

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION CON GRANO DE MAIZ ENTERO O  
MOLIDO Y DE LA ASIGNACIÓN DE FORRAJE SOBRE LA PERFORMANCE  
DE NOVILLOS HEREFORD PASTOREANDO PASTURAS DE CALIDAD EN EL  
PERIODO OTOÑO – INVERNAL**

por

Sebastián BARTABURU VIGNOLO  
Pablo COOPER XAVIER  
Mauro LANFRANCONI PEREIRA  
Leonardo OLIVERA URIARTE

TESIS presentada como uno de los  
requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo  
(Orientación Agrícola – Ganadera)

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2003**

Tesis aprobada por:

Director:

\_\_\_\_\_  
Nombre completo y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre completo y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre completo y firma

Fecha:

Autor:

\_\_\_\_\_  
Nombre completo y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre completo y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre completo y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre completo y firma

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos agradecer, en primera instancia, a nuestras familias por el apoyo incondicional durante el presente trabajo así como también durante todo nuestro proceso formativo.

A los Ing. Agr. Virginia Beretta, Alvaro Simeone y al Médico Veterinario Juan Franco por la dirección y el apoyo brindado durante la elaboración de la tesis.

Al Ing. Agr. Oscar Bentancourt de la Cátedra de Estadística y Computos por la realización de el análisis estadístico de los datos recabados.

Al jefe de operaciones de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni Ing. Agr. Enrique Cairus y al funcionario Arévalo por su disposición.

Al resto de los tesisistas de la Cátedra de Bovinos de Carne del año 2002: A. Gil, L. Elizondo, L. Rubio, R Francois, G. Magri, F. Montes y al Ing. Agr. F. Baldi por su aporte durante este trabajo.

A los Ing. Agr. J. Carriquiry, R. Normey y P. Pardiñas por el aporte de bibliografía.

## LISTA DE CUADROS Y GRÁFICOS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Gráfico 1:</i> Relación entre la disponibilidad y la altura de la pastura y su evolución por quincena.....                                                                                                                                                                               | 47 |
| <i>Gráfico 2:</i> Evolución del contenido de MS (%) del forraje ofrecido (promedio por quincena).....                                                                                                                                                                                       | 50 |
| <i>Gráfico 3:</i> Evolución del peso vivo (kg) por tratamiento, ajustado por peso vivo inicial.....                                                                                                                                                                                         | 52 |
| <i>Gráfico 4:</i> Ganancia media diaria (GMD) promedio para todo el experimento y para cada tratamiento (ajustada por regresión).....                                                                                                                                                       | 54 |
| <i>Gráfico 5:</i> Eficiencia de conversión por hectárea observada (kg de suplemento/kg extra de PV/ha) y corregida por el incremento en la receptividad de la pastura de novillos Hereford pastoreando en dos AF suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del PV..... | 63 |
| <i>Gráfico 6:</i> Producción de carne por hectárea (kg/ha) de novillos Hereford pastoreando en dos AF suplementados con grano de maíz Entero o molido a razón del 1% del peso vivo.....                                                                                                     | 66 |

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| PAGINA DE APROBACIÓN.....                                                                                    | II  |
| AGRADECIMIENTOS.....                                                                                         | III |
| LISTA DE CUADROS Y GRÁFICOS.....                                                                             | IV  |
| 1. INTRODUCCIÓN.....                                                                                         | 1   |
| 2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....                                                                       | 4   |
| 2.1 INTRODUCCIÓN.....                                                                                        | 4   |
| 2.2 FACTORES DE LA PASTURA QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN ANIMAL.....                                             | 6   |
| 2.2.1 <u>Valor nutritivo del forraje</u> .....                                                               | 6   |
| 2.2.1.1 Factores que afectan el valor nutritivo.....                                                         | 7   |
| 2.2.1.2 Relación entre consumo- disponibilidad- altura- % de materia seca del forraje.....                   | 7   |
| 2.2.1.3 Digestibilidad.....                                                                                  | 9   |
| 2.2.1.4 Eficiencia de utilización de los productos de la fermentación.....                                   | 11  |
| 2.3 FACTORES DE MANEJO QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN ANIMAL.....                                                 | 13  |
| 2.3.1 <u>Intensidad de pastoreo</u> .....                                                                    | 13  |
| 2.3.1.1 Efecto de la presión de pastoreo en el consumo de forraje y % de utilización.....                    | 17  |
| 2.3.1.2 Efecto de la presión de pastoreo sobre el forraje residual y su relación con la ganancia animal..... | 17  |
| 2.3.1.3 Efecto de la presión de pastoreo en la ganancia por animal y por unidad de área.....                 | 18  |
| 2.3.2 <u>Sistema de pastoreo</u> .....                                                                       | 20  |
| 2.3.2.1 Efecto del cambio de franja en la ganancia de peso.....                                              | 20  |
| 2.3.3 <u>Rebrote de la pastura de raigrás</u> .....                                                          | 20  |
| 2.4 SUPLEMENTACIÓN COM CONCENTRADOS ENERGÉTICOS.....                                                         | 21  |
| 2.4.1 <u>Conceptos generales</u> .....                                                                       | 21  |
| 2.4.2 <u>Características del suplemento y efecto del procesamiento</u> .....                                 | 22  |
| 2.4.3 <u>Efecto del nivel de suplementación, cantidad y calidad del forraje sobre la sustitución</u> .....   | 24  |
| 2.4.4 <u>Suplementación en pasturas desbalanceadas</u> .....                                                 | 26  |

|         |                                                                                            |    |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4.5   | <u>Efecto de la suplementación en la digestión</u> .....                                   | 27 |
| 2.5     | EFFECTO DEL TIPO DE DIETA SOBRE LA COMPOSICIÓN DE LA CANAL....                             | 29 |
| 2.5.1   | <u>Introducción</u> .....                                                                  | 29 |
| 2.5.2   | <u>Efecto de la tasa de ganancia y el tipo de dieta sobre la calidad de la carne</u> ..... | 30 |
| 2.6     | HIPOTESIS.....                                                                             | 34 |
| 3       | <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....                                                          | 35 |
| 3.1     | LOCALIZACIÓN.....                                                                          | 35 |
| 3.2     | CLIMA.....                                                                                 | 35 |
| 3.3     | SUELOS.....                                                                                | 35 |
| 3.4     | ANIMALES.....                                                                              | 36 |
| 3.5     | PASTURA Y SUPLEMENTO.....                                                                  | 36 |
| 3.6     | TRATAMIENTOS.....                                                                          | 37 |
| 3.7     | PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....                                                            | 37 |
| 3.7.1   | <u>Procedimiento pre-experimental</u> .....                                                | 38 |
| 3.7.2   | <u>Procedimiento experimental</u> .....                                                    | 38 |
| 3.7.2.1 | Manejo de la pastura.....                                                                  | 38 |
| 3.7.2.2 | Manejo de la suplementación.....                                                           | 39 |
| 3.7.2.3 | Manejo sanitario.....                                                                      | 40 |
| 3.8     | DETERMINACIONES REALIZADAS.....                                                            | 40 |
| 3.8.1   | <u>Animales</u> .....                                                                      | 40 |
| 3.8.1.1 | Peso vivo.....                                                                             | 40 |
| 3.8.1.2 | Altura de los animales.....                                                                | 41 |
| 3.8.1.3 | Consumo de suplemento.....                                                                 | 41 |
| 3.8.1.4 | Eficiencia de conversión del suplemento.....                                               | 41 |
| 3.8.1.5 | Ganancia de peso vivo por unidad de área.....                                              | 42 |
| 3.8.1.6 | Mediciones de canal y carne.....                                                           | 42 |
| 3.8.2   | <u>Pastura</u> .....                                                                       | 42 |
| 3.8.2.1 | Forraje disponible.....                                                                    | 42 |
| 3.8.2.2 | Rechazo.....                                                                               | 43 |
| 3.8.2.3 | Calidad del forraje.....                                                                   | 44 |
| 3.9     | ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....                                                                  | 44 |
| 4.      | <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....                                                        | 46 |
| 4.1     | Características de la pastura.....                                                         | 46 |

|         |                                                           |    |
|---------|-----------------------------------------------------------|----|
| 4.1.1   | <u>Disponibilidad y altura del forraje ofrecido</u> ..... | 46 |
| 4.1.2   | <u>Calidad del forraje disponible</u> .....               | 48 |
| 4.1.2.1 | Composición química.....                                  | 48 |
| 4.1.2.2 | Composición botánica.....                                 | 49 |
| 4.1.2.3 | Contenido de materia seca.....                            | 50 |
| 4.2     | Evolución del peso vivo y ganancia diaria.....            | 51 |
| 4.3     | Utilización del forraje.....                              | 56 |
| 4.4     | Consumo de grano.....                                     | 58 |
| 4.5     | Eficiencia de conversión.....                             | 60 |
| 4.5.1   | <u>Eficiencia de conversión individual</u> .....          | 60 |
| 4.5.2   | <u>Eficiencia de conversión por hectárea</u> .....        | 62 |
| 4.6     | Producción de carne por hectárea.....                     | 65 |
| 4.7     | Rebrote de la pastura.....                                | 68 |
| 4.8     | Rendimiento y composición de la canal.....                | 69 |
| 4.9     | Discusión general.....                                    | 75 |
| 5       | CONCLUSIONES.....                                         | 77 |
| 6       | RESUMEN.....                                              | 79 |
| 7       | SUMMARY.....                                              | 81 |
| 8       | BIBLIOGRAFÍA.....                                         | 83 |
| 9       | ANEXOS.....                                               | 93 |



## **1. INTRODUCCIÓN**

La producción de carne en el Uruguay es casi exclusivamente realizada en sistemas pastoriles sobre campo natural y en menor medida sobre praderas plurianuales y verdeos. Estos últimos aportan forraje de alta calidad y cantidad en el período invernal. En sistemas agrícola – ganaderos de producción intensiva de carne del litoral del país los mismos representan el 20% del área de pastoreo.

Debido a que la producción de forraje es muy dependiente de las condiciones climáticas, la misma presenta una marcada estacionalidad, la cual se refleja en las variaciones en la producción de carne a lo largo del año.

El otoño ha sido detectado como un período problemático en lo que respecta a ganancias de peso vivo y baja productividad por hectárea. En sistemas pastoriles experimentales durante otoño se han registrado ganancias promedio veinticinco por ciento inferiores a las ganancias promedio anuales (0.634 kg/an/día). Concomitantemente, en situaciones comerciales de producción con ganancias promedio anuales de 0.483 kg/an/día, las diferencias observadas han sido aún de mayor magnitud (34%).

La oferta de forraje es una medida de manejo del pastoreo debido al efecto que tiene sobre el consumo animal y este a su vez condiciona la

performance individual. Aumentos en la carga llevarían a reducciones en la tasa de ganancia de peso individual pero a incrementos en la producción de carne por unidad de área, sumado a una mayor utilización de forraje. La suplementación en condiciones de oferta de forraje restringido permitiría mejorar la performance individual manteniendo altas cargas. Así mismo se lograría una mejor respuesta debido a la ausencia de efectos asociativos negativos (sustitución) y por lo tanto una mayor eficiencia de conversión del grano.

A pesar de que en términos de digestibilidad las pasturas en este período son de alta calidad, presentan un alto contenido de humedad y proteína bruta en detrimento de los carbohidratos rápidamente fermentescibles a nivel ruminal, lo cual puede llevar a un menor consumo y a una baja eficiencia en la utilización de los nutrientes, respectivamente.

Una forma de corregir este problema sería la inclusión de un suplemento energético de bajo tenor proteico como grano de maíz o sorgo para mejorar el balance ruminal entre proteína disponible y energía, aumentando así el consumo total de nutrientes. El procesamiento físico del grano podría aumentar la disponibilidad del almidón en el rumen y permitiría una mejor sincronización entre la proteína del forraje y la energía del concentrado.

La suplementación mejoraría el engrasamiento o rendimiento de las reses por un mayor consumo de energía. Resultados similares se obtendrían

con altas asignaciones de forraje a pesar de que existirían diferencias en las características de la canal debido al metabolismo del animal al consumir una u otra dieta.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta a la suplementación con grano de maíz entero o molido en novillos Hereford pastoreando un verdeo en dos asignaciones de forraje durante el período otoño-invernal. Esta respuesta fue evaluada en términos de performance individual, conformación de la canal, eficiencia de utilización del grano y utilización del forraje.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

### **2.1. INTRODUCCIÓN.**

El producto animal generado a partir de la pastura depende de la calidad y cantidad del forraje producido, así como de la forma o eficiencia de utilización del mismo, el que a su vez se encuentra influenciado por la proporción de la oferta que es consumida y por su digestibilidad (Raymond, 1963). Por lo tanto una baja producción de carne puede ser consecuencia de una baja calidad o cantidad de forraje consumido, pero también puede aparecer en condiciones de forraje abundante y alta calidad (Elizalde, 1999).

Un alto contenido de humedad, sumado a una composición desbalanceada de la materia seca (alto contenido de nitrógeno soluble y bajo contenido de energía) provocan limitaciones en el consumo y una serie de trastornos fisiológicos y metabólicos. Estos factores en conjunto provocarían ganancias de peso inferiores a las que podrían esperarse para

forrajes de tan alta calidad como son los verdeos de invierno y pasturas durante su primer aprovechamiento en el otoño (Méndez y Davies, 2001; Elizalde, 1993).

Estos forrajes concentran altos niveles de nitrógeno no proteico y proteínas de elevada degradabilidad ruminal; es por esto que se suministra en forma paralela suficiente energía para mejorar la utilización de nitrógeno (Gallardo, 1999). La eficiencia de utilización de los nutrientes digeridos dependerá de lo balanceado que resulte la dieta principalmente en términos de energía y proteína (Rearte, 1999). Si bien los desbalances en la composición química del forraje afectan la ganancia de peso, asignaciones superiores al 2,5% del peso vivo (PV) no serían limitantes para obtener ganancias de 0,805 kg/animal/día (Méndez y Davies, 2001).

Cuando el objetivo es balancear la dieta a nivel ruminal en animales consumiendo pasturas de alto contenido proteico, la fuente energética óptima la constituyen los hidratos de carbono de rápida degradabilidad (VanVuuren, 1986). Los granos de cereales se presentan como la mejor alternativa existiendo diferencias en la degradabilidad y sitios de digestión del almidón entre los distintos granos. Es recomendable el procesamiento de los granos de cereales como una de las principales herramientas de manejo para la manipulación de la tasa de degradación y sitio de digestión del almidón, incidiendo sobre la eficiencia de utilización de los nutrientes en el forraje (Beretta et al, 2001).

La suplementación energética aumenta el consumo total de nutrientes a bajas asignaciones de forraje (Vaz Martins, 1996) mientras que en forrajes no restringidos el incremento es bajo (Dixon y Stockdale, 1999).

Para la optimización del uso de suplemento existen dos aspectos importantes a analizar. En general la suplementación energética en pastoreo disminuye el consumo de forraje en los rumiantes (Horn y McCollum) citado por Caton y Dhuyvetter (1997). Sumado a esto, Elizalde (1999) menciona como otro efecto importante, el del suplemento sobre la digestión del forraje (básicamente de los componentes de la fibra).

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

En cuanto a la composición de la canal se sabe que la misma depende no solo de la raza, sexo, edad y peso de faena sino también del régimen de alimentación que hayan tenido los animales. El engrasamiento de la carcasa puede ser incrementado por la alimentación con grano y por un aumento en el nivel de alimentación (Butterfield, 1974) citado por Sully y Morgan, (1978).

## 2.2. FACTORES DE LA PASTURA QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN ANIMAL

### 2.2.1. Valor nutritivo del forraje.

La productividad animal en los sistemas pastoriles depende en gran medida del valor nutritivo del forraje aportado por las pasturas cultivadas, pastizales naturales y verdeos estacionales. El valor nutritivo del forraje será a su vez función del consumo, la digestibilidad del forraje consumido y la eficiencia de utilización de los nutrientes digeridos ( $V.N = Consumo \times digestibilidad \times eficiencia \text{ de utilización de nutrientes}$ ) (Raymond, 1964).

Según Dumestre y Rodríguez (1995) a igual disponibilidad de forraje la productividad por animal y por hectárea será tanto más alta cuanto mayor sea el valor nutritivo de la pastura.

#### 2.2.1.1 Factores que afectan el Valor Nutritivo.

##### 2.2.1.1.1 *Relación entre consumo – disponibilidad – altura -- % de materia seca del forraje.*

El consumo de pastura constituye sin duda el principal componente a tener en cuenta cuando se pretende maximizar la producción vacuna en los sistemas pastoriles. Waldo (1986) encontró que la productividad de un animal dada cierta dieta, depende en mas de un 70% de la cantidad de alimento que pueda consumir y en menor proporción de la eficiencia con que digiera y metabolice los nutrientes consumidos.

El consumo voluntario de materia seca está correlacionado positivamente ( $r = 0.89$ ) con el contenido de materia seca del forraje en todos los estados de madurez del mismo y en un amplio rango de contenido de materia seca del forraje (12- 25% MS) (John y Ulyatt, 1987). Méndez y Davies (2001) encontraron que el rango de disminución del consumo como consecuencia de un alto contenido de humedad en el forraje oscila entre 0 y 38 %.

Vérité y Journet (1970) citados por Chilibraste (1998) encontraron que pasturas con bajo contenido de materia seca reducen el consumo de forraje a una tasa de un kilo de materia seca por cada 4% de disminución en el contenido de materia seca por debajo de 18%.

Varios autores coinciden en la existencia de una relación positiva entre la disponibilidad de forraje y el consumo del animal en pastoreo (Jamieson y Hodgson, 1979; Chacon et al., 1978; Dougherty et al., 1989; Greenhalgh et al., 1966).

Hodgson (1977) estimó que el consumo de novillos en una pastura de raigrás perenne se deprimía por debajo de los 2000 kg MS/ha cortados al ras del suelo. Minson (1983) citado por Dougherty et al., (1989) sugiere que el consumo de forraje de gramíneas templadas se comienza a restringir cuando la disponibilidad de las mismas es menor a 1000 kgMS/ha.

En diferentes trabajos se constató la existencia de una relación positiva entre ganancia diaria de PV y disponibilidad de forraje (Marsh, 1979; Chacon et al, 1978; Jamieson y Hodgson, 1979).

Chacon et al, (1978) afirma que la relación entre la disponibilidad de material verde y ganancia diaria de PV es positiva y más alta que la relación entre esta última y la disponibilidad de materia seca total. Murtagh (1975) citado por Norbis (1998) reporta que a bajas disponibilidades de forrajes, las ganancias por animal se explican por la disponibilidad total de materia seca, mientras que a altas disponibilidades, la fracción verde del forraje presente explica mejor la ganancia de peso.

En cuanto a la altura de la pastura diversos autores concluyen que es un importante determinante de la performance del ganado de carne (Morris et al, 1993; Jamieson y Hodgson, 1979).

Hodgson (1981) concluyó que la altura de la pastura ejerce una mayor influencia sobre el consumo de forraje que la densidad y la proporción de material verde en la superficie de la misma.

La altura de la planta de raigrás está altamente correlacionada y en forma positiva con la disponibilidad (Hodgson, 1981). Carriquiry et al, (2002) obtuvieron que por cada centímetro de aumento en la altura de una pastura compuesta por *Avena sativa* y *Lolium multiflorum* la disponibilidad aumentaba 122 kgMS/ha.

Forbes (1988) y Realini et al, (1999) observaron un claro efecto de la altura de la pastura en el consumo de forraje y en la ganancia de PV individual. En pasturas en estado vegetativo o con tallos reproductivos pequeños, el tamaño de bocado se incrementa al incrementarse la altura (Forbes, 1988; Arias et al, 1990); siendo este el principal componente del comportamiento ingestivo en pastoreo que influye en el consumo (Mursan et al, 1989).

#### 2.2.1.1.2 *Digestibilidad.*

Dentro de los factores nutricionales que afectan el consumo el más importante es la digestibilidad del forraje ofrecido, aumentando el consumo a medida que la misma aumenta (Rearte, 1999). En condiciones de forraje no limitante el consumo de los animales en pastoreo está relacionado principalmente con la digestibilidad del forraje consumido (Hodgson et al, 1977).

El forraje fresco una vez que ingresa al rumen es sometido a una intensa digestión en donde el 90% de la materia orgánica consumida es digerida en rumen. En general entre un 90 a 95% del material que es digerido en el tracto total (materia orgánica digestible) es fermentado en rumen (Elizalde, 1999).

La digestibilidad del forraje estará condicionada no solamente por su composición química (principalmente contenido de fibra), sino también por factores inherentes al animal. La digestibilidad de la fibra depende de la actividad de los microorganismos del rumen y del tiempo que el material se encuentra expuesto a dicha acción, el cuál estará inversamente relacionado a la velocidad de pasaje por el rumen (Rearte, 1999).

En dietas de alta digestibilidad (65-70%), el consumo voluntario está regulado principalmente por mecanismos metabólicos, mientras que en dietas con menores digestibilidades el consumo está regulado principalmente por la capacidad del tracto gastrointestinal (Dixon y Stockdale, 1999).

El consumo de forraje con alto contenido de agua provoca una disminución de la digestibilidad, debido a que el alimento pasa más rápido del rumen al intestino (Merchen, 1988).

A igual digestibilidad, el consumo de leguminosas es mayor que el de gramíneas, dado que las primeras presentan un menor contenido de pared celular y son superiores en contenido celular y proteico (Rearte y Santini, 1989).

A menor digestibilidad existe un menor aprovechamiento del forraje y por ende una menor producción animal. La digestibilidad no es constante a través del tiempo ni entre las especies (Elizalde, 1993).

#### *2.2.1.1.3 Eficiencia de utilización de los productos de la fermentación.*

La eficiencia de utilización de los productos de la fermentación dependerá de la estabilidad ruminal principalmente pH, concentración de amoníaco y producción de energía. Con relación a estos parámetros, los bovinos en pastoreo han mostrado un cuadro nutricional distinto del que en la bibliografía se presenta como óptimo o normal para la digestión del forraje.

Un forraje balanceado en proteínas sería aquel que posee entre 14 y 16 % de PC (Elizalde, 1993) con una relación proteína/carbohidratos solubles menor a 2 (Méndez y Davies, 2001). Con respecto a esta relación los forrajes otoñales de buena calidad son desbalanceados, lo que explicaría en parte las bajas ganancias de peso obtenidas en determinadas pasturas o verdeos a pesar de tratarse de forrajes de alta digestibilidad (Rearte y Santini, 1996).

Excesos de proteína en relación a la energía disponible en rumen conducen a una baja eficiencia de utilización del nitrógeno por los microorganismos ruminales y aumentos en la excreción de nitrógeno urinario en forma de urea. Esta detoxificación obligada por parte del animal (excreción del exceso de nitrógeno del organismo) afecta el balance

energético del animal ya que es un proceso consumidor de energía (Rearte y Santini, 1996; Gallardo, 1999; Chilbroste, 1998; Elizalde, 1993).

En una revisión realizada por Méndez y Davies (2001) publicaron que estimaciones realizadas por Gagliostro sobre el exceso de nitrógeno generado por un verdeo desbalanceado, indican incrementos de aproximadamente un 30% en el costo de mantenimiento. Sin embargo Di Marco et al, provocando intoxicaciones con urea para medir su efecto sobre el gasto energético, concluyeron que este solamente podría explicar entre un 4 - 8% de aumento en el costo de mantenimiento, por lo cual el impacto en la ganancia de peso no sería significativo.

En un experimento en el cuál a tres verdeos (avena, triticales y raigrás) se les agregó 50 kg de nitrógeno a la siembra ,con el objetivo de aumentar el contenido de proteína bruta y soluble de la materia seca para agravar el desbalance, se observó que el mismo deprimió la ganancia de peso durante el primer pastoreo de la avena y el triticales pero no en el raigrás (Méndez y Davies, 2001).

Méndez y Davies (2001) reportan la información de cinco años de ensayos realizados con terneros de destete de 180-200 kg en el INTA de General Villegas las ganancias por animal y por día durante el primer pastoreo de verdeos nunca fueron inferiores a 760 gramos a pesar de que el desbalance existió (confirmado por análisis de laboratorio por las altas relaciones proteína soluble/carbohidratos). Estos autores concluyen que si

bien el desbalance afecta la ganancia de peso éste no sería limitante para obtener ganancias de 0.805 kg/animal/día.

## **2.3. FACTORES DE MANEJO QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN ANIMAL**

### **2.3.1. Intensidad de pastoreo**

#### **2.3.1.1. Efecto de la presión de pastoreo en el consumo de forraje y porcentaje de utilización.**

Mott (1960) define carga animal, como animales por unidad de superficie y presión de pastoreo, como número de animales por unidad de forraje disponible.

Según Cardozo (1983) la dotación juega un rol importante tanto en la utilización del forraje como en la vida productiva de la pastura. La asignación de forraje (kg MS/100 kg PV) es uno de los factores más importantes que afectan el consumo en pasturas y uno de los más manejables cuando se pretende realizar un manejo de pastoreo (Hodgson, 1984).

La digestibilidad de la dieta seleccionada es menor a bajas asignaciones (3%) (Jamieson y Hodgson, 1979), aunque esto no siempre ocurre (Greenhalgh et al, 1966).

Las mejoras en digestibilidad de la dieta y en consumo de las pasturas por causa de la selectividad a mayores asignaciones de forraje, determinaron altas ganancias de PV por cabeza. En el pastoreo selectivo se realiza un consumo diferencial de especies y parte de las plantas disponibles. Al seleccionar estas partes el animal consume el forraje de mayor contenido de proteína cruda, digestibilidad y palatabilidad dentro del tapiz, observándose en consecuencia un incremento en el consumo a menor presión de pastoreo (Hodgson et al, 1971).

El consumo de forraje en bovinos, ha mostrado ser afectado por variaciones en la asignación de forraje (Greenhalgh et al, 1966; Combellas y Hodgson, 1979; Le Du et al, 1979). Jamieson y Hodgson (1979) obtuvieron un aumento en el consumo de forraje a medida que aumentó la asignación diaria del mismo. También encontraron que cuando la asignación diaria de forraje disminuyó de 9% a 3% del PV ( 67% ), el consumo de forraje lo hizo en un 18%.

Hodgson (1984) afirma el concepto que el consumo de materia seca disminuye marcadamente cuando la asignación de materia seca es menor que el doble del consumo potencial pero no apoya la idea de que el consumo se acerca a un máximo cuando la asignación es tres a cuatro veces mayor al consumo. Concomitantemente, Marsh (1979) concluyó que una asignación de 7.5% aunque es 2 a 3 veces mayor que el máximo

consumo de materia seca, está probablemente restringiendo la performance de novillos en pastoreo.

Greenhalgh et al., (1966), reportaron que bajo un amplio rango de condiciones de pastoreo, vacas capaces de consumir 14 kgMS/día lograrán esto si la asignación de forraje es de 21 kg MS/día ó un 50% mas que su capacidad de consumo.

Broster et al., (1963) citados por Greenhalgh et al., (1966) encontraron una respuesta lineal del consumo a la oferta de forraje, siendo aquella de 0.2 kg por kg de aumento en la oferta de forraje. También encontraron que para asignaciones de 2.67% y 3.93%, las utilizaciones de forraje fueron de 88% y 64%, respectivamente.

A medida que la presión de pastoreo aumenta, el porcentaje promedio de utilización del forraje aumenta, en cambio la ganancia de PV por animal disminuye. A pesar de ello dentro de ciertos limites se logra aumentar la ganancia de PV por hectárea (Evans,1981; citado por Dumestre y Rodríguez, 1995).

Ha sido propuesto que el consumo diario de forraje de animales en pastoreo disminuye, cuando la utilización de forraje excede 50% (Matches et al., 1981; citado por Dougherty et al.,1989).

Combellas y Hodgson (1979), trabajando con vacas pastoreando raigrás perenne, encontraron que para asignaciones del 3%, 6% y 9% del PV, las eficiencias de utilización del forraje fueron 85%, 49% y 33%, respectivamente. También observaron que el consumo de forraje fue cercano al máximo cuando la eficiencia de utilización del forraje fue de 50%. Estos mismos autores obtuvieron con vacas lecheras, valores de consumo de 22,9; 26,6 y 26,9 g MO/kg PV, con asignaciones de forraje de 30, 60, y 90 g MO/kg PV, respectivamente.

Greenhalgh et al., (1966), encontraron con vacas pastoreando raigrás, que el consumo de forraje aumentó en forma curvilínea (relación asintótica) cuando la asignación de forraje pasó de 11,4 a 25 kgMS/vaca/día. También observaron que las vacas a la asignación mas baja consumieron prácticamente todo el forraje asignado, mientras que las vacas a la mayor asignación, consumieron el 55% del forraje asignado.

Al aumentar la carga la ganancia individual disminuye a causa de una menor selectividad del forraje y menor disponibilidad de MS por animal. Sin embargo la producción por hectárea aumenta y la máxima productividad por hectárea se logra con ganancias de peso individuales menores a las que se logran a bajas cargas.

#### 2.3.1.2. Efectos de la presión de pastoreo sobre el forraje residual y su relación con la ganancia animal.

Hodgson et al, (1971) concluyeron que la ganancia de peso sobre raigrás esta mas estrechamente relacionada con la disponibilidad del rechazo que con la altura de forraje pastoreado. La ganancia de PV fue disminuida cuando la cantidad de forraje después del pastoreo fue menor a 2000 - 2500 kgMO/ha.

En las pasturas del sistema agrícola ganadero de "La Estanzuela" no se han observado ganancias en PV a rechazos de 600-650 kgMS/ha. Por otra parte a niveles de rechazo superiores a 1800 - 2000 kgMS/ha no se ha obtenido respuesta en mejor comportamiento animal. En el rango de 1800 - 2000 kgMS/ha de rechazos, se dan buenas posibilidades de selección y no existen limitaciones al consumo. Disponibilidades menores llevarían a disminuciones en el consumo y calidad de la dieta (Risso y Zarza, 1981)

Ha sido reportado que una baja altura de rechazo presenta una elevada proporción de material muerto y tallos con alto contenido de carbohidratos estructurales y menor digestibilidad, redundando en una disminución del consumo voluntario y en la calidad de la dieta de los animales en pastoreo. Como consecuencia de lo anterior, las ganancias de PV de los animales que dejan rechazos de baja altura serán inferiores a aquellos animales retirados de la pastura con una mayor altura del forraje

residual (Blaser et al, 1960; Tayler, 1968; Blaser et al, 1973; Nicol 1977; citados por Bianchi, 1982).

#### 2.3.1.3. Efecto de la presión de pastoreo en la ganancia por animal y por unidad de área.

Ha sido reconocido que la carga tiene una gran influencia sobre la ganancia por animal y por unidad de superficie para una pastura y manejo dado (Riewe et al, 1962).

Bird et al, (1978) indicaron que la ganancia de peso por animal disminuyó cuando la carga se incrementó, esto también fue reportado por Jones y Sandland (1974). Huí et al, (1961) citado por Riewe et al, (1962) demostró que a medida que la carga aumentaba había un descenso gradual en el consumo de energía digestible por animal.

La relación entre la cantidad de alimento ajustada por animal y la ganancia diaria presenta una relación casi lineal cuando la cantidad de forraje es restringida (Petersen et al, 1964).

En un experimento realizado por Marsh (1979) sobre una pastura de raigrás perenne y trébol blanco se concluyó que trabajando con asignaciones de 3, 4.5, 6 y 7.5 % del PV, había respuestas lineales en ganancia individual, mientras que trabajando con asignaciones de 5, 7.5, 10

y 12.5% del PV, las respuestas en ganancia de PV fueron curvilíneas, encontrándose pequeñas respuestas por encima de una asignación del 10% del PV.

En experimentos realizados sobre raigrás, incrementos de la carga animal de 5 a 7.5 animales por hectárea (con un peso inicial de 263 kg), disminuyeron la disponibilidad de forraje por animal y por hectárea así como también la ganancia de peso por animal; pero incrementándose la ganancia de peso por hectárea en un 17,6% (Marsh y Murdoch, 1974).

La respuesta en ganancia de PV por animal frente a variaciones en la presión de pastoreo ha sido descrita de dos formas: a) respuesta decreciente en ganancia de PV frente a nuevos incrementos en la presión de pastoreo (Mott, 1960); b) relaciones lineales, con disminuciones constantes frente a incrementos uniformes en la presión de pastoreo (Jones y Sandland, 1974). En cuanto a la ganancia por hectárea la mayoría de los investigadores coinciden que la relación entre la producción por hectárea y el aumento en la presión de pastoreo es curvilínea. El modelo lineal predice que valores de ganancia por animal negativos ocurrirán a cargas mayores al doble que la carga óptima a diferencia del modelo de Mott que predice que esto pasará con un 50% más de animales por encima de la carga óptima.

Riewe et al. (1962), encontraron que un aumento en la carga llevó a una marcada reducción en la producción de la pastura; aunque no está

bien definido de que manera la carga afecta la relación entre ganancia de PV y producción de forraje.

### 2.3.2. Sistema de Pastoreo

#### 2.3.2.1. Efecto del cambio de franja en la ganancia de peso

Vaz Martins (1997) encontró una relación directa entre ganancia de PV y frecuencia en el cambio de franja trabajando con novillos de sobreaño. Cuando la frecuencia de cambio de las franjas es menor, una vez que los animales ingresan a una nueva faja se produce un rápido aumento en el consumo de forraje disponible para posteriormente disminuir a una situación prácticamente de ayuno.

En ensayos realizados en el INIA se observó que con un ajuste de manejo, comparando cambios de franja cada 14, 7 y 1 día, se comprobó la ventaja del cambio de franja diario en términos ganancia de peso (Cibils et al, 1997).

### 2.3.3. Rebrote de la pastura de raigrás.

Carámbula (1977) caracteriza al raigrás anual (*Lolium multiflorum*) como una especie con gran resistencia al pastoreo y que soporta altas dotaciones.

Beever et al (2000), señalan que en todas las etapas de crecimiento , *Lolium multiflorum* tiene una mayor proporción de hoja que tallo que otras especies gramíneas. A su vez, los rebrotes generalmente tienen una mayor proporción de hoja, pero esto está influenciado por el momento en el cual ocurrió la primera defoliación.

Según Fulkerson (2001) cuanto más intenso sea el pastoreo mejor será la utilización pero más lento el rebrote, ya que se están removiendo los carbohidratos de reserva contenidos en la base de los macollos. En un trabajo sobre el manejo del raigrás, este autor recomienda no extender el intervalo entre dos pastoreos más allá del rebrote de tres a tres hojas y media por macollo, ya que luego de este punto, la hoja más vieja comienza a morir; como consecuencia de esto la calidad de la pastura declina y el desperdicio de la misma aumenta.

Freer, (1960); Hull et al., (1961) citados por Greenhalgh et al., (1966) señalan que altas presiones de pastoreo resultan en menor forraje disponible para la próxima utilización, pero existe incertidumbre al respecto, de si es únicamente un reflejo del remanente producto del primer pastoreo, o si también se afecta el crecimiento del rebrote.

Fulkerson (2001) señala que en primavera, el rebrote de tres hojas nuevas puede llevar solamente 18 días, pero hasta 50 durante el invierno, ya que la tasa de aparición de hojas depende mayormente de la temperatura.

## **2.4. SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADOS ENERGÉTICOS**

### **2.4.1. Conceptos generales**

Suplementación se define como el suministro de alimentos adicionales al forraje pastoreado cuando éste es escaso o está inadecuadamente balanceado, con el objeto de aumentar el consumo de nutrientes y alcanzar determinados objetivos de producción (Pigurina, 1991). Para Elizalde (2001), suplementar significa “agregar algo que falta” y no “dar más de lo que sobra”.

La suplementación debe tener en cuenta el tipo de animal, el estado corporal y nivel de reservas y los requerimientos nutricionales para el objetivo previamente definido (mantenimiento o aumento de producción). También se debe considerar el tipo de suplemento, el valor nutritivo y el costo relativo, además de la forma física, la palatabilidad, limitantes de consumo y velocidad de degradación a nivel ruminal (Pigurina, 1991).

Cuando el grano es introducido a la dieta de rumiantes consumiendo forraje, generalmente ocurren grandes cambios en la flora ruminal, tanto en número como en su actividad (Dixon y Stockdale, 1999).

Los concentrados energéticos pueden tener efectos distintos en el consumo de forraje, la utilización de la pastura y el comportamiento de los animales, dependiendo del tipo y composición del suplemento y cantidad y calidad de forraje disponible (Bernando et al, 1994) citado por Vaz Martins (1997).

#### 2.4.2. Características del suplemento y efecto del procesamiento.

El grano de maíz está rodeado por una cubierta seminal que rodea el endosperma y al embrión. Dicho endosperma contiene los gránulos de almidón que están rodeados por una matriz compuesta por proteínas y polisacáridos no almidonosos (Rowe et al, 1999).

La eficiencia de utilización de los granos de cereales es incrementada cuando el procesamiento de los mismos es adecuado (Beauchemin et al, 1993).

Es sabido que si los granos enteros no son dañados físicamente durante la masticación, su digestión resultará severamente limitada (Orskov et al, 1978; McAllister et al, 1990) citados por Beauchemin et al, (1993). Sin

embargo este último autor encontró que al consumirse grano de maíz entero, estos son sumamente dañados en la masticación lo que puede reducir o hacer innecesario el procesamiento físico de los mismos.

En otro experimento el procesamiento de los granos de cereales causó una gran disminución en el pH ruminal debido a una mayor velocidad de fermentación del almidón con respecto a los granos enteros (McAllister et al, 1991) citado por Beauchemin et al, (1993).

Moe et al, (1973) citado por Galyean (1980) observaron que la digestión total de la MS del maíz molido fue mayor (68.3%) que la del maíz entero (59.1%) en vacas lecheras, donde el concentrado era el 54.5% de la dieta.

Galyean et al, (1979), concluyeron que la desaparición de materia seca de grano en rumen era menor en grano entero que en molido. Esto permite que al dar grano entero ocurra una mayor desaparición de la materia seca a nivel intestinal. Estos autores también observaron que la digestión intestinal del almidón era generalmente baja, particularmente en grano molido.

#### 2.4.3. Efecto del nivel de suplementación, cantidad y calidad del forraje sobre la sustitución.

Cuando se suplementa un forraje de alta calidad y en condiciones no limitantes de disponibilidad, el consumo de pasto disminuye en mayor proporción que el aumento en el consumo total de materia seca provocado por la suplementación; éste efecto se denomina sustitución (Elizalde, 1999). Para Dixon y Stockdale (1999) el consumo voluntario de forraje parece ser más importante que la digestibilidad del mismo, en determinar la tasa de sustitución.

El nivel de sustitución tiene una relación directa con la cantidad de forraje disponible, y se sabe que debajo de niveles de consumo de forraje del 1.5% del PV, el efecto de sustitución es mínimo (Vaz Martins, 1997), pero la reducción en el consumo de forraje a causa de la suplementación energética, depende también en cierto grado de la calidad de la dieta base (Caton y Dhuyvetter, 1996).

En condiciones de sustitución, cuánto mas calidad tenga el forraje base, menor será la respuesta a la suplementación en términos de ganancia de peso (Horn y McCollum, 1987) citados por Elizalde (1999).

En términos generales, en la medida que se restrinja la oferta de pastura severamente y se empleen niveles de grano moderados, generalmente menores al 1% del PV, se puede esperar un aumento en el consumo total de nutrientes sin sustituciones importantes de forraje (Risso et al, 1991).

French et al, (2001), trabajando con novillos en pastoreo en otoño, con niveles de suplementación del 0; 0,4 y 0,9% del PV (ofrecido individualmente) y de asignación diaria de forraje del 1,1 - 2,1 y 3,2% del PV, encontraron una interacción entre ambas variables. Para la asignación de forraje mas baja, no hubo efecto de la suplementación sobre el consumo de forraje; mientras que la tasa de sustitución de éste por el concentrado fue de 0,43 y 0,81 kg de MS por kg de concentrado ofrecido, para las asignaciones de 2,1 y 3,2% del PV, respectivamente.

Para el caso de forraje de buena calidad se da que con alta asignación de forraje por animal, los niveles de sustitución aumentan y disminuye la respuesta directa a la suplementación. Es entonces la disponibilidad de forraje el principal factor que determina la respuesta a la suplementación (Cronjé, 1990) citado por Dumestre y Rodríguez (1995).

En pasturas de alta calidad las ganancias de PV aumentan hasta niveles de suplementación de 0,5% de PV, y se mantienen prácticamente iguales al pasar al 1% del PV debido al efecto de sustitución. En cambio, en pasturas de baja calidad hay un efecto aditivo en todos los niveles de suplementación (Vaz Martins, 1996).

#### 2.4.4. Suplementación en pasturas desbalanceadas

Cuando el objetivo es balancear la dieta a nivel ruminal en animales consumiendo pasturas de alto contenido proteico, la fuente energética óptima lo constituyen los hidratos de carbono de rápida digestión en el rumen (VanVuuren, 1986); para esto es necesario utilizar un suplemento energético con bajo nivel de proteínas (Elizalde, 2001). Los granos de cereales se presentan como la mejor alternativa cuando el objetivo es balancear la dieta (Rearte, 1999).

La suplementación de forraje de alta calidad con concentrados energéticos de rápida fermentación puede mejorar la performance del ganado de carne a través de: a) incremento de la captura ruminal del nitrógeno proveniente del forraje dando lugar a una mayor producción de proteína microbiana; b) incremento del pasaje de proteína proveniente del alimento no degradada en el rumen y c) incremento en la producción de ácido propiónico y total de ácidos grasos volátiles (England y Gill, 1985) citado por Goetsch (1991).

Elizalde (1999) observó efectos positivos en la digestión y utilización del nitrógeno al suplementar con maíz. El consumo de nitrógeno decreció linealmente, el pasaje de nitrógeno y aminoácidos a duodeno se incrementó en respuesta a los niveles de grano, a través de un decrecimiento en la degradabilidad de la proteína ruminal y un incremento en la desaparición de nitrógeno y aminoácidos en intestino delgado.

#### 2.4.5. Efecto de la suplementación en la digestión

Cuando granos de cereales son agregados a dietas de forraje, existe a menudo una reducción en la tasa de digestión de la fibra, asociada a una disminución del pH ruminal (Stewart, 1977), a una reducción en el número de organismos celulolíticos (Mould et al, 1983) y a una preferencia microbiana entre sustratos (Stewart y Bryant, 1988), citados por Opatpatanakit et al, (1995).

La sensibilidad y los cambios de las poblaciones bacterianas ante la reducción del pH ruminal, han sido sugeridos como las razones que reducen el consumo y la digestión del forraje de rumiantes consumiendo dietas basadas en forraje (Horn y McCollum, 1987) citados por Caton y Dhuyvetter (1996).

Cuando se suplementa con granos, la rápida fermentación microbiana de los mismos puede causar una disminución del pH ruminal, que inhibe la celulolisis (Opatpatanakit et al, 1995). Este mismo autor encontró que el grano de maíz tiene efectos inhibitorios sobre la digestibilidad de la fibra detergente neutro del raigrás.

En situaciones donde los suplementos energéticos, sin importar la fuente, comienzan a sustituir grandes cantidades de la dieta base, es frecuente que ocurra una caída del pH en el ambiente ruminal (Caton y Dhuyvetter, 1996; Sanson et al, 1989), pero los primeros autores resaltan que a pesar de ser a menudo citado como la mayor causa de la reducción

de la digestión de la fibra, puede no siempre explicar las disminuciones en el consumo de forraje y la digestibilidad.

García (1995), evaluando los efectos de la suplementación con maíz o cebada, encontró que niveles de suplementación del 30% de la dieta, no afectan la digestibilidad de la materia seca total consumida; aunque existiría una tendencia a deprimir la digestibilidad de la fibra, pero sin efecto del tipo de grano suplementado.

Las reducciones en el consumo de forraje cuando se suplementa con grano de maíz, han sido atribuidas al almidón (Caton y Dhuyvetter, 1996). Sanson et al, (1989) demostró que al incrementar el nivel de suplementación con almidón de maíz, el consumo de forraje de novillos en pastoreo disminuyó, lo que según Mould et al, (1983) citado por Caton y Dhuyvetter (1996) se debe a bajos valores de pH ruminal o a un efecto carbohidrato. Este cambio en el pH ruminal, lleva a cambios en la proporción de los distintos microorganismos del rumen (a favor de los amilolíticos), que lleva a una menor digestión de la fibra, afectando negativamente el consumo del forraje pastoreado (Caton y Dhuyvetter, 1996).

La información actual sugiere claramente que las respuestas no son consistentes y que a veces el pH ruminal no es afectado de gran manera por la suplementación con grano, especialmente con niveles de suplementación moderados a bajos (Caton y Dhuyvetter, 1996).

## **2.5. EFECTO DEL TIPO DE DIETA SOBRE LA COMPOSICIÓN DE LA CANAL**

### **2.5.1. Introducción**

La calidad de la carne adquiere cada vez mayor importancia principalmente en los países exportadores de carne y la misma dependerá no solo de la raza, sexo, edad y peso de faena sino también del régimen alimenticio que hayan tenido los animales (Rearte, 1999).

Elizalde, (1999) define a la calidad de la carne desde tres puntos de vista: de los frigoríficos, de los abastecedores y de los consumidores. Para los primeros es un determinado peso de la media res, rendimiento, proporción de carne magra y engrasamiento. Para los segundos es un adecuado tamaño de corte, color de la carne y de la grasa y el mantenimiento de los colores de la carne en las góndolas el mayor tiempo posible. Para los terceros la calidad está dada por el sabor, la ternera y la jugosidad.

Parámetros como peso de la res, marmoleado y grasa subcutánea están afectados por la concentración de energía de la dieta o por la cantidad de energía consumida; mientras que otros como el color de la grasa y del músculo, sabor y aroma, son influenciados por el tipo de dieta consumida, y en condiciones de pastoreo también por la especie forrajera

utilizada, debido a la presencia de compuestos presentes en el forraje que cuando son consumidos son transferidos directamente a la res (Elizalde, 1999).

Purchas y Davies (1974) citados por Tudor y Utting (1978), demostraron la existencia de alteraciones en el engrasamiento de la carcasa entre novillos alimentados a pasto o a grano. Sin embargo, el efecto en la composición fue confundido por la interacción entre el grano y la tasa de crecimiento.

Según Di Marco (1998) el efecto de la alimentación, a un mismo consumo energético, sobre la composición corporal es aún tema de intenso debate y especulación, sobre lo cual solamente se puede teorizar en líneas generales y en forma muy generalizada.

#### 2.5.2. Efecto de la tasa de ganancia y del tipo de dieta sobre la calidad de la carne

El metabolismo lipídico de animales en pastoreo es diferente a los de feedlot ya que la carne producida a pasto es más magra que la obtenida con dietas en base a grano (Crouse et al, 1984; Marmer et al, 1984) citados por Rearte (1999).

Sully y Morgan (1978), trabajando con novillos Hereford, estudiaron el efecto de la tasa diaria de ganancia de PV (1 kg /día, 0.7 kg/día y 0.4 kg /día; alta media y baja, respectivamente y un grupo que consumió solo pastura ganando 0.7 kg/día) y del tipo de dieta, sobre el engrasamiento de la carcasa y el contenido de grasa subcutánea. Encontraron que el grupo de altas ganancias fue el que tuvo carcasas con mas contenido graso, resultados muy similares a los obtenidos por Morgan y Clark (1978). En cuánto al tipo de dieta, el grupo que consumió solo pastura, produjo carcasas marcadamente mas magras que los suplementados, pero las diferencias en porcentaje de grasa subcutánea no fueron significativas, aunque fueron mayores en los grupos suplementados. Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por Davies (1977), en mostrar que el engrasamiento de la carcasa se puede incrementar mediante la suplementación con grano y por un aumento del nivel de suplementación (Butterfield, 1974) citado por Sully y Morgan, (1978).

Ensayos realizados por Doyle et al, (1992), donde el criterio de faena era igual condición corporal al momento de la faena, los novillos terminados a pasto presentaron menores rendimientos que los terminados en feedlot. A pesar de que los primeros presentaron mayor PV, dado su menor rendimiento (4.3% menos), el resultado fue un igual peso de carcasa. Respecto a los parámetros de la canal como P8, color y textura de la grasa, área de ojo de bife, no existieron diferencias significativas.

Según Di Marco (1998) la principal variable que incide en el rendimiento de res es el llenado, por esta razón el rendimiento aumenta

cuando mayor es la calidad del forraje o en alimentación con concentrados. Este autor también afirma que en animales muy jóvenes o con exceso de grasa el rendimiento disminuye.

Animales en pastoreo de la región templada, consumen forrajes con alto contenido de ácido linolénico (Gonda, 1989 citado por Rearte, 1999) y a pesar de que gran parte de éste es parcial o completamente hidrogenado en el rumen, cierta proporción no es hidrogenada y es absorbida y convertida en ácidos grasos poliinsaturados (AGPI). Por otro lado, el ganado alimentado en base a granos ingiere lípidos conteniendo principalmente ácido linoleico con muy pocos AGPI, lo que explicaría las diferencias en la cantidad y composición de la grasa entre ambos sistemas (Rearte, 1999).

Frente a un mismo consumo de energía, dietas muy voluminosas conducen a un menor peso relativo de la res y a un menor engrasamiento, que afectarán el peso de la res. Para dietas basadas en forrajes de alta calidad, la especie forrajera condiciona el peso relativo y el engrasamiento de la res, aún cuando el forraje posea una calidad similar en términos de digestibilidad de la materia seca (Elizalde, 1999).

Sinclair et al, (2001), en un experimento (20 semanas) con novillos (faenados a los 19 meses de edad) que recibían tres niveles diferentes de concentración energética de la dieta, 750 KJ EM /kg PV<sup>0,75</sup> (moderado), 1050 KJ EM /kg PV<sup>0,75</sup> (alto) y moderado las primeras 10 semanas y alto

las últimas 10, encontraron que las ganancias de PV fueron de 0.97 kg/día, 1.2 kg/día y 1.2 kg/día respectivamente, para las 20 semanas.

En pasturas de alta calidad sin limitaciones al consumo de energía se pueden obtener rindes similares que en lotes suplementados y terminados a igual grado de engrasamiento. En cambio cuando existe una limitación en el consumo de forraje por un bajo contenido de materia seca (caso del otoño) aunque éste sea de calidad, la suplementación permite aumentar el consumo de energía, mejorar la ganancia de peso y un mayor grado de engrasamiento a igual fecha de salida (Elizalde, 1999).

En animales alimentados con dietas de baja calidad el crecimiento es más lento, requiriendo mas tiempo para alcanzar el peso de faena; esto produce modificaciones del colágeno con incremento en la dureza de la carne afectando la terniza (Lasta, 1997).

## **2.6. HIPÓTESIS.**

La asignación diaria de forraje afecta positivamente la performance de novillos en engorde pastoreando pasturas de alta calidad en otoño – invierno.

La suplementación energética sobre este tipo de pasturas mejora la performance animal, no obstante, la respuesta a esta práctica estaría condicionada por la intensidad de pastoreo, esperándose una mayor respuesta a bajas asignaciones de forraje.

Existe respuesta a variaciones en la degradabilidad ruminal del suplemento utilizado (procesamiento), estando esta respuesta condicionada por el nivel de asignación de forraje. Se espera una mayor respuesta en condiciones de alta asignación.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1. LOCALIZACIÓN.**

El experimento se realizó en la E333 estación Experimental “Mario Alberto Cassinoni”(E.E.M.A.C.), Paysandú, Uruguay, ubicada 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.

#### **3.2. CLIMA.**

El Uruguay presenta un clima templado, con una media histórica anual de 1170 mm. de precipitaciones, siendo su distribución un 30% en verano, 28% en otoño, 18% en invierno y 24% en la primavera. La temperatura promedio nacional para las estaciones en que se realizó el experimento, son de 18° C en otoño y 12° C en invierno (Dirección Nacional de Meteorología, Estación Meteorológica Paysandú).

Las precipitaciones ocurridas durante el experimento fueron 15,5 mm en junio y 82,6 mm en julio, siendo la temperatura promedio de 11,6° C en ambos meses (Ver anexo 1).

### **3.3. SUELOS.**

El trabajo de campo se llevó a cabo en un potrero correspondiente a la E.E.M.A.C., ubicado sobre la Formación Fray Bentos, Unidad San Manuel. Los suelos predominantes son 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 (Durán, 1991).

### **3.4. ANIMALES.**

Se utilizaron 36 novillos de la raza Hereford de aproximadamente 20 meses de edad con un peso promedio de  $278 \pm 15.5$  Kg al comienzo del experimento. Estos animales fueron destetados precozmente y manejados en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (U.P.I.C) hasta el comienzo del experimento.

### **3.5. PASTURA Y SUPLEMENTO.**

Fueron utilizadas 18 hectáreas de *Lolium multiflorum*, cultivar LE 284 resultado de una resiembra natural de un raigrás sembrado el año

anterior al cuál se le aplicó seis litros por hectárea de glifosato en febrero y posteriormente tres litros por hectárea el 10 de abril. Para aumentar su densidad, fue mejorado mediante siembra al voleo en los sitios donde su instalación había sido escasa. Posteriormente, se le aplicaron 7g/ha de Ally el 5 de mayo, para controlar malezas. El 10 de mayo se fertilizó con 100 kg de urea por hectárea.

Como suplemento energético fue utilizado grano de maíz entero y molido, ambos pertenecientes a la misma partida de compra.

### 3.6 TRATAMIENTOS.

Se evaluó la respuesta a la suplementación con grano de maíz entero o molido ofrecido a razón del 1% del peso vivo, a novillos Hereford pastoreando raigrás, con dos asignaciones de forraje (AF): 2,5% y 5 % del peso vivo, de acuerdo al siguiente arreglo factorial (2x3):

➤ Pastoreo con AF de 2,5% :

- ~~SS~~ Testigo (2,5-SS)
- ~~GM~~ 1% grano de maíz molido (2,5-GM)
- ~~GE~~ 1% grano de maíz entero (2,5-GE)

➤ Pastoreo con AF de 5% :

- ~~SS~~ Testigo (5-SS)
- ~~GM~~ 1% grano de maíz molido (5-GM)
- ~~GE~~ 1% grano de maíz entero (5-GE)

Los animales, previa estratificación por peso vivo, fueron asignados a los tratamientos en forma aleatoria.

### **3.7 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.**

Previamente al comienzo del experimento se realizó un período pre-experimental de 11 días para acostumbramiento de los animales a su nueva dieta y rutina. El período experimental se desarrolló durante 56 días (del 6/6/2002 al 1/8/2002).

#### **3.7.1 Período pre-experimental.**

Durante éste período todos los animales se manejaron sobre pradera de tres años de Trébol Blanco, Festuca y Lotus ingresando los últimos tres días al raigrás. En ambas situaciones la oferta de forraje se restringió mediante el tamaño de franja.

A los animales que irían a ser suplementados se ofreció durante los primeros dos días ración de destete precoz con melaza para aumentar la palatabilidad, a razón de 1 kg./animal, seguido por una mezcla de maíz entero y molido, aumentando 0.5 Kg cada dos días, de forma de no causar trastornos metabólicos. Durante los tres últimos días se ofreció 3 kg/animal/día de grano entero o molido según el tratamiento.

### 3.7.2 Período experimental.

#### 3.7.2.1 Manejo de la pastura.

El manejo del pastoreo fue rotativo, en franjas diarias, con parcelas individuales por tratamiento y sin retorno a las mismas. La ubicación de la parcela utilizada por cada tratamiento era sorteada diariamente de forma de evitar las variaciones que produce la heterogeneidad de la pastura.

La asignación de forraje fue ajustada semanalmente regulando el tamaño de franja, de acuerdo al forraje disponible y al último peso vivo (vacío) promedio registrado para cada tratamiento, sin considerar la proyección de las ganancias entre pesadas.

#### 3.7.2.2 Manejo de la suplementación.

La asignación de suplemento se calculó con el peso vivo promedio de cada tratamiento, siendo esta ajustada luego de cada pesada.

La suplementación con grano se realizó diariamente por la mañana (8 AM) en bretes individuales que se encontraban cercanos al verdeo. Mientras estos animales eran suplementados, se les suministraba agua a aquellos pertenecientes a los tratamientos testigos.

Luego de ser suplementados, se les suministraba agua para luego ser llevados a las nuevas parcelas. El grano rechazado fue acondicionado en bolsas individuales identificadas con el número de caravana de cada animal para ser luego pesado.

#### 3.7.2.3 Manejo sanitario.

El manejo común para todo el rodeo consistió de dos dosificaciones de antiparasitario (Ivermectina):

?? 30 días antes de comenzar el experimento.

?? 15 días antes de la culminación del mismo.

Durante el experimento surgieron problemas de actinomicosis en dos animales, estos fueron tratados con 100 cc. de Micoidena (intravenosa) y 50 cc. de antibiótico (Abicorten).

Además surgió un problema de principio de ceguera en un animal, cuyo tratamiento consistió en la dosificación de antibiótico (penicilina) y aplicación local de polvo oftálmico (Colirio) diariamente hasta su recuperación.

### 3.8 DETERMINACIONES REALIZADAS.

### 3.8.1. Animales.

#### 3.8.1.1      Peso vivo.

La primer pesada fue realizada al comienzo del experimento (5/6/2002) y de aquí en adelante se pesaron los animales cada dos semanas hasta concluir el mismo. Todos los animales eran pesados por la tarde al llegar del campo (peso lleno) sin ningún orden de ingreso predeterminado (tratamientos mezclados). Luego se dejaban encerrados en ayuno por doce horas para a la mañana siguiente obtener el peso vacío.

Para el registro del peso vivo se utilizó una balanza electrónica con una capacidad de 2000  $\pm$  0.5 Kg.

#### 3.8.1.2      Altura de los animales.

Antes de registrar el peso vacío de cada animal se midió con una regla centimetrada la altura desde el suelo hasta la parte más alta del anca. Para realizar esta medición se buscó que el animal quedara bien parado, con las extremidades alineadas. Esta medición fue realizada con el objetivo de obtener un indicador de la condición corporal, relacionándola con el peso vivo.

#### 3.8.1.3      Consumo de suplemento.

Este fue determinado para cada animal, como la diferencia entre la cantidad de suplemento ofrecido y rechazado diariamente, ambos en base seca. Esta variable no se midió los días de lluvia para disminuir el error debido al aumento del porcentaje de humedad y presencia de barro.

#### 3.8.1.4 Eficiencia de conversión del suplemento.

La eficiencia de conversión se calculó como la cantidad de suplemento (Kg) consumida por tratamiento para generar una unidad de peso vivo adicional, con respecto a los correspondientes testigos.

#### 3.8.1.5 Ganancia de peso vivo por unidad de área.

Esta variable se calculó como el cociente entre el total de kilogramos ganados y el área ocupada, por cada tratamiento en cada quincena y durante todo el período experimental (56 días).

#### 3.8.1.6. Mediciones de canal y carne

Los animales fueron trasladados al frigorífico Tacuarembó permaneciendo por un período de 12 horas de ayuno con acceso al agua, previo a la faena. El día de la faena se registro el peso vivo individual.

Tras las etapas normales de la faena: insensibilización, desangrado, desollado y eviscerado de cada animal, las canales fueron corados longitudinalmente con una sierra eléctrica. Luego del lavado de la canal se determinó el peso de canal caliente, las que posteriormente pasaron a cámara de refrigeración a 2º C durante 24 horas. El rendimiento de canal se calculó en porcentaje, a través del cociente de peso de canal fría (kg.) x 100

/ peso de sacrificio (kg.). A las 24 hs. de la faena sobre la media canal izquierda se determinó el espesor de grasa en el punto P8 (Jonson et al., 1981) así como la medida de pH por medio de un peachímetro con electrodo de penetración en la región lumbar del músculo *Longirssimus dorsi*. Se realizaron medidas objetivas del engrasamiento por medición del espesor de grasa subcutánea a nivel de la décima costilla. En el análisis de rendimiento comercial al desosado se utilizó el corte pistola a tres costillas con garrón según las normativas de INAC según modalidad Inglaterra generando los diferentes cortes: bife angosto, bmo, cuadril, cola cuadril, nalga de afuera, bola de lomo, nalga de adentro, tortuga y garrón.

### 3.8.2. Pastura

#### 3.8.2.1. Forraje disponible.

La biomasa de forraje disponible (kgMS/ha) se determinó semanalmente en el área a utilizar esa semana, aplicando la técnica de doble muestreo (Moliterno 1997). Para esto se cortaron tres escalas de tres puntos cada una (alta, media y baja disponibilidad), haciéndose un muestreo de 350 puntos uniformemente distribuidos para la determinación de la frecuencia. En esta instancia se cortaban además diez cuadros tirados al azar los cuales eran conservados para la determinación de calidad del forraje ofrecido. Fueron utilizados cuadros de 0.1 m<sup>2</sup> (0.5 m por 0.2 m) cortándose al ras del suelo con tijeras de aro.

Las muestras se pesaban frescas, luego se secaban en estufas de aire forzado a 60 ° C hasta peso constante, para la determinación de la

cantidad y contenido (%) de materia seca de las mismas (aproximadamente 48 horas). Una vez secas, las muestras fueron pesadas en una balanza de precisión y se promedió cada punto de las tres escalas.

La altura del forraje fue registrada en cinco puntos de la diagonal del cuadro en todos los puntos de la escala y además se registró en diez de los cuadros tirados al azar. La altura se determinó con regla, registrando el punto de la hoja viva más alta en contacto con esta, sin extenderla. Se realizó un promedio con las alturas de forma de obtener para cada cuadro una altura y su correspondiente disponibilidad para posterior ajuste de una ecuación de regresión (disponibilidad-altura)

Los días dos y cinco de cada semana se estimó por regresión, a partir de la altura, el forraje disponible a la entrada de la parcela en cada tratamiento. Fueron realizados 100 y 50 registros puntuales de altura para los tratamientos de 5% y 2.5% de AF respectivamente.

#### 3.8.2.2. Utilización del forraje.

Los días tres y seis de cada semana se realizaron estimaciones del rechazo de forraje en las parcelas donde se registró el disponible el día anterior. La técnica utilizada fue la de doble muestreo, con tres escalas de tres puntos cada una (común para todos los tratamientos).

Las alturas del rechazo se registraron en los puntos de la escala y en uno de cada diez cuadros del total utilizado para la frecuencia, siguiendo el mismo procedimiento descrito anteriormente.

Los días de lluvia no se cortaron muestras para rechazo por problema de pisoteo, dado que se consideró que este dato aumentaría el error. A partir de los datos de disponibilidad y rechazo por parcela se calculó el forraje desaparecido y el porcentaje de utilización de este.

#### **3.8.2.3. Calidad de forraje.**

El forraje ofrecido fue caracterizado semanalmente en términos de composición botánica y proporción de forraje verde y seco, mediante la separación manual de dichas fracciones, en fresco. Las muestras fueron secadas en estufa a 60 C , molidas con mallas de un milímetro y almacenadas para posterior análisis químico. Se realizaron muestras compuestas cada 15 días coincidiendo este período entre dos pesadas sucesivas, determinándose contenido de Ceniza (C), Fibra Detergente Ácida (FDA), Fibra Detergente Neutra (FDN) y Proteína Bruta (PB) según procedimiento del Laboratorio de Nutrición Animal de Facultad de Agronomía.

### **3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

El experimento fue realizado según un diseño de parcelas al azar con medidas repetidas en el tiempo.

Utilizando el procedimiento Proc-Mixed de SAS, considerando la autocorrelación entre las medidas repetidas en el tiempo. Las variables de

composición de la canal fueron analizadas utilizando el Proc – GLM de SAS (1999) de acuerdo al siguiente modelo general:

$$Y_{ijk} = m + Af_i + S_j + (AF \times S)_{ij} + b_1 P_{v_{inicial}} + e_{ijk}$$

Siendo:

$Y_{ijk}$  = peso vivo de 1-ésimo animal perteneciente al j-ésimo nivel de suplementación de la i-ésima asignación de forraje.

$S_j$  = nivel de suplementación (j= SS, GE, GM).

$AF_i$  = asignación de forraje (i= 2.5 ; 5).

$b_1$  = coeficiente de regresión asociado a la covariable  $P_{v_{inicial}}$ .

Para el caso de cortes traseros y corte pistola además se utilizó la covariable peso de la canal ( $b_2 PC$ ).

Las medias ajustadas fueron comparadas por el test de Tukey.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .**

### **4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA.**

#### **4.1.1. Disponibilidad y altura del forraje ofrecido.**

En el cuadro 1 se presenta la evolución de la disponibilidad de MS/ha y la altura del forraje ofrecido, durante el período experimental. Los valores son el promedio de dos semanas, coincidiendo con el intervalo entre dos pesadas consecutivas.

Cuadro 1: Evolución de la disponibilidad y altura de la pastura de raigrás utilizada durante el período experimental (promedio por quincena).

| <b>Variable</b>         | <b>Período experimental</b> |          |          |          |
|-------------------------|-----------------------------|----------|----------|----------|
|                         | 6/6-20/6                    | 20/6-3/7 | 3/7-18/7 | 18/7-1/8 |
| Altura (cm)             | 22.1                        | 20.9     | 22.0     | 24.3     |
| Disponibilidad(kgMS/ha) | 1365                        | 2130     | 2200     | 2194     |

Según lo mencionado por Hodgson (1977), las disponibilidades a las cuales pastorearon los animales no serían limitantes para el consumo animal, excepto en la primer quincena, ya que se encuentran por encima

2000 Kg MS/ha, valor considerado como limitante para raigrás perenne por este autor. Sin embargo para Minson (1983) estas disponibilidades no fueron limitantes en ningún momento del experimento, ya que este autor considera que el consumo de gramíneas templadas se comienza a restringir con disponibilidades por debajo de 1000 KgMS/ha (Anexo 2).

La altura de la pastura tampoco habría sido limitante en ninguna quincena del experimento, ya que siempre fue superior al valor establecido por Morris *et al.* (1993), que sugiere que en otoño por debajo de los 15 centímetros se limitaría el consumo.

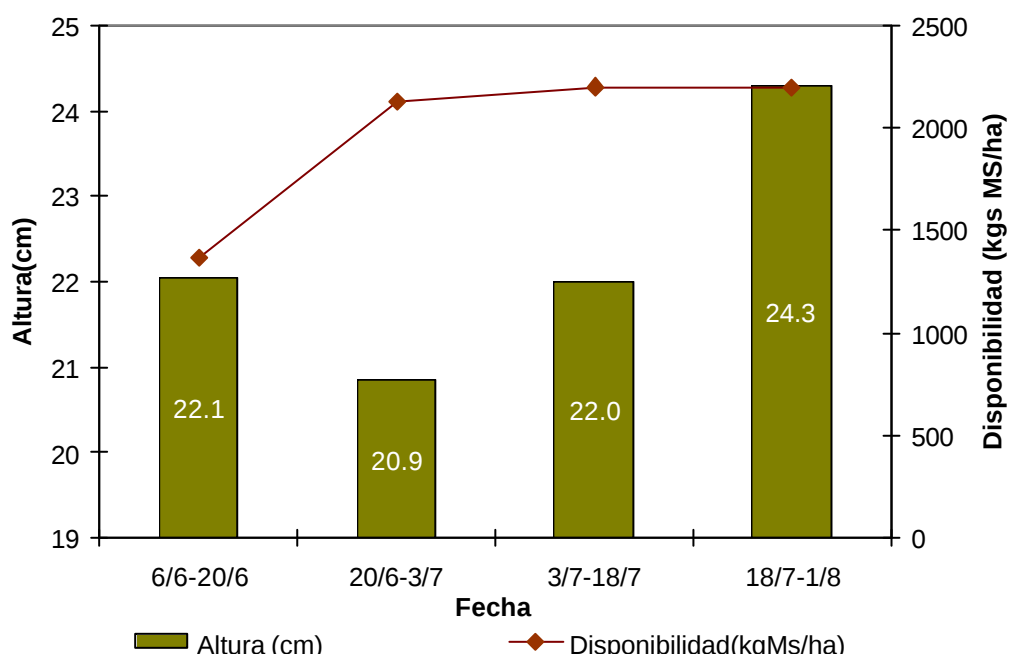


Gráfico 1: Relación entre disponibilidad y altura de la pastura y su evolución por quincena.

Como puede verse en la gráfica 1, a pesar de las variaciones en la altura, existió una tendencia a que ésta aumente con las sucesivas quincenas. Por otro lado, la disponibilidad de forraje aumentó en las primeras tres quincenas para luego mantenerse prácticamente constante.

Integrando ambas variables, no se observó una correlación alta y positiva entre ellas, como indica gran parte de la bibliografía revisada. Tal es el caso citado por Hodgson (1981), que indica que la altura del raigrás está altamente correlacionada y en forma positiva con la disponibilidad; igual a lo hallado por Carriquiry et al. (2002) que encontraron que por cada centímetro de aumento en la altura la disponibilidad lo hizo en 122 kgMS/ha para una pastura de avena, explicando la altura el 75% de la disponibilidad. Posiblemente esta relación no haya sido tan alta debido a la falta de uniformidad en cuanto a la densidad de la pastura; se daban casos donde la pastura presentaba buenas alturas pero la densidad de esta era menor que en otras partes, dando lugar a menores disponibilidades por hectárea.

#### 4.1.2. Calidad del forraje disponible.

##### 4.1.2.1. Composición química.

En el siguiente cuadro se presentan los datos de composición química del raigrás ofrecido, por quincena.

Cuadro 2. Composición química del forraje ofrecido (*Lolium multiflorum*) pastoreado durante el período experimental.

| Fecha recolección | %MO   | %FDN  | %FDA  | %PC   | %NDT |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|------|
| 6/6-20/6          | 12.64 | 45.2  | 9.54  | 22.18 | 85.0 |
| 20/6-3/7          | 11.36 | 41.0  | 7.72  | 16.94 | 86.3 |
| 3/7-18/7          | 12.25 | 46.54 | 10.45 | 17.32 | 84.2 |
| 18/7-1/8          | 11.31 | 42.72 | 7.74  | 12.47 | 86.3 |

MO= Materia orgánica; FDN= Fibra detergente neutro; FDA= Fibra detergente ácido; PC= Proteína cruda; NDT= Nutrientes digestibles totales ( $\%NDT = 92.51 - (\%FDA \times 0.7965)$ ). Acosta, 1994.

Como se observa en el cuadro, la pastura fue de excelente calidad durante todo el período experimental. Los valores tanto de FDN como de FDA fueron bajos y se mantuvieron relativamente constantes para todo el período. El contenido de PC al inicio era alto y superior al considerado que debe tener un forraje para estar balanceado en términos de energía y proteína, pero conforme avanzó el tiempo el mismo descendió en forma importante hasta alcanzar valores que lo sitúan como un forraje balanceado (Elizalde, 1993). La alta calidad se evidencia también al observar el elevado porcentaje de NDT, el cual no decayó a medida que transcurrió el experimento.

#### 4.1.2.2 Composición botánica.

Para todo el período experimental la pastura fue en su totalidad *Lolium multiflorum* estando ausente la fracción malezas.

En el cuadro 3 se presenta la evolución de la calidad de la pastura en términos de la relación verde : seco del ofrecido por semana durante el período experimental.

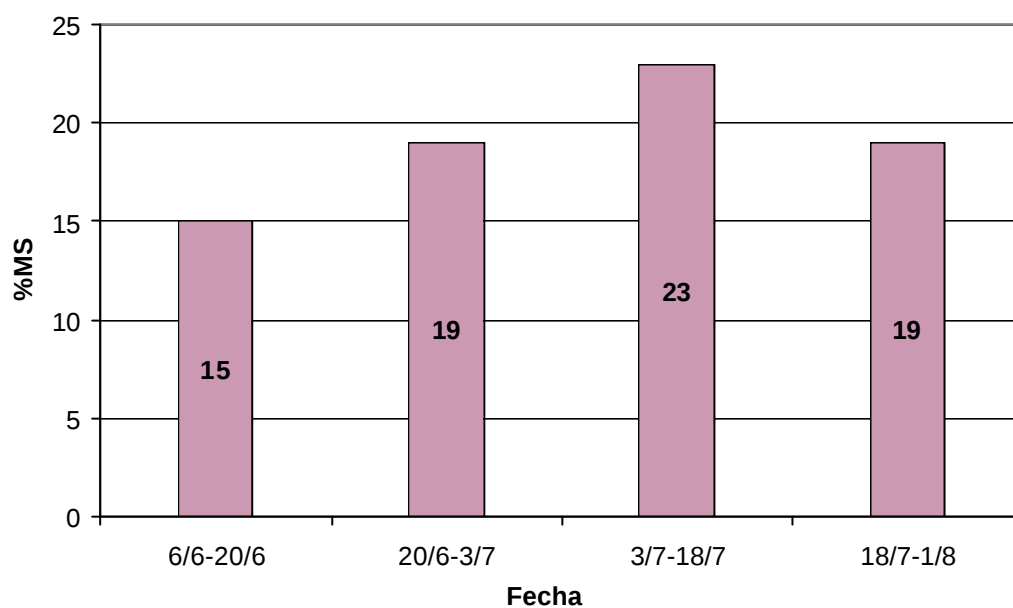
Cuadro 3: Evolución de los restos verdes y secos y la relación verde : seco de la pastura de raigrás ofrecida durante el período experimental (por semana).

|                 | 13-6 | 20-6 | 27-6 | 3-7 | 11-7 | 18-7 | 25-7 |
|-----------------|------|------|------|-----|------|------|------|
| % Restos verdes | 91   | 82   | 79   | 76  | 71   | 73   | 76   |
| % Restos secos  | 9    | 18   | 21   | 24  | 29   | 27   | 24   |
| Rel V/S         | 10   | 4.6  | 3.8  | 3.1 | 2.4  | 2.7  | 3.1  |

Al inicio del período experimental se observa la alta proporción de material verde respecto a los restos secos, dado por un estado fenológico poco avanzado de la pastura. Conforme avanzó el tiempo aumentaron los restos secos y la relación disminuyó notoriamente para luego mantenerse constante hasta el fin del experimento.

#### 4.1.2.3. Contenido de materia seca.

En la gráfica 2 se observa la evolución del contenido de MS del forraje por quincena (correspondiendo al intervalo entre pesadas) para todo el período experimental.



*Gráfico 2:* Evolución del contenido de materia seca (%) del forraje ofrecido (promedio por quincena)

Como puede observarse, los valores obtenidos durante el experimento son en general mayores al dato reportado por NRC (1984), que promedia para raigrás fresco 16% de MS. Esto indicaría que solamente durante la primer quincena el % MS fue menor, lo que podría ser explicado por el estado fenológico poco avanzado de la pastura en este período.

Como se ve en la gráfica 2, hubo una tendencia a un aumento en el contenido de MS a lo largo del período experimental; en la última quincena este contenido cae debido posiblemente a que la pastura en el área utilizada al final del experimento se encontraba en un estado fenológico menos avanzado. Según Vérité y Journet (1970) citado por Chilibroste (1998), en forrajes con menos de 18% de MS existirían problemas para obtener altos consumos en vacas, repercutiendo esto en las ganancias de peso vivo. Esto indicaría que en la primer quincena el %MS estaría limitando el consumo pero no así durante el resto del período experimental, ya que para dichos autores la disminución de éste es de 1 kg MS por cada 4% de disminución de MS por debajo de 18% MS.

#### **4.2. EVOLUCIÓN DEL PESO VIVO Y GANANCIA DIARIA.**

La AF y la suplementación (S) así como la interacción AF x S y el peso vivo inicial fueron fuente significativa de variación ( $p < 0.001$ ) del peso vivo medio de novillos pastoreando raigrás durante el periodo otoño-invernal. Los registros individuales de evolución de peso vivo se presentan en los anexos 3 y 4 y los análisis de varianza para esta variable se presenta en el anexo 5. En el gráfico 3 se observa la evolución del peso vivo vacío para cada tratamiento ajustado por el peso vivo inicial.

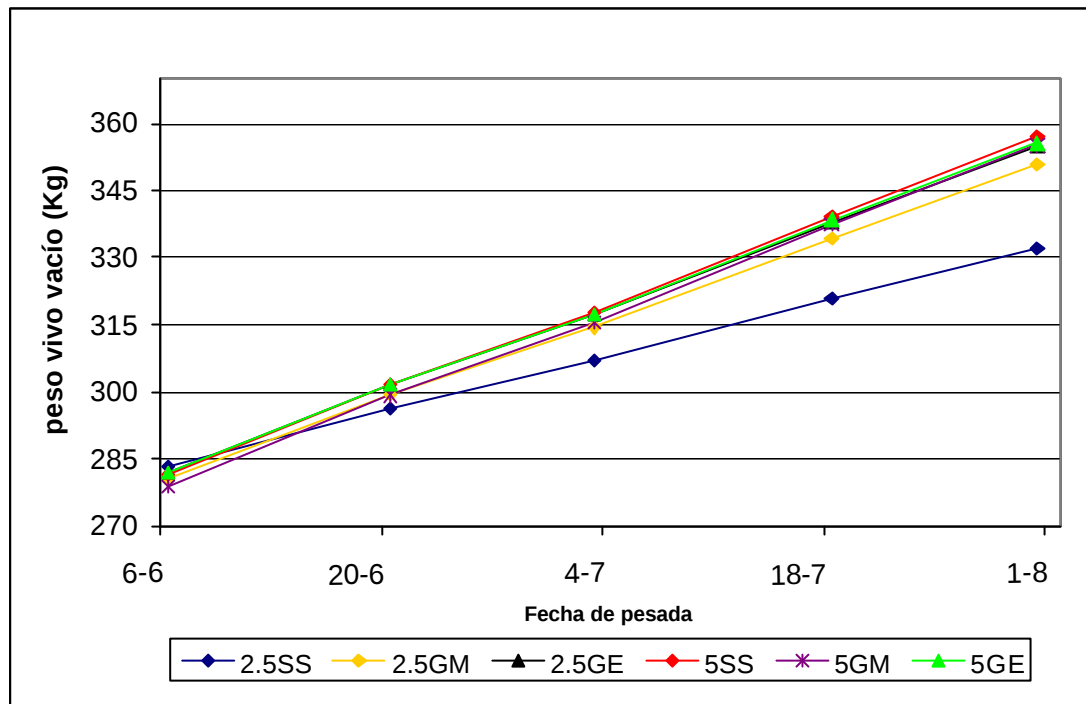


Gráfico 3: Evolución del peso vivo (kg) por tratamiento, ajustado por peso vivo inicial.

El peso vivo de novillos manejados al 2,5% de AF sin suplementar es el único que difiere estadísticamente de los demás, alcanzando un menor peso vivo final.

La regresión del peso vivo en el tiempo, durante el período experimental mostró una tendencia lineal ( $p < 0,01$ ). En el cuadro 4 se presentan los coeficientes de regresión de las curvas ajustadas,

representando las tasas de ganancia media diaria para cada tratamiento (anexo 6).

Cuadro 4: Ganancia medias globales (kg/animal/día) de novillos pastoreando en dos asignaciones de forraje sin suplementación o suplementados con granos de maíz entero o molido a razón del 1% del peso vivo.

| Suplementación | AF      |         | Promedio |
|----------------|---------|---------|----------|
|                | 2.5%    | 5%      |          |
| <b>SS</b>      | 0.873bB | 1.348aA | 1.111A   |
| <b>GE</b>      | 1.305aA | 1.315aA | 1.310B   |
| <b>GM</b>      | 1.252aA | 1.367aA | 1.310B   |
| Promedio       | 1.144a  | 1.343b  |          |

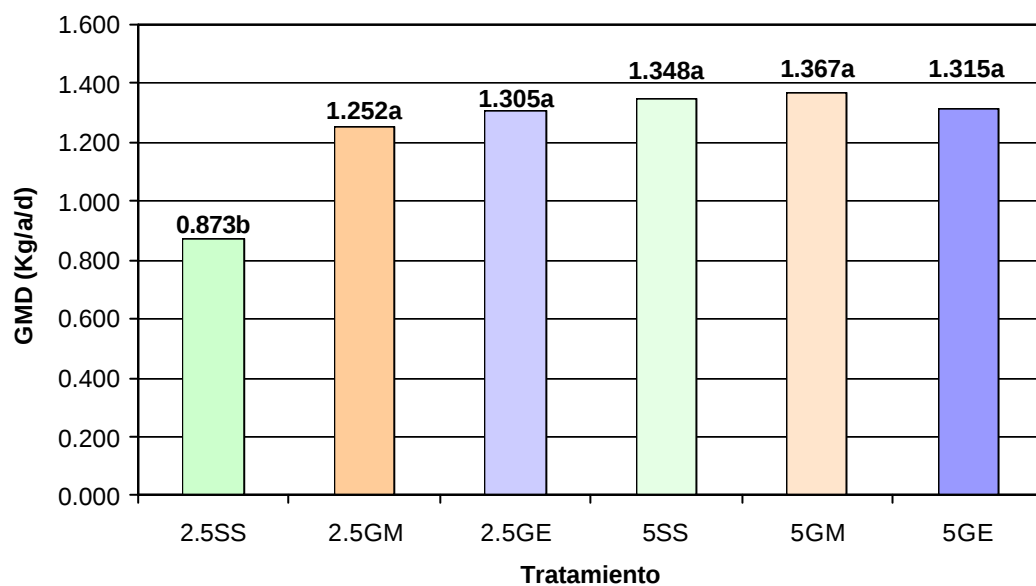
SS= sin suplemento, GE= grano entero, GM= grano molido, AF= asignación de forraje  
a, b: medias seguidas por distinta letra en la columna difieren estadísticamente por el test de Tukey ( $p<0,05$ )

A, B: medias seguidas por distinta letra en la fila difieren estadísticamente por el test de Tukey ( $p<0,05$ )

La suplementación mejoró significativamente la ganancia de peso vivo de novillos pastoreando al 2,5% AF ( $p<0.0001$ ), independientemente del procesamiento del grano de maíz ( $p=0.5126$ ), no registrándose beneficio de la suplementación cuando la AF fue del 5%, tanto con grano entero ( $p=0.6867$ ), como molido ( $p=0.8095$ ).

Debido a que hubo efecto significativo de la interacción AF x S no se realizará análisis de los efectos principales. El único tratamiento que tuvo estadísticamente una menor GMD fue el 2.5% SS, ya que todos los otros tratamientos no difieren estadísticamente en GMD entre sí. Por lo expresado anteriormente, se deduce que no hubo un efecto significativo del procesamiento del grano.

En el siguiente gráfico se presentan las ganancias medias diarias promedio para todo el período experimental de cada tratamiento.



*Gráfico 4:* Ganancia media diaria (GMD) promedio para todo el experimento y para cada tratamiento (ajustada por regresión).

Los resultados obtenidos en el experimento no concuerdan con los esperados, principalmente en lo que refiere a las GMD obtenidas por los animales sin suplemento. A nivel nacional, Carriquiry et al. (2002), trabajando con novillos Hereford de 350 Kg suplementados con grano de maíz molido y entero al 1% del PV sobre un verdeo de avena en otoño, obtuvieron ganancias de 0.316 y 0.507 kg/animal/día para asignaciones de forraje del 2.5% PV y 5% PV, en los animales sin suplementar. Cuando se suplemento se observó una mejora en la GMD para ambas asignaciones; según estos autores el suplemento tuvo un efecto “balanceador” de la pastura apoyando la teoría de la existencia del desbalance entre energía y proteína en este tipo de pasturas en el otoño.

Sin embargo Méndez, Davies y Dillon (1997), suplementando al 0.5% y 1% del PV con maíz partido y 4% AF sobre un verdeo invernal (triticale), no obtuvieron mejoras en la ganancia de peso al suplementar, respecto a los testigos y ésta osciló entre 0.730 y 0.966 kg/animal/día. Los autores concluyen que éstas altas ganancias y el alto valor nutritivo de la pastura indicarían la ausencia de los desbalances nutricionales que son característicos de éstas pasturas en el otoño.

Las altas ganancias obtenidas por los tratamientos testigos plantean la interrogante de la existencia del desbalance o la magnitud del mismo sobre la performance de novillos pastoreando pasturas de alta calidad durante el período otoño - invernal. Posiblemente al dar grano de maíz a los

animales restringidos se incrementó el consumo total de nutrientes, lo que mejoró la GMD pero no actuó como balanceador de la dieta. La alta GMD lograda al 5% AF sin suplementar parece sustentar este concepto. A partir de estos resultados parecería que limitaciones en el consumo por bajas asignaciones sería la principal variable que afectó la performance animal.

La respuesta al procesamiento del grano al 5% AF no fue la esperada dado que no hubo efectos de moler el grano en ganancia tal cual reporta la literatura revisada (Beretta et al, 2001; Moe et al, 1973; Beauchemin et al, 1993). El mayor consumo de forraje a alta asignación llevaría que la tasa de pasaje aumente, disminuyendo el tiempo que el grano está expuesto al ataque microbiano (Beauchemin et al, 1994). Sin embargo, para las condiciones del experimento y para esta pastura el tiempo de retención del alimento en el rumen parece haber sido suficiente como para que el grano entero sea atacado y degradado y no se diferencie del grano molido.

Carriquiry et al (2002) en el experimento mencionado anteriormente sí obtuvo diferencias significativas al suplementar con grano molido (1.451 kg/an/d) respecto al grano entero (1.276 kg/an/d).

#### **4.3. UTILIZACIÓN DEL FORRAJE.**

La utilización del forraje fue afectada significativamente tanto por la suplementación ( $p=0.0132$ ) como por la AF ( $p<0.0001$ ), no hallándose efecto significativo de la interacción S x AF ( $p>0,05$ ). En el cuadro 5 se presentan las medias ajustadas para cada tratamiento y efecto principal.

Cuadro 5: Utilización (%) de una pastura de raigrás en estado vegetativo por novillos pastoreando en dos asignaciones de forraje sin suplementación o suplementados con granos de maíz entero o molido a razón del 1% de peso vivo.

| AF (%)   | SS    | GE     | GM    | Promedio |
|----------|-------|--------|-------|----------|
| 2.5      | 56.7  | 52.4   | 50.5  | 53.2a    |
| 5        | 35.1  | 27.1   | 19.4  | 27.2b    |
| Promedio | 45.9A | 39.8AB | 35.0B |          |

SS= sin suplemento, GE= grano entero, GM= grano molido, AF= asignación de forraje

a, b: medias seguidas por distinta letra en la columna difieren estadísticamente por el test de Tukey ( $p<0,05$ )

A, B: medias seguidas por distinta letra en la fila difieren estadísticamente por el test de Tukey ( $p<0,05$ )

La AF parece tener mas impacto sobre el porcentaje de utilización del forraje que la suplementación.

Estos resultados coinciden con lo esperado. Por un lado, hubo un mayor aprovechamiento del forraje por los animales que estaban restringidos (2.5% AF), lo que concuerda con lo afirmado por Dumestre y Rodríguez (1995), quienes sugieren que al aumentar la presión de pastoreo también lo hace la utilización del forraje y por otro lado, porque al suplementar disminuyó el porcentaje de utilización debido a la sustitución de forraje por concentrado. Resultados similares obtuvo Cronjé (1990), quien indica que para forrajes de buena calidad y con una alta AF por animal, los niveles de sustitución aumentan. Si bien la interacción suplementación x AF no fue significativa, se observa que el efecto de sustitución fue mayor al 5% de AF, con una tendencia a que exista respuesta al procesamiento del grano, siendo mayor la sustitución al dar grano molido.

A pesar que los valores de utilización del forraje obtenidos para estas asignaciones son más bajos que los citados por la bibliografía se considera que son acordes a las altas ganancias obtenidas en el experimento por los tratamientos testigos. Combellas y Hodgson (1979) reportan datos de eficiencias de utilización de raigrás perenne de 85% y 49% para 3% y 6% AF, respectivamente. Éste menor porcentaje de utilización en la AF mayor (5%) también está explicando las mayores ganancias de PV individuales que las obtenidas con 2.5% AF. Esto concuerda con Blaser (1964), quien afirma que presiones de pastoreo que permitan una alta disponibilidad de forraje por animal y posibilidad también de realizar pastoreo selectivo, lograrán un mejor comportamiento individual comparado con presiones mas altas (mayor utilización de forraje), que son las que maximizan la producción por hectárea.

#### **4.4. CONSUMO DE GRANO.**

En el cuadro 6 se presentan los consumos de grano por tratamiento con un nivel de suplementación del 1%.

Cuadro 6: Consumo medio diario de maíz por tratamiento durante todo el período experimental, expresado como kgMS/animal/día y % del peso vivo.

| Suplementación  | AF            |               | Promedio      |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|
|                 | 2.5%          | 5%            |               |
| GE              | 2.89 (0.90)   | 2.89 (0.90)   | 2.89 (0.90) A |
| GM              | 3.01 (0.94)   | 3.00 (0.93)   | 3.00 (0.93) A |
| <b>Promedio</b> | 2.95 (0.92) a | 2.95 (0.92) a |               |

( ) Valores entre paréntesis corresponden al consumo de grano expresado como porcentaje del peso vivo.

AF=asignación de forraje, GE=grano entero, GM=grano molido.

a, b: medias seguidas por distinta letra en la columna difieren estadísticamente por el test de Tukey ( $p<0,05$ )

A, B: medias seguidas por distinta letra en la fila difieren estadísticamente por el test de Tukey ( $p<0,05$ )

El consumo de grano no fue afectado significativamente ni por la AF ( $p=0.9907$ ) ni por el procesamiento del grano ( $p=0.2679$ ). Tampoco la interacción S x AF tuvo efecto significativo sobre el consumo de grano ( $p=0.9369$ ). La AF y el tipo de suplemento explicaron solamente el 9% de la variación en el consumo de grano.

Como se observa en el cuadro 6, los animales consumieron prácticamente todo el suplemento ofrecido (92% en promedio), que era de esperarse, teniendo en cuenta que los niveles de grano empleados no fueron altos (1% PV). Elizalde (1999) recomienda que cuando es utilizado grano de maíz en planteos de suplementación en pastoreo, es necesario no usar niveles de suplementación demasiado altos (no más de 1.2 - 1.5% del

PV) .En cuanto al procesamiento, no era de esperarse diferencias en consumo. Carriquiry et al. (2002) suplementando novillos de 350 kg al 1% del PV con grano de maíz entero y molido no registraron diferencias en los consumos, siendo estos siempre superiores al 95% del ofrecido.

#### 4.5. EFICIENCIA DE CONVERSIÓN.

##### 4.5.1 Eficiencia de conversión individual.

En el cuadro 7 se presentan los valores medios de eficiencia de conversión individual del suplemento para todo el período experimental (anexo 7).

*Cuadro 7: Eficiencia de conversión individual del grano de maíz (kgMS suplemento/ kg ganancia de PV adicional) de novillos pastoreando en dos asignaciones de forraje suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del peso vivo.*

| Suplementación | AF   |    | Promedio |
|----------------|------|----|----------|
|                | 2.5% | 5% |          |

|                 |      |      |      |
|-----------------|------|------|------|
| GE              | 7.7  | 85.4 | 46.5 |
| GM              | 7.0  | 56.6 | 31.8 |
| <b>Promedio</b> | 7.35 | 71.0 |      |

AF=asignación de forraje, GE=grano entero, GM=grano molido.

Las eficiencias de conversión para los tratamientos 2.5% AF fueron levemente inferiores a las encontradas en la bibliografía y muy bajas para los tratamientos 5% AF (esto último debido a las altas tasas de ganancias de los tratamientos testigos). Comparado con lo obtenido por Carriquiry et al. (2002) trabajando con novillos de 330 Kg sobre un verdeo de avena y luego sobre pradera, utilizando las mismas AF, suplemento y nivel de suplementación que los utilizados en este experimento, obtuvieron datos de eficiencia de conversión (kg de suplemento/kg de ganancia de PV adicional) para 2.5 y 5% AF de 4.6 y 5.5, respectivamente, y de 5.3 y 4.7 para grano entero y molido, respectivamente.

A nivel nacional, Risso et al. (1991) reportó eficiencias de conversión, trabajando con novillos de 215 kg manejados al 1.5% de asignación, en raigrás y trébol rojo suplementados al 0.93 %PV con sorgo y cebada, de 5:1 y 4:1, respectivamente. Caorsi et al. (2001) suplementando vaquillonas de 215 kg al 0.5 %PV sobre avena al 2,5% (primeras seis semanas) y 5% (últimas seis semanas) AF con grano de maíz entero y molido logró eficiencias de conversión de 9:1 y 4:1 respectivamente.

A nivel regional, Méndez y Davies (2001) suplementando novillos con maíz al 1 %PV, manejados sobre verdeos a una carga de 4.43 novillos / ha, obtuvieron eficiencias de conversión por animal de 77:1.

Al restringir el forraje (2.5% AF) mejoró la eficiencia de conversión, posiblemente por una menor tasa de sustitución de forraje por grano. Esto coincide con lo concluido por Vaz Martins (1997) quién menciona que en situaciones de pastura limitante el objetivo es evitar en lo posible la sustitución de forraje elevando la eficiencia de conversión de suplemento.

Existió una tendencia a registrarse una mayor eficiencia de conversión cuando se suministró el maíz molido respecto a al entero, y este efecto fue de mayor magnitud cuando los novillos pastoreaban con una 5% AF. Esto puede deberse a que al aumentar la AF hay un mayor consumo y tasa de pasaje del alimento por el tracto digestivo, que haría que al grano entero no le dé tiempo a degradarse y ser absorbido, mientras que al molido sí. Esto concuerda con lo afirmado por Beauchemin et al. (1993) y Beretta et al. (2001) quienes sugieren que la eficiencia de utilización de los granos de cereales aumenta cuando el procesamiento de los mismos es el adecuado.

#### 4.5.2. Eficiencia de conversión por hectárea.

En el gráfico 5 se presenta la eficiencia de conversión por unidad de área expresada como los kilogramos de MS de grano necesarios para lograr un kilogramo de carne extra por hectárea y la eficiencia de

conversión corregida por el aumento en la receptividad de la pastura, debida al efecto de sustitución de forraje por grano en los tratamientos suplementados respecto al testigo sin suplemento ( anexo 8).

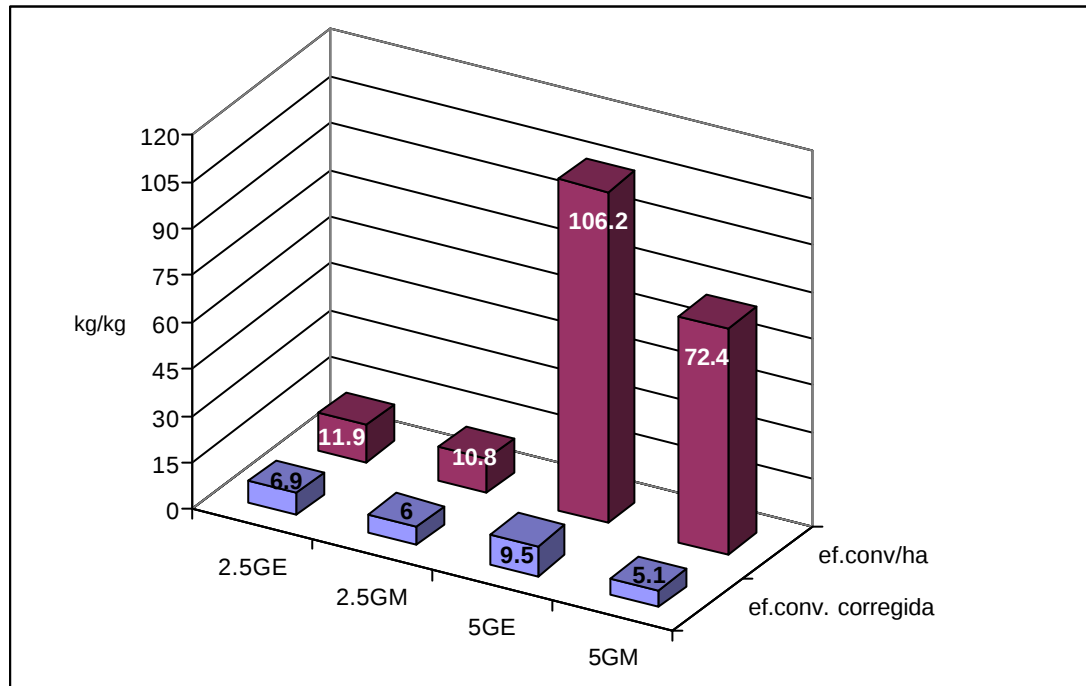


Gráfico 5: Eficiencia de conversión por hectárea observada (kg suplemento/kg extra de PV/ha) y corregida por el incremento en la receptividad de la pastura, de novillos pastoreando en dos asignaciones de forraje (AF) suplementados con grano de maíz entero (GE) o molido (GM) a razón del 1% del PV.

Observando la eficiencia de conversión por hectárea es notoria la gran diferencia entre las eficiencias por unidad de área según la AF. Al 5% AF era previsible estas bajas eficiencias producto de un menor número de animales por hectárea y de la baja eficiencia de conversión individual registrada. Para 2.5% AF la eficiencia mejora notablemente ya que la carga es más alta sumado a la mayor respuesta animal al suministro del suplemento. A su vez para 5% AF las diferencias son mayores según el tipo de suplemento, siendo muy baja al dar grano entero. Existe una tendencia a mejorar la eficiencia al procesar el grano

para ambas asignaciones (sobretudo al 5% AF).

Cuando la eficiencia de conversión se corrige por el aumento de carga que podría realizarse debido al forraje no consumido cuando se agrega el grano (efecto de sustitución), se obtiene una fuerte mejora de la eficiencia de conversión. Si no se corrige por el aumento de carga, la mayor producción (en kg de carne/ha) de los lotes suplementados se deberá exclusivamente a la diferencia en ganancia de peso entre los animales testigos y los suplementados. Si se corrige aumentando la carga, la mayor producción es producto de la diferencia en ganancia de peso entre los animales testigos y los suplementados y de la mayor carga del lote suplementado.

Al comparar estos datos con las eficiencias por hectárea es claro el aumento de las mismas en los animales manejados al 5% AF. Esto es debido a la baja utilización del forraje al 5% AF por efecto de la sustitución

con respecto al testigo, admitiendo una mayor cantidad de animales para aprovechar este forraje sobrante que queda en el campo (mayor aumento de la receptividad de la pastura); éste efecto es mayor aún en el tratamiento de GM. Cuando se hace esta comparación para los tratamientos de 2.5% AF se ve que el aumento en la eficiencia de conversión por el aumento en la receptividad de la pastura no es tan marcada debido a un menor efecto de sustitución. Tampoco se observan diferencias importantes cuando comparamos grano entero versus molido.

Las eficiencias de conversión por hectárea corregidas obtenidas se encuentran dentro del rango establecido por Elizalde (1999), a partir de los resultados obtenidos de suplementación en pastoreo a nivel mundial con forraje de alta calidad y suplementos energético - proteicos para 1% PV de suplementación. Dicho rango va desde 4.5 a 5.9 con un promedio de 5.2.

#### **4.6. PRODUCCIÓN DE CARNE POR HECTÁREA.**

La asignación de forraje afectó significativamente ( $p=0.0596$ ) la producción de carne por hectárea, no observándose efecto de la suplementación ( $p=0.4303$ ) (anexo 9). En el cuadro 8 se presentan las medias ajustadas de la producción de carne por unidad de área, promediado para cada uno de los efectos principales .

*Cuadro 8: Producción de carne por hectárea (kg/ha) de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del peso vivo.*

| Producción de carne (Kg/ha) | AF     |        | S      |        |        |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                             | 2.5%   | 5%     | SS     | GE     | GM     |
| <b>Promedio</b>             | 280.7a | 160.1b | 185.4A | 242.6A | 233.2A |

AF=asignación de forraje, GE=grano entero, GM=grano molido, SS=sin suplemento

a,b :medias seguidas por distinta letra difieren estadísticamente por el test de Tukey ( $p<0.05$ ).

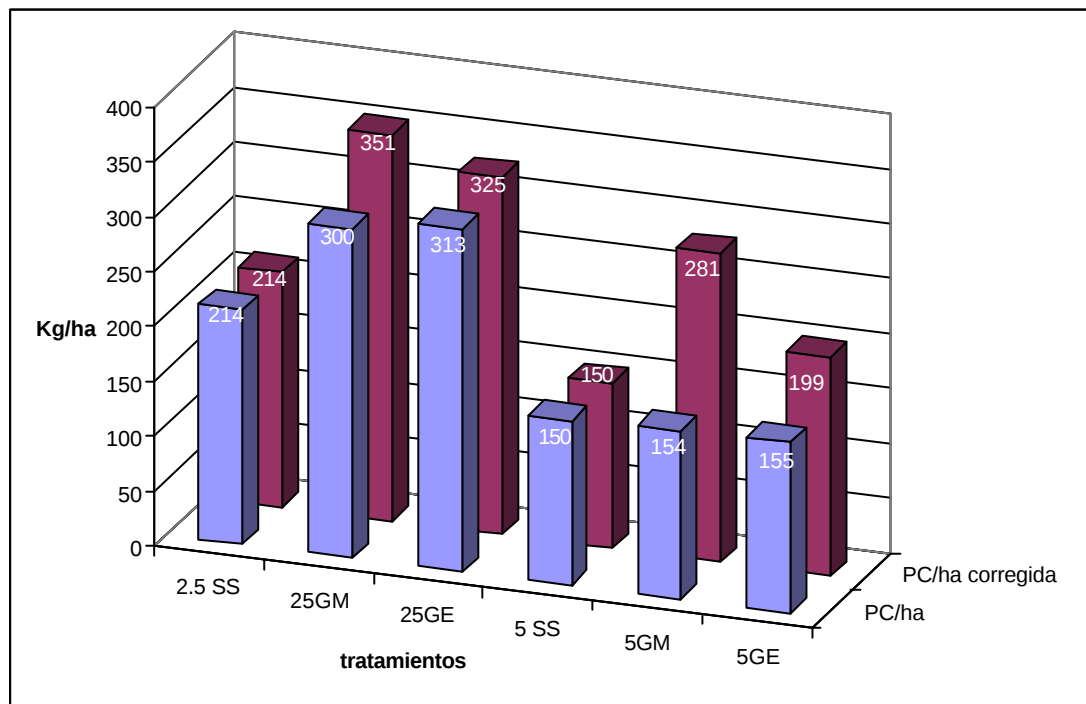
A,B: medias seguidas por distinta letra difieren estadísticamente por el test de Tukey ( $p<0.05$ ).

Con los animales manejados a baja asignación (2.5%) se obtuvo una carga promedio de 4.3 novillos / ha versus 2.2 novillos/ha en la asignación de 5%. Al duplicar la carga, a pesar de que se dio una disminución en la GMD, la producción de carne por hectárea se incrementó en un 75%.

Si bien la suplementación no aparece como un efecto principal estadísticamente significativo sobre la producción de carne por hectárea, es clara la tendencia a aumentar este indicador al incluirse el grano de maíz en la dieta, ya sea entero o molido, cuando los animales pastorean al 2,5% AF. En realidad lo que se observa es un efecto de interacción, ya que

la suplementación aparece como importante al 2.5% AF y no al 5%; pero debido a que el efecto de interacción esta confundido en el error, esta no pudo ser analizada estadísticamente (Grafica 6).

En el gráfico 6 se observa la producción de carne/ha obtenida durante el experimento y la producción de carne potencial alcanzable al corregir la carga por el aumento en la receptividad de la pastura.



SS=sin suplementar, GM=grano molido, GE=grano entero 2.5%, 5% :asignación de forraje

Grafico 6: Producción de carne por hectárea (kg/ha) y corregida por la receptividad de la pastura de novillos Hereford pastoreando en dos

*asignaciones de forraje suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del peso vivo.*

Cuando se corrige la producción de carne/ha por el aumento en la receptividad de la pastura al suplementar, para ambas AF hay un aumento en el potencial de producción que podría alcanzarse por un aumento de carga debido al efecto de sustitución. Este efecto es mas marcado en la AF 5% ya que hay una menor utilización de forraje con respecto al testigo, es decir mayor sustitución de forraje. De todas maneras la PC/ha corregida al 5% AF no llega nunca a alcanzar la obtenida al 2.5% AF sin corregir.

Estos resultados ponen de manifiesto el impacto de la suplementación y la restricción de forraje sobre la productividad global del sistema. Al suplementar en el período otoño - invernal es posible mantener altas cargas con ganancias de peso también altas, traduciéndose esto en elevadas producciones de carne por hectárea. Como ya fue explicado, esta mayor intensidad de pastoreo permite una mayor utilización del forraje, pero aumenta el tiempo de retorno a la pastura, debido a la menor disponibilidad de forraje remanente, acentuándose este problema en condiciones climáticas adversas (exceso de lluvias).

La decisión de suplementar dependerá entonces de la estrategia que se lleve a cabo a nivel del sistema y de los aspectos económicos involucrados en él. A partir de las ganancias obtenidas por los testigos para las condiciones del experimento, no se justificaría en nuestra opinión la

suplementación como herramienta para mantener altas cargas y ganancias de peso moderadas.

#### **4.7. REBROTE DE LA PASTURA.**

Al 5% AF la disponibilidad del rastrojo siempre fue superior que al 2,5% AF, los datos promedios obtenidos para el período experimental fueron de 1851 Kg MS/ha para 5% AF y 1183 Kg MS/ha para 2.5% AF ( $p < 0.05$ ). El rebrote de la pastura podría verse retardado o más aún hasta comprometido a esta asignación comparándolo con el rastrojo de la pastura al 5% AF (Fulkerson, 2001). Desde el punto de vista de la performance animal, si se volviese a pastorear a los 30 días, el consumo y la ganancia animal probablemente se verían afectadas en el caso de 2,5% AF por la baja disponibilidad y altura del forraje, pero no para los rastrojos de 5% AF. Esta situación sería más grave al pastorear con excesos de lluvia y pisoteo. Por último, desde una perspectiva del sistema, el hecho del mayor tiempo de rebrote para llegar a una misma disponibilidad en el caso de 2.5% AF, puede llevar a no cumplir con lo planificado, o a realizar menos pastoreos de los posibles debido a una necesidad de cerrar el verdeo para permitir la semillazón o simplemente porque pierda calidad, entre otros aspectos.

#### **4.8. RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN DE LA CANAL.**

La asignación de forraje (AF) y la suplementación (S) explicaron el 30% de la variación del rendimiento, 78% de los cortes traseros, 67% del

corte pistola, 30% del fat trimming, 66% de P8, 28% del espesor de grasa subcutánea en el punto medio y el 33% del espesor de grasa subcutánea en el punto tres cuartos.

En el cuadro 9 se presentan las medias ajustadas para las diferentes variables de carcasa evaluadas para cada tratamiento.

Cuadro 9: Variables de la carcasa para novillos Hereford pastoreando dos asignaciones de forraje, sin suplementación o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% de peso vivo.

| Variable             | AF   |      |      |      |      |      |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|
|                      | 2.5% |      |      | 5%   |      |      |
|                      | SS   | GE   | GM   | SS   | GE   | GM   |
| Rendimiento (%)      | 51.1 | 53.7 | 53.3 | 53.9 | 52.2 | 53.6 |
| Fat trimming (kg)    | 2.87 | 2.75 | 2.65 | 3.09 | 3.00 | 3.57 |
| EGS1/2 (mm)          | 2.52 | 3.75 | 3.77 | 3.55 | 5.02 | 5.45 |
| EGS3/4 (mm)          | 2.50 | 4.39 | 3.68 | 3.32 | 4.00 | 6.01 |
| P8 (mm)              | 6.93 | 8.83 | 5.54 | 7.54 | 7.93 | 8.96 |
| Cortes traseros (kg) | 42.0 | 46.4 | 46.6 | 44.2 | 46.3 | 47.4 |
| Corte pistola (kg)   | 36.2 | 39.9 | 40.8 | 38.4 | 40.5 | 40.8 |

EGS1/2(mm): espesor de grasa subcutánea en el punto 1/2. P8: espesor de grasa en cuadril EGS3/4(mm) :espesor de grasa subcutánea en el punto ¾

AF=asignación de forraje, SS=sin suplemento, GM=grano molido, GE=grano entero.

Para el rendimiento en res, se esperaba que este fuera mayor debido a la alta calidad del forraje y al uso del suplemento en el caso de los

animales suplementados (Di Marco, 1998), sin embargo esto no fue así debido posiblemente, a la corta edad (aproximadamente 20 meses) de los animales faenados (Di Marco, 1998). Los rendimientos similares obtenidos entre los tratamientos de 5% AF, concuerdan con lo dicho por Elizalde (1999) que indica que en animales pastoreando en pasturas de alta calidad sin limitaciones en el consumo, pueden obtenerse rendimientos similares a los lotes suplementados, a igual grado de engrasamiento.

Para la variable P8 no hubo efecto significativo ni de la AF ( $p=0.2309$ ) ni de la suplementación ( $p=0.5101$ ) así como tampoco de la interacción AF x S ( $p=0.1118$ ). Estos datos concuerdan con los obtenidos por Doyle *et al.* (1992), quién no encontró diferencias significativas entre los novillos terminados a pasto y a feedlot, a igual condición corporal al momento de faena.

A pesar de no existir diferencias significativas en el espesor de grasa subcutánea, tanto para EGS1/2 (AF  $p=0.2212$ ; S  $p=0.3912$ ; AF x S  $p=0.9567$ ) como para EGS3/4 (AF  $p=0.4223$ ; S  $p=0.3202$ ; AF x S  $p=0.5934$ ) se aprecia una tendencia clara a que esta aumente (en ambos puntos de medición) en los tratamientos que ganaron peso a altas tasas. Los valores más bajos se obtuvieron en el tratamiento de menor tasa de crecimiento; esto concuerda con lo dicho por Sully y Morgan (1978) quienes indican que a mayor tasas de ganancia obtuvieron carcasas con mayor contenido graso; mientras que para el tipo de dieta para una misma ganancia de PV los animales que consumieron solo pasto produjeron carcasas

marcadamente mas magras que los suplementados pero las diferencias en grasa subcutánea no fueron significativas.

*Rendimiento de res:* éste no fue afectado significativamente por la suplementación ( $p= 0.3703$ ) ni por la AF *per se* ( $p= 0.3947$ ), pero sí por la interacción entre ambas variables ( $p=0.0439$ ). Esto se evidencia en el caso de la AF 2.5%, donde al suplementar, el rendimiento tiende a aumentar con respecto al 2.5% SS.

*Fat trimming:* Ésta variable fue afectada significativamente por la AF ( $p=0.0347$ ) pero no por la suplementación ( $p=0.654$ ) ni por la interacción AFxS ( $p=0.3187$ ). En el cuadro 10 se presentan los valores de fat trimming para cada efecto principal.

Cuadro 10: Fat trimming (kg) según asignación de forraje y tipo de suplemento.

| Fat trimming (kg) | AF     |        | S    |      |      |
|-------------------|--------|--------|------|------|------|
|                   | 2.5%   | 5%     | SS   | GE   | GM   |
| <b>Promedio</b>   | 2.76 a | 3.22 b | 2.98 | 2.88 | 3.11 |

SS=sin suplementar, GM=grano molido, GE=grano entero, AF=asignación de forraje, S=suplementación.

a,b :medias seguidas por distinta letra difieren estadísticamente por el test de Tukey ( $p<0.05$ )

*Cortes traseros:* Al darle grano a los animales, se incrementó en forma significativa ( $p=0.0002$ ) la cantidad obtenida de cortes traseros, sin embargo no se obtuvo la misma respuesta por incrementar la cantidad de forraje asignada diariamente a cada animal ( $p=0.1120$ ); aunque se ve una tendencia de que a mayor AF mayor peso de cortes traseros. Tampoco se observó efecto significativo de la interacción AFxS ( $p= 0.3178$ ).

Cuadro 11: Peso de cortes traseros (kg) según asignación de forraje y tipo de suplemento.

| Cortes traseros (Kg) | AF   |      | S      |        |        |
|----------------------|------|------|--------|--------|--------|
|                      | 2.5% | 5%   | SS     | GE     | GM     |
| Promedio             | 44.9 | 46.0 | 43.0 a | 46.3 b | 47.0 b |

SS=sin suplementar, GM=grano molido, GE=grano entero, AF=asignación de forraje, S=suplementación.

a,b :medias seguidas por distinta letra difieren estadísticamente por el test de Tukey ( $p<0.05$ )

*Corte pistola:* Como es de esperar, tuvo el mismo comportamiento que los cortes traseros, es decir, se obtuvo una respuesta significativa ( $p=0.0006$ ) a la suplementación, pero no fue así para la AF ( $p=0.1496$ ).Tampoco hubo efecto significativo de la interacción AFxS ( $p= 0.3005$ ).

Cuadro 12: Peso del corte pistola (kg) según asignación de forraje y tipo de suplemento.

| Corte pistola<br>(kg) | AF   |      | S      |        |        |
|-----------------------|------|------|--------|--------|--------|
|                       | 2.5% | 5%   | SS     | GE     | GM     |
| Promedio              | 39.0 | 39.9 | 37.3 a | 40.2 b | 40.8 b |

SS=sin suplementar, GM=grano molido, GE=grano entero, AF=asignación de forraje, S=suplementación.

a,b :medias seguidas por distinta letra difieren estadísticamente por el test de Tukey ( $p<0.05$ )

Como generalidad, es importante destacar que diferencias significativas en las características de composición de la canal se dieron sólo en algunos de los parámetros medidos. Esto posiblemente estaría explicado por la duración del experimento (56 días) y el moderado nivel de suplementación (1% PV). Las diferencias en composición de la canal encontradas en bibliografía se dan en experimentos de mayor duración y generalmente comparando sistemas pastoriles contra feedlot y en biotipos grandes y terminados a altos pesos para mercados con diferentes requisitos en cuanto a peso de carcasa y engarzamiento (Cummins et al, 1996; Jeffrey et al, 1996). Cabe destacar que con los datos obtenidos de este experimento es muy difícil concluir en forma clara en cuanto al efecto de la tasa de ganancia y del consumo energético de diferentes dietas sobre la composición de la canal.

#### **4.9. DISCUSIÓN GENERAL**

Las ganancias de peso obtenidas por los animales testigos manejados a alta asignación indicarían que el desbalance nutricional característico de este tipo de pasturas en esta época del año no impediría obtener buenas tasas de ganancias. Limitaciones en el consumo por asignaciones de forraje insuficientes parecerían ser la principal causa de las bajas ganancias obtenidas en estas situaciones. Sin embargo este manejo lleva a bajas utilidades del pasto, pero permitiría implementar a nivel de sistema de producción estrategias de pastoreo que prioricen determinadas categorías en función de las estrategias de comercialización para hacer un uso más eficiente del forraje y no perjudicar el rebrote y la productividad futura de la pastura.

A nivel de sistema de producción es claro el impacto que tendría la suplementación sobre la carga y la ganancia de peso al trabajar con asignaciones de pasto restringidas. Aplicada en forma estratégica sobre este tipo de pasturas durante el otoño – invierno permitiría mantener la carga de forma de aprovechar eficientemente el excedente de forraje de la primavera sin reducciones en la productividad por hectárea. Esta práctica estará supeditada a las relaciones de precios existentes y también en gran parte por la eficiencia de conversión de grano a carne.

Una alternativa para aumentar la productividad por hectárea manteniendo altas performances individuales sería restringir la oferta de forraje y suplementar con un concentrado energético. Para el caso de raigrás no se encontró respuesta al procesamiento del grano por lo que sería mejor el suministro de grano entero debido a que se evita el costo de molerlo, es más fácil el suministro y se dan menores pérdidas en comedero. No obstante existen evidencias de respuestas favorables al moler el grano cuando se suplementa en verdeos de avena en otoño (Caorsi et al, 2001; Carriquiry et al, 2002).

Desde el punto de vista de la productividad de la pastura el restringir la oferta de forraje puede tener dos implicancias: primero, mayor aprovechamiento de este a través de un mayor porcentaje de utilización pero en desmedro de un aumento del intervalo entre dos pastoreos (mayor tiempo de retorno) debido a una menor tasa de crecimiento dada por el menor forraje remanente. Segundo, al consumirse menos área por día, se demora más en consumir todo el verdeo, lo que puede llevar a que una determinada área del mismo pase al estado reproductivo, con la consecuente pérdida de calidad (digestibilidad) y a la necesidad de destinar esa área para otro fin (fardos o semilla) pudiéndose afectar (disminuir) así el período de utilización planificado para ese verdeo.

Asumiendo que se adopte la estrategia de restringir el forraje y suplementar para lograr altas ganancias de peso individuales y por hectárea durante el otoño – invierno, la misma parece incidir de diferente forma sobre los parámetros de la carcasa. La suplementación con grano de

maíz no logró el objetivo que muchas veces se busca en las invernadas, lograr una buena terminación de los animales a través de una mayor cobertura de grasa ni tuvo efectos sobre el rendimiento de la carcasa. Sin embargo, la cantidad de carne (cortes traseros y corte pistola) producida por animal fue mayor al dar grano y la grasa de recorte disminuye (al restringir el forraje).

## **5. CONCLUSIONES.**

- ?? Incrementos en la asignación de forraje de 2.5% a 5% del peso vivo, mejoran la ganancia de peso de novillos Hereford pastoreando un verdeo de raigrás en el período otoño – invernal, pero reducen la producción de carne por unidad de área.
  
- ?? La suplementación energética con grano de maíz entero o molido mejora la performance animal solamente cuando los novillos pastorean a asignaciones de forraje del 2.5% del peso vivo, independientemente del procesamiento del grano.
  
- ?? La suplementación en condiciones de asignación de forraje restringida mejora la eficiencia de conversión individual del concentrado y por unidad de área.
  
- ?? La suplementación a altas asignaciones de forraje, disminuye la utilización del forraje de la pastura posibilitando incrementos de carga y mejorando la eficiencia de conversión del concentrado por unidad de área.

?? La suplementación energética con grano de maíz entero o molido no mejora el rendimiento en res de novillos Hereford pastoreando un verdeo de raigrás en el período otoño – invernal, pero aumenta la cantidad de cortes traseros y corte pistola.

?? Incrementos en la asignación de forraje de 2.5 a 5% y suplementación con grano de maíz no aumenta el espesor de la grasa subcutánea ni la de P8.

## **6. RESUMEN.**

El objetivo de este trabajo es evaluar la respuesta a la suplementación con grano de maíz entero y molido al 1% del peso vivo (PV) sobre una pastura de calidad, con dos niveles de asignación de forraje (2.5 y 5% PV) durante el período otoño – invernal.

El experimento se realizó en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, Paysandú, Uruguay, teniendo una duración de 56 días (6/6/2002 – 31/7/2002).

Se utilizaron 36 novillos de raza Hereford de 20 meses de edad, con un peso vivo inicial promedio de  $278 \pm 15.5$  Kg, los cuales pastoreaban una pastura de raigrás (*Lolium multiflorum*). El manejo del pastoreo se realizó con cambio diario de franja. Los tratamientos se formaron a partir de un arreglo factorial entre asignación de forraje y suplementación, dando lugar a seis tratamientos; 3 de ellos pastoreaban a una asignación de 2.5% PV y los tres restantes con una asignación de 5% PV. Para cada asignación de forraje (AF) se tenía un lote testigo (sin suplementar), otro suplementado con grano entero y otro con grano molido.

Las ganancias obtenidas para cada tratamiento fueron: testigo 2.5% AF 0.873 Kg; grano molido 2.5% AF 1.252 Kg; grano entero 2.5% AF 1.305 Kg; testigo 5% AF 1.348 Kg; grano molido 5% AF 1.367 Kg; grano entero 5% AF 1.215 Kg. Existió respuesta significativa a la suplementación para 2.5% AF ( $p < 0.0001$ ) y también fue significativa la respuesta al aumentar la asignación ( $p = 0.0004$ ). El procesamiento del grano no tuvo efecto significativo en la ganancia, aunque existió una tendencia a mejorar con el molido ( $p = 0.05$ ).

Las eficiencias de conversión de grano a carne fueron moderadas para 2.5% AF pero muy bajas para 5% AF. Se observó una marcada diferencia en la productividad por hectárea a favor de los tratamientos restringidos en forraje y suplementados.

Ni la suplementación ni la asignación de forraje incidieron sobre los rendimientos en res, espesor de grasa dorsal y P8. Si existieron diferencias significativas en cortes traseros y corte pistola por efecto de la suplementación y en la grasa de recorte debido a la asignación de forraje. La interacción AF x S solamente tuvo efecto estadístico sobre el rendimiento en res ( $p = 0.0439$ ).

## **7. SUMMARY.**

The objective of this work is to evaluate the effects of whole maize grain and ground maize grain supplementation (1% LW) in high quality pastures of two forage allowances (2.5 and 5% LW) during the autumn – winter period.

The experiment was carried out at the Mario A. Cassinoni Experimental Station, Paysandú, Uruguay, and had duration of 56 days (6/6/2002 to 31/7/2002).

Thirty-six 20-month old Hereford steers with an average initial live weight of  $278 \pm 15.5$  Kg. grazed a ryegrass pasture. The form of grazing was a daily change of the grazing paddock. Six treatments were obtained from a factorial arrangement with forage allowances (FA) and supplementation; 3 of them grazed with an allowance of 2.5% LW and the other 3 with an allowance of 5% LW. Each forage allowance group contained a control treatment (without supplementation), whole maize grain supplementation treatment, and ground maize grain supplementation treatment.

The steers live weight gains for each treatment were: control 2.5% FA 0.873 Kg., ground maize 2.5% FA 1.252 Kg., whole grain 2.5% AF 1.305 Kg.; control 5% FA 1.348Kg.; ground grain 5% AF 1.367 Kg., whole grain 5% AF 1.215 Kg. There were significant effects of supplementation at 2.5% FA ( $p<0.0001$ ) and to the increase of allowance ( $p=0.0004$ ). Grain processing had no significant effect on the live weight gain, although it showed an upward tendency with ground grain ( $p=0.05$ ).

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

**ARIAS, J. E.; DOUGHERTY, C. T.; BRADLEY, N. W.; CORNELIUS, P. L.; LAURIAULT, L. M.**1990. Structure of tall fescue swards and intake of grazing cattle. *Agronomy Journal*. 82 : 545 - 548.

**BEAUCHEMIN, K. A.; MC ALLISTER, T. A. ; DONG, Y. ; FARR, B .I. ; CHENG, K. J.**1994. Effects of mastication on digestion of wall cereal grains by cattle. *Journal of Animal Science*. 72: 236 - 246.

**BEEVER, R. A.** 2000. The feeding value of grass and grass products. In: *Grass: Its production and Utilization*. 3ª edición. Ed: Hopkins, A. pp 140 – 190.

**BERETTA, V.; SIMEONE, A.; ELIZALDE, J. C.; CAORSI, C.; MUSSIO, G.; NIN, J.** 2001. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido sobre la evolución de peso vivo de terneras y vaquillona pastoreando avena. Paysandú. Facultad de Agronomía. pp. 1 – 4.

**BIANCHI, J. L.** 1982. Relación de distintos parámetros de la pastura con el consumo y ganancia de peso de novillos en pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, 112p.

**BIRD, P.R.; CYLEY, J.W.D., WATSON, M.J.**1978. Effect of stocking rate on animal pasture production and steer growth. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production* 12: 216.

**BLASER, R .E.**1964. Efecto del animal sobre la pastura. In: Paladines, O. ed. 1966. Empleo de animales en las investigaciones sobre pasturas. Montevideo, IICA – CIAAB. pp 1 – 27.

**CARAMBULA, M.** 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo. Hemisferio Sur. 464 pp.

**CARDOZO, W.** 1998. Utilización de pasturas por los bovinos destinados a la producción de carne. In: Utilización de pasturas. 1998. Universidad de la república, Facultad de Agronomía, EEMAC, 2ª reimpresión, Montevideo, Uruguay.

**CARRIQUIRY, J.; NORMEY, R.; PARDIÑAS, P.** 2002. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño – invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 91 pp.

**CATON, J.S.; DHUYVEETTER, D.V.** 1997. Energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. Journal of Animal Science 75 (2): 533 – 542.

**CHACON, E. A.; STOBBS, T.H. ; DALE, M. B.** 1978. Influence of sward characteristics on grazing behavior and growth of Hereford steers grazing tropical grass pastures. Australian Journal of Agricultural Research. 29: 89 – 102.

**CHILIBROSTE, P.** 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo. 26ª Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay. pp 1 – 12

**CIBILS, R.; FERNÁNDEZ, E.** 1997. El rol de la suplementación en los sistemas de producción. En: Suplementación estratégica para el engorde de ganado. INIA, Jornada Técnica Nº 96: 47 – 52.

**COMBELLAS, J.; HODGSON, J.** 1979. Herbage intake and milk production by grazing dairy cows 1. The effects of variation in herbage mass and daily allowance in a short - term trial. Grass and Forage Science 34: 209 – 214.

**Di MARCO, O. N.** 1998. Crecimiento de vacunos para carne. 1ª Edición., Balcarce, Argentina; Di Marco, O. N. 246 pp.

**DIXON, R. M.; STOCKDALE, C. R.** 1999. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. Australian Journal of Agricultural Research Nº 50: 757 – 773.

**DOYLE, P. W.; BARLOW, R.; DARNELL, R. E.** 1992. Straightbred and crossbreed weaner steers bred in north – eastern New South Wales and grown on Victorian feedlots and pastures. Australian Journal of Experimental Agriculture. 32: 999 – 1004.

**DOUGHERTY, C. T.; BRADLEY, N. W.; LAURIAULT, L. M.; ARIAS, J. E.; CORNELIUS, P. L.** 1992. Allowance – intake relations of cattle

grazing vegetative tall fescue. Grass and forage Science 47 (3): 211 – 219.

**DOUGHERTY, C. T.; LAURIAULT, CORNELIUS P. L., L. M.,  
BRADLEY, N. W.** 1989. Herbage allowance and intake of cattle. Journal of Agricultural Science Nº 112: 395 – 401.

**DUMESTRE, J.; RODRIGUEZ, N.** 1995. Efecto de niveles de suplementación con grano y frecuencia en el cambio de parcela de pastoreo en el comportamiento de novillos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 83p.

**DURAN, A.** 1991. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Ed. Hemisferio Sur. 398p.

**ELIZALDE, J. C. (a)** 1993. Algunos factores nutricionales del forraje que afectan la suplementación en pastoreo. Reunión ganadera de la zona semiárida, (1993, Balcarce). UNMP. INTA EEA Balcarce. pp. 7 – 12.

\_\_\_\_\_. (b) 1999. Suplementación con granos en la producción de carne en animales en pastoreo. Congreso Nacional para Productores y Profesionales, (II.; 1999, Palermo). Forrajes y Granos. pp. 67 – 93.

\_\_\_\_\_. (c) 2001. Suplementación con grano en la producción de carne en pastoreo. Curso de suplementación y engorde a corral integrados a sistemas pastoriles, (2001, Balcarce). UNMP. INTA EEA Balcarce. 101pp.

**FORBES, T.D.A.** 1988. Researching the plant – animal interface: the investigate of ingestive behaviour in grazing animals. Journal of Animal Science 66(9): 2269 - 2279.

**FRENCH, P.; O'RIORDAN, E. G; O'KIELY, P.; CAFFREY, P. J.; MOLONOLEY, A. P.** 2001. Intake and growth offered diferent allowances of autumn grass and concentrates . Animal Science 72: 129 - 138.

**GALLARDO, M.** 1999. Importancia de la fibra en otoño. Chacra (821): 10 pp.

**GALYEAN, M. L; WAGNER, D. G; OWENS, F. N.**1979. Corn particle size and site and extent of digestion by steers . Journal Animal of Science. 1: 204 – 210.

\_\_\_\_\_.; **WAGNER, D. G; OWENS, F. N.**1981.Dry matter and starch disappearance of corn and sorghum as influenced by particle size and processing. Journal of Dairy Science 9: 1804- 1812.

**GOETSCH, A. L; OWENS, F. N; FUNK M. A; DORAN, B. E.** 1987. effects of whole or ground corn with different forms of hay in 85% concentrate diets on digestion and passage rate in beef heifers. Animal Feed Science and Technology 18: 151 - 164.

**GOETSCH, A. L.; MURPHY, G. E.; GRANT, E. W.; FORSTER, L. A.Jr; GALLOWAY, D. L.; WEST, C. P.; JOHNSON, Z. B.**1991. Effects of

animal and supplement characteristics on average daily gain of grazing beef cattle. *Journal of Animal Science* 69: 433 – 442.

**GREENHALGH, J. F. D.; REID, G. W.; AITKEN, J. N.; FLORENCE, E.** 1996. The effects of grazing intensity on herbage consumption and animal production. *Journal of Agricultural Science Camb.* 67: 13 – 23.

**HODGSON, J.; RODRIGUEZ CAPRILES, J. M.; FENLON, J. S.** 1977. The influence of sward characteristics on herbage intake of grazing calves. *Journal of Agricultural Science* 89: 743 – 750.

\_\_\_\_\_.; **TAYLER, J. C.; LONSDALE, C. R.** 1971. The relationship between intensity of grazing and the herbage consumption and growth of calves. *Grassland Research Institute* 26:231-237.

\_\_\_\_\_. 1981. Variations in the surface characteristics of the sward and the short-term rate of herbage intake by calves and lambs. *Grass and Forage Science* 36 (1): 49-57.

**JAMIESON, W. S.; HODGSON, J.** 1979. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing management. *Grass and Forage Science* 34(4):261-271.

**JOHN, A.; ULYATT, M. J.** 1987. Importance of dry matter content to voluntary intake of fresh grass forages. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 47: 13-16.

**JOHNSON, E. R.; VIDYADARAN, M. K.(1981).** An evaluation of different sites for measuring fat thickness in the beef carcass to determine carcass fatness. Australian Journal of Agricultural Research 32:999- 1007.

**LASTA, J. A.** 1997. Calidad de carne y productos cárnicos. Revista Argentina de Producción Animal. 17 (3): 197 – 201.

**Le DU, Y. L. P.; COMBELLAS, J.; HODGSON, J., BAKER, R. A.** 1979. Herbage intake and milk production by grazing dairy cows. 2 – The effects of level of winter feeding and daily herbage allowance. Grass and Forage Science 34: 249 – 260.

**MARSH, R.; MURDOCH, J. C.** 1974. effect of high fertilizer nitrogen and stocking rates on live weight gain per animal and per hectare. Journal of the British Grassland Society 29:305- 313.

\_\_\_\_\_.1975. A comparison between spring and autumn pasture for beef cattle at equal grazing pressures. Journal of the British Grassland Society 30: 165- 170.

\_\_\_\_\_.1979. Effect of herbage DM allowance on the immediate and long term performance of young Friesian steers at pasture. New Zealand Journal of Agricultural Research 22(2): 209- 219.

**MENDEZ, D.; DAVIES, P.** 2001.El otoño y las bajas ganancias de peso. Revista CREA. Abril 2001. pp.54- 59.

**MERCHEN, N. R.** 1988. Digestión, absorción y excreción en los rumiantes. In: El Rumiante: Fisiología digestiva y nutrición. Ed. C.D.Church. pp. 191 – 224.

**MOLITERNO, E. A.** 1997. Estimación visual de la disponibilidad de pasturas (II). La altura de la pastura como estimador de su producción instantánea. Revista CANGUE N° 10, 27- 31.

**MORRIS, S. T.; HIRSCHBERG, S. W.; MICHEL, A.; PARKER, W. J.; Mc CUTCHEON.** 1993. Herbage intake and live weight gain of bulls and steers continuously stocked at fixed sward heights during autumn and spring. Grass and Forage Science 48(2): 109- 117.

**MOTT, G. O.** 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Congress 1960. pp. 606 – 611.

**MURSAN, A.; HUGHES, T. P.; NICOL, A. M.; SUGIURA, T.** 1989. The influence of sward height on the mechanics of grazing in steers and bulls. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production 49:233-236.

**NORBIS, H.** 1998. Factores que influyen sobre el consumo voluntario y la performance animal. In: Utilización de pasturas. 1998. Universidad de la República, Facultad de Agronomía, EEMAC, 2<sup>a</sup> reimpresión, Montevideo, Uruguay.

**OPATPATANAKIT, Y.; KELLAWAY, R. C.; LEAN, I. J.; ANNISON, G.; KIRBY, A.** 1995. Effects of cereal grains on fiber digestion in vitro. Australian Journal of Agricultural Research 46:403- 413.

**PETERSEN, R. G.; LUCAS, A. L.; MOTT, G. O.** 1955. Relationship between rate of stocking and per acre performance on pasture. Agronomy Journal 57: 27 – 30.

**PHILIPPEAU, C.; MARTIN, C.; MICHALET-DOREAU, B.** 1999. Influence of grain source on ruminal characteristics and rate, site and extent of digestion in beef steers. Journal of Animal Science 77: 1587-1596.

**FIGURINA, G.** 1991. Suplementación dentro de una estrategia de manejo en áreas de ganadería extensiva. En: Pasturas u producción animal en áreas de ganadería extensiva. INIA. Serie Técnica N° 13. pp 195 – 200.

**RAYMOND, W. F.** 1964. The efficient use of grass. Proceedings of the Nutrition Society 23: 1.

**REALINI, C. E.; HODGSON, J.; MORRIS, S. T.; PURCHAS, R. W.** 1999. Effect of sward height on herbage intake and performance of finishing beef cattle. New Zealand Journal of Agricultural Research 42: 155 – 164.

**REARTE, D. H.; SANTINI, F. J.**1989. Digestión ruminal y producción en animales en pastoreo. Revista Argentina de Producción Animal 9(2):93- 105.

\_\_\_\_\_. 1998. Beef cattle production and meat quality on grazing system in temperate regions. Revista Argentina de Producción Animal 2:129 – 142.

\_\_\_\_\_.1999. Sistemas pastoriles intensivos de producción de carne de la región templada. 36ª Reuniao Anual Sociedade Brasileira de Zootecnia, (1999, Porto Alegre-RS pp 213- 223).

**RIEWE, M. E.; SMITH, J. C.; JONES, H. J.; HOLT, E. C.**1962. Grazing production curves.II Comparison of steer gains on Gulf Ryegrass and tall Fescue. Agronomy Journal 53 : 367 – 369.

**RISSE, D. F.; ZARZA, A. R.** 1981.Producción y utilización de pasturas para engorde. En: Utilización de pasturas y engorde eficiente de novillos. Miscelánea Nº 28, La Estanzuela, CIAAB. pp 7 – 27.

**ROWE, J. B.; CHOCT, M.; PETHIC, D. W.**1999. Processing cereal grains for animal feeding. Australian Journal of Agricultural Science 50: 724 - 736.

**SANTINI, F. J.; REARTE, D. H.**1996. Estrategia de alimentación en invernada En: Suplementación estratégica para el engorde de ganado. INIA, Jornada Técnica Nº 96: 22-30.

**SINCLAIR, K. D.; LOBLEY, G. E.; HORGAN, G. W.; KYLE, D. J.;  
PORTER, A. D.; MATTHEWS, K. R.; WARKUP, C.; MALTIN, C. A.**  
2001. Animal Science 72: 269 – 277.

**VAZ MARTINS, D.**1996. Suplementación energética en condiciones de  
pastura limitante. En: Suplementación estratégica para el engorde de  
ganado. INIA, Jornada Técnica N° 96: 15- 21.

**WALDO, D.** 1986. Effect of forage quality on intake and forage -  
concentrate interaction. Journal of Daily Science 69: 47 – 63.

### Anexo 3. Peso vivo lleno por animal según fecha de pesada.

| Tmto.  | caravana | 04/06/02 | 19/06/02 | 02/07/02 | 17/07/02 | 31/07/02 |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 2,5-SS | 0097     | 278      | 300      | 306      | 320      | 322      |
| 2,5-SS | 0169B    | 276      | 301      | 307      | 323      | 330      |
| 2,5-SS | 0035     | 275      | 307      | 319      | 333      | 337      |
| 2,5-SS | 0029     | 289      | 322      | 337      | 345      | 347      |
| 2,5-SS | 0036     | 314      | 341      | 352      | 365      | 371      |
| 2,5-SS | 0005     | 316      | 334      | 349      | 358      | 358      |
| 2,5-GM | 0170B    | 282      | 309      | 324      | 337      | 348      |
| 2,5-GM | 0166B    | 282      | 316      | 338      | 362      | 363      |
| 2,5-GM | 0010     | 283      | 306      | 329      | 342      | 362      |
| 2,5-GM | 188      | 300      | 325      | 348      | 361      | 376      |
| 2,5-GM | 0026     | 314      | 338      | 360      | 369      | 377      |
| 2,5-GM | 0018     | 321      | 347      | 361      | 378      | 375      |
| 2,5-GE | 0090     | 278      | 305      | 321      | 340      | 344      |
| 2,5-GE | 0069     | 282      | 320      | 335      | 348      | 355      |
| 2,5-GE | 0086     | 292      | 322      | 343      | 360      | 365      |
| 2,5-GE | 0156B    | 302      | 330      | 352      | 368      | 378      |
| 2,5-GE | 186      | 316      | 343      | 360      | 383      | 389      |
| 2,5-GE | 0012     | 325      | 351      | 373      | 391      | 399      |
| 5-SS   | 0175B    | 271      | 285      | 298      | 305      | 316      |
| 5-SS   | 0066     | 290      | 325      | 340      | 339      | 361      |
| 5-SS   | 0139B    | 300      | 315      | 340      | 352      | 376      |
| 5-SS   | 0062     | 296      | 320      | 339      | 349      | 373      |
| 5-SS   | 0025     | 309      | 343      | 368      | 372      | 389      |
| 5-SS   | 187      | 306      | 335      | 362      | 380      | 401      |
| 5-GM   | 0093     | 280      | 295      | 318      | 339      | 357      |
| 5-GM   | 0078     | 283      | 303      | 324      | 343      | 353      |
| 5-GM   | 0056     | 292      | 313      | 335      | 347      | 358      |
| 5-GM   | 0006     | 300      | 326      | 338      | 371      | 380      |
| 5-GM   | 0061     | 314      | 332      | 356      | 375      | 389      |
| 5-GM   | 0127B    | 324      | 339      | 353      | 367      | 370      |
| 5-GE   | 0101     | 278      | 303      | 331      | 340      | 351      |
| 5-GE   | 0067     | 290      | 308      | 326      | 344      | 357      |
| 5-GE   | 0080     | 280      | 313      | 332      | 352      | 364      |
| 5-GE   | 0096     | 284      | 314      | 337      | 348      | 358      |
| 5-GE   | 0072     | 313      | 339      | 360      | 377      | 393      |
| 5-GE   | 0200B    | 333      | 355      | 381      | 395      | 407      |

#### Anexo 4. Peso vivo vacío por animal según fecha de pesada

| Tmto.  | caravana | 05/06/02 | 20/06/02 | 03/07/02 | 18/07/02 | 01/08/02 |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 2,5-SS | 0097     | 263      | 283      | 290      | 300      | 306      |
| 2,5-SS | 0169B    | 266      | 283      | 295      | 309      | 314      |
| 2,5-SS | 0035     | 262      | 290      | 300      | 314      | 318      |
| 2,5-SS | 0029     | 278      | 304      | 318      | 326      | 329      |
| 2,5-SS | 0036     | 298      | 323      | 330      | 341      | 353      |
| 2,5-SS | 0005     | 294      | 312      | 335      | 341      | 344      |
| 2,5-GM | 0170B    | 263      | 291      | 302      | 319      | 333      |
| 2,5-GM | 0166B    | 267      | 302      | 312      | 338      | 350      |
| 2,5-GM | 0010     | 266      | 291      | 312      | 327      | 345      |
| 2,5-GM | 188      | 280      | 307      | 323      | 344      | 357      |
| 2,5-GM | 0026     | 295      | 316      | 335      | 353      | 361      |
| 2,5-GM | 0018     | 300      | 325      | 341      | 360      | 361      |
| 2,5-GE | 0090     | 257      | 286      | 298      | 321      | 328      |
| 2,5-GE | 0069     | 268      | 300      | 313      | 327      | 338      |
| 2,5-GE | 0086     | 273      | 301      | 313      | 339      | 350      |
| 2,5-GE | 0156B    | 282      | 309      | 330      | 353      | 361      |
| 2,5-GE | 186      | 296      | 327      | 337      | 358      | 369      |
| 2,5-GE | 0012     | 296      | 325      | 343      | 365      | 382      |
| 5-SS   | 0175B    | 253      | 269      | 283      | 292      | 302      |
| 5-SS   | 0066     | 272      | 297      | 323      | 328      | 343      |
| 5-SS   | 0139B    | 278      | 297      | 311      | 323      | 342      |
| 5-SS   | 0062     | 280      | 304      | 323      | 331      | 354      |
| 5-SS   | 0025     | 291      | 322      | 340      | 354      | 373      |
| 5-SS   | 187      | 288      | 319      | 342      | 357      | 380      |
| 5-GM   | 0093     | 263      | 283      | 300      | 322      | 339      |
| 5-GM   | 0078     | 265      | 288      | 301      | 327      | 345      |
| 5-GM   | 0056     | 273      | 296      | 310      | 322      | 340      |
| 5-GM   | 0006     | 278      | 309      | 326      | 350      | 368      |
| 5-GM   | 0061     | 291      | 316      | 334      | 355      | 371      |
| 5-GM   | 0127B    | 310      | 327      | 338      | 356      | 361      |
| 5-GE   | 0101     | 265      | 289      | 308      | 328      | 331      |
| 5-GE   | 0067     | 267      | 295      | 310      | 330      | 343      |
| 5-GE   | 0080     | 262      | 293      | 308      | 330      | 344      |
| 5-GE   | 0096     | 265      | 297      | 316      | 333      | 343      |
| 5-GE   | 0072     | 293      | 320      | 334      | 352      | 368      |
| 5-GE   | 0200B    | 314      | 336      | 358      | 372      | 388      |

**Anexo 2. Disponibilidad de forraje (kgMS/ha) al inicio de cada semana con los correspondientes aportes de MS para cada valor de la escala**

| Tmto.  | caravana | 05/06/02 | 20/06/02 | 03/07/02 | 18/07/02 | 01/08/02 |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 2,5-SS | 0097     | 263      | 283      | 290      | 300      | 306      |
| 2,5-SS | 0169B    | 266      | 283      | 295      | 309      | 314      |
| 2,5-SS | 0035     | 262      | 290      | 300      | 314      | 318      |
| 2,5-SS | 0029     | 278      | 304      | 318      | 326      | 329      |
| 2,5-SS | 0036     | 298      | 323      | 330      | 341      | 353      |
| 2,5-SS | 0005     | 294      | 312      | 335      | 341      | 344      |
| 2,5-GM | 0170B    | 263      | 291      | 302      | 319      | 333      |
| 2,5-GM | 0166B    | 267      | 302      | 312      | 338      | 350      |
| 2,5-GM | 0010     | 266      | 291      | 312      | 327      | 345      |
| 2,5-GM | 188      | 280      | 307      | 323      | 344      | 357      |
| 2,5-GM | 0026     | 295      | 316      | 335      | 353      | 361      |
| 2,5-GM | 0018     | 300      | 325      | 341      | 360      | 361      |
| 2,5-GE | 0090     | 257      | 286      | 298      | 321      | 328      |
| 2,5-GE | 0069     | 268      | 300      | 313      | 327      | 338      |
| 2,5-GE | 0086     | 273      | 301      | 313      | 339      | 350      |
| 2,5-GE | 0156B    | 282      | 309      | 330      | 353      | 361      |
| 2,5-GE | 186      | 296      | 327      | 337      | 358      | 369      |
| 2,5-GE | 0012     | 296      | 325      | 343      | 365      | 382      |
| 5-SS   | 0175B    | 253      | 269      | 283      | 292      | 302      |
| 5-SS   | 0066     | 272      | 297      | 323      | 328      | 343      |
| 5-SS   | 0139B    | 278      | 297      | 311      | 323      | 342      |
| 5-SS   | 0062     | 280      | 304      | 323      | 331      | 354      |
| 5-SS   | 0025     | 291      | 322      | 340      | 354      | 373      |
| 5-SS   | 187      | 288      | 319      | 342      | 357      | 380      |
| 5-GM   | 0093     | 263      | 283      | 300      | 322      | 339      |
| 5-GM   | 0078     | 265      | 288      | 301      | 327      | 345      |
| 5-GM   | 0056     | 273      | 296      | 310      | 322      | 340      |
| 5-GM   | 0006     | 278      | 309      | 326      | 350      | 368      |
| 5-GM   | 0061     | 291      | 316      | 334      | 355      | 371      |
| 5-GM   | 0127B    | 310      | 327      | 338      | 356      | 361      |
| 5-GE   | 0101     | 265      | 289      | 308      | 328      | 331      |
| 5-GE   | 0067     | 267      | 295      | 310      | 330      | 343      |
| 5-GE   | 0080     | 262      | 293      | 308      | 330      | 344      |
| 5-GE   | 0096     | 265      | 297      | 316      | 333      | 343      |
| 5-GE   | 0072     | 293      | 320      | 334      | 352      | 368      |
| 5-GE   | 0200B    | 314      | 336      | 358      | 372      | 388      |

6/6/02 – 12/6/02

|    | %MS   | PF  | PS | Nº    |
|----|-------|-----|----|-------|
| 1A | 0,188 | 32  | 6  | F= 57 |
| 1B | 0,154 | 26  | 4  |       |
| 1C | 0,200 | 30  | 6  |       |
|    |       |     |    |       |
| 2A | 0,152 | 66  | 10 | F=210 |
| 2B | 0,121 | 99  | 12 |       |
| 2C | 0,157 | 83  | 13 |       |
|    |       |     |    |       |
| 3A | 0,122 | 131 | 16 | F=68  |
| 3B | 0,123 | 114 | 14 |       |
| 3C | 0,127 | 142 | 18 |       |

| Escala | Nº  | Frecuencia | PS promedio | F*PS    | KgMS/ha           |
|--------|-----|------------|-------------|---------|-------------------|
| 1      | 57  | 0,1701     | 5,33        | 0,9069  |                   |
| 2      | 210 | 0,6269     | 11,66       | 7,3093  |                   |
| 3      | 68  | 0,2030     | 16          | 3,2478  |                   |
| Total  | 335 |            |             | 11,4639 | <b>1146,39104</b> |

13/6/02 – 19/6/02

|    | %MS    | PF  | PS | Nº    |
|----|--------|-----|----|-------|
| 1A | 0,1905 | 42  | 8  | F= 64 |
| 1B | 0,1818 | 33  | 6  |       |
| 1C | 0,1944 | 36  | 7  |       |
|    |        |     |    |       |
| 2A | 0,1382 | 123 | 17 | F=174 |
| 2B | 0,1250 | 120 | 15 |       |
| 2C | 0,1450 | 131 | 19 |       |
|    |        |     |    |       |
| 3A | 0,1310 | 145 | 19 | F=106 |
| 3B | 0,1206 | 141 | 17 |       |
| 3C | 0,1287 | 171 | 22 |       |

| Escala | Nº  | Frecuencia | PS promedio | F*PS   | KgMS/ha        |
|--------|-----|------------|-------------|--------|----------------|
| 1      | 64  | 0,1860     | 7           | 1,302  |                |
| 2      | 174 | 0,5058     | 17          | 8,599  |                |
| 3      | 106 | 0,3081     | 19,33       | 5,956  |                |
| Total  | 344 | 1,0000     |             | 15,858 | <b>1585,75</b> |

20/6/02 – 26/6/02

|    | %MS    | PF  | PS | Nº    |
|----|--------|-----|----|-------|
| 1A | 0,2195 | 41  | 9  | F= 85 |
| 1B | 0,1833 | 60  | 11 |       |
| 1C | 0,1778 | 45  | 8  |       |
|    |        |     |    |       |
| 2A | 0,1696 | 112 | 19 | F=186 |
| 2B | 0,1818 | 121 | 22 |       |
| 2C | 0,1769 | 130 | 23 |       |
|    |        |     |    |       |
| 3A | 0,1631 | 141 | 23 | F=93  |
| 3B | 0,1611 | 180 | 29 |       |
| 3C | 0,1629 | 178 | 29 |       |

| Escala | Nº  | Frecuencia | PS promedio | F*PS   | KgMS/ha        |
|--------|-----|------------|-------------|--------|----------------|
| 1      | 85  | 0,2335     | 9,33        | 2,179  |                |
| 2      | 186 | 0,5110     | 21,3        | 10,884 |                |
| 3      | 93  | 0,2555     | 27          | 6,898  |                |
| Total  | 364 | 1,0000     |             | 19,961 | <b>1996,11</b> |

27/6/02 – 3/7/02

|    | %MS    | PF  | PS   | Nº     |
|----|--------|-----|------|--------|
| 1A | 0,2549 | 51  | 13   | F= 151 |
| 1B | 0,1972 | 71  | 14   |        |
| 1C | 0,2449 | 49  | 12   |        |
|    |        |     |      |        |
| 2A | 0,2098 | 112 | 23,5 | F= 304 |
| 2B | 0,2100 | 100 | 21   |        |
| 2C | 0,2136 | 103 | 22   |        |
|    |        |     |      |        |
| 3A | 0,1939 | 165 | 32   | F= 153 |
| 3B | 0,1773 | 203 | 36   |        |
| 3C | 0,1834 | 169 | 31   |        |
|    |        |     |      |        |

| Escala | Nº  | Frecuencia | PS promedio | F*PS   | KgMS/ha |
|--------|-----|------------|-------------|--------|---------|
| 1      | 151 | 0,2484     | 13          | 3,229  |         |
| 2      | 304 | 0,5        | 22,2        | 11,100 |         |
| 3      | 153 | 0,2516     | 33          | 8,304  |         |

|       |     |        |  |        |                |
|-------|-----|--------|--|--------|----------------|
| Total | 608 | 1,0000 |  | 22,633 | <b>2263,28</b> |
|-------|-----|--------|--|--------|----------------|

4/7/02 – 10/7/02

|    | %MS    | PF  | PS | Nº    |
|----|--------|-----|----|-------|
| 1A | 0,2667 | 30  | 8  |       |
| 1B | 0,2979 | 47  | 14 |       |
| 1C | 0,2800 | 50  | 14 |       |
|    |        |     |    | F=115 |
| 2A | 0,2556 | 90  | 23 |       |
| 2B | 0,2562 | 121 | 31 |       |
| 2C | 0,2738 | 84  | 23 |       |
|    |        |     |    | F=272 |
| 3A | 0,2040 | 201 | 41 |       |
| 3B | 0,2312 | 173 | 40 |       |
| 3C | 0,2394 | 188 | 45 |       |
|    |        |     |    | F=117 |

| Escala | Nº  | Frecuencia | PS promedio | F*PS   | KgMS/ha        |
|--------|-----|------------|-------------|--------|----------------|
| 1      | 115 | 0,2282     | 12          | 2,738  |                |
| 2      | 272 | 0,5397     | 25,7        | 13,870 |                |
| 3      | 117 | 0,2321     | 42          | 9,750  |                |
| Total  | 504 | 1,0000     |             | 26,358 | <b>2635,79</b> |

11/7/02 – 17/7/02

|    | %MS    | PF  | PS | Nº    |
|----|--------|-----|----|-------|
| 1A | 0,2333 | 30  | 7  |       |
| 1B | 0,3404 | 47  | 16 |       |
| 1C | 0,2200 | 50  | 11 |       |
|    |        |     |    | F=134 |
| 2A | 0,2333 | 90  | 21 |       |
| 2B | 0,1405 | 121 | 17 |       |
| 2C | 0,2143 | 84  | 18 |       |
|    |        |     |    | F=172 |
| 3A | 0,1592 | 201 | 32 |       |
| 3B | 0,1272 | 173 | 22 |       |
| 3C | 0,1543 | 188 | 29 |       |
|    | 0,2025 |     |    | F=66  |

| Escala | Nº  | Frecuencia | PS promedio | F*PS   | KgMS/ha        |
|--------|-----|------------|-------------|--------|----------------|
| 1      | 134 | 0,3602     | 11,3        | 4,070  |                |
| 2      | 172 | 0,4624     | 18,7        | 8,646  |                |
| 3      | 66  | 0,1774     | 27,7        | 4,915  |                |
| Total  | 372 | 1,0000     |             | 17,631 | <b>1763,11</b> |

18/7/02 – 25/7/02

|    | %MS    | PF  | PS | Nº    |
|----|--------|-----|----|-------|
| 1A | 0,2162 | 37  | 8  |       |
| 1B | 0,2456 | 57  | 14 |       |
| 1C | 0,1429 | 63  | 9  |       |
|    |        |     |    | F=183 |
| 2A | 0,1863 | 102 | 19 |       |
| 2B | 0,2020 | 99  | 20 |       |
| 2C | 0,1731 | 156 | 27 |       |
|    |        |     |    | F=157 |
| 3A | 0,1848 | 184 | 34 |       |
| 3B | 0,1786 | 252 | 45 |       |
| 3C | 0,1316 | 152 | 20 |       |
|    | 0,1846 |     |    | F=51  |

| Escala |     | Frecuencia | PS promedio | F*PS   | KgMS/ha        |
|--------|-----|------------|-------------|--------|----------------|
| 1      | 183 | 0,4680     | 10,3        | 4,821  |                |
| 2      | 157 | 0,4015     | 22,0        | 8,834  |                |
| 3      | 51  | 0,1304     | 33          | 4,304  |                |
| Total  | 391 | 1,0000     |             | 17,959 | <b>1795,88</b> |

26/7/02 – 1/8/02

|    | %MS    | PF  | PS | Nº    |
|----|--------|-----|----|-------|
| 1A | 0,2439 | 41  | 10 |       |
| 1B | 0,2442 | 86  | 21 |       |
| 1C | 0,2016 | 129 | 26 |       |
|    |        |     |    | F=178 |
| 2A | 0,2177 | 147 | 32 |       |
| 2B | 0,1929 | 140 | 27 |       |
| 2C | 0,2357 | 140 | 33 |       |

|    |        |     |    |       |
|----|--------|-----|----|-------|
|    |        |     |    | F=135 |
| 3A | 0,1739 | 184 | 32 |       |
| 3B | 0,2099 | 181 | 38 |       |
| 3C | 0,1519 | 270 | 41 |       |
|    |        |     |    | F=53  |

| Escala | Nº  | Frecuencia | PS promedio | F*PS  | KgMS/ha        |
|--------|-----|------------|-------------|-------|----------------|
| 1      | 178 | 0,486      | 19          | 9,24  |                |
| 2      | 135 | 0,369      | 30,7        | 11,32 |                |
| 3      | 53  | 0,145      | 37          | 5,36  |                |
| Total  | 366 | 1,0000     |             | 25,92 | <b>2592,21</b> |

### Anexo 9. Altura del forraje disponible (cm) por semana.

| Fecha     | Altura      | Fecha  | Altura      | Fecha  | Altura       | Fecha  | Altura       | Fecha  | Altura       | Fecha  | Altura       |
|-----------|-------------|--------|-------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|
| 10-Jun    | 14          | 17-Jun | 10          | 24-Jun | 10,4         | 08-Jul | 5,4          | 15-Jul | 7,2          | 22-Jul | 9,8          |
|           | 13          |        | 10,8        |        | 12,4         |        | 17           |        | 11           |        | 16,6         |
|           | 12,8        |        | 8,8         |        | 8,8          |        | 11,2         |        | 12           |        | 22,8         |
|           | 26,4        |        | 16,8        |        | 27           |        | 26,8         |        | 21,8         |        | 30,4         |
|           | 24,4        |        | 22,6        |        | 20,2         |        | 25,6         |        | 20,8         |        | 27,6         |
|           | 27,2        |        | 20,4        |        | 21,4         |        | 24,8         |        | 28,6         |        | 26           |
|           | 29,8        |        | 32,2        |        | 20           |        | 26           |        | 26,8         |        | 37,8         |
|           | 32,8        |        | 26,8        |        | 33,2         |        | 23           |        | 34,6         |        | 43,2         |
|           | 32          |        | 25,4        |        | 27           |        | 27,4         |        | 40,2         |        | 34,8         |
|           | 15,6        |        | 11,6        |        | 15,4         |        | 7,2          |        | 13,4         |        | 13,8         |
|           | 12,8        |        | 14,6        |        | 18           |        | 7,4          |        | 18           |        | 16,2         |
|           | 14,6        |        | 20,6        |        | 28           |        | 7,8          |        | 11           |        | 25,2         |
|           | 17,8        |        | 22,8        |        | 27,6         |        | 27,2         |        | 10,2         |        | 25,6         |
|           | 27,8        |        | 21          |        | 24,6         |        | 26,8         |        | 28,4         |        | 28,2         |
|           | 26,8        |        | 20          |        | 28,6         |        | 25,2         |        | 26,8         |        | 25,6         |
|           | 31,2        |        | 25,6        |        | 27,8         |        | 30,2         |        | 25,8         |        | 29           |
|           | 31          |        | 28          |        | 20           |        | 25,4         |        | 24,6         |        | 41,2         |
|           | 30,6        |        | 26,8        |        | 23,4         |        | 22           |        | 15,3         |        | 33,8         |
|           | 30,4        |        | 22          |        | 10,8         |        | 21,3         |        | 37,8         |        | 21,5         |
| Media(cm) | <b>23,7</b> |        | <b>20,4</b> |        | <b>21,29</b> |        | <b>20,41</b> |        | <b>21,81</b> |        | <b>26,79</b> |

**ANEXO 5. Análisis de varianza de la ganancia media diaria para el período experimental.**

| Efecto      | GLN | GLD | Valor F | Pr > F  |
|-------------|-----|-----|---------|---------|
| AF          | 1   | 21  | 0.41    | 0.5272  |
| Supl        | 2   | 21  | 0.74    | 0.4877  |
| AF*Supl     | 2   | 21  | 0.12    | 0.8902  |
| Dia         | 1   | 106 | 2977.78 | <0.0001 |
| Dia*AF      | 1   | 106 | 19.21   | <0.0001 |
| Dia*Supl    | 2   | 106 | 8.33    | 0.0004  |
| Dia*AF*Supl | 2   | 106 | 9.47    | 0.0002  |
| PVi         | 1   | 21  | 337.45  | <0.0001 |

**ANEXO 6. Análisis de varianza de la eficiencia de conversión individual para el período experimental**

| Efecto   | GLN | GLD | Valor F | Pr > F |
|----------|-----|-----|---------|--------|
| AF       | 1   | 1   | 10.68   | 0.1890 |
| Supl     | 1   | 1   | 1.25    | 0.4646 |
| Dia      | 3   | 3   | 0.18    | 0.9006 |
| AF*Dia   | 3   | 3   | 0.77    | 0.5834 |
| Supl*Dia | 3   | 3   | 0.60    | 0.6569 |

**ANEXO 7. Análisis de varianza de la eficiencia de conversión por hectárea para el período experimental.**

| Efecto   | GLN | GLD | Valor F | Pr > F |
|----------|-----|-----|---------|--------|
| AF       | 1   | 1   | 0.22    | 0.7186 |
| Supl     | 1   | 1   | 1.20    | 0.4716 |
| Dia      | 3   | 3   | 1.30    | 0.4181 |
| AF*Dia   | 3   | 3   | 0.96    | 0.5128 |
| Supl*Dia | 3   | 3   | 1.14    | 0.45   |

**ANEXO 8. Análisis de varianza de la producción por hectárea para el período experimental.**

| Efecto   | GLN | GLD | Valor F | Pr > F |
|----------|-----|-----|---------|--------|
| AF       | 1   | 2   | 15.29   | 0.0596 |
| Supl     | 2   | 2   | 1.32    | 0.4303 |
| Dia      | 3   | 6   | 28.29   | 0.0006 |
| AF*Dia   | 3   | 6   | 15.44   | 0.0032 |
| Supl*Dia | 6   | 6   | 4.20    | 0.052  |

**Anexo 1. Precipitaciones y temperaturas diaria ocurridas durante el período experimental**

| Fecha      | Lluvia<br>(mm) | Temperatura (°C) |       |       | Fecha      | Lluvia<br>(mm) | Temperatura (°C) |       |       |
|------------|----------------|------------------|-------|-------|------------|----------------|------------------|-------|-------|
|            |                | Min              | Prom  | Max   |            |                | Min              | Prom  | Max   |
| 01/06/2002 | 0.2            | 12.41            | 16.47 | 22.00 | 01/07/2002 | 0.2            | 6.39             | 9.01  | 11.66 |
| 02/06/2002 | 6.2            | 17.42            | 18.81 | 21.91 | 02/07/2002 | 8.6            | 11.01            | 12.60 | 14.25 |
| 03/06/2002 | 0              | 17.54            | 20.27 | 24.37 | 03/07/2002 | 28.4           | 11.23            | 12.05 | 12.76 |
| 04/06/2002 | 0.6            | 20.52            | 23.33 | 27.51 | 04/07/2002 | 31             | 9.97             | 10.97 | 11.96 |
| 05/06/2002 | 13.6           | 9.74             | 18.06 | 21.34 | 05/07/2002 | 7.6            | 11.10            | 11.60 | 12.43 |
| 06/06/2002 | 0.4            | 5.98             | 10.96 | 18.39 | 06/07/2002 | 0.2            | 8.35             | 10.20 | 11.75 |
| 07/06/2002 | 0              | 7.44             | 12.48 | 18.65 | 07/07/2002 | 0              | 3.21             | 7.40  | 12.41 |
| 08/06/2002 | 0              | 4.42             | 11.21 | 18.47 | 08/07/2002 | 0.2            | 4.31             | 7.94  | 12.91 |
| 09/06/2002 | 0.4            | 5.85             | 11.26 | 16.32 | 09/07/2002 | 0.6            | 4.36             | 7.21  | 11.42 |
| 10/06/2002 | 0.2            | 0.48             | 5.04  | 10.35 | 10/07/2002 | 0              | 1.51             | 6.59  | 13.09 |
| 11/06/2002 | 0              | 0.71             | 5.29  | 11.55 | 11/07/2002 | 0              | 2.64             | 6.75  | 12.45 |
| 12/06/2002 | 0              | -0.28            | 5.17  | 11.14 | 12/07/2002 | 0              | 4.75             | 10.06 | 17.09 |
| 13/06/2002 | 0.2            | -2.03            | 5.71  | 13.38 | 13/07/2002 | 0              | 6.24             | 12.46 | 21.28 |
| 14/06/2002 | 0.2            | 0.07             | 7.30  | 14.64 | 14/07/2002 | 0.2            | 7.37             | 13.33 | 21.28 |
| 15/06/2002 | 0              | -0.24            | 7.18  | 14.54 | 15/07/2002 | 0.2            | 6.68             | 12.88 | 21.00 |
| 16/06/2002 | 0.2            | -0.77            | 8.88  | 17.35 | 16/07/2002 | 0.2            | 7.25             | 12.60 | 20.55 |
| 17/06/2002 | 0              | 10.42            | 12.67 | 15.59 | 17/07/2002 | 0              | 6.33             | 10.00 | 15.55 |
| 18/06/2002 | 0.2            | 4.32             | 11.16 | 18.49 | 18/07/2002 | 0              | 5.43             | 10.57 | 17.26 |
| 19/06/2002 | 0              | 3.73             | 10.76 | 19.58 | 19/07/2002 | 0.2            | 6.55             | 13.48 | 21.40 |
| 20/06/2002 | 0.2            | 4.83             | 11.21 | 18.28 | 20/07/2002 | 1.6            | 13.54            | 16.50 | 21.46 |
| 21/06/2002 | 0              | 1.09             | 7.37  | 11.12 | 21/07/2002 | 1.4            | 15.10            | 16.85 | 19.87 |
| 22/06/2002 | 0              | -0.68            | 4.30  | 10.01 | 22/07/2002 | 0.6            | 7.40             | 13.55 | 17.23 |
| 23/06/2002 | 0.2            | -2.56            | 4.21  | 11.51 | 23/07/2002 | 0              | 4.96             | 12.05 | 19.90 |
| 24/06/2002 | 0              | -1.11            | 5.35  | 12.07 | 24/07/2002 | 0.6            | 10.87            | 14.45 | 16.88 |
| 25/06/2002 | 0.2            | -0.73            | 5.68  | 12.52 | 25/07/2002 | 0              | 4.49             | 10.34 | 16.20 |
| 26/06/2002 | 0              | 2.01             | 8.49  | 16.60 | 26/07/2002 | 0              | 3.42             | 8.02  | 11.51 |
| 27/06/2002 | 0              | 8.32             | 15.23 | 22.97 | 27/07/2002 | 0.4            | 0.68             | 7.90  | 16.44 |
| 28/06/2002 | 0.2            | 13.21            | 17.68 | 24.03 | 28/07/2002 | 0              | 1.84             | 8.34  | 15.90 |
| 29/06/2002 | 0              | 11.21            | 12.28 | 16.58 | 29/07/2002 | 0              | 4.19             | 11.69 | 21.16 |
| 30/06/2002 | 0              | 5.84             | 9.83  | 11.78 | 30/07/2002 | 1              | 11.15            | 14.82 | 21.01 |
| Total      | 23.2           | -2.56            | 10.79 | 27.51 | 31/07/2002 | 0.2            | 7.25             | 9.46  | 11.85 |
|            |                |                  |       |       | Total      | 83.4           | 0.68             | 11.02 | 21.46 |