje la urea presenta una baja utilización debido en gran parte a su gran solubilidad en agua lo cual hace que sea hidrolizada en rumen muy rápidamente hasta  $\text{NH}_3$ , creando así una asincronía entre el pico de nitrógeno y la lenta fermentación de los sustratos energéticos del forraje (Delcurto, 2000; Mathis, 2003). La utilización de la urea con dietas altas en forrajes puede ser mejorada con la adición de una fuente rica en energía rápidamente fermentecible (ej. granos, melaza, etc) (Stanton, 1998). Existe especial interés en el empleo de fuentes de NNP en dietas de rumiantes dado su bajo costo por unidad de nitrógeno (Mathis, 2003).

Las proteínas verdaderas normalmente contienen suficiente azufre para cubrir los requerimientos de los microorganismos del rumen, sin embargo, cuando se suplementa con NNP se debe tener especial cuidado con el aporte de azufre, los microorganismos del rumen necesitan una relación nitrógeno: azufre en la dieta de 15 : 1 (3 g de azufre inorgánico cada 100 g de urea) (Mc Dowell, 1992; Underwood, 1999). La suplementación proteica es inefectiva si la dieta presenta un déficit de azufre (Underwood, 1999; Siebert, 1982).

#### 4.3.3.3.2 Nivel de proteína del suplemento:

Cuando se suplementan forrajes de baja calidad el suplemento debe poseer una relación PDR:NDT al menos suficiente para fermentar efectivamente la materia orgánica del suplemento sin necesidad de recurrir a la PDR del forraje, en consecuencia debe poseer como mínimo una relación PDR:NDT de 12 a 13% (Cochran, 1998). Si el suplemento es bajo en proteína, la energía que este aporta exacerba la deficiencia de nitrógeno en rumen e impacta negativamente reduciendo el consumo y la digestibilidad del forraje (Bodine, 2003; Delcurto, 1990; Stafford, 1996). En la práctica, el suplemento debe poseer más de 25 a 30% PB, con una degradabilidad ruminal mínima de la proteína de 50 a 60% (Delcurto, 2000; Mathis, 2003; Mc Collum, 1997).

#### 4.3.3.3.3 Nivel de NNP del suplemento:

Si bien el NNP es menos efectivo que la proteína verdadera en incrementar el consumo de forrajes de baja calidad, a bajo nivel de inclusión en el suplemento existe poca desventaja con respecto a las proteínas verdaderas (Cochran, 1998; Koster, 2002; Mathis, 2003). Clanton (1978) en una serie de experimentos con ganado a pastoreo y diferentes niveles de inclusión de NNP al suplemento encontró que la performance animal disminuyó cuando el suplemento contenía más de 3% de urea en comparación con el ganado suplementado solo con proteína verdadera. Cuando el equivalente proteico aportado por la urea no supera el 25 a 30% de la PDR del suplemento (Cochran, 1998; Koster, 2002; Mathis, 2003) la diferencia en evolución de la Condición Corporal (CC) en vacas de cría preñadas sería mínima comparada con animales suplementados solo con proteína verdadera. En animales en crecimiento es recomendable que el equivalente proteico aportado por el NNP no supere el 15% de la PDR del suplemento (Mathis, 2003). A altos niveles de inclusión de urea (mayor a 45% PDR del suplemento) comienzan a aparecer problemas de palatabilidad y rechazo del suplemento lo cual dificulta lograr que los animales consuman todo el suplemento asignado (Cochran, 1998).

#### 4.3.3.3.4 Forma física del suplemento:

Los suplementos en forma de bloque y los de presentación líquida (ej. melaza + urea) presentan mayor variabilidad individual en el consumo y mayor proporción de animales que no consumen suplemento en comparación con los de presentación seca (harinas, granos, cubos, pellets) por lo cual se torna más difícil lograr que todos los animales consuman la cantidad de suplemento asignado (Bowman, 1997). Además los bloques de bajo consumo

(consistencia dura) presentan mayor variabilidad individual en el consumo que los de consistencia blanda (Bowman, 1997).

#### 4.3.3.4 Respuesta a la suplementación proteica

Cuando la proteína es deficiente muchos estudios indican que la suplementación proteica incrementa el consumo de forraje en un 15 a 45% y algunos estudios han demostrado un incremento de 2 a 5 puntos porcentuales en la digestibilidad del forraje (Kunkle, 1998), obteniéndose generalmente una eficiencia de conversión de 1,5 a 3,0 kg de suplemento por kg de ganancia de peso vivo adicional (Mc Collum, 1997; Mc Lennan, 1995). La eficiencia de conversión disminuye a medida que aumenta el nivel de suplementación (Mc Lennan, 1995).

Debe quedar claro que la suplementación proteica mejora la performance del ganado alimentado con forrajes de baja calidad principalmente debido a un aumento en el consumo de forraje, si por alguna razón (baja disponibilidad forrajera, adecuado contenido proteico del forraje, alto nivel de suplementación, bajo contenido proteico del suplemento) el ganado no puede aumentar el consumo de forraje, la suplementación proteica se torna ineficaz y antieconómica (Delcurto, 2000; Mc collum, 1997; Siebert, 1982; Sprinkle, 2000).

#### 4.3.4 BALANCE ENERGÍA – PROTEÍNA

Cuando la disponibilidad del forraje no es limitante, el principal factor de la pastura que gobierna la respuesta a la suplementación proteica es la baja calidad de la dieta. Bajo estas condiciones, se justifica la suplementación nitrogenada siempre y cuando sea acompañada con niveles adecuados de carbohidratos rápidamente fermentecibles (Horn & Mc Coullum, 1987).

Los mismos autores indican que, en un sistema anaeróbico como es el rumen, la energía es a menudo el principal factor que limita el crecimiento microbiano. Por esta razón, el suministro y la eficiente utilización de esa energía para la producción de proteína son de suma importancia.

La síntesis de proteína microbiana requiere además un adecuado suministro de N.

En este sentido, la degradabilidad de las proteínas y el reciclaje de N son factores condicionantes. Si el nivel de N no es el adecuado, podría ocurrir una fermentación desacoplada sin producción útil de ATP. Si por el contrario el

mismo es excesivo, la energía podría ser factor limitante en la utilización del N.

Por lo tanto, para lograr una máxima eficiencia de síntesis microbiana, el nitrógeno y la energía disponible en el rumen deben estar balanceados (Buttery, 1977; Satter & Hoover, 1979).

Viglizzo & Roberto (1993) indican que se logra un buen equilibrio cuando el animal logra ingerir una dieta que contiene alrededor de 50-60 g. de proteína cruda por cada megacaloría de energía metabolizable aportada. Por encima o por debajo de ésta proporción, la producción tiende a disminuir, ya sea por exceso de proteína y déficit de energía, o por exceso de energía y déficit de proteína.

Siebert & Hunter (1981); Horn & McCollum (1987) señalan que los suplementos exclusivamente energéticos utilizados con animales que pastorean forrajes de baja calidad con bajos niveles de digestibilidad y PC, proporcionan carbohidratos rápidamente fermentecibles que provocan disminuciones de pH del rumen y en la población de bacterias celulolíticas, lo que trae aparejado efectos depresivos en la utilización de forraje por parte del animal y en el consumo.

Sin embargo, los niveles de energía que aporta la dieta base no deben ser descuidados cuando se proporciona a los animales suplementos proteicos con forrajes de baja calidad. Se han mencionado ya muchas referencias que señalan la importancia de manejar en forma adecuada la relación energía – proteína en la alimentación de rumiantes.

Esto está de acuerdo con lo señalado por Chalupa & Ferguson (1988), que indican que la capacidad de los microorganismos del rumen de sintetizar su propia proteína utilizando distintas fuentes de nitrógeno, cuando la disponibilidad de éste no es limitante, depende básicamente de la disponibilidad de energía de la dieta.

Estos autores, resumiendo un número importante de ensayos, encontraron que el 72 % de la variación observada en aporte de proteína microbiana al intestino fue explicada por la disponibilidad de energía a nivel del rumen. Es claro entonces, que para maximizar la respuesta a la suplementación proteica, esta debe ser acompañada por niveles adecuados de energía metabolizable que permitan mantener el equilibrio ruminal.

#### 4.4 OTROS TRABAJOS

Slanac, et al. (2003) concluyeron que la corrección de las deficiencias proteicas de pastizales y pasturas a través de la suplementación estratégica posibilita mejorar la eficiencia individual de los animales.

La suplementación con distintos niveles de expeler de algodón afectaron en forma dispar la correlación por tipo animal entre la ganancia de peso vivo y los otros parámetros productivos.

Para el primer invierno posdestete el nivel bajo sería el más eficiente (240 g de PB/vaquilla/día). La máxima producción ya se obtendría con el nivel medio. El expeler de algodón fue utilizado eficientemente en bajo y con poca eficiencia en alto. No sería conveniente utilizar niveles de expeler de algodón superiores al 0,8 % del PV en la recría. El nivel bajo (0,4% del PV) fue el más eficiente de los probados

Ochoa et al. (2004), afirman que:

- Animales jóvenes y con altos requerimientos proteicos, pastoreando forrajes de alta disponibilidad y baja calidad, ven resentido su normal crecimiento durante la estación invernal.

- La suplementación invernal de terneras de destete se traduce en diferencias significativas, tanto en ganancia diaria como en peso final, con respecto a aquellos animales que no reciben suplemento.

- Ganancias de peso vivo moderadas del orden de 200 g/animal/día durante el periodo invernal fueron logradas en este trabajo con consumos de suplemento de 0.15 % del peso vivo inferiores a los citados en diferentes trabajos nacionales y extranjeros que lograron similares ganancias de peso.

- Se registró una interacción entre pastura – animal – suplemento del tipo adición con estímulo comprobado a través de un incremento en el consumo de forraje por parte de las terneras suplementadas respecto a las testigo de un 29,5%.

- El gran impacto sobre el sistema de producción de la suplementación invernal de terneras pastoreando campo natural de baja calidad, es la posibilidad real de alcanzar un peso de entore necesario (280/300 kg) a los 2 años de edad y de esta manera eliminar una categoría improductiva dentro del campo.

#### 5. HIPÓTESIS

Los terneros que pastorean campo natural de baja calidad y de disponibilidad no limitante, ven restringido su consumo y no logran obtener ganancias de peso, y en muchos casos ocurre pérdida del mismo.

Por lo tanto se plantea como hipótesis que la adición a dicha dieta de un suplemento proteico permitiría obtener ganancias de peso vivo, debido al mayor consumo de proteína y al incremento en el consumo de forraje.

## 6. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1 LOCALIZACIÓN Y PERIODO

El experimento se realizó en la Estación Experimental "Mario Alberto Cassinoni" (E.E.M.A.C.), Paysandú, Uruguay, ubicada en ruta 3 Km. 363 a 32° 20' 9" de latitud Sur y 58° 2' 2" de longitud Oeste con una altura sobre el nivel del mar de 61 metros. Dentro de la EEMAC el experimento se llevó a cabo en el Potrero 32b, que consta de 2 parcelas de 2 has, pastoreadas en forma continua con terneros holando sobreaño de 152 kg de P.V. cada uno, durante el periodo comprendido entre el 01/07/2010 al 22/09/2010 inclusive.

### 6.2 TRATAMIENTOS

En una parcela estaba el grupo control compuesto por 7 terneros y en la otra el grupo con tratamiento que constaba de 10 terneros, asignados al azar. La diferencia en el número de terneros se realizó en forma de mantener la misma asignación de forraje.

Se evaluaron dos tratamientos, testigo sin suplementación y suplementado con bloques proteicos. Los animales pastorearon la misma pastura dividida al azar y monitoreada de forma tal que no existan variaciones en la oferta de forraje. Los terneros se asignaron al azar entre los tratamientos estratificándolos por peso (igual peso total en cada tratamiento).

Una semana antes de comenzar el experimento se tomaron muestras de heces a todos los terneros, para evaluar la carga parasitaria mediante análisis coprológico. Para luego comenzar con un tratamiento supresivo con ivermectina y closantel, el cual permito mantener un nivel bajo de parásitos gastrointestinales.

A un grupo de animales se le suministro bloques proteicos a razón de 327g por día por animal. Estos fueron administrados aproximadamente un bloque de 25 kg por semana teniendo un consumo total de 11 bloques (275kg).

Los bloques estaban compuestos por un 28% de proteína (urea y proteína de origen vegetal), 16% humedad, 1% fosforo, 4% calcio, 20% ClNa, 100ppm Mn, 100ppm Zn, 0.3ppm Co, 1.25ppm I, 0.25ppm Se, 25ppm Cu, 208ppm Fe y 12750 UI/Kg Vit A. También contiene melaza la cual le asegura la palatabilidad.

### 6.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el análisis estadístico fueron considerados los registros de los 10 y 7 animales que conformaron cada grupo de tratamiento, siendo la unidad experimental cada animal. Las variables evaluadas fueron ganancia animal y producción por ha de peso vivo, y se estudiaron en cada fecha de muestreo mediante análisis de varianza y diferencias de medias utilizando la prueba de Fisher para determinar la mínima diferencia significativa entre tratamientos a través del paquete estadístico Infostat, tomándose como covariable el peso inicial de cada animal. El nivel de significación considerado fue de  $p < 0.10$ .

### 6.4 CLIMA

Uruguay presenta un clima templado, con una media histórica anual de 1170mm de precipitaciones, siendo su distribución un 30% en verano, 28% en otoño, 18% en invierno y 24% en primavera (Dirección Nacional de Meteorología, Estación Meteorológica Paysandú).

Según los datos reportados por la Dirección Nacional de Meteorología, Estación Meteorológica de Paysandú, la temperatura promedio para la estación en que se realizó el experimento es de 14,2 °C

### 6.5 SUELOS

El ensayo fue instalado en suelos sobre la Formación Fray Bentos, Unidad San Manuel de la carta a escala 1:1.000.000 (D.S.F), predominantes Brunosoles Éútricos Típicos (háplico). Estos poseen una textura limo arcillosa, con los horizontes bien diferenciados y un drenaje moderado. En ésta unidad también podemos encontrar Brunosoles Éútricos Lúvicos y Solonetz Solodizados Melánicos como suelos asociados. El relieve es de pendientes moderadas y lomadas suaves y como material generador, sedimentos limosos consolidados (Duran, 1991)

El potrero corresponde al padrón 124 siendo el grupo de suelos CONEAT que predomina el 10.15 con un índice de productividad de 110. Este grupo se localiza prácticamente en el Departamento de Paysandú, extendiéndose en la región litoral comprendida entre los arroyos Sacra y Negro. El material geológico corresponde a sedimentos limosos consolidados (carapachos calcáreos), a veces silicificados, recubiertos por delgados espesores de sedimentos limosos friables, muchas veces completamente edafizados. Como es común en todos estos grupos, dichos sedimentos tienen una clara herencia litológica del material de Fray Bentos. El relieve es de forma general mesetiforme, con zonas altas aplanas de pendiente prácticamente nula y laderas convexas de pendientes variables entre 5 y 8%. Los suelos de las zonas altas son una asociación de Brunosoles Éútricos Lúvicos (Praderas

Pardas máximas), de color pardo muy oscuro, textura franco arcillo limosa, fertilidad alta y moderada a imperfectamente bien drenados, y Solonetz. Pueden existir fases alcalinas que constituyen la transición entre ambos suelos mencionados. En las laderas existen Brunosoles Eútricos Típicos, profundos, moderadamente profundos y superficiales, de características similares a los mencionados en el grupo anterior. Asociados y ocupando las convexidades más marcadas, existen Litosoles Eútricos Melánicos, y en las concavidades, Planosoles Eútricos Melánicos.

## 6.6 INSTITUCIONES INVOLUCRADAS

Facultad de Veterinaria, Facultad de Agronomía, Estación Experimental Mario Cassinoni.

## 6.7 DETERMINACIONES:

### 6.7.1 FORRAJE DISPONIBLE Y REMANENTE

Previo al ingreso y posteriormente a su salida se realizó la determinación de la biomasa presente mediante la técnica de doble muestreo (Cayley & Bird, 1991), mediante la relación entre 15 determinaciones de altura (cada una como promedio de 3 alturas en diagonal al cuadro en el punto más alto que toca la regla) y cantidad de biomasa disponible en dicho rectángulo. Luego se realizaron 40 observaciones de altura en la parcela en la altura de la hoja más alta que toca la regla al centro del rectángulo de 0,2 \* 0,5 m. Se repitieron las observaciones de altura cada 20 días aproximadamente. La cantidad de muestras de forraje extraídas se procesaron en Laboratorio 1 de la EEMAC, realizándose peso fresco total, peso seco sub muestra (50 % del total) y peso seco (en estufa durante 48 h a 60 ° C).

### 6.7.2 COMPOSICIÓN BOTÁNICA VISUAL.

En cada cuadro de las 40 observaciones se relevó la proporción en biomasa de las fracciones verde seco, leguminosa/gramínea/maleza según el método de doble muestreo (Tothill et. al. 1978). Se distinguieron las malezas: *Senecio spp*, *Solanum simbrifolium* y *Eringium horridum* especificando su proporción en cobertura.

### 6.7.3 CRECIMIENTO DE FORRAJE.

Se cuantifico en 3 jaulas por parcela (Frame, 1993), mediante el emparejamiento a 1 cm de altura del forraje dentro de la jaula al inicio.

Posteriormente a los 45 días se cortó el forraje acumulado dentro de la jaula que se correspondió al crecimiento en dicho período. Posteriormente se cambió de lugar la jaula, repitiéndose la misma operación anterior para cuantificar el crecimiento de los 45 días posteriores.

#### 6.7.4 RELACIÓN VERDE/SECO.

Con 50 % restante de las muestras para relacionar altura disponible se realizó una muestra compuesta para realizar separación botánica manual de la fracción verde y seco. La mismas se colocaron a estufa a 60 °C durante 48 h para luego calcular la relación entre ambas fracciones.

#### 6.7.5 DETERMINACIONES DE CALIDAD DE FORRAJE

Las muestras de las fracciones para calcular la relación verde/seco se juntaron y molieron para mandar a Laboratorio privado para analizar proteína y digestibilidad.

#### 6.7.6 PESADA DE ANIMALES

Cada aproximadamente 30 días se pesaron en ayuno los 2 grupos de terneros.

### 7. RESULTADO Y DISCUSIÓN

#### 7.1 CLIMA

Los datos climáticos del período experimental se visualizan en los cuadros IV y V.

Si comparamos los registros meteorológicos históricos con los obtenidos en el periodo en el cual se realizó el trabajo, vemos que las temperaturas medias, a excepción de setiembre, fueron inferiores al promedio histórico (Cuadro IV y V)

Cuadro IV. Media histórica de temperatura (°C) y precipitaciones (mm) para el período 1961 – 1990)

	Temp. Media (°C)	Temp. Máxima (°C)	Temp. Minima (°C)	Precipitaciones (mm)
Julio	11.8	30.6	-4	71
Agosto	12.9	32.8	-3	73
Setiembre	14.6	32.4	-3.4	91
Octubre	17.5	36.2	1.8	122

Fuente: Dirección Nacional de Meteorología de Paysandú.

Cuadro V. Temperatura (°C) y precipitaciones (mm) en el período experimental.

	Temp media (°C)	Temp maxima (°C)	temp mínima (°C)	precipitaciones (mm)
Julio	10,7	27,4	-1,6	130
Agosto	11,6	26,8	-2,8	115,8
Setiembre	15,1	26,6	3,8	125,5
Octubre	16,6	28,8	5,2	70,9

Fuente: Dirección Nacional de Meteorología de Paysandú.

Por otro lado, los registros pluviométricos correspondientes a los meses en que se realizó el experimento fueron mayores, lo cual estaría indicando un exceso de agua en el suelo y déficits de nitrógeno y aireación para las plantas y por lo tanto menor crecimiento de la pastura, lo cual concuerda expresado por Carambula (1996). Por otro lado el hecho de realizar pastoreo continuo con altas cargas pudo desfavorecer el crecimiento vegetal dado el excesivo hídrico ya mencionado.

A partir del mes de setiembre se dieron mejores condiciones de temperatura y humedad que pudieron redundar en un mejor crecimiento de la pastura, pero al mismo no tuvo mayor incidencia dado que ya se encontraba finalizando el experimento.

## 7.2 CARACTERIZACIÓN DE LA PASTURA

### 7.2.1 COMPOSICIÓN BOTÁNICA DEL FORRAJE OFRECIDO Y RESIDUAL

Al inicio la pastura estaba compuesta por *Cynodon dactylon* (gramilla), *Setaria geniculata*, *Digitaria sanguinalis* (pasto blanco), componiendo la fracción seca y por cardilla la fracción más verde. Al final la fracción verde

estaba compuesta por *Trifolium repens* (trébol blanco) y *Lolium multiflorum* (raigras) originarios de resiembra natural con escaso aporte de volumen, mientras que la seca continuaba estando compuesta por gramilla, digitaria, setaria y cardilla. La composición botánica en cada uno de los tratamientos se visualizan en las Figuras 1 y 2.

Figura 1. Relación verde seco tratamiento sin suplementación.

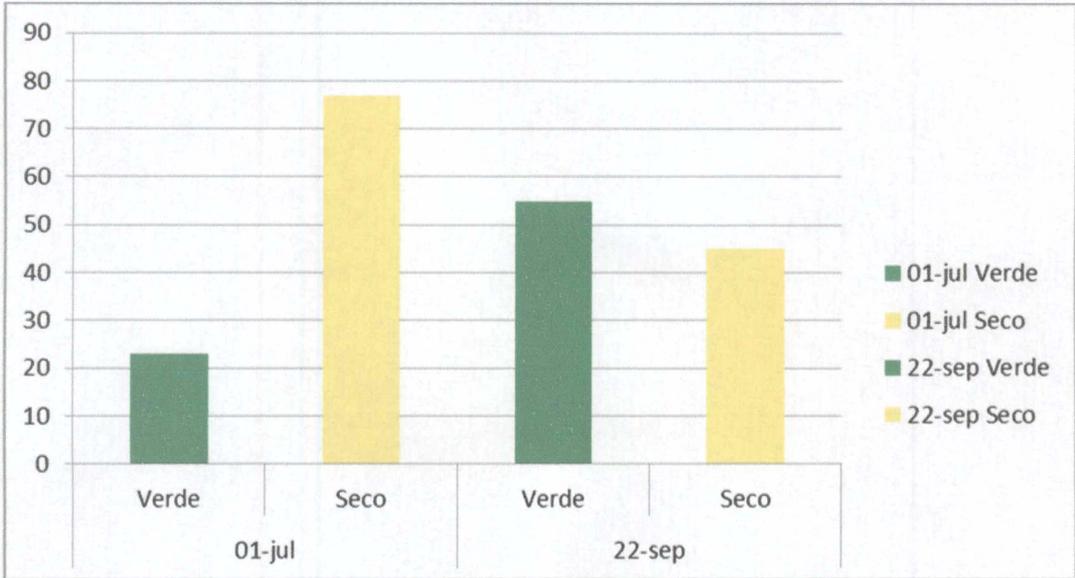
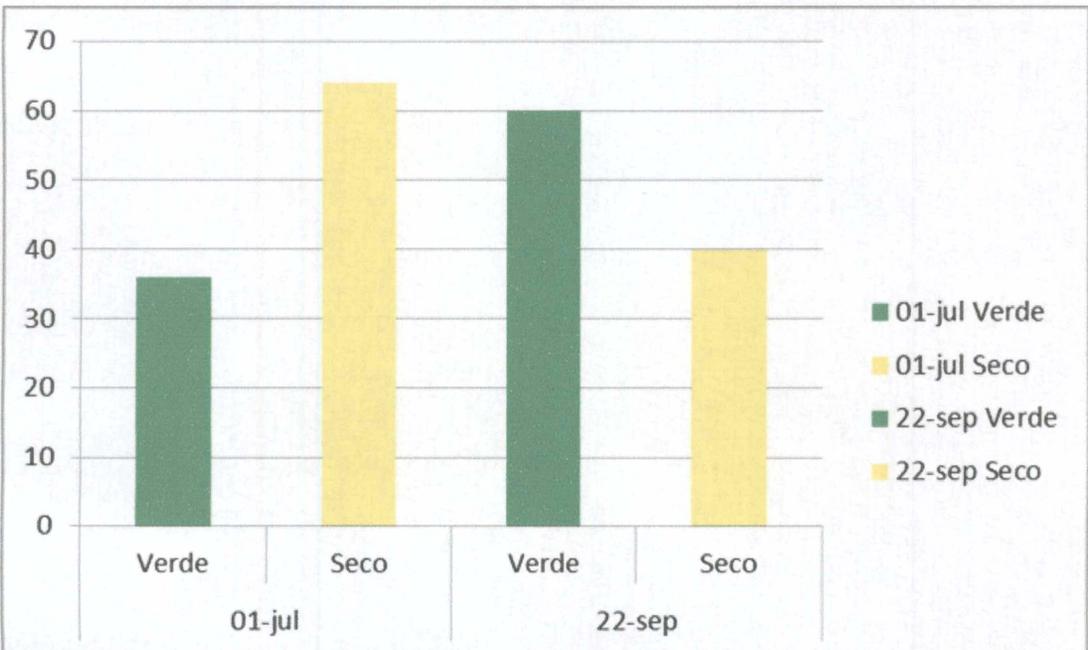


Figura 2. Relación verde seco, tratamiento con suplementación.



En el gráfico se observa independientemente del tratamiento una marcada diferencia en la relación verde seco entre los dos muestreos, esto hace suponer una diferencia en la calidad de forraje a medida que avanzó el experimento. Al inicio la cantidad de resto seco en el horizonte superior no permitía una adecuada llegada de luz al estrato inferior lo cual impedía la aparición de especies invernales (trebol blanco y raigras), a medida que los animales fueron bajando el tapiz se promovió la resiembra de las invernales lo que se tradujo en el cambio de la relación verde seco, aunque a disponibilidades bajas dadas las condiciones climáticas adversas ya destacadas en el punto

Además al inicio del experimento coincidente con el período invernal, el predominio de la fracción seca estuvo compuesto por una alta relación tallo/hoja, dado que las especies de verano predominante se encontraban en avanzado estado reproductivo. Esta situación podría indicar una limitada calidad del forraje disponible y cosechable por parte del animal según lo expresado por Montossi (2000).

Esta situación es coincidente con lo expresado por Carambula (1996) y por Hodgson (1990), quienes mencionan que la calidad o valor nutritivo de una pastura depende principalmente de la etapa de crecimiento, de la relación tallo-hoja, de la cantidad de restos secos y de la composición química de las fracciones involucradas.

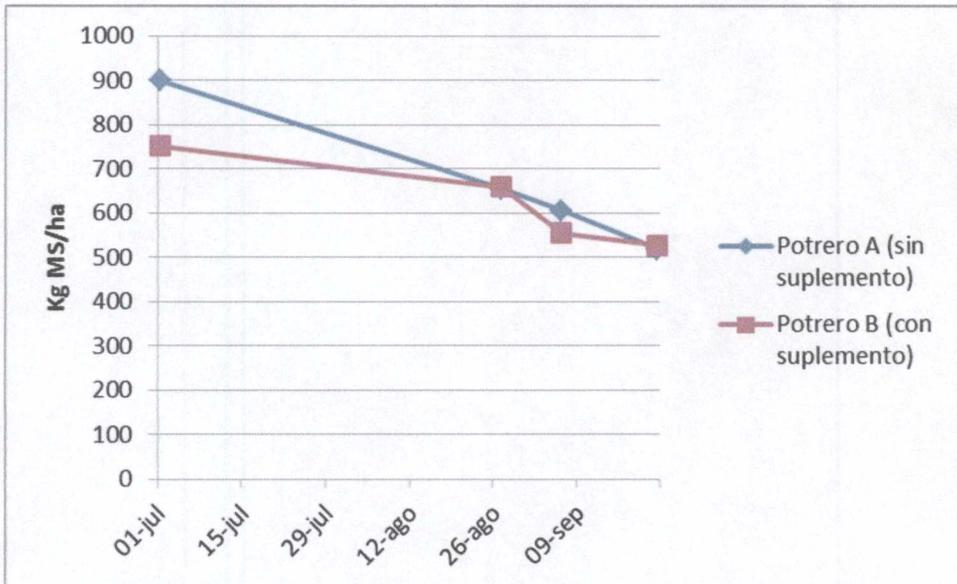
Los datos del análisis de calidad del forraje disponible al inicio del experimento fueron: MS 93%, digestibilidad 52% y PC 6.9%.

Los valores de proteína cruda se encuentran en el límite de lo necesario para lograr una eficiente digestión ruminal limitando la actividad microbiana, en consecuencia respondería positivamente a la suplementación proteica como lo expreso Moore & Kunkle (1995) y Soto & Reinoso (2007). Esto se manifiesta más aun teniendo en cuenta que los animales del experimento eran terneros cuyo requerimiento proteico son aún mayores ya que los mismos no pueden mantener su peso vivo pastoreando solamente dietas de baja calidad (Hennessy et al., 1983). Coincidiendo con lo expresado por Orskov, (1990) que los rumiantes jóvenes al tener requerimientos proteicos que exceden aquellos que los microorganismos del rumen puedan generar, cuando los mismos pastorean un campo natural de baja calidad.

## 7.2.2 DISPONIBLE Y REMANENTE

En la figura se visualiza la disponibilidad por hectárea de los potreros utilizados en el experimento.

Figura 3. Evolución del forraje disponible (kgMS/ha).



Se observa que al comienzo del experimento el potrero A tenía disponibilidad de pastura levemente superior a la del potrero B, a medida que transcurrió el tiempo estas se igualaron, de tal manera que en la segunda determinación (27 de agosto de 2010) las disponibilidades fueron casi iguales. En la muestra obtenida el 6 de setiembre la disponibilidad del potrero B bajo más de lo esperado y fue inferior a la del potrero A que siguió descendiendo en forma constante y en la última muestra la disponibilidad del potrero B fue superior a la del A que siguió un descenso constante.

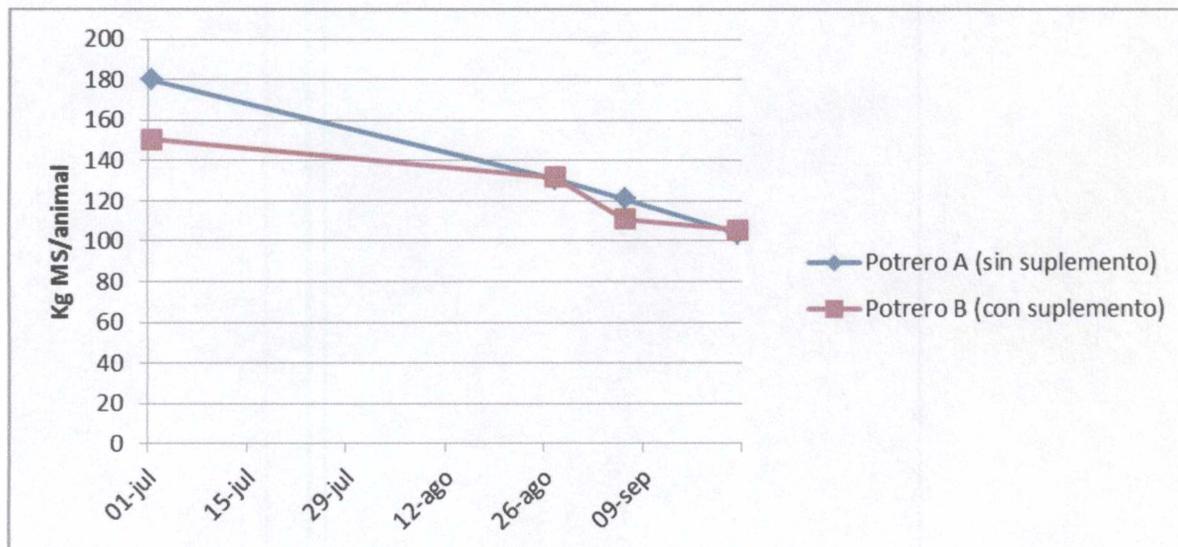
Se observa también que el disponible al comienzo del experimento estaba alrededor de los 800 y al final cerca de los 500 kg MS/ha, este entraría en el límite inferior según lo planteado por Risso & Zarza (1981) para una adecuada selectividad por el animal y cantidades no limitantes para el consumo.

Se puede concluir que hubo un mayor consumo en relación a la tasa de crecimiento de la pastura, lo que evidencia que los animales cosecharon forraje en pie seco trasladado de estaciones anteriores, coincidiendo con lo expresado por Carambula (1996).

Las disponibilidades determinadas en la pastura sin lugar a dudas fueron consecuencia de las condiciones climáticas ya explicadas anteriormente y/o de la alta carga animal utilizada. Al finalizar el experimento

se constató una altura promedio de 2,5 cm la cual llevaría a una baja disponibilidad, aumentaría los costos de cosecha del animal por lo tanto nos llevaría a un mal desempeño del animal, lo que concuerda con los resultados de ensayos realizados por Jamieson & Hodgson (1979). Además este manejo limita la capacidad de crecimiento de la pastura, ya que como expresa Carambula (2004), manejos de la pastura que dejen remanentes por debajo de 5 cm de altura, repercuten en la persistencia y productividad de la planta, porque afectan la recuperación de carbohidratos solubles, no permitiendo un buen desarrollo del sistema radicular y del macollaje.

Figura 4. Forraje disponible por animal.



La figura 4 muestra la diferencia de disponibilidad de pastura por animal que hay entre los dos tratamientos. Esta diferencia estuvo dada por la diferencia en la carga animal en las parcelas, ya que en el tratamiento sin suplemento (A) había 3,5 terneros por hectárea y en el suplementado (B) tenía una carga de 5 terneros por hectárea. Esta diferencia en la cantidad de forraje disponible del tratamiento A podría suponer un mejor desempeño del mismo. Sin embargo se debe tener en cuenta que no están considerados los kilogramos suplemento ofrecido en el tratamiento suplementado.

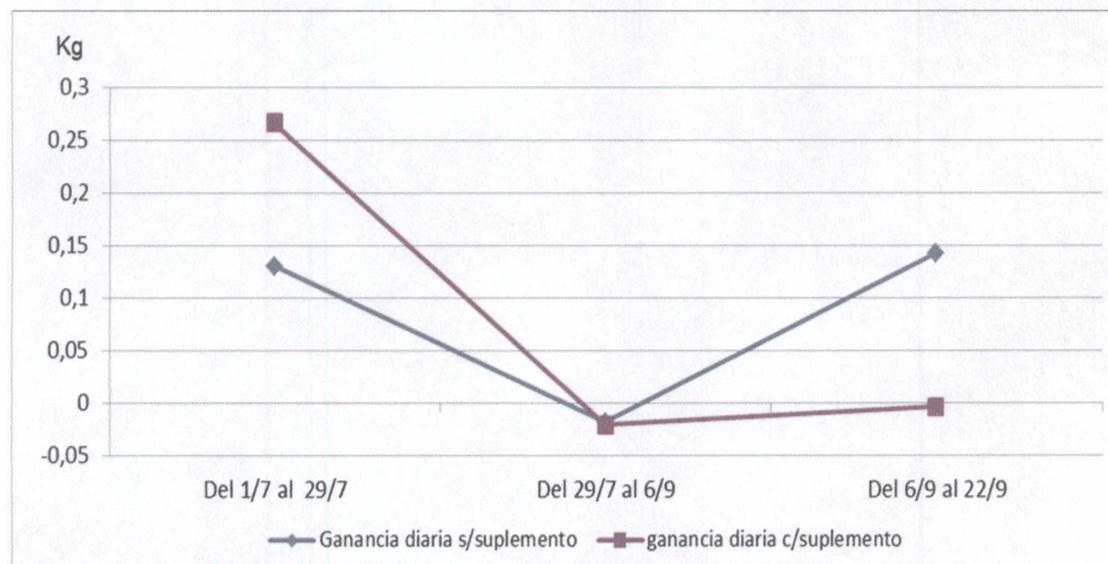
Si tenemos en cuenta la cantidad de suplemento utilizado la AF resultante para el tratamiento suplementado fue de 2,5 kg MS/100 kg PV (2,5 %), mientras que para el no suplementado fue de 2,6 (2,6 %), lo cual está de acuerdo con el especificación inicial de trabajar con similares AF en ambos tratamientos para evitar diferencias en el desempeño animal.

## 7.3 EFECTOS SOBRE EL ANIMAL: EVOLUCIÓN DE PESO VIVO, GANANCIA DIARIA Y POR HECTÁREA

### 7.3.1 PESO VIVO

La figura 5 visualiza la evolución del peso vivo animal a lo largo del período experimental, diferenciándose tres periodos.

Figura 5. Ganancias medias diarias.



El primer periodo que fue desde el 1 julio al 29 de julio se manifestó una diferencia estadísticamente significativa en la ganancia de peso independientemente del tratamiento considerado (Anexo 2). Si tenemos en cuenta el efecto de la suplementación la ganancia de peso resultó significativamente superior en el tratamiento suplementado (Anexo 3). Esto se puede deber a un mayor aprovechamiento de los nutrientes de las pasturas de baja calidad, debido al consumo de los bloques proteicos. En este periodo se logró el objetivo de la suplementación, debido a contar con una adecuada disponibilidad de pastura y complementada con uso de bloques proteicos, coincidiendo con lo explicado por Hennessy (1983) quien manifiesta que los terneros no pueden mantener su peso vivo pastoreando solamente dietas de baja calidad. Suplementando esta categoría animal con proteína, se pueden lograr buenas ganancias de peso vivo ya que la suplementación proteica levanta la principal limitante nutricional de esa pastura.

En el segundo periodo (29 de julio al 6 de setiembre) las ganancias fueron negativas y similares en ambos lotes (Anexo 4). Esto puede ser explicado por una baja disponibilidad de forraje en las dos parcelas dando como resultado el no cumplimiento de los requerimientos para mantenimiento. Esto determinó que en el lote de animales suplementados no se pudo

aprovechar la suplementación debido a la falta de forraje, siendo esta una limitante esencial en proceso digestivo, siendo coincidente con lo expresado por Pigurina (1991) que menciona a la insuficiente disponibilidad de pastura como uno de los factores capaces de alterar una estrategia de suplementación. En este sentido, De León Godoy (1991) expresó que la suplementación en los rumiantes es una alternativa válida para corregir y mejorar la disponibilidad de los nutrientes limitantes, tanto para los procesos fermentativos en el rumen, como por su aporte para la digestión propia del animal (enzimática). Con esta práctica se pueden obtener mejores eficiencias en el uso de los pastos de bajo valor nutritivo y mejorar las ganancias de peso. De esta forma se desea con la suplementación obtener una adecuada relación entre energía y proteína que favorezca un mayor crecimiento microbiano en el rumen, y una buena absorción de los ácidos orgánicos, con aumento de la digestibilidad de la fibra, extracto libre de nitrógeno para poder cubrir la demanda nutritiva del animal.

En el último periodo hubo numéricamente mayores ganancias en el lote de los no suplementados que en los suplementados aunque sin diferencias estadísticas (Anexo 5); estos últimos siguieron el mismo patrón de respuesta del periodo anterior donde la limitante era el forraje dada la mayor carga animal de este tratamiento. En los no suplementados la ganancia fue mayor por una mayor disponibilidad de materia seca por animal (figura 4) y además fue ayudado por un aumento en la calidad de las pasturas y mejor confort animal (mayores temperaturas y menos precipitaciones)

### 7.3.2 GANANCIAS POR HECTÁREA

El cuadro VI muestra las ganancias de PV obtenidas en el periodo experimental expresándolas en kg/ha.

Cuadro VI. Cantidad de PV/ha producido según tratamiento.

Potrero	kg/ha
Sin suplementación	16,5
Con suplementación	27,8

Se observa una mayor ganancia por hectárea en el lote suplementado, esto se debió a lo explicado anteriormente sobre el mejor aprovechamiento de los nutrientes fundamentalmente en el primer período del experimento (cuadro 5). Esto indicaría que si se hubiera comenzado el experimento con mayores acumulaciones de forraje que permitieran una constante disponibilidad a lo largo del período la diferencia en producción de PV podría haber sido mayor. Permitiendo lograr el objetivo de una adecuada respuesta a la suplementación en los sistemas pastoriles de producción animal en los que la suplementación

aparece como una práctica tecnológica de apoyo encaminada a la búsqueda de una producción más eficiente y segura (Viglizzo, 1981).

### 7.3.3 EFICIENCIA DE CONVERSIÓN

En el cuadro VII se observa la eficiencia de conversión, esta se calculó dividiendo los kg estimados de alimento consumido sobre los kg de PV ganados durante todo el periodo experimental. Esto nos da la información de cuantos kg de alimento deberían consumir los terneros para ganar 1 kg de PV.

Cuadro VII. Estimación de la eficiencia de conversión según tratamiento

	Consumo kg MS/animal	Ganancia kg/animal	Eficiencia de conversión kg consumido/ kg ganado
No suplementado	229,1	3,3	69,4
Suplementado	236,8	5,6	42,7

Se observa una diferencia en la eficiencia de conversión siendo este mejor en el lote suplementado. Este índice depende de dos factores, los cuales son el consumo y la ganancia de peso. La diferencia se explicaría por el menor consumo de materia seca y mayor ganancia de peso que tuvieron los animales suplementados. El menor consumo estaría dado por la menor disponibilidad de pastura en el tratamiento suplementado, y las mejores ganancias serían debido al mejor aprovechamiento de la pastura y una mayor calidad en dieta consumida dada por la suplementación proteica, fundamentalmente durante el primer período experimental.

Si bien la eficiencia de conversión fue mala para los dos lotes, no era el objetivo buscado con la suplementación ya que siempre se estuvo igualando los requerimientos de mantenimiento y no se buscó la ganancia de peso. El objetivo estudiado fue encontrar la diferencia entre los dos tratamientos, obteniéndose como resultado el mejor aprovechamiento del forraje en el lote suplementado, siendo este el objetivo planteado de la suplementación en esta época del año. Por otro lado el cálculo de alimento consumido no es real ya que se estimó por la diferencia entre el forraje disponible más crecimiento menos el remanente y no por técnicas más precisas como animales fistulados, aunque a altas intensidades de pastoreo el forraje desaparecido se puede asimilar al consumido.

## 8. CONCLUSIONES

La disponibilidad de materia seca fue una de las limitantes más importantes para obtener los resultados esperados.

Existen diferencias estadísticas en las ganancias de PV en los animales que fueron suplementados siempre y cuando la disponibilidad de pastura no sea limitante (primer período).

En animales jóvenes la suplementación proteica constituye una herramienta importante para el mejor aprovechamiento de las pasturas de mala calidad en invierno.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Akay, V. , Tikofsky,J., Holtz,C., Dawson,K.A. (2004). Optigen 1200: liberação controlada de nitrogênio não protéico no rúmen. Anais do Simpósio Brasileiro Alltech. Volumen 105-111.
2. Allden, W.G. (1981). Energy and protein supplements from grazing livestock. Em: F.H.W. Morley (ed.) Grazing Animals. World Animal Science, N.Y. p. 189-308.
3. Arnold, G.W., (1981). Grazing behaviour. Em: Morley, F. H. W. (ed.) Grazing animal. Amsterdam, Elsevier. p. 79-104.
4. Araque, C. (2001). El uso de la urea en la alimentación de rumiantes. FONAIAP. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Táchira. Disponible en <http://www.produccionbovina.com>. Consultado 10 de noviembre de 2010.
5. Astibia, O.R.; Cangiano, C.A.; Cocimano, M.R. y Santini, F.J. (1984). Utilización del nitrógeno por el rumiante. Revista Argentina de Producción Animal. 4 (4): 373-384.
6. Bagnato Romano, G, Bouvier Bernardi, A., Zorrilla De San Martin Fischer, A. (2007). Ensilaje de grano húmedo de maíz para la producción de leche. Estrategias de utilización: corrección proteica. Montevideo. Uruguay. Tesis de grado. Universidad de la República Facultad de Agronomía. p. 1 – 46.
7. Bines, J.A. (1976). Regulation of food intake in dairy cows in relation to milk production. Livestock Production Science. 3: 115-128.
8. Blaser, R. E., Hammes, R. C., Bryant, H. T.; Hardison, W. A., Fontenot, J. P.; and Engel, R. W. (1960). The effect of selective grazing on animal output. Proc. VIII Int. Grassland Cong. Virginia Agricultural Experimental Station. P: 601-606.
9. Blaser, R. E; Hammes Jr.; Fontenot, J. P.; Briant, H. T.; Polan, C. E.; olf, D. D. Mc. Claghery, F. S.; Kline, R. G.; Moore, J. S. 1986. Animal management systems. Virginia Agricultural Experimental Station. p. 90
10. Bodine, T; Purvis, H. (2003): Effects of supplemental energy and/or degradable intake protein on performance, grazing behavior, intake, digestibility, and fecal and blood indices by beef steers grazed on dormant native tallgrass prairie. J. Anim. Sci. 81: 304 – 317.
11. Bowman, J; Sowell, B. (1997): Delivery method and supplement consumption by grazing ruminants: A review, J. Anim. Sci. 75:543-550.

12. Buttery, P. (1977). Biochemical basis of rumen fermentation. p.18
13. Cabrera Nuñez, A., Elorza Martínez, P., Daniel Rentarúa, I. (2005), Efecto de tres suplementos proteicos sobre la ganancia de peso en: becerros cebú/suizo que pastan en Zacate Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*). Revista UDO Agrícola 5 (1): 103-106. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Veracruzana. Tuxpan, Veracruz. México. Disponible en: [pelorzam70@hotmail.com](mailto:pelorzam70@hotmail.com). Consultado 10 de noviembre de 2010.
14. Carámbula, M. (1991). Aspectos relevantes para la producción forrajera. Uruguay. Treinta y Tres, INIA (Serie Técnica N° 19) p. 46
15. Carámbula, M. (1996). Pasturas naturales mejoradas. Uruguay. Montevideo, Hemisferio Sur. 524 p.
16. Carámbula, M. (2004). Pasturas y Forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. T.3, 413 p.
17. Cayley, J., Bird, P., (1991). Techniques for measuring pastures, Department of Agriculture, Victoria. p. 121
18. Chalupa, W., J.D. Ferguson. (1988). Recent concepts in protein use for ruminants. Em. Proc. South-West. Nutr. Manage. Conf. Dep. Anim. Sci., Univ. Tucson, Arizona, USA. p. 39-54
19. Chilbroste, P. (1998). Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero: I Predicción del consumo. XXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. p. 1-7.
20. Church, D.C. (1988). The ruminants animals; digestive, physiology and nutrition. New Jersey, Prentice Hall. s.p.
21. Clanton, D. C. (1978): Non-protein nitrogen in range supplements. J. Anim. Sci. 47 :765-779.
22. Combellas, J., (1992). Sistemas de suplementación estratégica. Convenio MAC-PDVSA. Informe acumulado. 1990-1991. 55 p.
23. Cochran, R; Koster, H; Olson, K; Heldt, J; Mathis, C; Woods, B. (1998): Supplemental protein sources for grazing beef cattle, Proc. 9th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, University of Florida, Gainesville. 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). Consulta: 10 de noviembre de 2010.

24. Conrad, H.R. (1964). Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants; physiological and physical factors limiting feed intake. *Journal of Dairy Science*. 47: 54.
25. Cozzolino, D., Fassio, A., Gimenez, A. (2000). The use of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) to predict the composition of whole maize plants. *J. Sci. Food Agric.*81:142-146.
26. Crampton, E. W. (1962). *Nutrición animal aplicada. El uso de los alimentos en la formulación de raciones para el ganado*. Editorial Acribia, Zaragoza. p. 416 – 436.
27. Curll, M. L.; Wilkins, R. J. (1982). Frequency and severity of defoliation of grass and clover by sheep at different stocking rates. *Grass and Forage Sciences* 37: 291 – 297.
28. DelCurto, T; Cochran, R; Harmon, D; Beharka, A; Jacques, K, Towne, G; Vanzant, E. (1990): Supplementation of dormant tallgrass-prairie forage: I. Influence of varying supplemental protein and (or) energy levels on forage utilization characteristics of beef steers in confinement. *J. Anim. Sci.* 68: 515 – 531.
29. DelCurto, T; Hess, B; Huston, J; Olson, K. (2000): Optimum supplementation strategies for beef cattle consuming low-quality roughages in the western United States, *Proc. of Am. Soc. of Anim. Sci.*
30. De Leon, M. (2005). Estrategias de suplementación de pasturas. INTA E.E.A Manfredi, Proyecto Regional de Ganadería, Producción de Carne Bovina, Boletín Técnico Producción Animal, Año 3 N° 5.
31. Demment, M. W., P. J. Van Soest. (1985). A nutritional explanation for body-size patterns of ruminant and nonruminant herbivores. *Am. Nat.* 12: 55 - 41.
32. Durán, A., García, F., Labella S. (1991) *Propiedades hídricas de los suelos*. Facultad de Agronomía. 122 pp.
33. Elizalde, J.C., C.A. Franchone, V.F. Parra. (2003a). Ganancia de peso y eficiencia de conversión en vaquillonas alimentadas a corral con dietas basadas en cebada y afrechillo de trigo. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 23(1): 54.
34. Elizalde, J.C., C.A. Franchone, V.F. Parra. (2003b). Ganancia de peso y eficiencia de conversión en vacunos alimentados a corral con dietas basadas en granos de maíz entero, cebada entera o aplastada y afrechillo de trigo. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 23(1):55.

35. Elizondo, L.; Gil, A.; Rubio, L. (2003). Efecto de la suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal sobre el consumo y comportamiento ingestivo de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sobre una mezcla de avena y raigrás en estado vegetativo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 93 p
36. Escuder, J. C. (1996). Manejo de la defoliación. Efecto de la carga y métodos de pastoreo. En: C. A. Cangiano (Ed.) Producción Animal en Pastoreo. INTA. Balcarce. p. 65-83
37. Fernandez, J.; Foglino, F. (2009) Efecto del periodo de ocupación de pastoreo en la productividad de una pastura de primer año de raigras perenne, trébol blanco, Lotus corniculatus y agropiro. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 68 p.
38. Frame, J., (1993). Herbage mass. Em. Sward measurement handbook, 2a. Ed. The British Grassland Society
39. Frixell, J.M. (1991) Forage quality and aggregation by large herbivores. In: The American Naturalist, 38 (2): 479 – 498.
40. García, A. (1991). El medio ambiente ruminal. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. INIA Series técnicas No 13. p. 201 – 202.
41. García, A. (1995). Valor nutritivo de los suplementos disponibles en Uruguay. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. INIA, Series técnicas No 13. p. 204 – 217.
42. Gregorini, P., M. Eirin, R. Refi, M. Ursino, O. Ansin, S. A. Gunter. (2006). Timing of herbage allocation in strip grazing: Effects on grazing pattern and performance of beef heifers. Journal of Animal Science.84:1943.
43. Hennessy, D.W.; Williamson, P.J.; Nolan, J.V.; KEMPTON, T.J.; L., LENG, R.A. (1983). The roles of energy – or protein – rich supplements in the subtropics for young cattle consuming basal diets that are low in digestible energy and protein. Journal of Agricultural Science 100: 657-666.
44. Hodgson, J. (1982). Ingestive behavior. In: herbage intake handbook. British Grassland Society, pp. 113 – 143.
45. Hodgson, J. (1990): “Grazing management. Science into Practice”, Longman, 201 p.

46. Horn G.W., F.T. McCollum, (1987). Energy supplementation of grazing ruminants. Em: M. B. Judkins. Univ. Of Wyoming, Laramine. (Ed.) Proc. Grazing Livest. Nutr. Conf. p 125-136.
47. Illg D.J., Stern M.D., (1994). In vitro and in vivo comparisons of diaminopimelic acid and purines for estimating protein synthesis in the rumen. Anim. Feed Sci. Technol., 48: 49-55.
48. Jamieson, W.S., J. Hodgson. (1979). The effects of variation in sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves and lambs under a continuous stocking management. Grass Forage Sci. 34:273-282.
49. Journet, M.; Remond, B. (1976). Physiological factors affecting the voluntary intake of feed by cows; a review. Livestock Production Science. 3: 129-146.
50. Kennedy, W. K., Wilcox, J. C., Daven Port, D. G« (1960). Influence of system of grazing on animal and plant performance. Em: Proce edings VIH th Internatio nal Grasslands Con gress, Paper 9B/2.
51. Kloster, A.M., N.J. Latimori, M.A. Amigone. (2000). Evaluación de dos sistemas de pastoreo rotativo a dos niveles de asignación de forraje en una pastura de alfalfa y gramíneas. Rev. Arg. Prod. Anim. 20:187-198.
52. Koster, H; Cochran, R; Titgemeyer, E; Vanzant, E; Nagaraja, T; Kreikemeier, K; St. Jean, G. (1997): Effect of increasing proportion of supplemental nitrogen from urea on intake and utilization of low-quality, tallgrass-prairie forage by beef steers. J. Anim. Sci. 75:1393 – 1399.
53. Koster, H; Woods, B; Cochran, R; Vanzant, E; Titgemeyer, E; Grieger, D; Olson, K; Stokka, G. (2002): Effect of increasing proportion of supplemental N from urea in prepartum supplements on range beef cow performance and on forage intake and digestibility by steers fed low-quality forage. J. Anim. Sci. 80: 1652 – 1662.
54. Kunkle, W; Bates, D. (1998): Evaluating feed purchasing options: energy, protein, and mineral supplements, Proc. of the 47th Annual Florida Beef Cattle Short Course, University of Florida, Gainesville
55. Laca, E.A.; Ungar, E.D.; Seligman, N.G.; Ramey, M.R., Demment, M.W. (1992). Effect of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. Grass and Forage Science 47:91-102.
56. Lange, A. (1980). Suplementación de pasturas para la producción de carnes. 2ª ed. Buenos Aires, Comisión Técnica de Producción de Carnes. 74 p.

57. Leaver, J. D. (1985). Milk production from grazed temperate grassland. *J. Dairy Res.* 52:313-344.
58. Legendre, P., Fortin, M. J. (1989). Spatial pattern and ecological analysis; *Vegetation*, 80: 107 - 130
59. León Godoy S. de., C. F. Chicco. (1991). Suplementación de bovinos alimentados con forraje de pobre calidad con fuentes de proteínas de diferentes tasas de degradación ruminal. *Zoot. Tropical.* 9:131-144.
60. Maynard, L. A., J. K. Loosli, H. F. Hintz, R. G. Warner. (1981). *Nutrición Animal.* México. Ed. McGraw-Hill.. 640 p.
61. Mathis, C; Cochran, R; Heldt, J; Woods, B; Abdelgadir, I; Olson, K; Titgemeyer, E; Vanzant, E. (2000): Effects of supplemental degradable intake protein on utilization of medium- to low-quality forages. *J. Anim. Sci.* 78:224 – 232. 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). Consulta: 10 de noviembre de 2010.
62. Mathis, C. (2003): Protein and energy supplementation to beef cows grazing New Mexico rangelands, New Mexico State University, College of Agriculture and Home Economics, Circular 564. 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). Consulta: 10 de noviembre de 2010.
63. Mathis, C; Sawyer, J; Waterman, R. (2003): Urea in range cattle supplements, New Mexico State University, College of Agriculture and Home Economics, Circular 583.
64. Mattiauda, D.A.; Favre, E.; Chilbroste, P. (1997). Suplementación energética de vacas lecheras en pastoreo con subproductos de la industria. In: Congreso Binacional de Producción Animal (1º.), Congreso Argentino de Producción Animal (21º.), Congreso Uruguayo de Producción Animal (2º., 1997). *Revista Argentina de Producción Animal.* 17(sup. 1): s.p.
65. Maynard, L. A. (1984). *Nutrición animal.* México, Mc Graw-Hill. s.p.
66. McCollum, T. (1997): Supplementation strategies for beef cattle, Texas A&M University System, Texas Agric. Ext. Service, Publ. B – 6067. 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). Consulta: 10 de noviembre de 2010.

67. McDowell, L. R. (1992): Minerals in animal and human nutrition, Academic Press, p. 524.
68. McLennan, S. ; Poppi, D. ; Gulbrandsen, B. (1995): Supplementation to increase growth rates of cattle in the tropics protein or energy. Recent Advances in Animal Nutrition in Australia, p. 89 – 96
69. Mc Meekan, C. P.; M. J. Walshe. (1963). The interrelationships of grazing method and stocking rate in the efficiency of pasture utilization by dairy cattle. J. Agric. Sci., 61: 147 – 163.
70. Méndez, D.G., Davies, P. (2004). Herramientas para mejorar las ganancias de peso. Rev. Súper Campo 113: 6-10.
71. Méndez, D.G., Davies, P., Peralta, O., Zamolinski, A. (2004). Verdeos de invierno. Cuadernillo de Forrajeras N° 82: 28-31.
72. Méndez, D.; Davies, P.; Zamolinski A. y Peralta, O. 2004. Momento de utilización y calidad nutricional de avena y raigrás en la región noroeste bonaerense. Rev. Arg. Prod. Anim. 24 (supl. 1): 77-78.
73. Méndez, D.; Davies, P.; Zamolinski A., Peralta, O. (2004). Producción trienal de verdeos de invierno en la región noroeste bonaerense. Rev. Arg. Prod. Anim. 24 (Supl. 1):238-239.
74. Mertens, D.R. 1994. Regulation of forage intake. Em: Fahey, G. C. (ed.) Forage quality, evaluation and utilization. Madison, WI, American Society of Agronomy. p. 450-493.
75. MILLOT, J.C. (1991). Manejo del pastoreo y su incidencia sobre la composición botánica y productividad de campo natural. Pasturas y producción animal en áreas ganaderas extensivas. Montevideo, INIA. (Serie Técnica, n.13), 6p.
76. Montossi, F. Risso, D. F. Pigurina, G. (1996). Consideraciones sobre utilización de pasturas. Producción y manejo de pasturas. INIA, Series Técnicas No 80. p. 93 – 106.
77. Montossi, F. Pigurina, G. Santamarina, I., Berretta, E. (2000). Estudios de Selectividad Animal en Diferentes Comunidades Vegetales de la Region de Basalto y su Importancia Practica en el Manejo del Pastoreo con Ovinos y Vacunos. Selectividad Animal y Valor Nutritivo de la Dieta de Ovinos y Vacunos en Sistemas Ganaderos. INIA, Serie Tecnica 113. p. 86 – 88.
78. Moore, J; Kunkle, W, (1995): Improving forage supplementation programs for beef cattle, Proc. 6th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, University of Florida, Gainesville. 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). Consulta: 10 de noviembre de 2010.

79. Mott, G. O., (1960). Grazing pressure and the measurement of pasture production. Proc. 8th Int. Grassland Cong. p. 606-611.
80. Ochoa Scremini, P.A., Vidal Piñeyro, M.L., (2004). Evaluación de la respuesta a la suplementación proteica de terneras de destete pastoreando campo natural diferido. Montevideo Uruguay Universidad de la República Facultad de Agronomía. Disponible en: <http://164.73.52.13/iah/textostesis/2004/3194och3.pdf>. Consultado el 10 de noviembre de 2010.
81. Oldham, J. D. P. J. Buttery, H. Swan, D. Lewis. (1977). Interactions between dietary carbohydrate and nitrogen and digestion in seep. Br. J. Nutr. 89:467-479.
82. Orcasberro, R. (1991). Suplementación y performance de ovinos y vacunos alimentados con forraje. Em: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. Serie Técnica no. 13. p. 225-238.
83. Orcasberro. R (1992). Suplementación de vacas lecheras con concentrados. In: Jornada Regional de Lechería, Paysandú, Uruguay. Centro Agronómico Regional Paysandú. s.p
84. Orskov, E. R. (1976). Factores que influyen la utilización del nitrógeno proteico y el no proteico (NNP) en rumiantes jóvenes. Producción Animal Tropical. 3: 95-102.
85. Orskov, E. R. (1982). Protein nutrition in rumiantes. Londres, Academic.
86. Orskov, E.R. (1990). Alimentación de los rumiantes: principios y prácticas. Zaragoza, Acribia. 119 p.
87. Ospina Patiño, H., Knorr M., Finkler da Silveira, A.L., Roberto, P., Mühlbach, F., Matheus Mallmann, G., Schuler Medeiros, F. (2006). Desempeño de novillos suplementados con sales proteinadas en pasturas nativas. Disponible en: [http://www.engormix.com/desempeno\\_novillos\\_suplementados\\_con\\_s\\_articulos\\_687\\_GDC.htm](http://www.engormix.com/desempeno_novillos_suplementados_con_s_articulos_687_GDC.htm). Consulta: 10 de noviembre de 2010.
88. Pasinato, A; Sevilla G. (2002). Suplementación en rumiantes. Disponible en: [http://www.produccionovina.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacio](http://www.produccionovina.com.ar/informacion_tecnica/suplementacio)

n/31- uplementacion\_de\_rumiantes.htm. Consulta: 10 de noviembre de 2010.

89. Pearson, C.J.; ISON, R.L. (1994). *Agronomía de los sistemas pastoriles*, Buenos Aires, Hemisferio Sur. p. 157.
90. Pigurina, G. (1991). *Suplementación dentro de una estrategia de manejo en áreas de ganadería extensiva. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva*. INIA, Series técnicas No 13. p. 195 – 197.
91. Poppi, D. P.; Hughes, T. P.; L’Huillier, P. J. (1987). *Intake of Pasture by Grazing Ruminants. Livestock Feeding on Pasture. Occasional Publication N. 10*, New Zealand Society of Animal Production: p. 55-63.
92. Prescott, J.H.D. (1974). *Utilización de forrajes y alimentación suplementaria para vacunos en pastoreo*. *Producción Animal*, 3:147-168
93. Quintans, G. (1993). *Suplementación estratégica en el rodeo de cría*. En: *Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica*, Montevideo, Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay. p. I-12 – I-14
94. Rearte, D. H.; Gaciarena, D. A.; Santini, F. J. U. (1992). *Alimentación y composición de la leche en los sistemas pastoriles*. Balcarce, Centro Regional Buenos Aires Sur (CERBAS)/INTA. 94 p.
95. Reid, D., (1966): *The response of herbage yields and quality to a wide range of nitrogen application rates*. *Proc. 10<sup>th</sup> Int. Grassld. Congress*, 209-213 p.
96. Reinoso, V; Soto, C. (2006): *Cálculo y manejo en pastoreo controlado. III) Pastoreo por horas. Determinación de la disponibilidad y crecimiento de la pastura*. *Veterinaria (Montevideo)*. 41 (161–162): 25 – 30.
97. Risso, D., Zarza, A. (1981): "*Producción y utilización de pasturas para engorde*". *Utilización de pasturas y engorde eficiente de novillos*, *Miscelánea 28*, La Estanzuela, CIAAB, p 7-27.
98. Robbins, C.T., Mole, S., Hagerman, A.E., Hanley, T.A. (1987). *Role of tannins in defending plant against ruminants: Reduction in dry matter digestion*. *Ecology*. 68 (6): 1607 – 1615.
99. Rovira, J. 1996. *Manejo Nutritivo de los Rodeos de Cría*. Montevideo, Uruguay. Hemisferio Sur. 288 p.

100. Rochinoti, D. Uso de la suplementación energético proteica. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/carne/carnep10.pdf>. Consulta 10 de noviembre de 2010.
101. Riquelme, E. (1984). Suplementación y efectos asociativos en dietas basadas en sub-productos agrícolas. Memorias del seminario sobre utilización de subproductos agroindustriales en la alimentación de rumiantes. Colegio de Posgraduados. México p 1-24.
102. Siebert, B; Hunter, R. (1982): "Supplementary feeding of grazing animals". En: J. B. Hacker (Ed.), Nutritional limits to animal production from pasture. Farnham Royal, Commonwealth Agricultural Bureaux, p 409-426.
103. Slanac, A., Balbuena, O., Stahringer, R. C., Navamuel, J. M., Kucseva, C. D., Koza, G. A., (2003). Suplementación invernal con expeller de algodón a vaquillas en pastoreo con forraje de baja calidad. Efectos sobre parámetros productivos. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2004/4-Veterinaria/V-026.pdf>. Consulta: 15 de junio de 2011.
104. Sniffen, C. J., J. D. O'Connor, P. J. Van Soest, D. G. Fox, J. B. Russell. (1992). A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. J. Anim. Sci. 70:3562 – 3577
105. Soto, C., Reinoso, V. (2007). Suplementación proteica en ganado de carne. Rev. Soc. Vet. del Uruguay (Montevideo) 42(167):27-34. <sup>1</sup>DMTV, actividad privada. Manuel Oribe 389, Artigas, Uruguay. Disponible en: [srvet@adinet.com.uy](mailto:srvet@adinet.com.uy) [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar). Consulta: 10 de noviembre de 2010
106. Sprinkle, J. (2000): Protein supplementation, The Universtiy of Arizona, Cooperative Extension. 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). Consulta: 10 de noviembre de 2010.
107. Stafford, S; Cochran, R; Vanzant, E; Fritz, J. (1996): Evaluation of the potential of supplements to substitute for low-quality, tallgrass-prairie forage. J. Anim. Sci. 74: 639 – 647
108. Stanton, T. (1998): Urea and NPN for cattle and sheep, Colorado State University, Cooperative Extension, Bull. No. 1608. p. 57.
109. Satter, L. D., L. W. Whitlow and G. L. Beardsley. (1979). Resistance of protein to tureen degrada-tion and its significance to the dairy cow. Proc. Distillers Fed Res. Council 32:23

110. Stobbs, T. H. (1974). Components of grazing behavior of dairy cows on some tropical and temperate pastures. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 10: 299 – 302
111. Suplementación proteica de bovinos sobre campo natural. Disponible en: [www.inia.org.uy/prado/2004/suplementacion\\_proteica.htm](http://www.inia.org.uy/prado/2004/suplementacion_proteica.htm). Consulta: 10 de noviembre de 2010.
112. Tamminga, S. (1979). Protein degradation in the forestomach of ruminants. *J. Anim. Sci.* 49:1615-1630.
113. Tothill, J., Hargreaves J., Jones, R. (1978). "A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition." *Tropical Agronomy Technical Memorandum N° 8*. P. 22 – 25.
114. Underwood, E.; Suttle, N. (1999): *The mineral nutrition of livestock*, 3a. Ed, CAB International, p. 614.
115. Ungar, E.D. (1996). Ingestive behaviour. Em: Hodgson, J. Illius, A.W. *The ecology and anagement of grazing systems*. Ed. CAB International. p. 185-218.
116. Van Vuuren, A.M.; Van Der Koelen, C.J.; Vroons-De Bruin, J. (1986). Influence of level and composition of concentrate supplements on rumen fermentation patterns of grazing dairy cows. *Netherlands Journal of Agricultural Science*. 34: 457-467.
117. Viglizzo, E., (1981). *Dinamica de los Sistemas Pastoriles de Produccion Lechera*. Hemisferio Sur S.A., Buenos Aires. p. 125
118. Viglizzo E, Roberto Z. (1993). Pastoreo vs. Confinamiento. En: *Alimentación práctica de bovinos en pastoreo*. 1. Serie de Divulgación Técnica Proyecto Integrado Pampas, INTA.
119. Watkin, B. R.; Clements, R. J. (1978). The effects of grazing animals on pasture. (ed.) *Planet relations in pastures*. Proceedings of the Symposium held in Brisbane, 1976. East Melbourne, C.S.I.R.O., p. 273 – 289.

## 10. ANEXOS

### 10.1 ANEXO 1



<b>Etapas</b>	<b>Actividades</b>	<b>Día</b>
<b>Preparatoria</b>	Validación de protocolo.	
	Elección de animales y acondicionamiento de los potreros.	
<b>Ejecución</b>	Pesado y extracción de materia fecal para coprología.	<b>0</b>
	Determinación de biomasa.	
	Colocación de jaulas y emparejamiento del forraje.	
	Determinación de biomasa.	<b>10</b>
	Pesado de los animales.	<b>29</b>
	Determinación de biomasa.	<b>58</b>
	Pesado de los animales.	<b>68</b>
	Determinación de biomasa.	
	Pesado de los animales.	<b>84</b>
	Determinación de biomasa.	
	Corte de forraje dentro de las jaulas.	
<b>Evaluación</b>	Análisis de los datos.	
	Redacción del trabajo final.	
	Difusión y publicación de los resultados.	

## 10.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO POR PERIODO. ANEXO 2.

### Análisis de la varianza

Variable	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ganancia	0,10	0,07	410,51

### Cuadro de Analisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,42	2	0,21	2,86	0,0662
trat	0,42	2	0,21	2,86	0,0662
Error	3,73	51	0,07		
Total	4,15	53			

**Test: LSD Fisher Alfa= 0,05 DMS= 0,18129**

Error: 0,0732 gl: 51

trat	Medias
Segundo período	0,01 B
Tercer período	0,03 AB
Primer período	0,19 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

### 10.3 ANÁLISIS DE LA PRIMER PESADA. ANEXO 3

#### Análisis de la varianza

Variable	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
C29-jul	0,97	0,97	2,60

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	9763,07	2	4881,53	284,75	<0,0001	
trat	302,93	1	302,93	17,67	0,0006	
C01-jul	8905,02	1	8905,02	519,45	<0,0001	1,01
Error	291,43	17	17,14			
Total	10054,50	19				

**Test: LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS= 3,22116**

Error: 17,1432 gl: 17

trat	Medias
S/Suplemento	155,58 B
Suplementado	163,42 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,10)

### 10.4 ANÁLISIS DE LA SEGUNDA PESADA. ANEXO 4

#### Análisis de la varianza

Variable	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
C6-sep	0,96	0,96	3,54

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	11879,82	2	5939,91	192,00	<0,0001	
trat	18,35	1	18,35	0,59	0,4540	
C01-jul	11074,41	1	11074,41	357,96	<0,0001	1,20
Error	433,12	14	30,94			
Total	12312,94	16				

**Test: LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS= 4,78980**

Error: 30,9373 gl: 14

trat	Medias
S/Suplemento	155,67 A
Suplementado	157,83 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,10)

## 10.5 ANÁLISIS DE LA TERCER PESADA. ANEXO 5

### Análisis de la varianza

Variable	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	CV
		Aj	
C22-sep	0,92	0,90	5,23

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	10386,49	2	5193,25	76,54	<0,0001	
trat	1,01	1	1,01	0,01	0,9048	
C01-jul	9916,95	1	9916,95	146,16	<0,0001	1,14
Error	949,89	14	67,85			
Total	11336,38	16				

**Test: LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS= 7,09330**

Error: 67,8491 gl: 14

trat	Medias	
S/Suplemento	157,14	A
Suplementado	157,65	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,10)