

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION ENERGETICA Y DISTINTOS NIVELES  
DE ASIGNACION DE FORRAJE SOBRE LA PERFORMANCE DE NOVILLOS  
HEREFORD PASTOREANDO PRADERAS PERMANENTES DURANTE EL  
VERANO**

**por**

**Fernando, BALDI REY  
Justino, FERNANDEZ PEDROZO  
Federico, GOMEZ GONZALEZ**

**TESIS presentada como uno de los  
requisitos para obtener el título de  
Ingeniero Agrónomo  
(Orientación Agrícola- Ganadero)**

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2001**

Tesis aprobada por:

Director: \_\_\_\_\_  
Ing. Agr. Álvaro Simeone

\_\_\_\_\_  
Ing. Agr. Virginia Beretta

\_\_\_\_\_  
Ing. Agr. Pablo Chilibroste

Fecha: \_\_\_\_\_

Autor: \_\_\_\_\_  
Fernando Baldi Rey

\_\_\_\_\_  
Federico Gómez González

\_\_\_\_\_  
Justino Fernández Pedrozo

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos agradecer el apoyo desinteresado de Julio Nin tanto en la etapa de campo como la de gabinete, así como también a Diego Mosqueira, Oscar Castellanos, Dr Alfredo Ferraris, familia. Gómez y resto del personal, por la ayuda nos dieron en la fase de campo.

A la Ing. Agr. Virginia Beretta por su colaboración en el procesamiento estadístico de los datos,. A la familia Ruggia, Pablo Ron y Cecilia Fernández por la asistencia técnica en informática

Por último agradecemos a nuestras familias que nos alentaron a seguir siempre con fuerza nuestro emprendimiento formativo.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>3</b>
2.1 INTRODUCCIÓN .....	3
2.2 FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO Y PERFORMANCE ANIMAL EN BOVINOS EN PASTOREO.....	4
2.2.1 Modificaciones en los componentes del pastoreo.....	4
2.2.2 Atributos de la pastura que controlan el consumo y performance animal.....	5
2.2.2.1 Disponibilidad de forraje.....	5
2.2.2.2 Estructura de la pastura.....	6
2.2.2.3 Calidad de la pastura.....	7
2.3 SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADOS A BOVINOS EN PASTOREO.....	10
2.3.1 Respuesta animal a la suplementación con concentrados.....	10
2.3.1.1 Efecto de calidad.....	10
2.3.1.2 Efecto del nivel de suplemento sobre la tasa de sustitución.....	12
2.3.1.3 Efecto de la cantidad de forraje.....	13
2.3.2 Efecto de la suplementación sobre la digestibilidad de la dieta.....	1
2.3.3 Efecto de la suplementación sobre la ganancia de peso en verano..	17
2.4 EFECTO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL VERANO SOBRE EL COMPORTAMIENTO ANIMAL .....	20
2.5 HIPÓTESIS .....	21
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>22</b>
3.1 Ubicación y período experimental.....	22
3.2 Suelos.....	22
3.3 Pasturas.....	22
3.4 Suplemento.....	23
3.5 Animales.....	23
3.5.1 Manejo sanitario de los animales.....	23
3.6 Tratamientos.....	24
3.7 Manejo alimenticio.....	24
3.8 Determinaciones realizadas.....	25
3.8.1 Pastura.....	25
3.8.1.1 Disponibilidad de forraje.....	25
3.8.1.2 Forraje residual.....	25
3.8.1.3 Altura del forraje disponible.....	25
3.8.1.4 Altura del forraje residual.....	26
3.8.1.5 Composición química del forraje disponible.....	26

3.8.1.6 Evolución de la composición botánica del forraje.....	26
3.8.1.7 Evolución de la relación verde seco.....	26
3.8.1.8 Utilización de forraje.....	27
3.8.2 Animales.....	27
3.8.2.1 Peso vivo.....	27
3.8.2.2 Altura de los animales.....	27
3.8.2.3 Determinación del consumo de grano de maíz.....	28
3.8.2.4 Comportamiento animal.....	28
3.8.2.5 Determinación de la selección animal.....	28
3.9 CONDICIONES CLIMATICAS .....	28
3.10 ANALISIS ESTADISTICO .....	29
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>31</b>
4.1 EVOLUCIÓN DEL PESO VIVO .....	31
4.2 GANANCIA MEDIA DIARIA.....	33
4.2.1 Ganancia diaria de tratamientos sin suplemento.....	36
4.2.2 Ganancia diaria de tratamientos con suplemento.....	38
4.3 CONSUMO Y EFICIENCIA DE CONVERSIÓN DEL GRANO DE MAÍZ....	40
4.4 CARACTERIZACION DE LA PASTURA.....	41
4.4.1. Disponibilidad promedio del forraje ofrecido .....	41
4.4.2 Forraje residual por tratamiento.....	42
4.4.3 Altura promedio del forraje residual por tratamiento. ....	42
4.4.4 Utilización de la pastura para el total del periodo (%). ....	43
4.4.5 Efecto del tratamiento sobre la selección de los distintos componentes de la pastura.....	45
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>47</b>
<b>6. RESUMEN .....</b>	<b>48</b>
<b>7. SUMMARY.....</b>	<b>48</b>
<b>8.BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>50</b>
<b>9. APÉNDICES .....</b>	<b>56</b>

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

### Cuadros:

1- Resumen de trabajos sobre la relación cantidad de forraje con ganancia diaria y/o consumo.-----	9
2- Resumen de revisión de trabajos experimentales que relacionan suplementación con ganancia de peso de novillos en verano.-----	18
3- Resumen de revisión de trabajos experimentales que relacionan suplementación con consumo y digestibilidad de forraje, y parámetros ruminales.-----	20
4- Cronograma de tratamientos sanitarios.-----	23
5- Evolución de peso vivo ajustado por tratamiento.-----	32
6- Grano de maíz ofrecido, consumido y utilización promedio para todo el experimento en base seca.-----	40
7- Rechazo promedio de forraje por tratamiento para todo el experimento.-----	42
8- Ganancias promedio (Kg/an/día) por tratamiento según período.-----	37
9- Composición botánica pre- pastoreo por tratamiento (% MS).-----	45
10- Porcentaje de cada fracción desaparecida por tratamiento (%MS).-----	46

### Gráficos:

1- Tasa de sustitución de forraje por grano en función de la cantidad de forraje y calidad del mismo (A.F.S., 1994).-----	11
2- Contribución en consumo de la pastura y del grano a la ganancia de peso de novillos. Mott y otros (1968), citado por Prescott (1972).-----	13
3- Consumo de forraje de novillos en pastoreo con y sin suplemento en verano (Kg MO/an/d).-----	14

4- Relación entre consumo voluntario de forraje sin suplemento y tasa de sustitución debido a la inclusión de grano. Dixon y Stockdale (1999).-----	15
5- Evolución del peso vivo por tratamiento.-----	31
6- Ganancia diaria promedio total por tratamiento.-----	33
7- Relación entre asignación de forraje y ganancia de peso para los tratamientos sin suplemento.-----	37
8- Relación entre asignación de forraje y ganancia de peso para los tratamientos con suplemento.-----	39
9- Utilización promedio total de forraje por tratamiento (%).-----	44

## 1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de engorde de bovinos en el Litoral Oeste del Uruguay son en su gran mayoría de tipo pastoril e utilizan como base alimenticia verdeos, pasturas naturales y pasturas sembradas pluri-anales, con especies forrajeras de clima templado.

En nuestro país las fluctuaciones de las condiciones ambientales (radiación, temperatura, humedad del suelo, etc.) determinan variaciones en la cantidad y calidad de la oferta forrajera en las distintas estaciones del año; lo que a su vez se refleja en la ganancia de peso de los animales de engorde.

Particularmente en la estación de verano, y cuando se utilizan pasturas sembradas pluri-anales se manifiestan bajas ganancias de peso que puede ser atribuible a diversos factores tales como caída en la producción de forraje debido a las condiciones climáticas extremas, disminución del valor nutritivo de la pastura como consecuencia del estado fenológico y elevadas temperaturas ambientales que afectan el comportamiento animal.

Desde un punto de vista nutricional existen alternativas a la hora de mejorar las limitantes mencionadas para el caso del verano, conocido es en nuestro país la utilización de verdeos de verano, y la suplementación estival. La utilización de verdeos surge como una alternativa que ofrece grandes cantidades de forraje de relativamente buena calidad en corto tiempo; pero tiene como desventaja la dificultad de manejar eficientemente el forraje producido sin que se pierda calidad, además de los altos costos y dificultades de realizar siembras escalonadas de manera de regular la entrega de forraje y su valor nutritivo.

Por otro lado la suplementación permite corregir desbalances nutricionales que pueda tener la pastura y de este modo aumentar la ganancia de peso, o como forma de mantener carga durante el verano debido a la baja producción de forraje. Como principal restricción a la hora de utilizar esta tecnología es la escasa información existente a nivel nacional para verano, referente a coeficientes técnicos que la validen para su utilización eficiente.



Por último generar información referente a respuesta a la asignación de forraje, utilización, productividad, etc., de praderas permanentes durante el verano, debido a que la información a nivel nacional es escasa.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de la asignación de forraje estival y de la suplementación energética sobre la performance de novillos de la raza Hereford pastoreando praderas de *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Festuca arundinacea* y *Lotus corniculatus*.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 INTRODUCCIÓN

Para los sistema de engorde bovino sobre praderas permanentes, la estación de verano resulta problemática porque, por un lado dificulta el logro de ganancias de peso vivo satisfactorias, reduciendo la ganancia promedio anual, y por otro, el bajo valor predictivo de la performance animal; como consecuencia de la variabilidad climática de esta estación entre años; Vaz Martins, D. (2000).

Los distintos aspectos de la relación planta animal, cobran particular relevancia en este tipo de sistemas. La combinación de las características físicas de la pastura, y la naturaleza química de la dieta seleccionada son los determinantes del consumo en pastoreo (AFS, 1994).

Lange (1980), señala que la relación entre la pastura y el suplemento podrá ser de distintos tipos(aditiva, sustitutiva, aditiva-sustitutiva, aditiva con estímulo, y sustitutiva con depresión). Estos efectos del suplemento sobre el forraje y el tipo de relación resultante, también dependerán de la interacción de una serie de factores del animal, de la pastura y del suplemento Todos estos factores tienen una relación de dependencia, que afectan la digestibilidad del forraje, la del suplemento y como consecuencia de esto el consumo.

La cantidad de alimento que un animal puede consumir es, en forma individual, el factor más importante en la determinación de la performance animal. La productividad de un animal dada cierta dieta, depende en más 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 (Waldo, 1986).

## **2.2 FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO Y PERFORMANCE ANIMAL EN BOVINOS EN PASTOREO.**

Forbes (1985) en su estudio menciona que, a causa de que los animales gastan mucho tiempo en obtener su alimento, parece lógico asumir que el forraje pastoreado tenga una influencia considerable sobre el consumo, por lo tanto parece claro que el consumo es controlado en el largo plazo por el balance de energía del animal, y en el corto plazo es probable que esté controlado por una combinación de factores estructurales de la planta que influyen sobre la tasa de ingestión; el efecto de la masticación del forraje sobre el llenado del tracto, las conductas sociales y factores ambientales que afectan el complejo apetito saciedad.

Porte y Manterola (1996), encontraron que de todos los factores que en total explicaron el 75% de la variación en consumo, resultaron significativos el peso metabólico ( $r^2= 0,26$ ), la edad inicial ( $r^2= 0,068$ ) y tipo animal ( $r^2= 0,058$ ). En concordancia con estos resultados, según el AFS(1994) el consumo potencial de un animal estaría en función de su tamaño corporal y estado fisiológico, pudiendo ser modificado por enfermedades o estrés calórico.

En dietas enteramente con forraje o con alta proporción de este, el consumo se ve limitado generalmente por el llenado del rumen, el cual depende principalmente del contenido de pared celular, de su grado de lignificación y de la resistencia a la rotura en partículas más pequeñas por digestión y rumia (Balch *et al.*, 1962).

La magnitud de la ganancia de peso esta determinada por factores propios del animal como son la raza, el sexo, estado fenológico y edad; y por factores ajenos al animal como el nivel nutricional que esta recibiendo (Di Marco, 1993).

### **2.2.1 Modificaciones en los componentes del pastoreo.**

Forbes (1987) en una revisión sobre trabajos de la interacción planta animal y conducta ingestiva de animales en pastoreo concluye que el consumo puede ser definido como el producto del tamaño de bocado, tasa de bocado y tiempo de pastoreo.

Cangiano y Gómez (1984), concluyen que la variación en el tamaño de bocado es generalmente mayor que las variaciones en tiempo de pastoreo y tasa de bocado. Chacon y Stobbs (1976); y Forbes (1987) encontraron que en la medida que disminuye la cantidad de pasto, la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo son las variables compensatorias para intentar mantener el consumo diario de forraje; pero en etapas tardías de defoliación de la pastura ambas variables declinan.

El tamaño de bocado es el principal determinante del forraje consumido (Hodgson, 1981; Cangiano y Gómez 1984; Forbes 1987; Cangiano *et. al.*, 1997).

### **2.2.2 Atributos de la pastura que controlan el consumo y performance animal.**

#### **2.2.2.1 Disponibilidad de forraje.**

Trigg y Marsh (1979) y Dougherty *et al* (1989) observaron que al incrementar la asignación de forraje el consumo aumenta hasta un máximo de 2,5%PV para una asignación de 5%PV/día y 0,5%PV/hora para una asignación de 1%PV/hora, respectivamente. Dougherty *et al* (1992) nuevamente hallaron los mismos resultados, pero con una categoría adulta. Reardon (1977) encontró consumos de 2%PV con asignaciones de 3%PV en verano.

Bianchi, (1980) trabajando en invierno con una pastura permanente sembrada, al pasar de 3 a 12%PV de asignación de forraje las ganancias de peso aumentaron significativamente de 583 a 1032g/día, para invierno; concluyendo que la mínima asignación es insuficiente para observar la caída de la performance. Mientras que Risso *et al.* (1989) al pasar de 3 a 1,5%PV de asignación de forraje, las ganancias de peso cayeron abruptamente de 904 a 173g/día, en pasturas de similares características. Concluyendo que la menor asignación resulto restrictiva para los animales.

Por otro lado Rinaldi, Espasadin y Soca (1995) utilizando una pastura natural con Lotus sembrado en cobertura, observaron que al incrementar la asignación de forraje en verano desde 5% a 12%/PV, la máxima ganancia de peso (720g/día) la obtuvieron con una asignación de forraje de 7,5%/PV.

Tanto Bianchi(1980) como Rinaldi *et.al.*(1995), concluyen que la presión de pastoreo esta correlacionada negativamente con la ganancia de peso; y plantean a la altura de forraje remanente como un buen indicador de la accesibilidad para los animales, estando asociada con la variable productiva ganancia,  $r^2= 0,645$  y  $r^2$  parcial =0,63, respectivamente.

Marsh, R.(1979) como resultados de dos experimentos realizados, obtiene dos tipos de respuestas en ganancias de peso para diferentes valores de asignación y disponibilidad; en un caso respuesta lineal ( $r=0.996$ ) y en el otro curvilínea ( $r=0.91$ ). La diferencia está explicada porque la digestibilidad *in vitro* se relaciona negativamente con aumentos de asignación de forraje y disponibilidad.

Morris *et al.* (1993) observaron que las ganancias de peso se incrementan al aumentar la altura de una pastura sembrada, hasta un valor máximo que varia según la estación (8-10cm para primavera y 12-15cm para otoño).

#### **2.2.2.2 Estructura de la pastura.**

Garay (1977) y Boom y Sheat (1998) encontraron menores ganancias diarias al comparar ganancias estivales, respecto a ganancias invernales y primaverales, a similares niveles de disponibilidad de forraje, pero de diferente calidad y estructura. Marshall, Campbell y Buchanan-Smith (1998) no encontraron una asociación consistente entre disponibilidad y consumo, por lo tanto el forraje disponible no puede ser usado como único predictor indirecto del consumo y/o performance, debido a las variaciones en la composición de las pasturas y a la calidad de las mismas.

Reardon (1977), trabajando con asignación fija encontró disminuciones en el consumo al aumentar la disponibilidad, al contrario que otros autores, explicado por una modificación en la estructura de la pastura, al cambiar de estado fenológico.

El tamaño de bocado esta afectado por el rendimiento de hojas, relación hoja-tallo y densidad de la pastura (Chacon y Stobbs, 1976). Hodgson (1981) y Forbes (1987) consideraron que la altura de la pastura es la variable más importante en determinar el tamaño de bocado para el caso de pasturas

templadas. En este sentido Laca *et al.* (1992) y Cangiano *et. al* (1997) concluyen que la variación en el peso de bocado al variar la altura del forraje dependerá del efecto compensatorio entre densidad del horizonte de pastoreo, área y profundidad del bocado. Asociado a lo anterior los mismos encontraron una relación lineal y positiva entre profundidad de bocado y altura de la pastura con  $r^2 = 0,83$  y  $r^2 = 0,9$  respectivamente; y la tasa de incremento de la profundidad de bocado es decreciente al aumentar la densidad de la pastura (Laca *et al*, 1992).

Dougherty *et.al.*(1990), encontraron que cuando los animales que se hallaban pastoreando una pastura de *Festuca arundinacea*, al llegar a la altura de los pseudotallos (9cm) los animales dejaban de pastorear, constituyendo estos una verdadera barrera física para el pastoreo, incluso a bajas asignaciones.

### 2.2.2.3 Calidad de la pastura.

A medida que las plantas avanzan en su ciclo y pasan del estado vegetativo a reproductivo, las hojas, principal componente de calidad, contribuyen en una menor proporción al rendimiento de MS digestible. Mientras tanto los tallos y las inflorescencias aumentan su presencia en forma progresiva por lo que, dado su menor valor nutritivo, la calidad de la pastura desciende en un todo (Carámbula, 1997).

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 por la mayor tasa de digestión. La digestibilidad del forraje estará condicionada no sólo por su composición química, sino por factores inherentes al animal (Rearte, 2001)

Se ha encontrado una alta correlación negativa (-0,76) entre consumo de materia seca y contenido de fibra detergente neutro (FDN), o pared celular de los forrajes (Mertens citado por Rearte y Santini, 1989). Burns *et al.* (1997), Johnson *et al.*(1998) obtuvieron similares resultados

En pasturas de gramíneas y leguminosas, altos contenidos de fibra y bajos de proteína se encontraron en los meses estivales asociado a un ambiente con temperaturas altas, mientras que bajos contenidos de fibra y altos

de proteína se observaron en los meses de temperaturas bajas (Marshall *et al.*, 1998). La elevación de la temperatura provoca un aumento en la transpiración, incrementando por lo general el contenido de fibra, fundamentalmente en gramíneas (templadas y subtropicales), efecto no tan evidente en leguminosas de ambos climas (Carámbula, 1997).

Otro aspecto que se debe tener en cuenta es el balance cantidad vs calidad, recordando que el máximo rendimiento en MS digestible se obtiene a menores valores que el máximo rendimiento en MS total (Carámbula, 1997). En este sentido Marshall *et al.* (1998) encontraron que la altura de la pastura se correlaciona negativamente con el contenido proteico y digestibilidad

**Cuadro 1- Resumen de trabajos sobre la relación cantidad de forraje con ganancia diaria y/o consumo.**

Nº	Raza	Peso y edad	Período	Pastura	Tratamiento	Resultados	Autor
46 no	Fr.	110Kg 6-8ms.	Ver-Oto.	Rg.+Tb	3;4.5;6;7.5%PVMS. 5;7.5;10;12.5 "	290;430;520;630g/a/d 250;470;520;580g/a/d	Marsh 1979
No			75 a 90 días invierno	Prad. 2ºy 3º año	1,5 y 3 kgMS/100kgPV 3-14 días ocup.	173;904 g/a/d	Risso <i>et al.</i> 1989
24tn	He	130Kg-	17/7-8/10	Ft+Fl+Rg+Tb+Lt 5ttMS/ha;40%RS	3;6;9y12 kgMS/100kgPV	583a, 834b, 885b, 1032c g/a/d	Bianchi 1980
14no	Aa	258 Kg 14 ms	Prim-Ver	Rg+Po+Tb+Ft+ Ag (47;34%Dig; 9-13PC);	2.7-3.3 tt MS/ha Primavera-Verano	Primavera: 812 g/a/d Verano: 340 g/a/d	Garay <i>et al.</i> 1982
24tn	Hol	120 Kg	13/1-4/3	CN+Lt	5;7.5;10 y 12.5 kgMS/100kgPV	460a,720b,740b,670b g/a/d	Rinaldi <i>et al.</i> 1995
18no	Cruza	172Kg 9 ms	22 días en Mayo	Rg+Tb	6;10 y 15 cm altura pre-pastoreo	20, 610, 1031 g/a/d	Morris <i>et al.</i> 1993
66no	Aa	323Kg 16ms	Nov y Dic.	Pradera	10; 15; 22,5 o 33.8 KgMS/cabeza 2; 3 y 4 ttMS/ha	Y=0,0945X1-0,000542X2 +7,03 ; Y (cons), X1 (asig), X2 (Diso)	Reardon 1977
24tn 24no	Fr	150Kg 400Kg	Enero- Marzo	Pradera 4tt:67%Dig	2;4;6;8;10 y 12 kgMS/100kgPV	1.5%PV Cons. baja asig 3.2.%PV Cons. alta asig	Trigg <i>et al.</i> 1979
12vq	Aa	364Kg 2años	4 días fin prima- vera	Ft	1,43; 2,54 y 3,58 kgMS/100kgPV	0,35; 0,52 y 0,53 KgMS Cons./100KgPV/h	Dougherty <i>et al.</i> 1989
12vc	Aa	550Kg	10 días Verano	Ft	0,43; 0,70; 0,90 KgMS/100KgPV/h	0,29; 0,47; 0,42 KgMS Cons./100KgPV/h	Dougherty <i>et al.</i> 1992

-Aa: Aberdeen angus

-He: Hereford

-Hol: Holando

-Fr: Friesan

-PP: pradera permanente

-CN: campo natural

-FF: forraje fresco

-Rg: raigrás (*Lolium multiflorum*)

-Ft: festuca (*Festuca arundinacea*)

-Fl: Falaris (*Phalaris tuberosa*)

-Ag: agropiro (*Agropyron elongatum*)

-Tb: trébol blanco (*Trifolium repens*)

-Po: pasto ovillo (*Dactylis glomerata*)

-Lt: *Lotus comiculatus*

-Cons.: consumo

-tn: ternero

-no: novillos

-vc: vacas

-ms: meses

-Vq: vaquillona

Concluimos a partir de la literatura citada, que a medida que la cantidad de forraje disponible por animal es mayor, el consumo de forraje y la ganancia de peso se incrementan, y que ambos aumentan hasta cierto límite.

Por otro lado, el tipo de respuesta de ambas variables, así como la magnitud de la misma dependen de la cantidad de forraje que se está asignando, de su disponibilidad, composición química de la pastura y por lo



tanto su valor nutritivo, características físicas del horizonte de pastoreo, sistema de pastoreo, tipo animal, edad, raza, etc.

## **2.3 SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADOS A BOVINOS EN PASTOREO.**

### **2.3.1 Respuesta animal a la suplementación con concentrados.**

La suplementación de forrajes con concentrados mejora, por lo general, la producción animal, tanto a través de una mejora individual o una mejora en la productividad (Gómez, 1989; Caton y Dhuyvetter, 1991), pero el valor de ese aumento va a depender tanto de la cantidad como de la calidad del forraje que el ganado este consumiendo (Gómez, 1989).

A su vez al alimentar animales en condiciones de pastoreo, se manifiestan por lo general dos problemas simultáneos, uno de ellos esta relacionado con la sustitución y el otro con la digestibilidad de la dieta. Ambos aspectos fundamentales de la suplementación, (Gómez, 1989; Elizalde, 1997).

Según Dixon *et.al.* (1999), los efectos de la sustitución son usualmente mayores que los cambios en la digestibilidad del forraje, sin embargo la depresión en el consumo de forraje (sustitución) por el uso de suplementos es menor en forrajes de baja calidad (Elizalde, 1997).

Dixon *et.al.* (1999) concluyen que la tasa de sustitución de forraje por grano esta relacionada con el nivel de consumo de forraje, digestibilidad del mismo, porcentaje de grano en la dieta y madurez del animal.

#### **2.3.1.1 Efecto de la calidad del forraje sobre la tasa de sustitución.**

La tasa de sustitución es usualmente mayor en animales con altos consumos de forraje de alta calidad, mientras que en forrajes de baja a mediana digestibilidad la sustitución es menor (Milne *et. al.*, 1981; Elizalde, 1997; Dixon *et. al.*, 1999). Prescott (1972), menciona que el efecto de la suplementación con concentrados va a ser progresivamente menor a medida que el forraje sea más digestible puesto que la producción obtenida con forrajes altamente digestibles es de por sí alta.

Allden y Jennings (1962), indican valores de sustitución cercanos a 1 kg. de forraje/kg. de grano con pasturas de alta digestibilidad y abundantes, pero con pasturas entorno a 50% de digestibilidad la tasa de sustitución es tan solo de 0,65. A partir de trabajos de otros autores, Elizalde, (1997) menciona tasas de sustitución entre 0,5 y 1 para forrajes de alta calidad, y en forrajes de baja calidad (menos de 60% de digestibilidad) la sustitución varía entre 0,2 y 0,5. Boom y Sheath (1997), también encontraron aumentos en la tasa de sustitución (en promedio fue de 0,79 kg. de forraje/ kg. de suplemento), al comparar dos pasturas que diferían en sus valores de digestibilidad.

A.F.S., (1994) predijo la tasa de sustitución para un amplio rango de situaciones y se muestra en la siguiente gráfico.

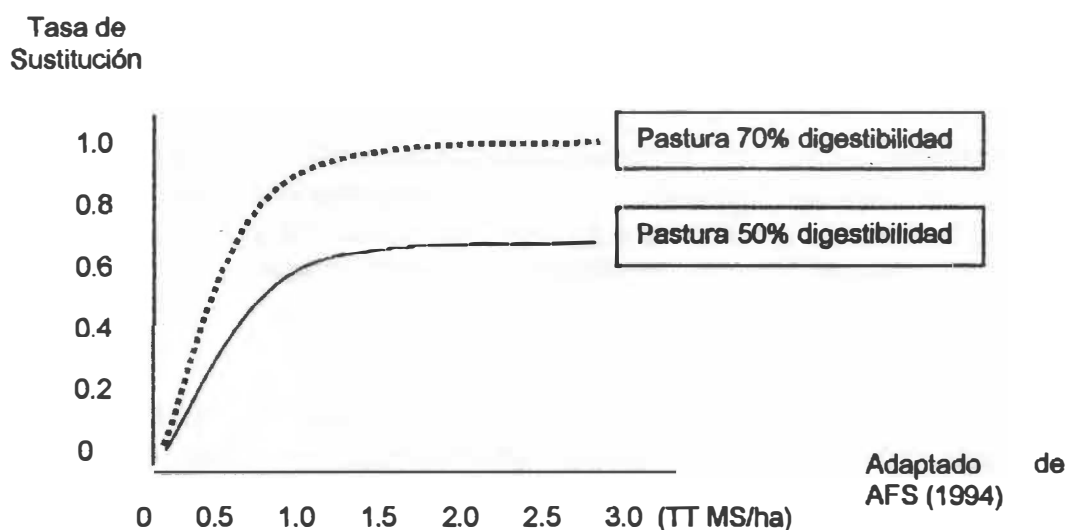


Gráfico 1- Tasa de sustitución de forraje por grano en función de la cantidad de forraje y calidad del mismo (A.F.S., 1994).

Según el AFS (1994), la tasa de sustitución se incrementa cuando la digestibilidad de la pastura es mayor (70% vs. 50%) a similares niveles de disponibilidad de forraje.

Holmes y Jones (citado por Prescott 1972) derivaron una ecuación general que relaciona la influencia de la suplementación con concentrados con la digestibilidad del forraje y el consumo total de materia seca:  $I = 2,8 - 0,034D$ ;

donde I son las unidades de aumento en el consumo total de MS por unidad de concentrado consumido y D corresponde a la digestibilidad de la materia orgánica del voluminoso al cual se agrega el concentrado.

Con forrajes altamente digestibles cualquier aumento en producción animal como consecuencia de la suplementación con concentrados, debe ser atribuido en su mayor parte a una mejora en la utilización de la energía digestible que es consumida (Prescott, 1972 y NRC, 1984).

Si el suplemento puede corregir deficiencias de nutrientes que posee el forraje (nitrógeno o azufre) que limitan la actividad microbiana del rumen, el consumo de forraje puede incrementarse y la sustitución tomar valores negativos (AFS, 1994 y Dixon, *et. al.* 1999).

### **2.3.1.2 Efecto del nivel de suplemento sobre la tasa de sustitución.**

La magnitud de la disminución en el consumo de forraje producida por los granos va a estar afectada por el nivel de concentrado que se suministre (ver Gráfico 2). Allden *et.al.*, (1962) y Langlands, (1969), obtuvieron disminuciones en el consumo de forraje al aumentar el nivel de suplemento en la dieta.

En otros trabajos, bajos niveles de concentrados han tenido un efecto relativamente pequeño en el consumo de heno de moderada calidad, pero ha medida que el nivel de concentrados se eleva hasta llegar a un 33% o más del total de materia seca, el consumo de heno se ha reducido entre 0,2 a 0,4 kg.MS de heno/kg. de concentrado, Campling, Murdock, citados por, Prescott (1972).

Pordomingo *et al.* (1988) encontraron sustitución a menores niveles de suplementación. Con bajos niveles de suministro de concentrado la disminución en el consumo de forraje es más marcada cuanto más alta es la digestibilidad del forraje (Vaz Martins, 1996); a altos niveles de concentrados tanto el consumo de forraje de alta calidad y baja se reduce, Prescott (1972).

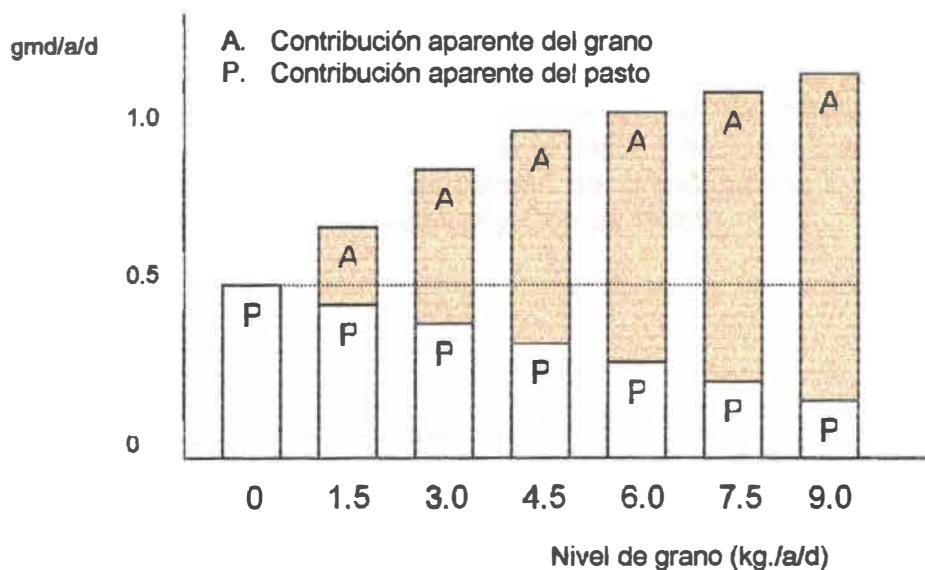


Gráfico 2- Contribución en consumo de la pastura y del grano a la ganancia de peso de novillos. (Mott y otros, citado por Prescott 1972).

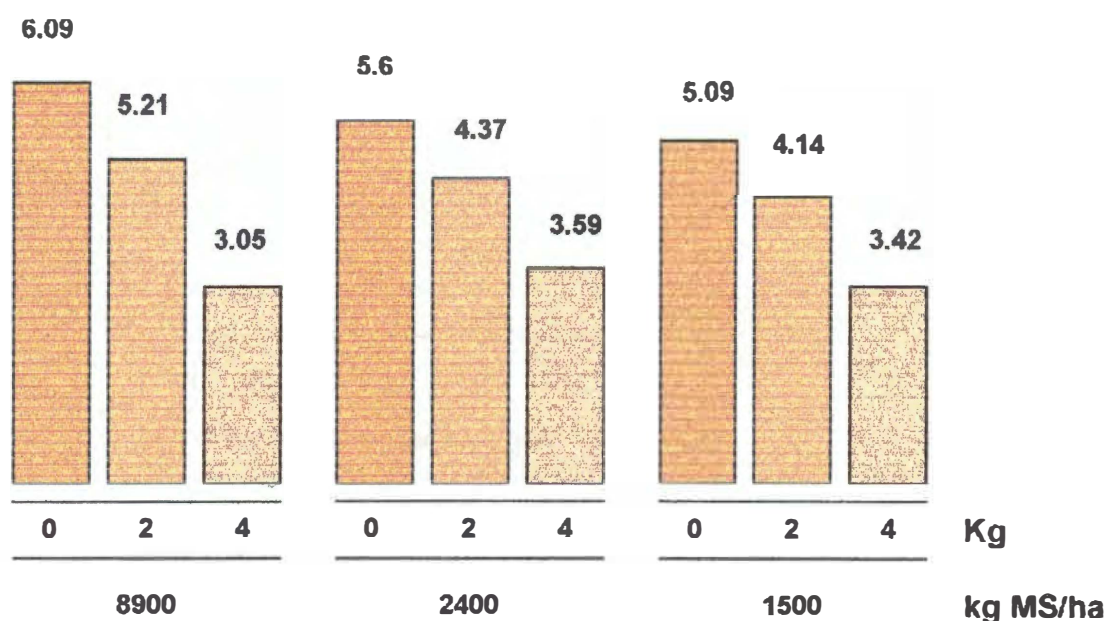
### 2.3.1.3 Efecto de la cantidad de forraje.

Se sabe que el nivel de sustitución tiene una relación directa con la cantidad de forraje disponible, y que a bajos niveles de consumo de forraje, en el orden de 1,5% del peso vivo, el efecto de sustitución es mínimo (Vaz Martins, 1996).

Langlands, (1969), encontró que la depresión en el consumo de forraje al suplementar fue mayor en términos absolutos cuando la disponibilidad de forraje por animal no era limitante; pero en términos relativos el consumo de forraje descendió más a bajas disponibilidades

En pasturas de buena calidad, por encima de 2000 kg. de MS/ha no se obtienen respuestas individuales al grano. Con menos de los 2000 kg. de MS/ha la respuesta a la suplementación dependerá de la cantidad de pasto disponible por unidad de superficie, siendo mayor a medida que la disponibilidad forrajera disminuye (Santini y Rearte, 1989).

En el gráfico 3 se presenta la situación de una pastura estival de baja calidad (alrededor de 50% de digestibilidad), compuesta principalmente por Agropiro alargado, con distintas disponibilidades. En la situación de alta disponibilidad, el consumo de pasto de animales (mayores a 300 kg.) sin suplementar está por debajo de su potencial de consumo, el que sería alrededor de 10 Kg MS/animal/día si la calidad no fuese limitante. Aún en esta situación cuando se dio 2 Kilogramos de grano de maíz por animal por día ocurrió una leve sustitución (Hoffer y Gómez, 1989).



Fuente: Hoffer, Gómez, 1989.

Gráfico 3- Consumo de forraje de novillos en pastoreo con y sin suplemento en verano (kg. mo/a/d).

Variando la disponibilidad y ubicándonos en el otro extremo del gráfico (1500 Kg MS/ha) el animal también sustituye parte de la pastura por grano, pero en menor grado (Hoffer y Gómez, 1989).

Dixon y Stockdale (1999) en su revisión, encontraron una asociación lineal entre nivel de consumo de forraje y tasa de sustitución, para dietas que en promedio tenían un 37% de grano, (Gráfico 4).

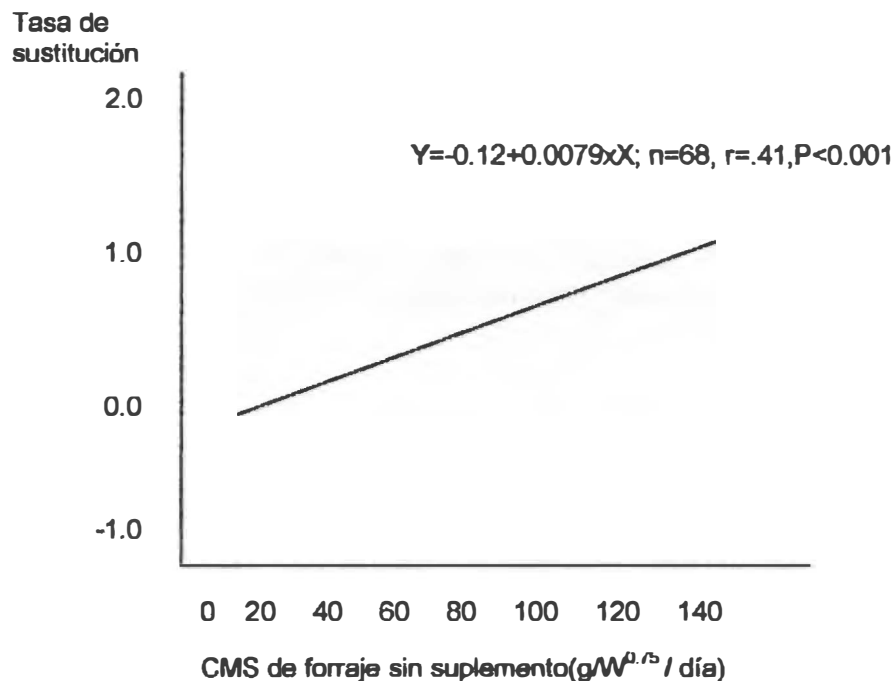


Gráfico 4- Relación entre consumo voluntario de forraje sin suplemento y tasa de sustitución debido a la inclusión de grano. Dixon y Stockdale (1999).

### **2.3.2 Efecto de la suplementación sobre la digestibilidad de la dieta.**

Otro aspecto íntimamente relacionado con la suplementación energética es el que se manifiesta con la digestibilidad de la dieta, dentro del tracto digestivo del animal. Los efectos de la depresión en la digestión del forraje al suplementar con energéticos, son mayores con forrajes de baja calidad (Elizalde, 1997).

En condiciones de forrajes de baja calidad, el proceso digestivo es más lento porque la estructura compleja de la fibra (mayor proporción de pared celular y mayor grado de lignificación) obliga a una secuencia de eventos gobernados por diferentes bacterias, y cualquier interferencia por el agregado de grano (reducción del pH, preferencias de las bacterias por degradar almidón) tendrá un efecto depresivo sobre el proceso digestivo de la fibra (Gómez, 1989; Elizalde, 1997; Dixon, *et.al.* 1999)

Boeckle y Torres (1975); Caton y Dhuyvetter (1997), concluyen que al aumentar el nivel de suplementación energética disminuye la digestibilidad de la materia seca del forraje, explicado por un descenso en la digestibilidad de la fracción pared celular. Sanson *et.al.* (1990), atribuyen el descenso en la digestibilidad del forraje por el consumo de grano, al incremento de la deficiencia de proteína a nivel ruminal, reduciendo el consumo y la performance animal.

Ruiz, Santini y Dini (1985) obtuvieron resultados similares atribuidos a un descenso en la fracción potencialmente digestible del forraje, aumentando la velocidad de digestión (3,9 a 5%/h) y disminuyendo el tiempo de retención (61,4 a 54,7 h); estos resultados podrían indicar un probable incremento del consumo, debido a las mayores tasas de pasaje y digestión.

Sin embargo en algunas situaciones, con bajos niveles de suplementación energética, la digestibilidad puede incrementarse (Caton y Dhuyvetter, 1997). Pordomingo *et. al.* (1988) encontraron aumentos en la tasa de pasaje de fluidos y partículas por aumento de la digestibilidad cuando el nivel de suplemento pasa de 0 a 0,2%PV, incrementándose el consumo de forraje a este nivel (adición con estímulo).

En este sentido Boeckle y Torres (1975) encontraron un consumo máximo de MS cuando el nivel de grano era de 20-30 % en el total de la ración, y uno mínimo con 55-65 % de grano en el total de la ración. También concluyeron que el valor nutritivo de dieta no se incrementa cuando el porcentaje de grano supera el 25 %, salvo que se alcancen niveles mayores al 75 %.

Otros autores (Arelovich, Wagner y Hibberd, 1984; Elizalde, Rearte y Santini, 1992), también encontraron aumentos en el consumo con forrajes de

distinta digestibilidad al aumentar el porcentaje de grano en la dieta, con consumos de grano que no superaron el 1%PV en ninguno de los trabajos. Caton y Dhuyvetter (1997) concluyen que en algunos casos, a bajos niveles de grano el consumo podría verse incrementado, pero al aumentar los niveles de suplementación el consumo de forraje tiene un marcado descenso.

Pordomingo *et al.* (1988); Elizalde, Rearte y Santini (1992), no obtuvieron cambios significativos en el pH ruminal y concentración de ácidos grasos volátiles, pero sí un descenso en el amoníaco. Por otro lado Ruiz, Santini y Dini (1985) obtuvieron resultados opuestos. Sobre este aspecto cabe destacar que la magnitud de cambio de los parámetros ruminales y por lo tanto de la actividad microbiana depende de la cantidad y calidad de forraje consumido, como así también de la proporción de grano en la dieta (Gómez, 1989).

### **2.3.3 Efecto de la suplementación sobre la ganancia de peso en verano.**

Boelcke y Torres (1975); Steffan *et al.* (1978); Giraudo *et al.* (1980); Fattet *et al.* (1981), y Boom y Sheath (1998) y (1999), suplementando novillos en verano con grano de maíz, obtuvieron aumentos de ganancia de peso vivo respecto a animales sin suplementar que pastoreaban forrajes de diferentes características.

Los incrementos en ganancia de peso llegan a un máximo que difiere según los autores. Boelcke y Torres (1975) encontraron que las ganancias se maximizaban cuando el grano alcanzaba el 30% de la dieta; Giraudo *et al.* (1980) hallaron que a partir de 1,75kg de grano/animal/día (animales de 307kg de peso al inicio del experimento) no había incrementos significativos en la ganancia de peso; mientras que para Boom y Sheath (1997) sobre la base de una ecuación cuadrática que relaciona ganancia de peso con el nivel de suplemento, la máxima se daría con un nivel de 7,7kg de grano/animal /día.

Giraudo *et al.* (1980), elaboraron dos ecuaciones de predicción de la ganancia para distintas disponibilidades de forraje, que relaciona ganancia diaria en función de los kilos de grano por animal por día: para baja disponibilidad de forraje donde  $y=0.189+0.194x -0.0135x^2$ , y para alta disponibilidad donde  $y=0.184+0.07799x -0.0121x^2$ . Boom y Sheath (1997), también encontraron una ecuación de tipo cuadrática que relaciona las mismas variables,  $y=0.04+0.20x-0.013x^2$  ( $r^2=0.56$ ).



Cuadro 2- Resumen de revisión de trabajos experimentales que relacionan suplementación con ganancia de peso de novillos en verano.

n	Raza Categ	Peso y Edad	Período Exp.	Supl.	Forrajes	Tratamientos	GD (Kg/día)	Autor
68	Aa Nov.	300Kg	05/02 al 05/04	Maíz(Mz) y C.protéico (CP)	PP 59%Dig Ag, Ft y Rg.	Testigo Mz 1.5%PV Mz+CP <sup>2</sup> 1.5%PV Mz+CP <sup>3</sup> 1.5%PV	0.345 0.699 0.698 0.788	Fattet et al. 1981
92	Cruza	390 Kg 18 meses	13/01 al 10/03	90% Maíz quebrado 10% soja	PP (68%Dig. 15%PC)	4.8%Asig.+0Kgsupl <4.8%Asig.+2Kg supl 4 " 6 "	0.050 0.430 0.650 0.800	Boom Sheath 1998
100	Nov Cruza	18 meses	20/01 al 17/03	90% Maíz quebrado 10% soja	PP (57,6%Dig. 10%PC)	PP + 0Kgsupl PP + 2 " PP + 4 "	-0.04 0.440 0.550	Boom Sheath 1999
40	Aa. Nov.	300Kg 16 meses	20/11 al 23/03	Maíz Partido	Ag <sup>1</sup> , Ft y Rg 42% Dig.	4,0ttMSF/ha+0Kg supl. 2,5ttMSF/ha+: 0Kg supl 2 " 4 "	0,095 0,284 0,530 0,695	Steffan et al. 1978
60	Aa Nov.	307Kg 16 meses	75 días en Verano	Maíz Quebrado	Ag.	2,7ttMSF/ha+: 0Kg supl 1,75 " 3,5 " 5,8ttMSF/ha+: 0Kg supl 1,75 " 3,5 "	0,189 0,432 0,482 0,184 0,283 0,308	Giraudó et al. 1980
16	Aa Nov.	230-250Kg	21 días	Maíz y Urea(según NRC1970)	Henos: A 62%Dig. B 47%Dig. C 48%Dig. D 40%Dig.	A+:0; 0.75;1.5; 2.5%PV B+:0; 0.75;1.5; 2.5 " C+:0; 0.75;1.5; 2.5 " D+:0;0.5;0.75;1.0; 1.25; 1.5%PV	0.670 a 1.020 0.180 a 0.890 0.070 a 0.900 0.030 a 0.500 (4)	Boelcke Torres 1975

-(1)es el mayor componente de la pastura

-(2)concentrado proteico hasta alcanzar110g de proteína/Kg MO digestible

-(3)concentrado proteico hasta alcanzar130g de proteína/Kg MO digestible

-(4)ganancia estimada por ARC corregido por A.D.A.S. 1972.

-Aa: Aberdeen angus

-He: Hereford

-Hol: Holando

-PP: pradera permanente

-HPN: heno de pradera natural

-FF: forraje fresco

-Rg: raigrás (*Lolium multiflorum*)

-Ft: festuca (*Festuca arundinacea*)

-Ag: agropiro (*Agropyrom elongatum*)

-TR: trébol rojo (*Trifolium pratense*)

-AP: alto en proteína

-BA: bajo en almidón (de trigo mayormente)

-AA: alto en almidón (de trigo mayormente)

-Fist.: fistulados

-Cons.: consumo

-kp: tasa de pasaje

-kd: tasa de digestión

-MO: materia orgánicaA

Cuando la dieta base de los animales consiste en forrajes de mediana a baja calidad, la literatura consultada indica que existe respuesta medida como ganancia de peso cuando se suplementa con grano de maíz. Pero esta

respuesta está en función de la proporción de grano en la dieta, disponibilidad de forraje y características de los animales utilizados.

**Cuadro 3- Resumen de revisión de trabajos experimentales que relacionan suplementación con consumo y digestibilidad de forraje, y parámetros ruminales.**

n	Raza Categ	Peso y Edad	Período Exp.	Supl.	Forrajes	Tratamientos	Resultados	Autor
16 fist.	Aa x He	507Kg	Verano	Maíz	Pastura nativa	P. nativa +: 0; 0,2; 0,4 y 0,6%PV de grano	<Cons forraje >kp	Pordomin go et al.1988
16	He Nov.	423 Kg	17 días	AP40%PC BA20%PC AA20%PC	HPN (46%Dig, 5,3%PC)	HPN+:0.11Kgsal y vit.A 0.9 Kg AP 1.8 Kg BA 1.8 Kg AA	>ConsMODig >kd fibra	Arelovich et al. 1984
4 y 4 fist.	Nov. Cruza	270 507	112 días invierno	Maíz	P.Nativa PC4.3%;49 %Dig.	P nativ.+0;0.26 y 0.52% dePV del grano	>ConsMODig <Dig fibra >Dig dieta	Sanson et al 1990
6	Aa Nov. Fist.	240 Kg	21 días	85% maíz 15%exp. Girasol	Ag.	2.0ttMSF/ha+: 0Kg supl 1.5 " " 3.0 " "	<ph, <Acético, >kp >kd fibra,	Ruiz et al. 1985
4 2	Vaq. Nov. Hol. Fist.	412 ±84 Kg	5 días	Maíz molido 86%Dig. 11.7%PC	TR y Rg. 59%Dig. 14%PC	T0:FF+ 0Kg supl. T1:FF+ 3Kg supl. (FF <i>ad libitum</i> )	>Cons.MO, >DigMO <NH3 =ph	Elizalde Gonda Rearte 1992

-(1)es el mayor componente de la pastura

-(2)concentrado proteico hasta alcanzar110g de proteína/Kg MO digestible

-(3)concentrado proteico hasta alcanzar130g de proteína/Kg MO digestible

-(4)ganancia estimada por ARC corregido por A.D.A.S. 1972.

-Aa: Aberdeen angus

-He: Hereford

-Hol: Holando

-PP: pradera permanente

-HPN: heno de pradera natural

-FF: forraje fresco

-Rg: raigrás (*Lolium multiflorum*)

-Ft: festuca (*Festuca arundinacea*)

-Ag: agropiro (*Agropyron elongatum*)

-TR: trébol rojo (*Trifolium pratense*)

-AP: alto en proteína

-BA: bajo en almidón (de trigo mayormente)

-AA: alto en almidón (de trigo mayormente)

-Fist.: fistulados

-Cons.: consumo

-kp: tasa de pasaje

-kd: tasa de digestión

-MO: materia orgánica

En base a la literatura consultada, se concluye que la suplementación energética en bajas cantidades tiene cierto efecto depresivo en la digestión del forraje, sobre todo en aquellos componentes celulares de lenta digestión; atribuido a diferentes causas como cambios en los parámetros ruminales y/o preferencias de la microflora bacteriana por el almidón.

Esto determina cambios en el patrón ingestivo de los animales como consecuencia de la disminución en la digestibilidad del forraje; aunque la digestibilidad de la dieta se halla incrementado por la inclusión de un alimento con mayor digestibilidad como lo es el grano.

#### **2.4 EFECTO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL VERANO SOBRE EL COMPORTAMIENTO ANIMAL.**

Cuando la temperatura ambiente sobrepasa la zona de termoneutralidad, se incrementan los requerimientos de energía de bovinos en pastoreo, para tratar de disipar el exceso de calor; también se registra una disminución en el consumo y una reducción en la tasa de crecimiento de los animales (O` Kelly, J.C. 1988; Church, D.C.1988; AFS, 1994).

La susceptibilidad al calor de novillos Hereford expuestos a temperaturas ambientales cercanas a los 32°C incrementa su temperatura corporal por encima de 1°C. Cambios en los procesos metabólicos asociados con este grado de hipertermia incluyen incrementos en la pérdida de nitrógeno urinario, un aumento en la excreción de grasas en las heces, desbalances endógenos y un descenso en la actividad tiroidea (O`Kelly, J.C. 1988).

A medida que aumenta la temperatura, el animal se ve sometido a un estrés más intenso y experimenta una vasodilatación periférica, y activación de mecanismos fisiológicos de sudoración y jadeo para aumentar la pérdida de calor por evaporación en la superficie corporal y aparato respiratorio. Durante situaciones de estrés grave por calor aumentan 7% las necesidades de mantenimiento en una primera fase de jadeo, y de 11 a 25% durante la segunda fase de jadeo con boca abierta (Young, D.A. citado por Church 1988 ).

Armstrong *et al.* citado por Balch (1962) demuestra en bovinos que el calor producido por el alimento es fundamentalmente debido al incremento calórico de la mezcla de ácidos grasos producido por la fermentación del alimento. Los mismos demostraron que por debajo de mantenimiento el calor producido por la mezcla no se ve afectado por cambios en la proporción de ácidos grasos, pero por encima de mantenimiento el incremento calórico decrece en la medida que el largo de cadena del ácido graso es mayor.

## **2.5 HIPÓTESIS**

En base a los antecedentes de la literatura citada las hipótesis del presente trabajo serían las siguientes:

1. La ganancia de peso de novillos pastoreando pasturas permanentes en el verano se incrementaría al aumentar la asignación de forraje.
2. Existe respuesta en ganancia de peso a la suplementación energética con grano de maíz.
3. La respuesta a la suplementación está en función de la asignación de forraje.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 UBICACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL**

El experimento se llevó a cabo en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (U.P.I.C.), de la Estación Experimental "Dr. Mario Alberto Cassinoni" (E.E.M.A.C.) Facultad de Agronomía, Paysandú, Uruguay; durante el período comprendido entre el 28/12/2000 al 22/03/2001.

#### **3.2 SUELOS**

El área experimental esta localizada sobre formación Fray Bentos, suelos de la unidad San Manuel, donde dominan Brunosol Éútrico Típico (Háplico), asociados se encuentran Brunosol Éútrico Lúvico y Solonetz Solodizado Melánico, según Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay escala 1:1.000.000.

#### **3.3 PASTURAS**

La pastura utilizada fue una pradera permanente compuesta por *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Lotus comiculatus* y *Festuca arundinacea*; con las siguientes densidades de siembra: 3 kg/Ha, 8 kg/Ha, 6 kg/Ha y 12 kg/Ha respectivamente. Sembrada con cero laboreo en otoño del año 2000 en forma consociada con avena, fertilizada con 150 kg/Ha de 18-46-46-0 a la siembra. La densidad. Cabe mencionar que las malezas de importancia presentes fueron *Sorghum halepense*, *Cynodon dactylon*, *Coniza bonariensis* y *Digitaria sanguinalis*.

Aproximadamente 45 días previos al inicio del experimento la pastura fue cortada para la realización de ensilaje cuando la avena se encontraba en estado de grano lechoso. Posteriormente no se realizaron pastoreos hasta el inicio del experimento.

### 3.4 SUPLEMENTO

El suplemento utilizado fue grano de maíz, que de acuerdo con Pigurina y Methol (1994) este alimento pertenece a la categoría IV, subclase 1.

El procesamiento que presentaba el grano era un quebrado leve de forma de mejorar su digestibilidad y de manera de no incrementar su degradabilidad ruminal, y así mantener estable el ambiente ruminal.

La composición química del suplemento (FDN, FDA, Proteína Cruda) se presenta en el apéndice 26.

### 3.5 ANIMALES

Se utilizaron 36 novillos Hereford, medios hermanos provenientes del rodeo de cría de la E.E.M.A.C., de aproximadamente 16 meses de edad de la raza Hereford. El peso promedio al comienzo del experimento fue de  $274,6 \pm 19,9$  Kg.

Los animales estuvieron sometidos a un manejo pre- experimental (20 días) pastoreando una base forrajera homogénea a todos los lotes, y un acostumbramiento (20 días) a la rutina de suplementación individual a los animales a ser suplementados en el experimento.

#### 3.5.1 Manejo sanitario de los animales

El manejo sanitario que se les realizó a los animales durante el período experimental se describe en el cuadro 5.

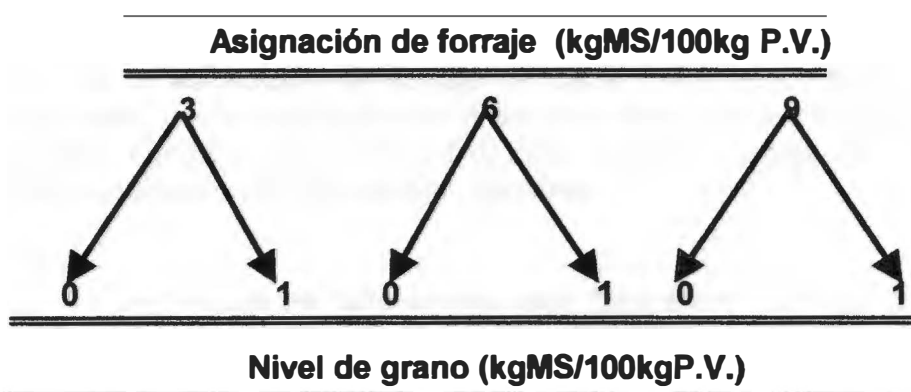
Cuadro 4- Cronograma de tratamientos sanitarios.

Fecha	Tratamiento	Producto comercial
28/12/2000	Introducción de bolos	Rumensin
28/12/2000	Baño de inmersión	Alfametrina
28/12/2000	Vacunación contra clostridios	Clostrisan
02/01/2001	Antiespumante en agua de bebida	Metigazone
24/02/2001	Antiparasitario	Ivomec Gold
24/02/2001	Baño de inmersión	Alfametrina

### 3.6 TRATAMIENTOS

Los animales fueron previamente estratificados por peso vivo y asignados al azar a cada tratamiento.

Fue evaluada la combinación de 3 niveles de asignación de forraje (3, 6 y 9 kg MS forraje/100 kg de peso vivo) y 2 niveles de suplementación (0 y 1 kg MS grano/100 kg de peso vivo) dando lugar al siguiente arreglo factorial de 6 tratamientos con 6 animales por tratamiento:



Tanto la asignación de forraje como de grano para cada tratamiento en particular se determinaba a partir de su peso promedio.

### 3.7 MANEJO ALIMENTICIO

Los animales recibían diariamente el suplemento por la mañana en comederos individuales, ubicados en el mismo potrero. El tiempo que se les otorgaba a los animales para que consumieran el suplemento era de aproximadamente 30 minutos, posteriormente el grano rechazado era recolectado e identificado para determinar el consumo efectivo de cada animal.

El sistema de pastoreo fue rotativo con cambios de franjas diarias lo cual se efectuaba en hora de la tarde, y sin retorno a la parcela ya pastoreada.

Por la mañana, previo a la hora de suplementar y en la tarde antes del cambio de franja, nuevamente los animales eran llevados a beber agua, ya que los animales no tenían acceso permanente al agua. Cabe mencionar que los animales no poseían sombra en ningún momento del día.

### **3.8 DETERMINACIONES REALIZADAS.**

#### **3.8.1 Pastura**

##### **3.8.1.1. Forraje disponible.**

La disponibilidad de materia seca se determinó semanalmente para el ajuste de la asignación de forraje de cada tratamiento, mediante la técnica denominada doble muestreo con 5 escalas. Se cortó a ras del suelo (tijera de aro) con cuadros de  $0.1\text{m}^2(0.5 \times 0.2\text{m})$ , y la densidad de puntos fue de aproximadamente 660 puntos por hectárea.

La asignación de forraje para cada tratamiento se regulaba mediante el área de cada parcela a través de un hilo eléctrico.

##### **3.8.1.2 Forraje residual.**

Se efectuaron estimaciones semanales de materia seca residual desde el inicio del experimento, para cada tratamiento, para determinar el porcentaje de utilización del forraje.

La técnica utilizada para el corte del forraje es la misma que para la estimación del disponible pero con 3 escalas. El corte se realizaba el primer día de la nueva asignación semanal.

##### **3.8.1.3 Altura del forraje disponible.**

La altura del forraje disponible fue medida semanalmente con regla milimetrada, en cinco puntos equidistantes dentro de la diagonal de cada cuadro cortado para la estimación de disponibilidad. Con la presente altura se realizaron correlaciones entre materia seca disponible y altura de forraje.



#### **3.8.1.4 Altura del forraje residual.**

Se estimó la altura media del forraje residual tres veces por semana para cada tratamiento, siendo el primer registro de cada semana el mismo día al del corte del forraje residual. El objetivo de estas mediciones era utilizar a la altura de rastrojo como un indicador de accesibilidad para los animales, dado su facilidad de medición.

Se utilizó el doble muestreo con tres escalas, cinco mediciones de altura en la diagonal de cada cuadro y una frecuencia de 20, 40 y 60 puntos para 3, 6 y 9% de asignación respectivamente

#### **3.8.1.5 Composición química del forraje disponible.**

Las muestras colectadas se secaron en estufa a 60°C durante 48 horas para la determinación de materia seca. Posteriormente se molieron y acondicionaron en bolsas de nylon. Se realizó una muestra compuesta con sub-muestras (según peso ponderado por la frecuencia de aparición), obtenidas de cada disponible semanal. A la misma se le realizó análisis químico al igual que al grano de maíz, que estuvo a cargo del laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía, en donde se determinó la materia seca, contenido de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y Proteína Cruda(PC), que se presentan en el cuadro 15.

#### **3.8.1.6 Evolución de la composición botánica del forraje.**

Se efectuaron cortes a inicio, mitad y fin del experimento (05/01; 05/02 y 03/03/01). Se pretendía describir la evolución de la composición botánica de la pastura. En cada fecha se cortó a ras del suelo 6 cuadros (0,2x0,5m) tirados al azar en la zona a pastorear en la semana de cada fecha. Posteriormente se mezclaron los 6 cortes de cada fecha y se clasifican en 4 sub-muestras: leguminosas (verdes y secas), gramíneas, malezas dicotiledóneas y restos secos. Posteriormente se seca en estufa a 60°C durante 48 horas para luego determinar la contribución de cada fracción al total de la materia seca ofrecida.

#### **3.8.1.7 Evolución de la relación verde seco**

La estimación se realizó en cada escala del disponible semanal antes del corte. El valor se asignó por apreciación visual, a partir de la puesta en común

de los observadores, y pretendía estimar la evolución del forraje muerto como un indicador de calidad del forraje.

### **3.8.1.8 Utilización del forraje.**

A partir de la quinta semana del experimento, se comenzó a estimar la altura promedio de forraje disponible por tratamiento, se realizaba el primer día de la nueva asignación semanal.

Con dicha altura promedio por tratamiento y utilizando las ecuaciones de regresión entre altura y forraje disponible, se pretendió estimar la cantidad de forraje ofrecido por tratamiento para cada semana, y junto con los datos de forraje residual por tratamiento mencionados arriba, determinar el porcentaje de utilización del forraje por tratamiento para todo el experimento.

## **3.8.2 Animales**

### **3.8.2.1 Peso vivo**

La primer pesada fue realizada el 28/12/2000, con ayuno previo de 12 horas. A partir de esta fecha y hasta el final del experimento las pesadas se realizan cada 15 días, con igual tiempo de ayuno. A partir de la fecha 24/01/2001 también se realizaron pesadas previo al ayuno (al momento de llegar del campo).

Se utilizó para todas las pesadas una balanza electrónica (hasta 2000Kg  $\pm$  0,5Kg)

### **3.8.2.2 Altura de los animales**

Desde la fecha 16/01/2001 se midió la altura de los animales al momento de la pesada. Se utilizó una regla centimetrada y dicha altura se tomaba a nivel del hueso sacro hasta el suelo.

### **3.8.2.3 Determinación del consumo de grano de maíz.**

El consumo de suplemento se determinó para cada animal diariamente, a partir de la diferencia entre la cantidad de grano ofrecido y el rechazado diariamente.

### **3.8.2.4 Comportamiento animal**

Desde el 09/03/2001 al 12/03/2001 se realizaron registros diarios de comportamiento animal. La metodología consistió en registrar cada 15 minutos la actividad de cuatro animales de cada tratamiento, desde el amanecer hasta el atardecer. Estos se seleccionaron al azar y fueron los mismos durante los 4 días de registro.

### **3.8.2.5 Determinación de la selección animal.**

En la novena semana del experimento se cortó forraje a ras del suelo en dos días de esta semana, antes de entrar los animales a las parcelas y luego de salir de las mismas. El objetivo de estas mediciones era evaluar si el tratamiento tenía algún impacto sobre el proceso de selección animal sobre los componentes de la pastura.

Se efectuaron 4, 6 y 8 cortes para 3, 6 y 9 % de asignación de forraje respectivamente. El procesamiento en laboratorio consistió en mezclar los cortes de entrada por tratamiento de los dos días, luego se obtuvo una submuestra de 200 gramos por el método de cuartiles, que se separó en las siguientes fracciones: leguminosas verdes, leguminosas secas, gramíneas, malezas dicotiledóneas y restos secos. Para los cortes de salida el procedimiento es el mismo.

## **3.9 CONDICIONES CLIMATICAS**

La Estación Experimental (E.E.M.A.C.) está ubicada en la Zona Climática Norteña, con características de subhúmedo a húmedo mesotermal; donde la temperatura media del mes más cálido (enero) es de 26°C con una máxima

para el departamento de Paysandú de 31,7°C (Pintos Díaz, citado por Durán, 1991).

En el apéndice 29 se presentan los registros climáticos durante el experimento.

### 3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento fue analizado según un diseño completamente al azar. Para las variables de la pastura y evolución del peso vivo se utilizó el procedimiento Proc-Mixed de SAS(1996); para las variables ganancia diaria, para la variable consumo de suplemento se utilizó el Proc-GLM de SAS(1996).

La evolución de peso vivo fue evaluada mediante un modelo de heterogeneidad dependiente de la forma:

$$Y_{ijk} = u + T_i + C_j + (T \cdot C)_{ij} + b \cdot \text{día} + b_i \cdot T_i \cdot \text{día} + b_j \cdot C_j \cdot \text{día} + b_{ij} \cdot (T \cdot C)_{ij} \cdot \text{día} + b_{ik} + e_{ijk}$$

Siendo:

$Y_{ijk}$  = PV de k. ésimo animal perteneciente a la i. ésima asignación de la j. ésima supl.

$u$  = el intercepto

$T_i$  = asignación ( $i = 3, 6$  y  $9$ ).

$C_j$  = suplementación ( $j = 0$  y  $1$ ).

$b$  = coeficiente de regresión asociado a la variable independiente día.

Día = día del experimento.

$e_{ijk}$  = residuo

Para cada tratamiento fue ajustada una curva de regresión y comparadas las pendientes mediante test de Tuckey.

Las variables de respuesta de la pastura (rechazo, altura, utilización), fueron analizados según un modelo general de la forma:

$$Y_{ijkl} = m + T_i + C_j + S_k + (T^*C)_{ij} + (T^*S)_{ij} + (C^*S)_{ij} + e_{ijkl}.$$

Siendo:

$T_i$  = asignación ( $i= 3, 6$  y  $9$ ).

$C_j$  = supl. ( $j= 0$  y  $1$ ).

$S_k$  = semana de evolución ( $k= 1, 2, 3, \dots, 12$ ).

$e_{ijkl}$  = residuo.

El consumo de suplemento fue analizado mediante el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = m + AF_j + (AF^*AF)_{ij} + b_1 * P_1 + e_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = consumo de suplemento

$m$  = intercepto.

$AF_j$  = asignación de forraje.

$b_1$  = coeficiente de regresión asociado a la covariable peso vivo inicial.

$P_1$  = peso vivo inicial.

$e_{ijk}$  = residuo.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 EVOLUCIÓN DEL PESO VIVO

En el Gráfico 5 se observa la evolución del peso vivo vacío para cada tratamiento ajustado por el peso vivo inicial. En los apéndices 1 y 5 se presentan los registros de peso vivo vacío y análisis de varianza de los mismos.

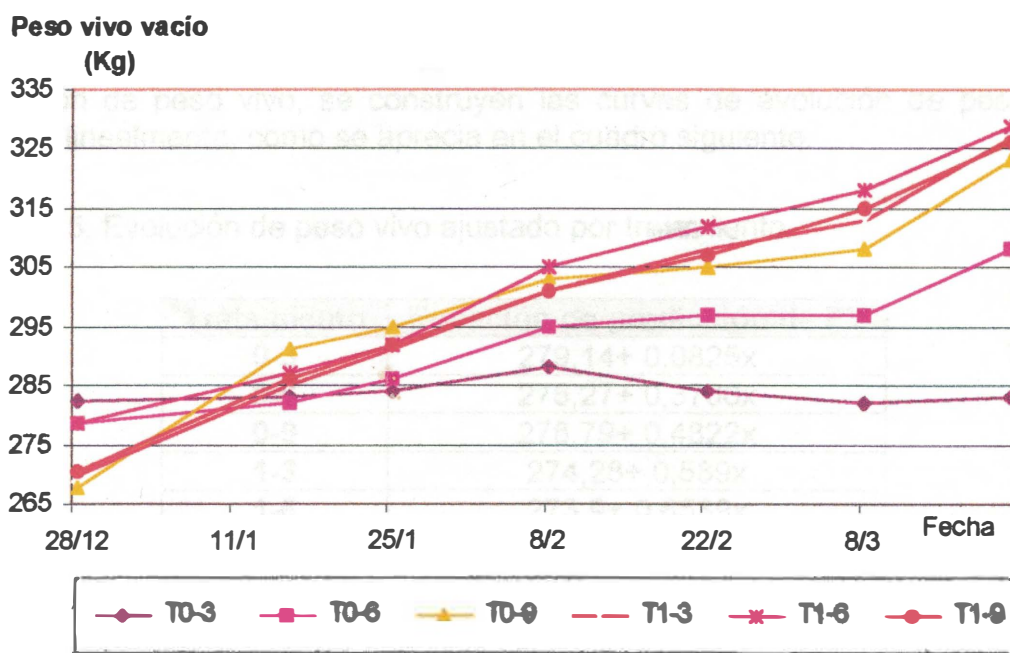


Gráfico 5. Evolución del peso vivo por tratamiento.

El peso vivo inicial fue fuente de variación ( $P < 0.01$ ) a lo largo de todo el experimento. Por otro lado la asignación de forraje y el nivel de suplemento fueron fuente significativa de variación ( $P < 0.05$ ) a partir de la pesada número 5, y por último la interacción suplemento-asignación fue significativa en la última pesada.

El promedio de peso vivo al final del experimento, fue mayor para los animales suplementados ( $P < 0,01$ ) respecto a los sin suplemento.

Para el caso de los tratamientos sin suplemento, los animales que recibieron mayor asignación de forraje, terminaron al final del experimento con un mayor peso y diferentes al de los animales con menor asignación ( $P < 0.05$ ). La evolución de peso distinta que tienen los animales del T0-3 respecto al resto de los tratamientos, es consecuencia de su mayor sensibilidad a las disminuciones en la calidad del forraje, por su menor capacidad de selección respecto a tratamientos de asignaciones más altas. Por otro lado los pesos finales de los animales que recibían suplemento no fueron significativamente ( $P < 0.05$ ) diferentes entre si.

A partir de los datos obtenidos de la salida del SAS (PROC MIXED) de evolución de peso vivo, se construyen las curvas de evolución de peso que ajustan linealmente, como se aprecia en el cuadro siguiente.

Cuadro 5. Evolución de peso vivo ajustado por tratamiento.

Tratamiento	Ecuación de predicción de PV
0-3	$279,14 + 0,0825x$
0-6	$275,27 + 0,3706x$
0-9	$278,79 + 0,4822x$
1-3	$274,28 + 0,589x$
1-6	$273,9 + 0,6539x$
1-9	$274,67 + 0,5872x$

Analizando los coeficientes de regresión (tasa de ganancia tomando en cuenta todas las pesadas del período), los tratamientos T1 tuvieron mayor ganancia que los T0 ( $P < 0,01$ ), por ende los primeros terminaron con mayor peso al final del experimento, como se aprecia en el gráfico anterior.

Solo para los tratamientos T0, al incrementar la asignación de forraje aumenta la ganancia de peso significativamente ( $P < 0,01$ ), por tanto los de mayor asignación terminaron con mayor peso como ya se mencionó (ver apéndice 6).

## 4.2 GANANCIA MEDIA DIARIA

Existió respuesta medida como ganancia de peso al suplementar con grano de maíz en cualquier asignación de forraje como se observa en el Gráfico 6. En el apéndice 8 se presenta el análisis de varianza para la ganancia media total.

Boelcke y Torres, (1975); Steffan *et al.*, (1978); Giraud, C. *et al.*, (1980); Fattet *et al.*, (1981); y Boom y Sheath, (1998) y (1999), reportan aumentos en la ganancia de peso al suplementar con grano de maíz sobre pasturas de mediana a baja calidad en verano. Es probable que el consumo de grano de maíz le permite a los animales aumentar el consumo total de nutrientes y mejorar la utilización del alimento, y así obtener mayores ganancias. A las similares conclusiones llegan, Prescott, (1972) y NRC, (1984).

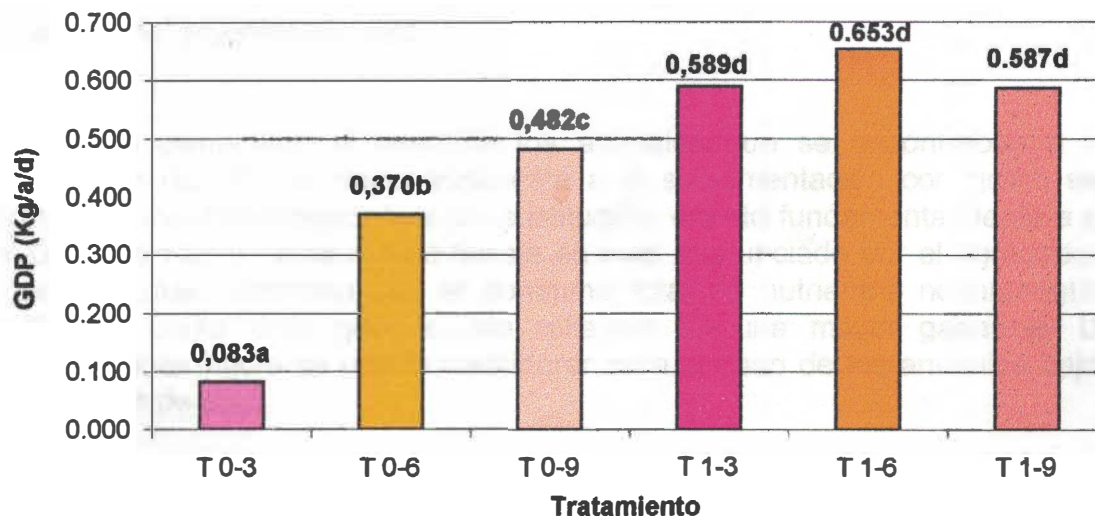


Gráfico 6- Ganancia diaria promedio total por tratamiento

La interacción particular entre asignación-suplemento resultó ser significativa ( $P < 0.01$ ), en el apéndice 8 se presenta el análisis de varianza para la ganancia media total. Significa, que la respuesta a la suplementación energética está en función de la asignación de forraje que se esté considerando.



Como se observa en el Gráfico 6 la respuesta en ganancia de peso al suplementar con grano de maíz es menor en la medida que la asignación de forraje es mayor.

De acuerdo con Langlands(1969); Hoffer y Gómez(1989); Santini y Rearte (1989) en la medida que se incrementa la disponibilidad de forraje y para el caso de Vaz Martins(1996) la asignación de forraje la respuesta a la suplementación energética disminuye como consecuencia de la mayor tasa de sustitución de forraje por grano. Relacionado con lo anterior Dixon y Stockdale(1999) encontraron mayor tasa de sustitución en la medida que el consumo de forraje es mayor.

Por lo tanto es probable que la mayor respuesta a la suplementación en la asignación de 3% este fundamentado por una menor tasa de sustitución de forraje por grano, lo que determina que el consumo total de nutrientes se incremente y se refleje en una mayor ganancia de peso, debido al aporte de nutrientes del grano y al menor descenso en el consumo de forraje por la inclusión del grano en la dieta.

En cambio en el caso de los animales que se encontraban a una asignación de 9%, la menor respuesta a la suplementación con grano sería consecuencia de la mayor tasa de sustitución, debido fundamentalmente a que el descenso en el consumo de forraje es más pronunciado por el agregado de grano, lo que determina que el consumo total de nutrientes no aumente lo suficiente como para que se vea reflejado en una mayor ganancia. Una situación intermedia se podría considerar para el caso de los animales bajo la asignación de 6%.

Si bien no contamos con la suficiente información para el cálculo de la tasa de sustitución, Alden y Jennings, (1962); Milne *et. al* ,(1981); A.F.S., (1994); Elizalde, (1997); y Dixon *et. al.*, (1999) hallaron que en situaciones donde la calidad de la pastura es de mediana a baja las tasas de sustitución eran de bajas a nulas.

La disminución en la respuesta a la suplementación en la medida que la asignación es mayor puede ser abordado desde otro punto de vista. De acuerdo con la literatura altas temperaturas provocan descensos en el consumo diario y

aumentos en los requerimientos para mantenimiento de los animales, lo cual determina disminuciones en la ganancia de peso(O' Kelly, 1988; Church, 1988 y AFS, 1994).

Durante el experimento era muy frecuente observar a los animales en situaciones de jadeo intenso en los momentos del día de más alta temperatura, indicando stress calórico en los animales, y con sus probables consecuencias sobre el consumo y ganancia de peso.

Por lo tanto es muy probable que halla existido una depresión en el consumo de forraje por efecto del calor y a su vez los requerimientos energéticos de los animales se hallan incrementado como forma de disipar el exceso de calor. Bajo estos supuestos, el consumo de forraje en los animales sometidos a la asignación más baja podría no ser suficiente para compensar el incremento en los requerimientos de energía, por lo que la suplementación con grano de maíz permitió a los animales en cierta forma cubrir los requerimientos energéticos para mantenimiento y a su vez el excedente transformarlo en incremento de peso, y en consecuencia una alta respuesta a la suplementación con grano.

En el caso de los animales pertenecientes al tratamiento de mayor asignación, es muy posible que el consumo de forraje que alcanzaron estos animales (más halla de la depresión en el consumo causada por las altas temperaturas que debe haber sido en todos los animales) les permitió compensar el incremento en los requerimientos y así alcanzar un balance energético más positivo, respecto a los animales de menores asignaciones. Por lo tanto la suplementación tuvo menos impacto sobre la ganancia de peso de los animales debido principalmente al mejor balance energético de los animales.

Por último, es sabido que la microflora ruminal es demandante en diferentes nutrientes, pero principalmente en energía y nitrógeno. La insuficiencia de alguno de ellos, o la desincronización en el tiempo de ambos a nivel ruminal repercute sobre el normal funcionamiento de la microflora, lo que determina cambios en la producción de proteína bacteriana, y sobre la degradación de la materia orgánica que ingresa al rumen.

Esto puede determinar una insuficiencia de nutrientes para el animal, ya sea por falta de proteína microbiana a nivel intestinal, menor producción de ácidos grasos volátiles debido a la menor fermentación, etc. Relacionado a lo anterior Sanson *et al.* (1990) concluyen que la suplementación energética provoca una deficiencia de nitrógeno, para las bacterias celulolíticas, disminuyendo la actividad de las mismas y repercutiendo sobre la degradación de la fibra. Por lo tanto es probable que algún nutriente este limitando la respuesta a la suplementación cuando la asignación de forraje se incrementa. Pero si se considerara a la proteína como el nutriente que estaría disminuyendo la respuesta a la suplementación, resultaría un poco contradictorio, ya que la pastura presentaba buenos valores de la misma (apéndice 26) y además con el aumento de la asignación de forraje los animales tendrían acceso a mayor cantidad de proteína (mayor disponibilidad y capacidad de selección de los animales).

Por lo tanto la particular interacción que se da entre la asignación de forraje y nivel de suplemento podría estar explicada tanto por la sustitución de forraje por grano, una restricción energética causada por la disminución en el consumo de forraje e incrementos en los requerimientos de energía; y por la deficiencia de algún nutriente específico, o la interacción entre ellas, no teniendo herramientas en el presente para determinar la causa más importante en este caso.

#### **4.2.1 Ganancia diaria de tratamientos sin suplemento.**

La variable asignación de forraje resultó significativa ( $P < 0,05$ ), ajustándose a una ecuación lineal ( $P < 0,05$ ) con la ganancia de peso, el análisis de varianza para la ganancia de peso de los tratamientos sin suplemento se presenta en el apéndice 9.

Por cada unidad de aumento porcentual en la asignación de forraje la ganancia de peso se incrementa a razón de 149,5g/animal/día, dentro del rango de 3 a 9% (gráfico 7). Marsh, (1979); Bianchi, (1980); Risso *et al.* (1989); Rinaldi, Espasadin y Soca (1995), hallaron incrementos en la ganancia de peso al aumentar la asignación de forraje en un amplio rango en pasturas de diferentes características.



Gráfico 7. Relación entre asignación de forraje y ganancia de peso para los tratamientos sin suplemento.

El aumento en la asignación de forraje permitiría a los animales mantener a lo largo de la sesión de pastoreo un mayor tamaño de bocado, y en consecuencia un mayor consumo, afirmaciones que realizan Chacon y Stobbs, (1976); Hodgson, (1981); Cangiano y Gómez, (1984); Forbes, (1987); Cangiano *et al.*, (1997). De acuerdo con los autores anteriores, el probable mayor consumo que existiría al aumentar la asignación de forraje y mayor capacidad de selección (cuadro 10), explicarían el incremento en la ganancia de peso al aumentar la asignación, que de acuerdo con afirmaciones realizadas por Waldo (1986) la productividad animal está explicada en un 70% por el consumo de nutrientes.

Las ganancias de peso logradas por los animales del experimento no difieren mucho de las obtenidas por otros autores (Steffan *et al.*, 1978; Marsh, 1979; Giraud *et al.*, 1980; Fattet *et al.*, 1981; Garay, 1982; Rinaldi *et al.*, 1995; Boom y Sheat, 1998, 1999), para el caso del verano, para similares niveles de asignación y/o disponibilidad.

Por otro lado las ganancias de peso obtenidas en el experimento se diferencian notablemente de las logradas por otros autores (Risso *et al.*, 1989 y Bianchi, 1980) para otras estaciones, fundamentalmente invierno. Las causas que estarían explicando estas diferencias pueden ser atribuidas, a la pérdida de calidad y variaciones en la estructura de la pastura durante el verano, y

acciones directas del clima sobre los animales. Boom y Sheat, (1998, 1999) comparando ganancias de invierno y verano, atribuyen que las diferencias de estas se deben fundamentalmente a los cambios en calidad y estructura de la pastura.

En este sentido Carámbula(1997); Burns *et.al.*, (1997); Johnson *et.al.*, (1998) coinciden que los factores temperatura, cambio en el estado fenológico de las pasturas, repercuten en modificaciones químicas en la pastura que afectan en forma indirecta al consumo de la misma. Mertens citado por Rearte y Santini, (1989); Burns *et al.*, (1997); Johnson *et al.*, (1998), y (Rearte 2001), indican que modificaciones químicas en la pastura que van en detrimento de su calidad, traen aparejado disminuciones en el consumo.

Los cambios de estructura en la pastura, tales como aumento en altura, descenso en la relación hoja/tallo, floración, etc., dificultan la accesibilidad a la pastura y modifican el patrón ingestivo; como lo demuestran los resultados obtenidos por Marshall, Campbell y Buchanan-Smith, 1998; Reardon, 1977; Chacon y Stobbs, (1976).

Por último las condiciones climáticas estivales de altas temperaturas provocan descensos en el consumo diario y aumentos en los requerimientos para mantenimiento, lo cual determina disminuciones en la ganancia de peso; según lo confirman O' Kelly, J.C., (1988); Church, D.C., (1988) y AFS,(1994). Durante el experimento era muy frecuente observar a los animales en situaciones de jadeo intenso en las horas de mayor temperatura, indicando un posible stress calórico con sus conocidas consecuencias como se citan en la oración anterior.

#### **4.2.2 Ganancia diaria de tratamientos con suplemento.**

La variable asignación de forraje no resultó ser significativa ( $P < 0,05$ ), el análisis de varianza para la ganancia de peso de los tratamientos con suplemento se presenta en el apéndice 10. De estos resultados se concluye que la asignación de forraje no tiene ningún efecto sobre la ganancia de peso de los animales suplementados resultando iguales a cualquier asignación ( $P < 0.01$ ), como se observa en el siguiente gráfico.

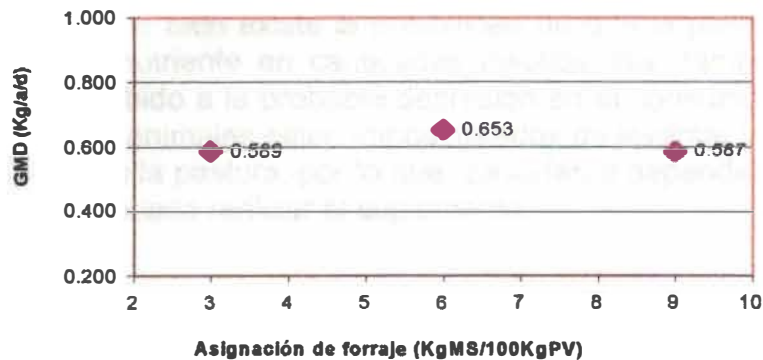


Gráfico 8. Relación entre asignación de forraje y ganancia de peso para los tratamientos con suplemento.

Por otro lado los consumos de grano de maíz no fueron diferentes ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos que recibieron grano, ver ítem. 4.3.

Como ya fue mencionado más arriba está demostrado que las altas temperaturas afectan a los animales a través de una disminución en el consumo de forraje, y un aumento en los requerimientos energéticos para mantenimiento debido al stress calórico. Por lo tanto es posible que una mayor asignación de forraje para los animales, no implique un mayor consumo de forraje por parte de los mismos, ya que el exceso de calor estaría afectando el consumo de todos los animales.

A su vez un mayor consumo de forraje podría significar un incremento en la producción de calor por parte del animal, debido al incremento calórico producido por la mezcla de ácidos grasos producto de la fermentación del alimento, y en consecuencia agravar la situación de stress calórico en los animales. Armstrong *et. al.* citado por Balch (1962) los mismos demostraron que por debajo de mantenimiento el calor producido por la mezcla no se ve afectado por cambios en la proporción de ácidos grasos, pero por encima de mantenimiento el incremento calórico decrece en la medida que el largo de cadena del ácido graso es mayor. En consecuencia es probable que los animales sustituyan el consumo de forraje por el de grano debido a que los productos de la fermentación son diferentes, y así disminuir la producción de calor y atenuar el stress calórico.

Por otro lado se podría plantear como ya fue mencionado la posibilidad de la insuficiencia de algún nutriente tanto para la microflora ruminal como para el animal. Pero si bien existe la posibilidad de que la pastura o el suplemento aporten algún nutriente en cantidades insuficientes, también podría darse el caso de que debido a la probable depresión en el consumo de forraje causada por el calor, los animales estén imposibilitados de levantar la suficiente cantidad de nutrientes de la pastura, por lo que pasarían a depender más del aporte de nutrientes que pueda realizar el suplemento.

### 4.3 CONSUMO Y EFICIENCIA DE CONVERSIÓN DEL GRANO DE MAÍZ

El consumo de grano de maíz no resultó significativamente diferente entre tratamientos ( $P < 0.05$ ). En el apéndice 11 se presenta el análisis de varianza para la variable consumo de grano. El peso inicial y la asignación de forraje explican solo 32,4% de la variación del consumo de grano (ver apéndice 11). En el siguiente cuadro se presentan los consumos de grano por tratamiento para el nivel de 1% de asignación de suplemento con que se trabajó.

Cuadro 6. Grano de maíz ofrecido, consumido y utilización promedio en base seca para todo el experimento.

Tratamiento	Grano ofrecido (Kg/an/día)	Grano consumido (Kg/an/día)*	Utilización (%)	Ef. De conv. (kgmaíz/kgPV)
1-3	3,47	2,27 a	65,4	4.49
1-6	3,61	2,21 a	61,2	7.81
1-9	3,48	1,96 a	56,3	18.67

\*Nivel de significancia  $P < 0,05$ ,  $DF = 17$ .

A pesar de que no existen diferencias significativas en el consumo de grano entre tratamientos, si hay una tendencia a menores consumos y porcentajes de utilización del grano, al pasar a asignaciones más altas.

Los resultados experimentales muestran que al aumentar la asignación de forraje la eficiencia de conversión del grano empeora, siendo muy alta para el T13. Similares respuestas obtuvieron Risso *et al.* (1989) para el caso de invierno, cuando al aumentar la asignación de 1,5 a 3,0% la eficiencia disminuye, para niveles de suplementación de 0,5 a 1% de PV de concentrado energético. En este trabajo el 3% de asignación no es equiparable con el 3% de

asignación en invierno, porque la pastura utilizada es diferente en contenido energético y por esto distinta la respuesta a la suplementación energética a similares niveles de suplementación.

Para las condiciones de este experimento, en la asignación de forraje más baja(3%) es probable que existiera una restricción en el consumo de energía, por lo que el suministro de grano de maíz permitió aumentar el consumo de la misma contribuyendo a un incremento en la ganancia de peso. En el caso de 9% de asignación de forraje es probable que la restricción en el consumo de energía de los animales sea menor, ya que la respuesta a la suplementación con grano de maíz es la más baja, resultando en una eficiencia de conversión baja, ver cuadro N°10. Para el T16 la eficiencia de conversión muestra valores intermedios.

La bibliografía consultada indica que bajo condiciones estivales, de pasturas de mediana a baja calidad, suplementando con grano de maíz y a niveles muy similares a los del experimento; resultan los siguientes valores para cada autor: Boom y Sheat (1998-1999), encontraron las máximas eficiencias de conversión (5,5-6,67 kg grano/kg GPV) cuando ofrecían de 2-4 Kg de grano sobre pasturas permanentes a bajas asignaciones. Para Boeckle y Torres (1981), la eficiencia es de 6 kg grano/kg GPV cuando el nivel de grano consumido era 20% de la dieta, sobre un heno de gramínea de mediana calidad.

#### **4.4 CARACTERIZACION DE LA PASTURA**

##### **4.4.1. Disponibilidad promedio del forraje ofrecido**

La disponibilidad promedio de la pastura fue de 4076,7 KgMS/ha (+1307,9 KgMS/ha). Esta disponibilidad es alta, asociado a el estado reproductivo en que se encontraban la mayoría de las especies, a la falta de pastoreo desde la primavera y a las abundantes precipitaciones ocurridas durante el verano.

Reardon (1977) y Carámbula (1997) sostienen que altas disponibilidades de forraje están asociados a descensos en la calidad de la pastura, como ocurrió en este experimento (ver cuadro 15).



Varios trabajos relacionan disponibilidad de la pastura y consumo y concuerdan que cuando la disponibilidad resulta menor a 2000-2500Kg MO/ha el consumo se reduce (Hodgson, 1971; y Taylor, 1974, citado en Guía Utilización de Pasturas, 1998).

#### **4.4.2 Forraje residual por tratamiento**

En el siguiente cuadro se observa una tendencia a incrementarse la cantidad de forraje residual en la medida que aumenta la asignación, aunque significativamente ( $P < 0.05$ ) se diferencian únicamente los tratamientos T3 (animales que reciben 3% de asignación) del resto (T6 y T9).

Cuando se compara a igual nivel de asignación de forraje, el grano no tiene efecto significativo ( $P < 0.05$ ) sobre la cantidad de forraje residual, aunque existe una tendencia a mayor cantidad de forraje residual en los tratamientos con suplemento, con excepción de la asignación más alta.

Cuadro 7. Rechazo promedio de forraje por tratamiento para todo el experimento.

Tratamiento	T0-3	T0-6	T0-9	T1-3	T1-6	T1-9
Kg MS/ha*	1022,7 a	2587,3 b	3012,1 b	1375,7 a	2625,5 b	2973,8 b

\*Nivel de significancia  $P < 0,05$ , DF=39.

Por otro lado si se comparan los promedios de forraje residual para cada asignación (apéndice 11) se encontraron diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ), lo que indica un claro efecto de la asignación sobre el rechazo. Al disminuir la asignación de forraje no permitiría a los animales expresar su consumo potencial por la menor cantidad de forraje disponible por animal, y estos consumirían todo el forraje que se les ofrece, por lo tanto es menor la cantidad de forraje residual a medida que disminuye la asignación de forraje.

#### **4.4.3 Altura promedio del forraje residual por tratamiento.**

La altura de salida promedio se incrementó significativamente ( $P < 0.05$ ) en la medida que la asignación de forraje fue mayor, como se puede observar en el cuadro 14. A iguales resultados arriban Bianchi (1980), Rinaldi *et al.* (1995).

Por otro lado a igual nivel de asignación de forraje la altura del rastrojo en todos los tratamientos suplementados con grano fue mayor y diferente ( $P < 0.05$ ).

Si bien en la altura del forraje residual se detectan diferencias entre tratamientos que no son detectadas con la cantidad de forraje residual, esto podría ser atribuible a que si bien la correlación entre altura del rastrojo y cantidad de residuo es alta ( $R = 0.83$ ) ver apéndice 24, la metodología utilizada, que consistía en tomar solo el valor más alto para registrar la altura del rastrojo y asociarlo con cantidad de residuo, para una pastura multiespecífica, no se tenía en cuenta a que altura se daba la mayor densidad de forraje.

Cuadro 8. Altura promedio de salida por tratamiento para todo el experimento.

Tratamiento	T0-3	T0-6	T0-9	T1-3	T1-6	T1-9
Altura(cm)*	2,85 a	5,62 c	8,88 e	4,06 b	7,19 d	10,46 f

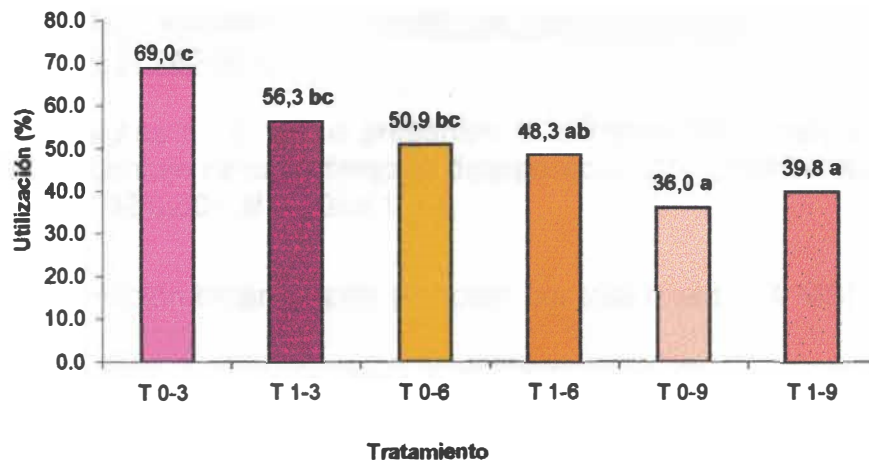
\*Nivel de significancia  $P < 0,05$ ,  $DF = 39$ .

El descenso en altura de rastrojo al pasar de altas a bajas asignaciones es mayor, en términos relativos, en los tratamientos T0 que en los T1; debido a que los primeros deben pastorear más intensamente (más abajo) para cubrir sus requerimientos. Utilizando la altura de rechazo como indicador asociado al forraje desaparecido se observa que a igual asignación, en los T0 el forraje desaparecido fue mayor ( $P < 0.05$ ).

La altura del forraje residual, por la facilidad de su medición, podría ser usada a nivel de sistemas de producción como variable predictora de la ganancia de peso de los animales, durante la estación de verano y en pasturas de características similares a las del experimento.

#### **4.4.4 Utilización de la pastura para el total del período (%).**

En el siguiente gráfico se presenta los resultados de utilización del forraje por tratamiento para todo el período.



\*Nivel de significancia  $P < 0,05$ ,  $DF = 27$

Gráfico 9. Utilización promedio total de forraje por tratamiento (%).

Como se puede observar al aumentar la asignación, el porcentaje de utilización disminuye. Resultados similares obtienen Marsh (1977), Trigg & Marsh (1979), Bianchi (1981), Risso (1989). Los mayores porcentajes de utilización están asociados a menores cantidades de forraje residual por hectárea (ver cuadro 13), y menor capacidad de selección (ver cuadro 18), mientras que ocurre lo contrario a bajos porcentajes de utilización.

A un mismo nivel de asignación, los tratamientos T1 no difieren estadísticamente ( $P < 0,05$ ) de los T0; pero existe una tendencia a obtener mayores utilizations en los tratamientos T0 que en los T1. Esta tendencia se invierte en las asignaciones altas, tal vez ocasionado por la pérdida de precisión en la estimación del forraje desaparecido que ocurre a ese nivel de asignación (Boggiano, P., com. pers., 2001).

Datos nacionales (Risso *et al.* 1989) para invierno indican que trabajando con asignaciones de 3 % PV, se logran utilidades similares (57-83%) a las obtenidas en este experimento (70%) para igual asignación. Pese a esto las ganancias obtenidas difieren enormemente siendo mayores para la primera (0,904 vs 0,103 Kg/a/d).

#### **4.4.5 Efecto del tratamiento sobre la selección de los distintos componentes de la pastura.**

En los cuadros 17 y 18 se presentan la composición botánica (%) pre pastoreo y el porcentaje de cada fracción desaparecida por tratamiento medidas en la semana del 22/02/01 al 28/02/01.

Cuadro 9. Composición botánica pre- pastoreo por tratamiento (% MS).

<b>Tratamiento</b>	<b>Leg. Verde</b>	<b>Leg. Seca</b>	<b>Gramínea</b>	<b>Maleza</b>	<b>Resto seco</b>
<b>0-3</b>	16,53	56,20	8,26	4,96	14,05
<b>0-6</b>	42,42	33,33	12,12	2,02	10,10
<b>0-9</b>	18,18	51,75	5,59	4,20	20,28
<b>1-3</b>	18,97	52,59	7,76	5,17	15,52
<b>1-6</b>	31,15	27,87	19,68	11,48	9,84
<b>1-9</b>	33,61	41,18	2,52	10,08	12,61

La composición botánica pre- pastoreo relevada por tratamiento para esta semana en general es similar a la que caracteriza la pastura durante el experimento (ver cuadro 12).

El alto porcentaje de leguminosas secas presentes en la pastura resulta en bajas relaciones verde/seco (ver gráfico 9) en este período, esto está asociado al estado fenológico de las leguminosas y al manejo previo al pastoreo.

En el siguiente cuadro se muestra el porcentaje desaparecido de cada fracción, lo que nos aproxima a la selección ejercida por los animales según el tratamiento.

Cuadro 10. Porcentaje de cada fracción desaparecida por tratamiento (%MS).

Tratamiento	Leg. Verde	Leg. Seca	Gramínea	Maleza	Resto seco
<b>0-3</b>	100	45	100	83,33	0
<b>0-6</b>	95,24	0	83,3	0	0
<b>0-9</b>	84,61	21,62	87,5	16,67	0
<b>1-3</b>	86,36	32,78	88,89	0	0
<b>1-6</b>	52,63	0	83,33	0	0
<b>1-9</b>	85	53	0	0	0

Las fracciones leguminosa verde y gramínea son las preferidas por los animales en cualquiera de los tratamientos, mientras que la fracción restos secos es rechazada totalmente incluso en el tratamiento más restrictivo (T0-3) donde la capacidad de selección es limitada. Por otro lado la fracción leguminosa seca es la fracción predominante previo al pastoreo, la cual es rechazada por los animales.

El porcentaje desaparecido de cada fracción, pre- pastoreo, depende de su aporte (en términos absolutos y relativos) al comparar entre diferentes asignaciones; pero a igual nivel de asignación el porcentaje desaparecido depende del aporte relativo.

## **5. CONCLUSIONES**

Para las condiciones estivales en que se llevo a cabo el experimento, se puede afirmar que:

- ❖ Existe respuesta a la suplementación con grano de maíz quebrado, medida como ganancia de peso vivo. La misma está en función del nivel de asignación de forraje y de la calidad de la pastura, siendo mayor a bajos niveles de asignación.
- ❖ La respuesta al suplemento energético es mayor en la asignación más baja(3 %). En la medida que la asignación se incrementa la respuesta al suplemento decrece.
- ❖ La ganancia de peso se incrementa en forma lineal, a razón de 149 g/a/día por cada incremento porcentual de asignación de forraje, en el caso de animales no suplementados.
- ❖ Cuando la dieta de los animales consiste solamente en forraje las máximas ganancias diarias de peso se lograron con una asignación de forraje del 9%, en cambio cuando se suplementa al 1% del peso vivo las ganancias de peso no resultan diferentes significativamente a cualquier asignación de forraje.
- ❖ Surgen una serie de dudas y preguntas sobre que factores están afectando la respuesta a la suplementación, como incrementa más la ganancia de peso, impacto de la suplementación sobre el sistema, optimización en el uso de praderas durante el verano. Es necesario generar más información sobre el manejo de los animales y pasturas para las condiciones de verano que permitan realizarse recomendaciones prácticas.

## **6. RESUMEN**

El experimento fue realizado en la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" de la Facultad de Agronomía en Paysandú, Uruguay, con el objetivo de estudiar el efecto de la suplementación con grano de maíz a distintos niveles de asignación de forraje sobre la ganancia de peso de novillos, pastoreando una pradera permanente. Se utilizaron 36 novillos Hereford de 16 meses de edad y 274,6 Kg ( $\pm 19,8$ Kg) de peso, los que fueron divididos al azar en 6 lotes. Se evaluaron tres niveles de asignación de forraje y dos niveles de suplementación con grano, en un experimento multifactorial. Las cantidades de forraje ofrecido fueron 3, 6 y 9 %PV, 0 y 1%PV de suplemento. El período experimental duró 84 días (28/12/00 al 21/03/01), con una rutina de cambio de franja diaria y suplementación individual diaria. Para la asignación de forraje se determinó semanalmente la disponibilidad de forraje. Los animales fueron pesados cada catorce días y las ganancias promedio por tratamiento fueron: T0-3= a0,082; T0-6= b0,393; T0-9= c0,576; T1-3=d0,623; T1-6= d0,653; T1-9= d0,614Kg/a/d.

Para las condiciones en que fue realizado el experimento se concluye que existe respuesta en términos de ganancia de peso a la suplementación, y esta estaría en función de la asignación de forraje. Para los animales que no reciben grano, la ganancia se incrementa de forma lineal al aumentar la asignación. Por el contrario las ganancias no aumentan al incrementarse la asignación de forraje en el caso de animales suplementados.

## **7. SUMMARY**

This experiment was carried out during the summer 2001 in the "Dr. Mario A. Cassinoni" Experimental Station of the Agronomy Faculty of Paysandú, Uruguay. It was conducted with the objective to study the effect of corn grain supplementation and different levels of dry matter (DM) herbage allowance on the live-weight gain of young steers, grassing a permanent pasture. Thirty six, 15 to 16 month- old Hereford steers (274,6  $\pm$  19,8 Kg) were divided into 6 randomly group of animals. There were evaluated 3 levels of herbage allowance and 2 levels of supplemental grain in a multifactorial experiment. The herbage allowances were 3, 6 and 9 Kg DM/100Kg of live weight (LW), and supplemental grain level were 0 and 1 Kg DM of corn grain/100Kg LW. Experimental period ran for 84 days (28/12/00 al 21/03/01), animals grazed into daily paddocks and were daily fed with grain into individuals boxes in the morning. Herbage availability was weekly measured to make a weekly adjustment of all treatment assignation. The animals were weighted fortnightly and the results in daily weight gain (Kg/animal/day) were : T0-3= a0,082; T0-6= b0,393; T0-9= c0,576; T1-3=d0,623; T1-6= d0,653;

T1-9= d0,614Kg/a/d.

Given the conditions that the experiment run, it is concluded that: exist a response in daily liveweight gain to the grain supplementation, but its depends on the level of herbage allowance. For the no grain supplemented treatment, liveweight gain increase linearly when the allowance increase above the high level. While supplemented treatments have not response to allowances increment.



## **8. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

ACOSTA, Y. , COZZOLINO, D., MIERES, J. y FIGURINA, G. 1994. Guía para alimentación de rumiantes. INIA. Serie técnica 44, 60p.

ALLDEN W. G. y JENNINGS A. C. 1962. Dietary supplements to sheep grazing mature herbage in relation to herbage intake. Proceeding of the Australian Society of Animal Production, 4, 145-153.

ARELOVICH, H. M., WAGNER, D. G. y HIBBERD, C. A. 1984. Efecto de la suplementación con proteína y almidón sobre el consumo y la digestibilidad de un heno de baja calidad. Revista Argentina de Producción Animal, 4 (11-12), 1111-1120.

Australian Feeding Standard. 1994. Prediction of feed intake. 209-225.

BALCH,C.C. y CAMPLING, R. C. 1962. Regulation of voluntary food intake in ruminants. Nutrition Abstracts and Reviews, 32, 669-686.

BIANCHI, J.L.. 1982. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 112p.

BOELCKE, C. y TORRES, F. 1981. Suplementación de gramíneas con grano y digestibilidad de la pared celular. Revista Argentina de Producción Animal, 7, 29-38.

BOELCKE, C. y TORRES, F. 1981. Suplementación de gramíneas con grano. I Digestibilidad de la pared celular. Revista Argentina de Producción Animal, 7, 29-38.

BOELCKE, C. y TORRES, F. 1981. Suplementación de gramíneas con grano. II. Consumo de materia seca. Revista Argentina de Producción Animal, 7, 39-48.

BOELCKE, C. y TORRES, F. 1981. Suplementación de gramíneas con grano. III. Efecto simulado sobre la ganancia por animal, receptividad ganadera y eficiencia de conversión del grano. Revista Argentina de Producción Animal, 7, 49-55.

BOOM, C. J. y SHEATH, G.W. 1998. Grain supplementation of finishing beef cattle. Proceeding of the New Zealand Society of Animal Production, 58, 239-242.

BOOM, C. J. y SHEATH, G.W. 1999. Tactical supplementation of beef finishing cattle. Proceeding of the New Zealand Society of Animal Production, 59, 162-165.

BURNS, J.C., POND, K. R., FISHER, D. S. y LUGINBUHL, J. M. 1997. Changes in forages quality, ingestive mastication, and digesta kinetics resulting from switchgrass maturity. Journal of Animal Science, 75 (5), 1368-1379

CANGIANO, C. A. y GÓMEZ, P. O. 1985. Estimación del consumo de forraje mediante componentes del comportamiento ingestivo de novillos en pastoreo. Revista Argentina de Producción Animal, 5 (9-10), 573-579.

CANGIANO, C. A., GALLI, J. R. DICHIO, L., ROZSYPALEK, S. H. y PECE, M. A. 1997. Dimensiones del bocado de vacas lecheras pastoreando verdeos de verano I. Revista Argentina de Producción animal, 17 (1), 92-93.

CANGIANO, C. A., GALLI, J. R. DICHIO, L., ROZSYPALEK, S. H. y PECE, M. A. 1997. Dimensiones del bocado de vacas lecheras pastoreando verdeos de verano II. Revista Argentina de Producción animal, 17 (1), 94-95.

CARÁMBULA, M.. 1997. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Ed. Agropecuaria Hemisferio Sur, 114-117.

CATON, J.S. y DHUYVETTER, D.V.. 1997. Energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. Journal of animal science, 75 (2), 533-542.

CHACON, E. y STOBBS T. H. 1976. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behavior of cattle. Australian Journal of Agricultural Research, 27 (5).

CHURCH, D.C. 1988. El rumiante. Fisiología digestiva y nutrición. Zaragoza Ed. Acríbia S.A., 530-531.

DI MARCO, O. 1993. Crecimiento y Respuesta Animal. 1º edición, Balcarce Ed. A.A.P.A., 189p.

DIXON R. M. y STOCKDALE C. R. 1999. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. Australian Journal Agricultural Research, 50, 757-773.

DOUGHERTY, C. T., BRADLEY, N. W., LAURIAULT, L.M., ARIAS, J. E. y 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, L.M. ; CORNELIUS, P. L. y BRADLEY, N. W. 1989. Herbage allowance and intake of cattle. *The Journal of Agricultural Science*, 112, 395-401.

DURÁN, A.,1991. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Ed. Hemisferio Sur, 398.

ELIZALDE, J. C.; GONDA, H. L. y REARTE, D. H. 1992. Suplementación con grano sobre los sitios de digestión de la materia orgánica y el ambiente ruminal. *Revista Argentina de Producción Animal*, 12 (1), 20-21.

ELIZALDE, J. C.; GONDA, H. L.; REARTE, D. H. y SANTINI, F. J. 1992. Digestión de carbohidratos en vacunos alimentados con grano. *Revista Argentina de Producción Animal*, 12 (1), 22-23.

FATTET, I.; MARIANO, V. y CASAL, E. 1983. Suplementación energética y proteica a novillos en pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*, 10 (1), 145-152.

FERNÁNDEZ, H., SANTINI, F. y COCIMANO, M. 1984. Efectos de la suplementación energética sobre la digestión de la pared celular. *Revista Argentina de Producción Animal*, 4 (11-12), 1121-1135.

FORBES, T. D. A. 1988. Researching the plant-animal interface: the investigate of ingestive behavior in grazing animals. *Journal of Animal Science*, 66 (9), 2269-2379.

GARAY, E. V., CARRILLO, J.,GONZÁLEZ, C. y BUSTAMANTE, J. L. 1982. Alimentación primavera- estival de novillos Aberdeen Angus en pasturas de zona de cría. *Revista Argentina de Producción Animal*, 9, 56-66.

GIRAUDO, C.; ROSSO, O.; COCIMANO, M.; GÓMEZ, P. y VERDE ,L. 1984. Suplementación energética de novillos en pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*, 4 (6-7), 647-661.

GÓMEZ, P. O. 1988. Engorde de novillos en pastoreo, uso estratégico de la suplementación I. *Boletín de CREA*, N°147, 25-40.

GÓMEZ, P. O. 1989. Engorde de novillos en pastoreo, uso estratégico de la suplementación II. Boletín de CREA, N°148, 29-44.

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

JOHNSON, J. A. , CATON, J. S., POLAND, W., KIRBY, D. R. y DHUYVETTER, D. V. 1998. Influence of season on dietary composition, intake, and digestion by beef steers grazing mixed-grass prairie in the Northern Great Plains. *Journal of Animal Science*, 76 (6), 1682-1690

LACA, E. A., UNGAR, E. D., SELIGMAN, N. y DEMMENT, M. W. 1992. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous sward. *Grass and Forage Science*, 47 (1), 91-102.

LANGLANDS J. P. 1969. The feed intake of sheep supplemented with varying quantities of wheat while grazing pasture differing in herbage availability . *Australian Journal of Agricultural Research*. 20 (5), 919-924.

MARSHALL, S. A., CAMPBELL, C. P. y BUCHANAN-SMITH, J. G. 1998. Herbage biomass and intake of beef cows with calves grazing a grass-legume pasture in Southern Ontario. *Canadian Journal of Animal Science*, 78 (2), 211-218.

MARSH, R. 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.

MARSHALL, S. A., CAMPBELL, C. P. and BUCHANAN-SMITH, J. G. 1998. Seasonal change in quality and botanical composition of a rotationally grazed grass-legume pasture in Southern Ontario. *Canadian Journal of Animal Science*, 78 (2), 205-210.

MIERES, J. M.; RISSO, D. F. y VAZ MARTINS, D. 1996. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. INIA, Jornada técnica, N° 96, 1-21.

MILNE J. A. , MAXWELL T. J. & SOUTER W. 1981. Effect of supplementary feeding and herbage mass on the intake and performance of grazing ewes in early lactation. *Animal Production*, 32 (2), 185-196.

MOLITERNO, E.A. 1997. Estimación visual de la disponibilidad de pasturas (II). La altura de la pastura como estimador de su producción instantánea. *Revista CANGÜÉ* Nº10, 27-31.

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

O' KELLY, J.C. 1988. Climate and production from grazing animals in Australian, Effects of heat on cattle. *Proceeding of the Australian Society of Animal Production*, 17, 83-88.

PORDOMINGO, A.J.; WALLACE, J.B.; FREEMAN, A.S. y GALYEAN, M.L. (1991). Supplemental corn grain for steers grazing native rangeland during summer. *Journal of animal science*, 69 (4), 1678-1687.

PORTE, F. E., MANSILLA, M. A. y MANTEROLA, B. H. 1996. Estudio de factores y funciones determinantes del consumo *ad libitum* de materia seca en bovinos hereford. *Avances en producción animal*, 21(1-2), 143-154.

Producción Intensiva de Carne, II Congreso Nacional para Productores y Profesionales, 1997. Suplementación con granos en la producción de carne de animales en pastoreo. Buenos Aires. Forrajes y Granos. 173.

REARDON, T. F. 1977. Effect of herbage per unit and herbage allowance on dry matter intake by steers. *Proceedings of The New Zealand Society of Animal Production*, 37, 58-61.

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

REARTE, D.H. 2001. Sistemas Pastoriles Intensivos de Producción de Carne de la Región Templada. [drearte@balacarce.inta.gov.ar](mailto:drearte@balacarce.inta.gov.ar).

RINALDI, C., ESPASANDIN, A. y SOCA, P. 1995. Estructura del tapiz, calidad de la dieta y performance de novillos sometidos a diferentes presiones de pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*, 15 (1), 282-284.

ROSSO, O.R.; GÓMEZ, P.O. y OVEJERO, F.M. 1985. Efecto de la suplementación energética sobre la calidad de la pastura consumida. *Revista Argentina de Producción Animal*, 5 (1), 10-11.

RUIZ, E.G.; SANTINI, F. y DINI, C. 1985. Efecto de la suplementación energética sobre la dinámica de la digestión ruminal de novillos en pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*, 5 (1), 11.

SANSON, W.; CLANTON, D.C. y RUSH, I.G. 1990. Intake and digestion of low-quality of meadow hay by steers and performance of cows on native range when fed protein supplements containing various levels of corn. *Journal of animal science*, 69 (4), 595-603.

STEFFAN, J.C.; PRETANTONIO, J.M.; SCIOLI, D.E.; ROSSO, O.; CARRILLO J.; BOELCKE, C. y TORRES, F. 1983. Suplementación estival de novillos en condiciones de pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*, 10, 133-143.

TRIGG, T. E. y MARSH, R. 1979. Effect of herbage allowance on intake and utilisation of pasture by cattle of different ages. *Proceeding of the New Zealand Society of Animal Production*, 39, 260-264.

VAZ MARTINS, D. 2000. Pastoreo de sorgo para engorde de ganado. *Revista del Plan Agropecuario*, 94, 34-36.

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

## 9. APÉNDICES

### Apéndice 1. Peso vivo vacío por animal según fecha de pesada

Tratamiento	caravana	Fechas de pesadas						
		28/12	16/1	25/1	8/2	22/2	8/3	22/3
0-3	9004	287	295	298	303	298	301	297
0-3	9030	293	299	301	304	299	295	296
0-3	9049	271	282	280	285	276	278	281
0-3	9081	305	316	317	325	319	315	312
0-3	9086	268	275	277	278	280	278	279
0-3	9111	270	284	279	287	284	281	291
0-6	9022	306	315	325	332	336	336	350
0-6	9024	251	259	261	268	267	271	282
0-6	9078	278	283	286	292	296	296	308
0-6	9079	286	299	299	307	308	305	315
0-6	9082	283	289	295	308	311	312	324
0-6	9122	267	275	277	289	292	287	295
0-9	9045	255	266	269	273	275	276	290
0-9	9047	230	241	244	249	253	253	268
0-9	9088	288	305	309	317	316	321	335
0-9	9097	261	272	276	285	289	295	304
0-9	9105	288	309	311	321	323	326	348
0-9	9109	285	310	316	326	326	330	344
1-3	9050	272	277	285	290	296	292	307
1-3	9053	265	265	269	276	282	292	296
1-3	9075	281	295	297	311	311	320	341
1-3	9091	241	249	255	264	273	273	283
1-3	9095	300	319	322	334	347	355	373
1-3	9118	260	279	286	298	306	315	327
1-6	9037	287	316	321	338	351	362	367
1-6	9052	271	277	282	291	290	296	296
1-6	9055	305	313	318	331	337	344	360
1-6	9085	281	297	304	318	326	336	345
1-6	9099	288	293	296	311	316	324	344
1-6	9131	240	250	260	267	279	274	294
1-9	9027	297	311	324	335	347	358	368
1-9	9070	288	290	293	302	302	309	322
1-9	9093	268	277	280	294	302	312	319
1-9	9098	258	274	281	291	297	306	320
1-9	9103	232	241	246	258	263	271	280
1-9	9127	279	297	300	297	303	306	317

## Apéndice 2. Peso vivo lleno por animal según fecha de pesada

Tratamiento	caravana	Fecha de pesada				
		24/1	7/2	21/2	7/3	21/3
0-3	9004	325	322	321	325	324
0-3	9030	317	318	316	308	313
0-3	9049	299	297	291	295	297
0-3	9081	340	349	344	336	330
0-3	9086	294	293	296	293	290
0-3	9111	295	301	299	296	303
0-6	9022	352	350	359	354	373
0-6	9024	279	275	289	288	303
0-6	9078	302	307	314	309	337
0-6	9079	325	327	318	327	349
0-6	9082	318	329	331	330	355
0-6	9122	297	308	320	313	328
0-9	9045	289	292	302	299	322
0-9	9047	259	263	273	271	291
0-9	9088	328	333	338	343	365
0-9	9097	297	305	319	316	332
0-9	9105	339	338	354	355	379
0-9	9109	335	341	345	347	370
1-3	9050	299	306	322	314	333
1-3	9053	282	288	300	298	319
1-3	9075	319	326	337	345	362
1-3	9091	268	276	290	287	301
1-3	9095	344	357	380	378	406
1-3	9118	298	317	322	331	359
1-6	9037	346	361	380	384	392
1-6	9052	297	304	306	309	322
1-6	9055	339	350	367	365	386
1-6	9085	325	338	352	356	372
1-6	9099	314	329	345	347	366
1-6	9131	279	283	298	288	317
1-9	9027	349	360	377	382	390
1-9	9070	313	319	323	327	341
1-9	9093	296	308	334	331	335
1-9	9098	303	309	318	330	340
1-9	9103	260	275	283	295	302
1-9	9127	322	313	328	330	339



### Apéndice 3. Ganancia de peso por animal por período.

Tratamiento	caravana	Períodos y ganancias de peso por animal					
		28/12 al 15/1	16/1 al 24/1	25/1 al 7/2	8/2 al 21/2	22/2 al 7/3	8/3 al 21/3
0-3	9004	0,421	0,333	0,357	-0,357	0,214	-0,286
0-3	9030	0,316	0,222	0,214	-0,357	-0,286	0,071
0-3	9049	0,579	-0,222	0,357	-0,643	0,143	0,214
0-3	9081	0,579	0,111	0,571	-0,429	-0,286	-0,214
0-3	9086	0,368	0,222	0,071	0,143	-0,143	0,071
0-3	9111	0,737	-0,556	0,571	-0,214	-0,214	0,714
0-6	9022	0,474	1,111	0,500	0,286	0,000	1,000
0-6	9024	0,421	0,222	0,500	-0,071	0,286	0,786
0-6	9078	0,263	0,333	0,429	0,286	0,000	0,857
0-6	9079	0,684	0,000	0,571	0,071	-0,214	0,714
0-6	9082	0,316	0,667	0,929	0,214	0,071	0,857
0-6	9122	0,421	0,222	0,857	0,214	-0,357	0,571
0-9	9045	0,579	0,333	0,286	0,143	0,071	1,000
0-9	9047	0,579	0,333	0,357	0,286	0,000	1,071
0-9	9088	0,895	0,444	0,571	-0,071	0,357	1,000
0-9	9097	0,579	0,444	0,643	0,286	0,429	0,643
0-9	9105	1,105	0,222	0,714	0,143	0,214	1,571
0-9	9109	1,316	0,667	0,714	0,000	0,286	1,000
1-3	9050	0,263	0,889	0,357	0,429	-0,286	1,071
1-3	9053	0,000	0,444	0,500	0,429	0,714	0,286
1-3	9075	0,737	0,222	1,000	0,000	0,643	1,500
1-3	9091	0,421	0,667	0,643	0,643	0,000	0,714
1-3	9095	1,000	0,333	0,857	0,929	0,571	1,286
1-3	9118	1,000	0,778	0,857	0,571	0,643	0,857
1-6	9037	1,526	0,556	1,214	0,929	0,786	0,357
1-6	9052	0,316	0,556	0,643	-0,071	0,429	0,000
1-6	9055	0,421	0,556	0,929	0,429	0,500	1,143
1-6	9085	0,842	0,778	1,000	0,571	0,714	0,643
1-6	9099	0,263	0,333	1,071	0,357	0,571	1,429
1-6	9131	0,526	1,111	0,500	0,857	-0,357	1,429
1-9	9027	0,737	1,444	0,786	0,857	0,786	0,714
1-9	9070	0,105	0,333	0,643	0,000	0,500	0,929
1-9	9093	0,474	0,333	1,000	0,571	0,714	0,500
1-9	9098	0,842	0,778	0,714	0,429	0,643	1,000
1-9	9103	0,474	0,556	0,857	0,357	0,571	0,643
1-9	9127	0,947	0,333	-0,214	0,429	0,214	0,786

**Apéndice 4. Altura al nivel del hueso sacro por animal según fecha de medición.**

Tratamiento	caravana	Altura por animal (cm) por período					
		16/10	25/1	8/2	22/2	8/3	21/3
0-3	9004	118	119	120	121	122	122
0-3	9030	119	119	119	119	118	119
0-3	9049	117	118	118	118	119	120
0-3	9081	120	121	124	124	126	127
0-3	9086	118	117	118	119	119	120
0-3	9111	117,5	120	120	120	120	121
0-6	9022	121,5	120	123	124	124	125
0-6	9024	114	112	116	116	115	116
0-6	9078	120	121	124	125	126	126
0-6	9079	119	120	120	121	123	123
0-6	9082	117,5	119	122	123	123	124
0-6	9122	114	116	117	119	120	121
0-9	9045	119	121	123	123	125	125
0-9	9047	113	114	116	116	117	118
0-9	9088	116,5	120	123	123	123	25
0-9	9097	116	116	117	117	118	119
0-9	9105	121,5	122	124	126	127	127
0-9	9109	116	117	118	119	119	120
1-3	9050	119	119	119	120	122	122
1-3	9053	116,5	117	118	119	119	120
1-3	9075	117,5	119	121	121	122	122
1-3	9091	112	111	114	116	116	117
1-3	9095	120	124	123	124	126	126
1-3	9118	121	121	122	123	125	125
1-6	9037	119	123	124	125	125	126
1-6	9052	121	121	123	123	123	124
1-6	9055	124	126	126	128	128	129
1-6	9085	118	121	122	123	123	124
1-6	9099	121	122	123	124	125	126
1-6	9131	116	115	116	116	118	119
1-9	9027	122	121	124	124	126	126
1-9	9070	120	120	121	121	122	123
1-9	9093	116,5	117	118	119	120	121
1-9	9098	116,5	118	118	120	121	122
1-9	9103	111,5	111	112	114	114	115
1-9	9127	117,5	119	120	121	121	122

**Apéndice 5. Análisis de varianza de los pesos para cada una de las pesadas en función del nivel de suplementación, asignación de forraje, interacción nivel de suplemento asignación y peso vivo inicial.**

**PESADA N°2**

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Suplementación	1	2.562	0.7941
Asignación	2	64.718	0.1912
Supl.*Asig.	2	67.689	0.17800
Peso inicial	1	14814.578	0.0001
Error	29	36.934	
R <sup>2</sup>	0.935		

**PESADA N°3**

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Suplementación	1	111.1224	0.1240
Asignación	2	117.1166	0.0881
Supl.*Asig.	2	92.5945	0.1418
Peso inicial	1	15212.3545	0.0001
Error	29	44.2809	
R <sup>2</sup>	0.9244		

**PESADA N°4**

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Suplementación	1	423.2683	0.0172
Asignación	2	170.1086	0.0941
Supl.*Asig.	2	174.1881	0.0894
Peso inicial	1	16375.6279	0.0001
Error	29	66.2829	
R <sup>2</sup>	0.8997		

**PESADA N°5**

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Suplementación	1	1670.3815	0.0004
Asignación	2	349.4769	0.0498
Supl.*Asig.	2	334.7451	0.0559
Peso inicial	1	16006.8942	0.0001
Error	29	104.9001	
R <sup>2</sup>	0.85504		

## PESADA N°6

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Suplementación	1	3545.5618	0.0001
Asignación	2	597.0432	0.0221
Supl.*Asig.	2	427.2238	0.0592
Peso inicial	1	17730.5187	0.0001
Error	29	136.8959	
R <sup>2</sup>	0.8420		

## PESADA N°7

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Suplementación	1	4663.7526	0.0001
Asignación	2	1174.3336	0.0024
Supl.*Asig.	2	1197.6030	0.0022
Peso inicial	1	18597.1651	0.0001
Error	29	157.3966	
R <sup>2</sup>	0.8418		

**Apéndice 6.** Análisis de varianza de los pesos de los tratamientos sin suplemento para cada una de las pesadas en función de la asignación de forraje y el peso vivo inicial.

## PESADA N°2

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	1	60.5606	0.0629
Asig.*Asig.	1	96.5246	0.0231
Peso inicial	1	6813.3189	0.0001
Error	14	14.8343	
R <sup>2</sup>	0.97123		

## PESADA N°3

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	1	11.1667	0.3250
Asig.*Asig.	1	41.8528	0.0684
Peso inicial	1	7678.7452	0.0001
Error	14	10.7324	
R <sup>2</sup>	0.9809		

## PESADA N°4

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	1	4.4311	0.6547
Asig.*Asig.	1	.3.3358	0.6977
Peso inicial	1	8341.1164	0.0001
Error	14	21.2178	
R <sup>2</sup>	0.9658		

## PESADA N°5

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	1	116.8424	0.0418
Asig.*Asig.	1	30.3625	0.2726
Peso inicial	1	7944.6903	0.0001
Error	14	23.2840	
R <sup>2</sup>	0.9617		

## PESADA N°6

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	1	82.8733	0.1205
Asig.*Asig.	1	7.0385	0.6373
Peso inicial	1	8014.6732	0.0001
Error	14	30.3090	
R <sup>2</sup>	0.9517		

## PESADA N°7

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	1	347.7894	0.0228
Asig.*Asig.	1	79.7739	0.2409
Peso inicial	1	8070.9605	0.0001
Error	14	53.1814	
R <sup>2</sup>	0.9296		

**Apéndice 7. Análisis de varianza de los pesos de los tratamientos con suplemento para cada una de las pesadas en función de la asignación de forraje y el peso vivo inicial.**

**PESADA N°2**

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	1	2.3690	0.8469
Asig. *Asig.	1	2.0730	0.8567
Peso inicial	1	8006.8548	0.0001
Error	14	61.2722	
R <sup>2</sup>	0.9073		

**PESADA N°3**

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	1	9.8354	0.7257
Asig. *Asig.	1	8.3313	0.7466
Peso inicial	1	7593.2681	0.0001
Error	14	76.7308	
R <sup>2</sup>	0.8819		

**PESADA N°4**

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	1	71.5701	0.4351
Asig. *Asig.	1	72.4863	0.4322
Peso inicial	1	8107	0.0001
Error	14	110.8422	
R <sup>2</sup>	0.8506		

**PESADA N°5**

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	1	88.11862	0.5076
Asig. *Asig.	1	93.2150	0.4958
Peso inicial	1	8110.0091	0.0001
Error	14	190.5945	
R <sup>2</sup>	0.7694		

## PESADA N°6

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	1	54.3133	0.6503
. Asig.*Asig	1	48.6620	0.6677
Peso inicial	1	9718.2460	0.0001
Error	14	253.0895	
R <sup>2</sup>	0.7472		

## PESADA N°7

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	1	27.8535	0.7540
Asig.*Asig	1	30.4859	0.7431
Peso inicial	1	10526.9853	0.0001
Error	14	272.7986	
R <sup>2</sup>	0.7462		

**Apéndice 8.** Análisis de varianza de la ganancia media diaria por período y total en función del nivel de suplementación, asignación de forraje, interacción asignación- suplemento y peso vivo inicial.

## GMD1

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Suplementación	1	0.1417	0.1239
Asignación	2	0.2989	0.0878
Supl.*Asig.	2	0.1180	0.1417
Peso inicial	1	0.1408	0.1250
Error	29	0.05642	
R <sup>2</sup>	0.2995		

## GMD2

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Suplementación	1	1.173	0.0001
Asignación	2	0.1670	0.0192
Supl.*Asig.	2	0.1217	0.0506
Peso inicial	1	0.01291	0.5580
Error	29	0.03675	
R <sup>2</sup>	0.6209		

## GMD3

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Suplementación	1	0.9580	0.0001
Asignación	2	0.3396	0.0012
Supl.*Asig.	2	0.3523	0.0010
Peso inicial	1	0.1237	0.0880
Error	29	0.0397	
R <sup>2</sup>	0.6631		

## GMDT

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Suplementación	1	0.6612	0.0001
Asignación	2	0.1662	0.0024
Supl.*Asig.	2	0.1698	0.0022
Peso inicial	1	0.0785	0.0705
Error	29	0.0222	
R <sup>2</sup>	0.6688		

**Apéndice 9. Análisis de varianza de la ganancia media diaria por período y total para los tratamientos sin suplemento, asignación de forraje y peso vivo inicial.**

## GMD1

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	1	0.0142	0.3256
Asig.*Asig.	1	0.0532	0.0683
Peso inicial	1	0.2075	0.0016
Error	14	0.01365	
R <sup>2</sup>	0.7661		

## GMD2

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	1	0.2551	0.001
Asig.*Asig.	1	0.1828	0.0034
Peso inicial	1	0.00292	0.6627
Error	14	0.0147	
R <sup>2</sup>	0.7038		



## GMD3

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	1	0.0783	0.1234
Asig.*Asig.	1	0.0148	0.4864
Peso inicial	1	0.0006	0.8854
Error	14	0.02914	
R <sup>2</sup>	0.7515		

## GMDT

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	1	0.0492	0.0228
Asig.*Asig.	1	0.0112	0.2413
Peso inicial	1	0.0317	0.0592
Error	14	0.0075	
R <sup>2</sup>	0.8544		

**Apéndice 10.** Análisis de varianza de la ganancia media diaria por período y total para los tratamientos con suplemento, asignación de forraje y peso vivo inicial.

## GMD1

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	1	0.0124	0.7263
Asig.*Asig.	1	0.0105	0.7473
Peso inicial	1	0.00949	0.76
Error	14	0.09778	
R <sup>2</sup>	0.0216		

## GMD2

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	1	0.05	0.3817
Asig.*Asig.	1	0.0587	0.3447
Peso inicial	1	0.0108	0.6812
Error	14	0.0614	
R <sup>2</sup>	0.1002		

## GMD3

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	1	0.0215	0.5119
Asig.*Asig.	1	0.0217	0.5096
Peso inicial	1	0.200	0.0591
Error	14	0.0475	
R <sup>2</sup>	0.2347		

## GMDT

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	1	0.00398	0.7527
Asig.*Asig.	1	0.00436	0.7416
Peso inicial	1	0.0469	0.2890
Error	14		
R <sup>2</sup>	0.0991		

**Apéndice 11.** Análisis de varianza del consumo de grano por período y total en función de la asignación de forraje y el peso vivo inicial.

## CSP1

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	2	62.4545	0.5988
Peso inicial	1	213.001	0.1993
Error	14	117.3714	
R <sup>2</sup>	0.1756		

## CSP2

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	2	144.1202	0.2702
Peso inicial	1	65.2632	0.4330
Error	14	100.1594	
R <sup>2</sup>	0.2115		

## CSP3

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	2	203.541	0.2793
Peso inicial	1	266.852	0.1971
Error	14	145.495	
R <sup>2</sup>	0.2648		

## CSPT

Fuente	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Pr>F
Asignación	2	Falta	Falta
Peso inicial	1	Falta	Falta
Error	14	613.3696	
R <sup>2</sup>	0.3236		

**Apéndice 12.** Análisis de varianza del desaparecido de forraje entre el 22/02 y el 28/02 en función del nivel de suplementación, asignación de forraje, días e interacciones asignación- suplementación y día- suplemento.

Fuente	Grados de Libertad Numerador	Grados de Libertad Denominador	Pr>F
Suplementación	1	20	0.8722
Asignación	2	20	0.8983
Días	5	20	0.2145
Asig.*Supl.	2	20	0.9141
Días*Supl.	5	20	0.8672
Días*Supl.*Asig.	52.4818		

**Apéndice 13.** Análisis de varianza de la utilización de forraje para todo el experimento en función del nivel de suplementación, asignación de forraje, semanas e interacciones asignación- suplementación y semana- suplemento.

Fuente	Grados de Libertad Numerador	Grados de Libertad Denominador	Pr>F
Suplementación	1	27	0.3542
Asignación	2	27	0.0002
Asig.*Supl.	2	27	0.2681
Semana	7	27	0.0005
Semana*Supl.	7	27	0.4048
Semana*Asig.*Supl.	192.038		

**Apéndice 14.** Análisis de varianza del residuo de forraje para todo el experimento en función del nivel de suplementación, asignación de forraje, semanas e interacciones asignación- suplementación y semana- suplemento.

Fuente	Grados de Libertad Numerador	Grados de Libertad Denominador	Pr>F
Suplementación	1	39	0.3601
Asignación	2	39	0.0001
Semana	10	39	0.0002
Asig.*Supl.	2	39	0.4177
Semana*Supl.	10	39	0.1910
Semana*Asig.*Supl.	259595.6462		

**Apéndice 15.** Análisis de varianza de la altura de entrada de la pastura para todo el experimento en función del nivel de suplementación, asignación de forraje, semanas e interacciones asignación- suplementación y semana-suplemento.

Fuente	Grados de Libertad Numerador	Grados de Libertad Denominador	Pr>F
Suplementación	1	27	0.6784
Asignación	2	27	0.0976
Semana	7	27	0.0022
Asig.*Supl.	2	27	0.0142
Semana*Supl.	7	27	0.6831
Semana*Asig.*Supl.	8.6558		

**Apéndice 16.** Análisis de varianza de la altura de salida de la pastura para todo el experimento en función del nivel de suplementación, asignación de forraje, semanas e interacciones asignación- suplementación y semana- suplemento.

Fuente	Grados de Libertad Numerador	Grados de Libertad Denominador	Pr>F
Suplementación	1	39	0.0001
Asignación	2	39	0.0001
Semana	10	39	0.0001
Asig.*Supl.	2	39	0.8151
Semana*Supl.	10	39	0.7112
Semana*Asig.*Supl.	1.2404		

**Apéndice 17.** Disponibilidad promedio por tratamiento para la semana del 22/02/01 al 28/02/01.

Tratamiento	T 0-3	T 0-6	T 0-9	T 1-3	T 1-6	T 1-9
Kg MS/ha*	3565 a	3736,7 a	3609,2 a	3721,3 a	3545,5 a	3881 a

\*Nivel de significancia  $P < 0,05$ , DF=19.

**Apéndice 18.** Altura promedio de entrada por tratamiento para la semana del 22/02/01 al 28/02/01.

Tratamiento	T0-3	T0-6	T0-9	T1-3	T1-6	T1-9
Altura(cm)*	22,97 a	23,88 a	22,2 a	23,97 a	22,38 a	22,4 a

\*Nivel de significancia  $P < 0,05$ , DF=19.

**Apéndice 19.** Rechazo promedio de forraje por tratamiento para la semana del 22/02/01 al 28/02/01.

Tratamiento	T0-3	T0-6	T0-9	T1-3	T1-6	T1-9
Kg MS/ha*	2045 a	2479,6 ab	3104,7 b	2066 a	2676,5 ab	3233 b

\*Nivel de significancia  $P < 0,05$ , DF=19.

**Apéndice 20.** Altura promedio de salida por tratamiento para la semana del 22/02/01 al 28/02/01.

Tratamiento	T 0-3	T 0-6	T 0-9	T 1-3	T 1-6	T 1-9
Altura(cm)*	5,55 a	9,03 bc	12,15 d	6,9 ab	10,17 cd	11,51 cd

\*Nivel de significancia  $P < 0,05$ ,  $DF = 19$ .

**Apéndice 21.** Contrastes de los coeficientes de regresión de la evolución de peso ajustada.

Asignación de forraje	Sin suplemento	Con suplemento
3	0,082 a A	0,589 a B
6	0,371 b A	0,654 a B
9	0,482 c A	0,587 a B

a, b: medias seguidas de diferente letra en la columna, difieren estadísticamente ( $P < 0,01$ ).

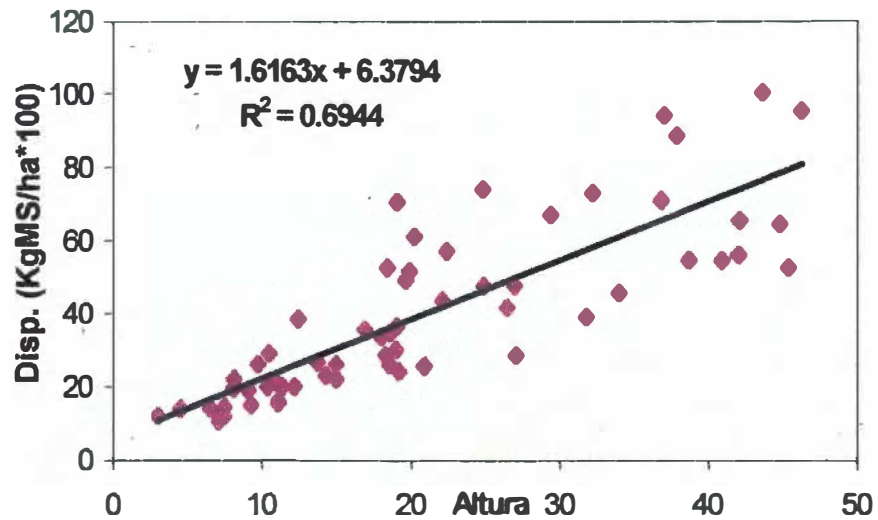
A, B: medias seguidas de diferente letra en la fila, difieren estadísticamente ( $P < 0,01$ ).

**Apéndice 22.** Contraste de tiempo de pastoreo entre tratamientos.

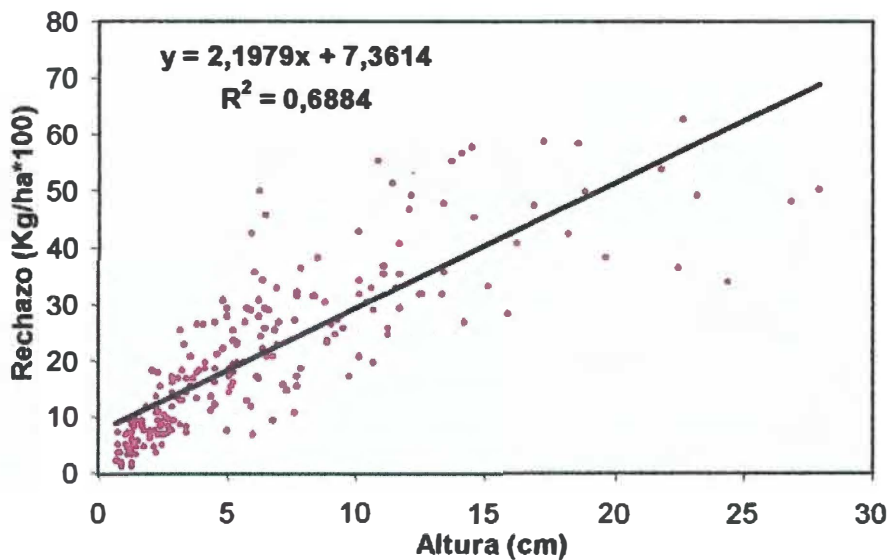
Tratamiento	Diferencias estadísticas*
0-3	a b
0-6	c
0-9	b c
1-3	a
1-6	a b c
1-9	a b

\*  $P < 0,05$ ; a corresponde a valores menores, c corresponde a valores mayores.

**Apéndice 23.** Relación entre altura de la pre-pastoreo y disponibilidad de forraje.

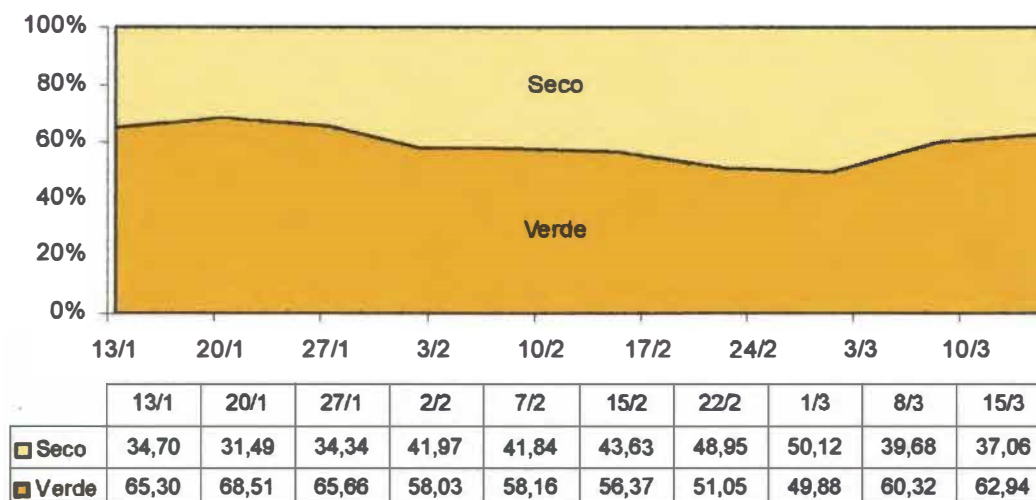


**Apéndice 24.** Relación entre altura de forraje remanente y cantidad de forraje residual.



## Apéndice 25. Evolución de la relación verde/seco para todo el experimento.

Gráfico 10. Evolución de la relación verde/seco corregida en forma objetiva.



Como se puede observar en la tabla adjunta al gráfico, en términos generales la fracción que más predomina para todo el experimento es el verde. Similares relaciones verde/seco obtienen Boom y Sheath (1998) para el verano.

El gráfico indica que en la medida que avanza el verano, la calidad de la pastura descende como consecuencia principalmente del cambio fenológico, como también lo indica Carámbula, M.(1997); por la gran masa de forraje acumulada como también lo afirma Marsh, R.(1979), Carámbula, M.(1997) y Marshall *et al.*(1998), y por las condiciones climáticas, mencionado por los mismos autores, y en consecuencia afectando las ganancias de peso y la respuesta al grano de maíz.

La disminución de la relación verde/seco responde a un incremento en la proporción de leguminosa seca, compuesta principalmente por las inflorescencias de Trébol rojo (cabezuelas muertas), como también lo observó Boggiano, P., com.pers., (2001).

A principios del experimento la pastura presentaba un estado que era poco común respecto a lo esperado para condiciones del verano, ya que las precipitaciones abundantes habían prolongaron la etapa vegetativa. Para finales del período experimental el aumento de la relación verde/seco era atribuida a una mayor contribución del Lotus en la fracción verde.

## Apéndice 26. Caracterización química de la pastura y del suplemento.

En el siguiente cuadro se presenta los resultados de la composición química de la pastura y el grano de maíz, analizados en el laboratorio de nutrición animal de la Facultad de Agronomía (Montevideo).

Cuadro 11. Composición química de la pradera y el suplemento.

Periodo	MS %; 105°C	PC % BS	FDN % BS	FDA % BS	NDT* %
Pradera permanente 1º año TR, L y TB					
28/12-24/01	91,762	14,463	52,079	36,799	60,62
25/01-21/02	92,720	13,849	52,486	37,536	59,77
22/02-22/03	92,912	13,811	61,558	43,358	53,13
Grano de maíz					
28/12-22/03	87,022	10,460	9,732	2,726	-

%NDT= 102,56- (%FDA\*1,14), INIA Serie tec. N° 44.

Los resultados de la pastura indican una pérdida en calidad de la misma, observado por un aumento en el contenido de fibra del forraje (FDN y FDA) al transcurrir el experimento, asociado a la disminución en la relación verde/seco registrada.

El descenso de los NDT determinan una disminución en la ganancia de peso de los T0 al transcurrir el experimento, principalmente en aquellos tratamientos de baja asignación ( ver cuadro N° 7), como ya ha sido mencionado. Según Mertens citado por Rearte y Santini (1989), Burns *et al.* (1997), Johnson *et al.* (1998) el incremento de FDN conduce a descensos en el consumo de forraje ,y además de un forraje de menor contenido de nutrientes (medido como NDT).

No es apreciable el descenso del contenido proteico, y los valores obtenidos no son limitantes a nivel ruminal según varios autores (Fattet *et al.*, 1983; y Caton y Dhuyvetter, 1997).

Los valores de calidad del grano de maíz quebrado reafirman que se trata de un suplemento energético (menos de 35% de FDN y menos de 18% de PC).

## Apéndice 27. Caracterización botánica de la pastura.

En el siguiente cuadro se presenta la composición botánica en tres momentos del período experimental.



Cuadro 12. Evolución de la composición botánica (como % MS) de la pastura.

	Malezas	Gramínea	Restos secos	Leguminosa
05/01/01	3,44	4,20	34,73	57,63
05/02/01	2,17	6,88	15,22	75,72
03/03/01	6,69	9,87	14,54	68,90

El principal componente de la pastura son las leguminosas (incluye leg. verde y seca), donde la especie dominante es el trébol rojo (*Trifolium pratense*), seguida del trébol blanco (*Trifolium repens*) y lotus (*Lotus corniculatus*), que fueron determinadas en base a observaciones a campo. La fracción gramíneas esta constituida por sorgo de alepo (*Sorghum halepense*) y pasto blanco (*Digitaria sanguinalis*). Pese a que estas últimas se definirían como malezas, dentro de esta fracción solo se incluyeron malezas dicotiledóneas (*Cardus acanthoides*, *Coniza bonariense*, *Xanthium spinosum L.*, etc.). La fracción restos secos esta compuesta fundamentalmente por el rastrojo de avena.

#### Apéndice 28. Altura promedio total de entrada.

Siendo la altura, la principal variable determinante del tamaño de bocado (Hodgson, 1989 y Forbes 1987), y este último el factor que más afecta el consumo de forraje (Hodgson, 1981; Cangiano y Gómez 1984; Forbes 1987; Cangiano *et. al.*, 1997); por eso su medición es de gran importancia.

La altura del forraje disponible promedio de entrada fue de 22,7 cm ( $\pm 3,85$  cm). Este valor de altura está por encima de las encontradas por Morris *et al.* (1993), quién obtuvo mayores ganancias que las del experimento. Según Marshall *et al.* (1998), en la medida que aumenta la altura descende el contenido proteico y la digestibilidad, afectando negativamente el consumo de forraje, y por lo tanto la GMD.

La distribución al azar de las parcelas por tratamiento, no permitió anular las diferencias entre las alturas promedio de entrada entre tratamiento, a causa de la heterogeneidad de la pastura, como se ve en el siguiente cuadro.

Cuadro 13. Altura promedio de entrada por tratamiento para todo el experimento.

Tratamiento	T0-3	T0-6	T0-9	T1-3	T1-6	T1-9
Altura(cm)*	23,19 bc	22,37 abc	21,95 ab	19,84 a	25,35 c	23,40 bc

\*Nivel de significancia  $P < 0,05$ ,  $DF = 27$ .

**Apéndice 29** Registros climáticos.