

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DEL NIVEL DE OFERTA DE FORRAJE Y DE LA  
SUPLEMENTACIÓN CON GRANO Y HENO EN LA PERFORMANCE  
DE NOVILLOS QUE PASTOREAN UNA MEZCLA DE LEGUMINOSAS Y  
GRAMÍNEAS DURANTE EL OTOÑO.**

por

Alvaro MESSA SASTRE  
Santiago BONO MAYOBRE

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

MONTEVIDEO.  
URUGUAY  
2005.

Tesis aprobada por:

Director: -----  
Nombre completo y firma.

-----  
Nombre completo y firma

-----  
Nombre completo y firma

Fecha: -----

Autor: -----  
Nombre completo y firma

Autor: -----  
Nombre completo y firma

## TABLA DE CONTENIDO.

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	IV
1. <b><u>INTRODUCCIÓN</u></b> .....	1
2. <b><u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u></b> .....	3
2.1 <b>INTRODUCCIÓN</b> .....	3
2.2. <b>CARACTERÍSTICAS DE LAS PASTURAS OTOÑALES</b> 5	
2.2.1 <u>Composición Botánica</u> .....	6
2.2.2 <u>Valor Nutritivo</u> .....	8
2.2.3 <u>Composición Química</u> .....	9
2.3 <b>FACTORES QUE AFECTAN LA GANANCIA DE PESO EN OTOÑO</b> .....	10
2.3.1 <u>Factores de manejo</u> .....	11
2.3.2 <u>Consumo</u> .....	14
2.3.3 <u>Desbalance de la pastura</u> .....	16
2.3.3.1 Síntesis, eficiencia de utilización, y pérdida de proteína en el animal.....	20
2.3.3.2 Eficiencia de utilización, y pérdidas energéticas en el animal.....	24
2.3.3.3 Metabolismo de AGV.....	26
2.3.4. <u>Efecto del ambiente</u> .....	28
2.4 <b>MEDIDAS PARA CORREGIR EL PROBLEMA</b> .....	30

2.4.1 <u>Suplementación</u> .....	30
2.4.1.1 Interacciones entre forraje y suplemento.....	31
2.4.1.1.1 Tasa de Sustitución....	31
2.4.1.1.2 Adición.....	35
2.4.1.1.3 Adición y Sustitución...	36
2.4.1.1.4 Sustitución con depresión...	
2.4.1.2 Efecto del suplemento sobre el ... comportamiento animal.....	37
2.4.1.3 Efecto del suplemento	37
sobre el ambiente ruminal.....	42
2.4.2 <u>Asignación de Forraje (AF)</u> .....	46
2.4.3 <u>Epoca de siembra, fertilización y momento del pastoreo</u> .....	49
<b>2.5 HIPÓTESIS</b> .....	52
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	53
<b>3.1. DESCRIPCION GENERAL</b> .....	53
3.1.1 <u>Parcelas</u> .....	53
3.1.2 Animales.....	53
3.1.3 <u>La pastura</u> .....	54
3.1.4 <u>Suplemento</u> .....	55
<b>3.2. TRATAMIENTOS</b> .....	55
<b>3.3. MANEJO DE LA PASTURA Y LOS ANIMALES.</b>	57
<b>3.4. DETERMINACIONES REALIZADAS</b> .....	58
3.4.1. <u>Pastura</u> .....	58
3.4.1.1 Forraje disponible.....	58
3.4.1.2. Forraje residual.....	58
3.4.1.3. Forraje utilizado.....	59
3.4.1.4. Análisis botánico - forraje disponible	59
3.4.1.5. Análisis químico.....	59

3.4.2. <u>Animales</u> .....	60
3.4.3. <u>Suplemento</u> .....	60
3.4.4. <u>Heno</u> .....	61
3.4.5. <u>Análisis estadístico</u> .....	61
3.4.5.1 Modelo estadístico.....	61
<b>4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u></b> .....	<b>63</b>
<b>4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA PASTURA OFRECIDA</b>	<b>63</b>
4.1.1 <u>Disponibilidad de forraje</u> .....	63
4.1.2 <u>MS del forraje disponible</u> .....	65
4.1.3. <u>Composición botánica del forraje ofrecido</u>	66
4.1.4. <u>Calidad del forraje ofrecido</u> .....	67
<b>4.2. CONSUMO</b> .....	<b>70</b>
4.2.1 <u>Consumo total de MS</u> .....	71
4.2.2 <u>Consumo de MS de pastura</u> .....	75
4.2.3 <u>Consumo de MS de fardos</u> .....	77
4.2.4 <u>Tasa de sustitución</u> .....	78
<b>4.3 UTILIZACIÓN DEL FORRAJE</b> .....	<b>81</b>
<b>4.4 FORRAJE REMANENTE</b> .....	<b>84</b>
4.4.1 <u>Cantidad de forraje remanente (Kg. MS / ha</u>	84
4.4.2 <u>Calidad de forraje remanente</u> .....	88
<b>4.5 PERFORMANCE ANIMAL</b> .....	<b>92</b>
4.5.1 <u>Ganancia diaria de peso vivo (GDPV)</u> .	93
4.5.2 <u>Respuesta animal a la suplementación</u>	98
4.5.3 <u>Area de ojo de bife (AOB)</u>	
<u>y espesor de grasa (G)</u> .....	100
4.5.3.1 AOB.....	100
4.5.3.2 Grasa subcutánea.....	102

<b>4.6 PRODUCCIÓN DE CARNE POR HA.....</b>	<b>104</b>
<b>4.7 CONCLUSIÓN.....</b>	<b>106</b>
<b><u>5. RESUMEN.....</u></b>	<b>107</b>
<b><u>6. SUMMARY.....</u></b>	<b>108</b>
<b><u>7. BIBLIOGRAFÍA.....</u></b>	<b>111</b>
<b><u>8 ANEXOS.....</u></b>	<b>122</b>

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

<b>Cuadro N°</b>	<b>Página</b>
1. Evolución de la composición nutricional de un verdeo de avena (% sobre base seca).....	6
2. Composición química de gramíneas (raigrás, cebadilla y pasto ovido) y leguminosas (trébol blanco y alfalfa) (%MS).....	7
3. Digestión ruminal de vacas pastoreando avenas.....	18
4. Respuesta a la suplementación sobre pasturas de calidad en otoño-invierno.....	39
5. Efecto de la suplementación con grano de maíz a dos niveles sobre la respuesta animal en verdeos de invierno.....	40
6. Arreglo factorial de los 8 tratamientos.....	56
7. Descripción de los tratamientos del ensayo.....	56
8. Consumo total diario de MS (% PV).....	71
9. Efecto de los distintos suplementos en el consumo total de MS (% PV).....	74
10. Consumo de MS de pastura para todos los niveles de AF y de S (KG MS/ani/día).....	75
11. Efecto del heno sobre el consumo de MS de la pastura (Kg. MS/día).....	76

12.	Consumo diario de los componentes de la dieta por los animales que recibieron heno (kg/an/día).....	78
13.	Tasa de sustitución según nivel de asignación.....	80
14.	Porcentaje de utilización del forraje.....	82
15.	Efecto del fardo sobre la utilización de la pastura.....	84
16.	Forraje remanente promedio para los distintos tratamientos (kg. MS/ha).....	85
17.	Efecto de los distintos suplementos en el forraje remanente (kg/ha) a 4% de PV de AF.....	87
18.	Digestibilidad de la materia orgánica del forraje remanente.....	88
19.	Efecto del heno sobre la DMO del forraje remanente..	89
20.	Proteína Cruda (%), del forraje remanente.....	90
21.	Efecto de la AF sobre la FDA del forraje remanente...	91
22.	Diferencias significativas obtenidas en los pesos iniciales y finales entre los tratamientos.....	93
23.	Ganancias de PV promedio para todo el periodo (kg.).....	95
24.	Efecto del heno sobre la GDPV.....	98

25.	Respuesta a la suplementación según intensidad de pastoreo.....	99
26.	Efecto de la AF y la S sobre el AOB.(cm <sup>2</sup> ).....	101
27.	Efecto del heno sobre el AOB.....	102
28.	Efecto de la AF y del S sobre la G.....	103
29.	Producción de carne por ha. y por tratamiento durante el otoño.....	104

## FIGURA N°

	<b>Página</b>	
1.	Factores que intervienen en la manifestación del problema de otoño.....	10
2.	Producción animal y carga a lo largo del año.....	13
3.	Relación entre ganancia de peso y asignación de forraje para una misma pastura en otoño y primavera.....	19
4.	Relación entre el porcentaje de proteína del forraje y la cantidad perdida en rumen.....	21
5.	Relación entre el consumo de E.M. y la retención de energía para el forraje de otoño y primavera.....	25
6.	Tasa de sustitución de forraje de alta calidad por concentrado en vacas lecheras con diferentes AF.....	32

7.	Evolución de la tasa de sustitución a diferentes disponibilidades, para dos pasturas de distinta calidad.....	33
8.	Evolución de la disponibilidad de forraje (kg/MS).....	63
9.	Evolución del % MS del forraje disponible para cada tratamiento.....	65
10.	Evolución de la composición botánica en %.....	67
11.	Evolución de la DMO (%) (promedio para todos los tratamientos).....	68
12.	Evolución de la PC (%) (promedio para todos los tratamientos).....	68
13.	Evolución de la FDN (%) (Promedio para todos los tratamientos).....	68
14.	Evolución de la FDA (%) (Promedio para todos los tratamientos).....	68
15.	Consumo diario de forraje y suplemento (Kg. MS) de cada tratamiento.....	79
16.	Cantidad de forraje remanente según asignación de forraje y nivel de suplementación.....	86
17.	Evolución de las ganancias medias diarias según nivel de asignación de forraje y consumo de suplemento.....	97

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiéramos agradecer a nuestras familias por su constante apoyo durante todo este tiempo.

Al Ing. Agr. Daniel Vaz Martins por su invaluable ayuda en la elaboración de este trabajo.

Al personal de campo de la unidad el Lago y a Virginia Ares por su colaboración en todo momento.

A los Ing. Agrs. Enrique Fernández, Juan Mieres, Alejandro La Manna y Laura Olivera, a la Dra. Georget Banchemo y al Tec. Agropecuario Ibáñez por su constante disponibilidad e interés en nuestro trabajo.

## 1. **INTRODUCCIÓN**

La producción de carne en el Uruguay se realiza casi exclusivamente sobre campo natural, con un menor aporte de pasturas sembradas y de suplementos.

Debido al régimen climático de nuestro país la producción de forraje presenta una marcada estacionalidad, y por ende la producción de carne no es constante a lo largo del año.

Una de las estaciones mas problemáticas del año es el otoño en la cual las ganancias de peso registradas no se corresponden con la alta calidad de las pasturas que crecen en esta época. Así en las regiones templadas del mundo se produce durante el otoño una disminución o pérdida de peso de los animales en engorde en condiciones pastoriles. Las ganancias de peso en esta estación son un 30% inferior a las ganancias promedio anuales.

Un alto contenido de humedad, sumado a una composición desbalanceada de la materia seca (alto contenido de nitrógeno soluble y bajo contenido de energía) pueden ser factores responsables de las bajas ganancias de peso, dado que provocan limitaciones en el consumo de forraje y una serie de trastornos fisiológicos y metabólicos.

Existen dos medidas de manejo principales para enfrentar esta situación. Estas son el manejo de la asignación de forraje y la suplementación energética.

La oferta de forraje es una medida de manejo que influye sobre el consumo animal y por ende condiciona la performance individual, mientras que la suplementación energética en condiciones de bajas asignaciones de forraje permitiría mejorar la performance individual manteniendo altas cargas.

Ahora bien el problema otoñal es ampliamente aceptado por profesionales y productores, pero no deja en claro cuál es el nivel de ganancia de peso que puede esperarse con un forraje balanceado o cuán baja podría llegar a ser la misma a raíz del desbalance y cuánto podría mejorarse mediante una suplementación.

Este problema genera una serie de dificultades en los sistemas ganaderos pues se prolongan los ciclos de invernada, en algunos casos se pierden las oportunidades de venta en momentos adecuados y se resiente la producción global de carne.

Los objetivos de este trabajo fueron:

- Evaluar el problema sobre una pastura mezcla gramínea – leguminosa, en un estado avanzado de madurez.
- Evaluar el efecto del nivel de oferta de forraje y de la suplementación con grano y heno sobre la performance animal.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 INTRODUCCIÓN**

En las regiones templadas del mundo se produce durante el otoño una disminución o pérdida de peso de los animales en engorde en condiciones pastoriles. Esta problemática ocurre en una amplia gama de situaciones que involucran diferentes condiciones climáticas, de alimentación, de recursos y de manejo. Este fenómeno, si bien es conocido y aceptado por productores y profesionales, en muchas situaciones no ha sido cuantificado adecuadamente y no existen precisiones sobre su efecto depresivo.

Las causas de estas bajas ganancias de peso son atribuidas a diversos factores. Uno de ellos es el clima, señalándose un efecto negativo fundamentalmente en los días nublados y húmedos aunque también se habría verificado el fenómeno en condiciones climáticas contrastantes. Asimismo, se señala como un factor adverso al alto contenido de agua de las pasturas, y la composición química desbalanceada de las mismas (en particular los elevados contenidos de proteína soluble (PS) y los bajos contenidos de carbohidratos solubles). Es de interés remarcar lo que algunos autores señalan como factores agudizantes del problema, estos son la baja disponibilidad de forraje debido a problemas en su estimación, y errores en la medición del peso de los animales.

El desbalance de las pasturas otoñales causaría una rápida degradación de la proteína soluble en el rumen durante el proceso de digestión liberando altas cantidades de nitrógeno amoniacal ( $\text{N-NH}_3$ ). La falta de una fuente energética de rápida disponibilidad como la aportada por los carbohidratos no estructurales (CNES), hace que

el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) no pueda ser utilizado en su totalidad. El exceso de amoníaco se difunde a través de las paredes ruminales y es eliminado bajo la forma de urea en la orina.

Si bien el exceso de amoníaco puede ser eliminado, dicho proceso requiere de energía, la cual deja de estar disponible para ser utilizada para la ganancia de peso. Sumado a ello se desencadena una serie de trastornos metabólicos y fisiológicos que se traducen en ganancias de peso inferiores a las que podrían esperarse para un forraje de tan alta digestibilidad (calidad) como son los verdeos y praderas, principalmente durante el primer aprovechamiento (Méndez y Davies, 2003b).

Este gasto energético causado por la eliminación de amoníaco no parece ser suficiente como para generar las bajas ganancias de peso que se registran en los sistemas comerciales de invernada en el Uruguay, por lo cual los problemas de manejo y medición adquieren mayor importancia. Queda claro entonces, que el problema de otoño es sumamente complejo debido a la diversidad de factores que intervienen en su manifestación, por lo que reducirlo exclusivamente a la ocurrencia de un desbalance para explicar todas las situaciones, como tradicionalmente se ha hecho, resulta una sobresimplificación peligrosa que tergiversa el diagnóstico (Méndez y Davies, 2000).

Todo esto genera una serie de dificultades en los sistemas ganaderos pues se prolongan los ciclos de invernada, en algunos casos se pierden las oportunidades de venta en momentos adecuados y se resiente la producción global de carne (Andreo et al, 2001).

## **2.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS PASTURAS OTOÑALES.**

Una baja ganancia en peso vivo puede ser consecuencia de una baja calidad o cantidad de forraje consumido, pero también puede aparecer en condiciones de forraje abundante y de alta calidad (Elizalde, 1999a). Esto se debe, entre otras cosas, a que las características del forraje de otoño provocan limitaciones al consumo y una serie de trastornos fisiológicos y metabólicos (Méndez y Davies, 2001). Aún cuando este tipo de pasturas son una fuente óptima y barata de nutrientes para los rumiantes, no siempre proporcionan la cantidad correcta que el ganado requiere (Rearte y Pieroni, 2001).

El forraje de otoño se caracteriza por tener bajas cantidades de carbohidratos solubles en agua, y niveles altos de proteína rápidamente degradable en el rumen (Méndez y Davies, 2003 a). A modo de ejemplo, en el CUADRO 1 se presentan resultados de la evolución de la composición química de la avena durante cinco meses.

Cuadro 1: Evolución de la composición nutricional de un verdeo de avena (% sobre base seca).

	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Setiembre</b>	<b>Octubre</b>
<b>Materia seca</b>	15.3	22.3	15.8	22.1	28.4
<b>Proteína soluble</b>	12.9	10.2	8.1	6.4	4.8
<b>Carbohidratos solubles (CNES)</b>	3.7	8.2	6.8	20.7	10.6
<b>PS/CNES</b>	3.5	1.24	1.19	0.31	0.45

Méndez y Davies, (2003).

### 2.2.1 Composición Botánica

La performance y el consumo también están asociados a la composición botánica de la pastura (leguminosas vs. gramíneas) (Elizalde, 1999a) y a la proporción de material muerto, ya que esta fracción tiene efectos depresivos en la calidad y en el consumo de forraje.

Las leguminosas son más balanceadas en términos de energía – proteína que las gramíneas en el mismo estado de desarrollo. Sin embargo Galyean y Goetsch obtuieron los siguientes datos. (CUADRO 2).

Cuadro 2. Composición química de gramíneas (raigrás, cebadilla y pasto ovillo) y leguminosas (trébol blanco y alfalfa) (%MS)

	<b>Gramíneas</b>	<b>Leguminosas</b>
<b><u>Proteína Bruta</u></b>	8-24	15-30
<b>Carbohidratos solubles</b>	12-20	3-17

Galyean y Goetsch, (1993).

El consumo de materia seca de las leguminosas es mayor que el de las gramíneas, por lo que tienden a generar una mayor síntesis bacteriana. Esto determina que si bien las leguminosas tienen mayores pérdidas por unidad de N consumido, en realidad, aportan una mayor cantidad de proteína para el animal. Además el menor contenido de pared celular de las leguminosas, se traduce en diferencias en el consumo de materia seca, tipo de nutrientes que recibe el animal, diferencias en la eficiencia de conversión que, en definitiva, afecta el rendimiento de la res (Elizalde, 1999a).

### 2.2.2 Valor nutritivo

El valor nutritivo de la pastura depende del consumo de MS, de la digestibilidad y de la eficiencia de utilización de los productos finales de la digestión ruminal (Santini y Rearte, 1996). Entonces, a igual disponibilidad de forraje, la productividad por animal y por hectárea será tanto más alta cuanto mayor sea el valor nutritivo de la pastura (Dumestre y Rodríguez, 1995). En este sentido Elizalde, (1993) cita que para obtener ganancias del orden de 500 g/día se requieren valores de digestibilidad superior al 60-65%.

La digestibilidad del forraje se encuentra definida por la degradación de la pared celular, la que esta representada por la fibra detergente neutro (FDN) del análisis de Van Soest (Ustarroz y De León, 1999). A su vez el consumo está relacionado positivamente con la digestibilidad, PC y contenido celular; y negativamente con el contenido de fibra detergente neutro (Porte *et al*, 1996). En este sentido a medida que aumenta la madurez del forraje hay una caída en la digestibilidad de la MS y por ende una disminución en el consumo. Los factores causantes de esta disminución en el consumo en forrajes de baja digestibilidad son un aumento del tiempo de retención y una disminución de la tasa de pasaje (Burns *et al*, 1997). La velocidad de pasaje por el rumen, a su vez, está inversamente relacionada al tiempo que el material se encuentre expuesto a la acción de los microorganismos (Rearte, 1999).

Mc. Donald, (1995) sugirió que las pasturas de otoño tienen menor energía neta (EN) o valor nutritivo comparado con el forraje de primavera. A pesar de esto último, Elizalde y Santini, (1992), encuentran una dificultad para explicar o predecir las bajas ganancias otoñales cuando desde el punto de vista de la calidad (digestibilidad del forraje), ellos no encontraron diferencias entre el forraje de otoño y el de primavera.

### 2.2.3 Composición Química.

Durante el otoño se registran altos contenidos de agua extracelular y el porcentaje de materia seca de la pastura disminuye.

Los contenidos de *pared celular (FDN)* para crecimientos tempranos de otoño presentan valores realmente bajos (Gallardo, 1999). El contenido de fibra cruda es 2.1-2.3 unidades de porcentaje mayor en primavera que en otoño (Marsh, 1975).

Los carbohidratos solubles contenidos en el pasto de otoño son menores a los de forrajes crecidos en cualquier otra época del año (Mac Rae et al 1985).

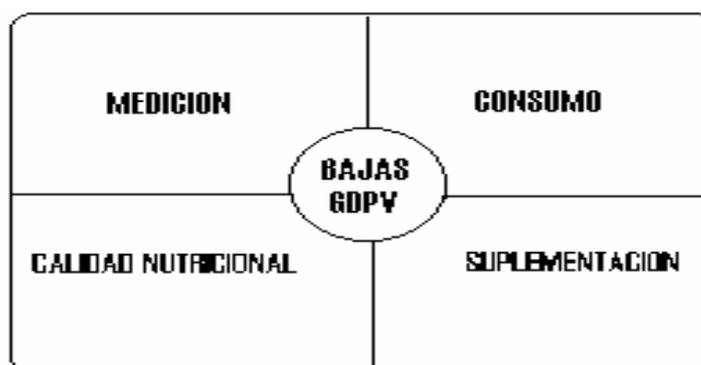
Aparentemente a la planta le es imposible sintetizar *proteína cruda* al mismo tiempo que está produciendo MS. Por eso en el otoño como declina la producción de MS, se incrementa la producción de PC (French, 2001b). No obstante algunos autores aseguran no haber encontrado diferencia en la composición proteica entre forraje de otoño y primavera (Marsh, 1975). El N de las pasturas otoñales sería suficiente como para obtener por lo menos 200 g / día de GDPV en ovinos o 1.0 Kg. / día en ganado vacuno (Beever et al, 1978).

A modo de ejemplo, el nivel de carbohidratos solubles es un 500 % superior en primavera mientras que la proteína soluble es afectada en sentido inverso, 55% menos (Elizalde y Santini, 1992). No obstante se debe tener en cuenta que el contenido de EM

en materiales de primavera declina con el tiempo tres o cuatro veces mas rápido que en materiales cosechados en otoño (Corbett *et al*, 1966).

### 2.3 FACTORES QUE AFECTAN LA GANANCIA DE PESO EN OTOÑO.

Cualquier tratamiento sobre la pastura o sobre los animales puede resultar en un factor de confusión asociado con la estación. Por ejemplo, diferencias en la nutrición previa, edad y salud del ganado, diferencias en manejo de la pastura como el aprovechamiento de la misma, edad de la pastura o tratamientos de fertilización, pueden causar mayores variaciones en la performance animal entre estaciones que el efecto de la estación per se. Los factores más importantes en determinar el problema otoñal se ilustran en la FIGURA 1.



Mendez y Davies, (2000).

Figura 1. Factores que intervienen en la manifestación del problema de otoño.

### 2.3.1 Factores de manejo

En este punto se hace referencia a los métodos de cálculo utilizados comúnmente por técnicos y productores para definir las áreas de pastoreo, asignación de forraje (AF), y mediciones de peso de los animales. Las herramientas y procedimientos utilizados para definir estos parámetros influyen marcadamente para la obtención de adecuadas GDPV de los animales. A pesar de la relevancia de este punto, no se le ha dado la importancia que se merece a la hora de definir los problemas otoñales.

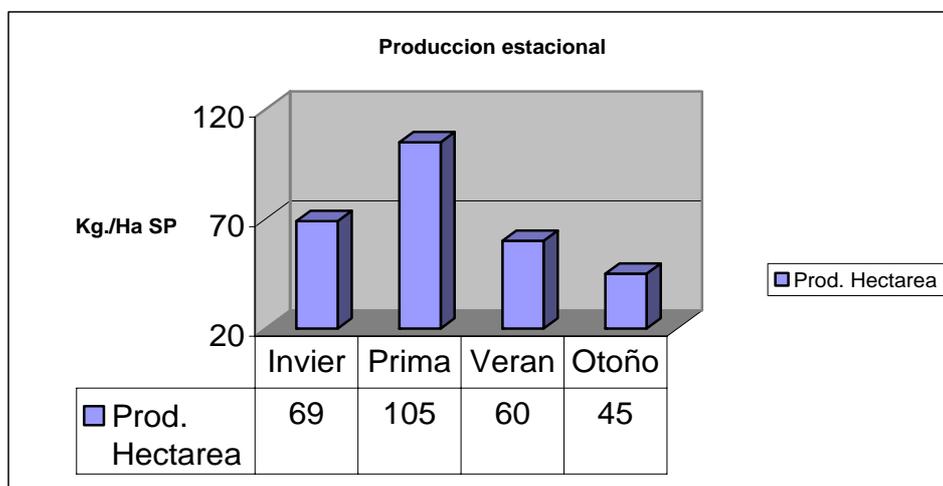
Cuando se pesa un animal, el valor que se obtiene de la lectura de la balanza es la suma de dos componentes: el peso vacío y el peso de contenido del tracto gastrointestinal. Este contenido existe aún en las pesadas que se realizan con desbaste (encierre de 20 horas sin agua ni comida). El peso del contenido está inversamente relacionado con la calidad del forraje (digestibilidad) de manera que, a mayor calidad, el contenido gastrointestinal representará una menor proporción del PV del animal (Méndez y Davies, 2000). Por lo general las leguminosas tienen menor contenido de pared celular, lo que se traduce en diferencias en el llenado del tracto gastrointestinal afectando el valor de peso del animal.

Una práctica muy común es hacer coincidir las pesadas con los movimientos de hacienda, por ejemplo, cuando se los saca de un rastrojo o de una pastura de alfalfa para pasarlos a un verdeo. Si los datos obtenidos en este caso se usan como valor inicial para estimar la GDPV de los animales en el verdeo, es posible que se produzca una distorsión en los resultados debida a los diferentes contenidos que generan los dos forrajes. Además el contenido ruminal es más elevado en animales alimentados con forrajes secos (heno), que con forrajes frescos (Elizalde y Santini, 1992).

A modo de ejemplo el llenado de un vacuno de 400 Kg. es del 21 % en una dieta de mediana calidad (65% de FDN), disminuye al 17% en una pastura de buena calidad (50% de FDN) y al 14% cuando una pastura de buena calidad se suplementa con 30% de concentrados. En los tres casos mencionados los respectivos pesos vacíos de un vacuno de 400 Kg. serían: 316, 332 y 344 Kg. (Di Marco, 2005). Entonces si se quiere conocer la performance animal sobre un determinado recurso forrajero es necesario realizar las pesadas inicial y final sobre el mismo tipo de forraje.

Otro problema que se presenta durante el otoño y que generalmente no se lo toma en cuenta es que la superficie efectiva de pastoreo, se ve disminuida. Durante esta época se suelen preparar las tierras para la implantación de praderas y cultivos de invierno, y en muchos casos nos encontramos con barbechos de cultivos de verano. A lo anterior se le suma la imposibilidad de pastorear los verdeos invernales durante el comienzo del otoño y las praderas durante toda la estación ya que ambas pasturas presentan un escaso desarrollo. En la actualidad la existencia de barbechos de verano y la superficie destinada para los cultivos invernales se han visto incrementados por el auge que experimenta la agricultura en nuestro país, lo que nos hace tomar más en cuenta a este tipo de situaciones. Debido a esto la carga animal (UG/superficie efectiva de pastoreo) suele aumentar debido a dicha reducción (Fernández, E. et al, 2005)

A continuación se presenta la FIGURA 2 ilustrando las GDPV, cargas y producción de carne a lo largo del año para los establecimientos de GIPROCAR (2002).



	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
<b>Carga (UG/Ha)</b>	<b>1.25</b>	<b>1.35</b>	<b>1.18</b>	<b>1.15</b>
<b>GDPV (g/cab/dia)</b>	<b>462</b>	<b>692</b>	<b>453</b>	<b>328</b>

Simeone, (2002)

Figura 2. Producción animal y carga a lo largo del año.

En la FIGURA se observa durante el otoño una reducción en las GDPV y una menor producción de carne por ha. Sin embargo vemos que la carga es la menor de las cuatro estaciones. Esta situación viene siendo atribuida al desbalance de las pasturas otoñales y no se toman en cuenta los factores antes mencionados

Si excluyéramos del cálculo de la SEP a las áreas destinadas a cultivos, barbechos y pasturas recién sembradas, la carga real sería mayor lo que concuerda más con las bajas ganancias y producciones registradas durante el otoño. Esto nos lleva a

pensar que si bien el desbalance del forraje puede afectar la performance animal en esta época, este no sería de tal magnitud como para lograr por sí solo tan bajos índices productivos (Fernández, E. et al, 2005)

Otro problema que se suma a las situaciones antes descritas es la sobreestimación de MS en las pasturas otoñales por parte de técnicos y productores cuando se realiza en forma visual. A nivel de campo, la situación que frecuentemente se da en el primer pastoreo sobre todo de verdeos, es que el alto contenido de humedad que presenta el forraje, dificulta las estimaciones visuales de disponibilidad, produciéndose en la mayoría de los casos sobreestimaciones de la misma. Por consiguiente si se parte de este dato para fijar la permanencia de los animales en una franja de pastoreo, se puede estar restringiendo inadvertidamente el consumo, con lo cual la respuesta productiva va a ser menor a la esperada (Méndez y Davies, 2000).

### 2.3.2 Consumo

La producción de la MS es máxima en primavera correspondiéndose con el 45 - 50% de la producción anual, disminuye en verano cuando la pastura madura, posteriormente tiene un nuevo rebrote en otoño para disminuir luego a su menor producción en invierno (Rearte y Pieroni, 2001).

El consumo está afectado por dos grandes factores, el primero es el consumo potencial determinado por el tamaño corporal y estado fisiológico, y el segundo es el consumo relativo determinado por la pastura, que depende de características químicas y físicas de la misma (Australian Feeding Standard, 1994). En este sentido Porte et al, (1996) señalan como principal factor al primero, mencionando que la demanda

fisiológica asociada a las necesidades de mantenimiento y al potencial de producción del animal, están asociados a su tamaño metabólico. Por otro lado el consumo relativo está mas estrechamente relacionado con la cantidad de MS total que con la cantidad del material verde (MV) de la pastura (Rodríguez Carriles, 1974).

Verité y Journet, (1970) encontraron que pasturas con bajo contenido de MS reducen el consumo de forraje a una tasa de un kilo de MS por cada 4% de disminución en el contenido de MS por debajo de 18%. Otros autores resaltan que el consumo se ve reducido con disponibilidades menores a 2000 kg de MS/ha, bajando la tasa de consumo y aumentando el tiempo de pastoreo (Austrian Feeding Standard, 1994). Butris y Philips, (1987), suponen que aunque no existan restricciones en la disponibilidad de forraje, existen otras causas que podrían disminuir la cantidad cosechada por el animal. Estas son alto nivel de humedad y bajo contenido de fibra efectiva de la pastura (Simeone et al, 2002). Para esta última situación se ha publicado que con alimentos con menos de 45 % de FDN, la regulación del consumo es metabólica, por lo que el consumo depende de los requerimientos energéticos del animal. Además los bajos contenidos de pared celular (FDN) aumentarían la tasa de pasaje de las partículas impidiendo una completa fermentación. Por esto es que la masticación y rumia se ven disminuidas (Ustarroz y De León, 1999).

El elevado contenido de agua del forraje puede reducir la palatabilidad y la aceptabilidad a través de una reducción en el tamaño de bocado (Leaver, 1985) o por una disminución en el tiempo total de consumo (Butris y Philips, 1987). También podría ocurrir una restricción física del consumo debido a la presencia de grandes cantidades de agua en el tracto digestivo, (Ustarroz y De León, 1999). De acuerdo con ello el menor tamaño de bocado no puede ser compensado por un mayor número de bocado

por unidad de tiempo, como ocurre en el caso de que el achicamiento del bocado sea por baja disponibilidad.

En el caso del bajo tenor de materia seca, el bocado será elevado en volumen y por lo tanto llevará mas tiempo prepararlo para masticarlo, insalivar y deglutir, pero en definitiva será pobre su aporte en MS. Además forrajes con alto contenido de agua provocan una disminución de la digestibilidad, debido a que el alimento pasa más rápido del rumen al intestino (Merchen, 1988; citado por Bartaburu et al, 2003).

Los trabajos de Méndez y Davies, (2001) mostraron que la disminución en el consumo de novillos como consecuencia de un alto contenido de humedad en el forraje, osciló entre 0 y 38%, lo que provocaría una caída en las ganancias de 1.2 (ganancia potencial promedio en un planteo de invernada) a 0.850 kg/animal/día.

### 2.3.3 Desbalance de la pastura.

En otoño, aunque las pasturas templadas son muy digestibles, el forraje producido tiene alto contenido de proteína y bajos valores energéticos lo que resulta en una dieta desequilibrada para el ganado en pastoreo (Rearte y Pieroni 2001). Habría una tendencia decreciente de la ganancia de peso en tanto aumentan las relaciones de proteína soluble/carbohidratos solubles (mayor desbalance) Méndez y Davies, (2000). Esto determinaría que la composición del forraje influye en la respuesta animal, pero sobre la base de estos resultados tal vez no lo haga en la magnitud que comúnmente se le asigna.

Elizalde, (1993) afirma que para poder considerar un forraje fresco como balanceado, este debe tener entre 14 y 16 % de PB, a su vez se ha reportado que la relación proteína/carbohidratos solubles es problemática si supera el valor de 2 (Méndez y Davies, 2001). Este desequilibrio de la pastura influirá sobre la eficiencia de utilización de los nutrientes digeridos (Rearte, 1999), además en este tipo de pasturas una alta selección puede acrecentar el desbalance energía/proteína de la dieta consumida, afectando la ganancia diaria de peso (Santini y Rearte, 1996).

Se dijo anteriormente que a lo largo del año ocurren variaciones marcadas en la composición química de la pastura, en este sentido Elizalde et al, (1996) muestra la variación en la composición química y en la digestión ruminal de un verdeo de avena entre otoño, invierno y primavera, (CUADRO 3).

Cuadro 3. Digestión ruminal de vacas pastoreando avenas.

<b><u>PERIODO</u></b>	<b>OTO.</b>	<b>INV. Temprano</b>	<b>INV.</b>	<b>PRIM.</b>	<b>PRIM. Tardía</b>
<b>FECHA</b>	<b>20/5</b>	<b>25/6</b>	<b>9/8</b>	<b>20/9</b>	<b>22/10</b>
<b>% MS</b>	15.3	22.3	15.8	22.1	28.4
<b>% DMOIV <sup>1</sup></b>	68.3	65.2	70.1	71.5	56.3
<b>% FDN</b>	46.4	47.5	46.6	43.4	57.2
<b>% CHOS <sup>2</sup></b>	3.7	8.2	6.8	20.7	10.6
<b>% PC</b>	23.1	21.2	21.9	11.7	10.3
<b>NH<sub>3</sub>-N en rumen mg/dl</b>	32.6	14.9	19.4	5.1	5.1
<b>MODR microb. N g/kg <sup>3</sup></b>	24.6	32.4	30.1	27.9	32.6

<sup>1</sup> Digestibilidad de la material orgánica in vitro.

<sup>2</sup> Carbohidratos solubles en agua.

<sup>3</sup> Materia orgánica digerida en el rumen.

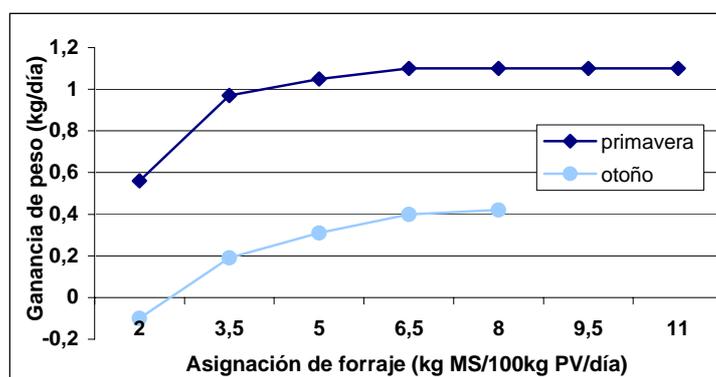
Elizalde et al., (1996).

Se observa que para el otoño se registran los menores porcentajes de MS y de CHOS, así como los mayores de PC. Esto trae como consecuencia, mayores

concentraciones de  $\text{NH}_3\text{-N}$  y menores valores MODR. Por otra parte la proteína de los forrajes frescos es altamente degradable en rumen, con un promedio del 75-85% para las distintas especies, (Elizalde *et al.*, 1999b), por lo tanto para evitar un desbalance de nutrientes debe existir una sincronización entre la digestión de la materia orgánica (90% digestibilidad) como proveedora de energía y el contenido proteico del forraje (Elizalde, 2000).

Además, existiría un menor consumo del forraje de otoño comparado con el de primavera Marsh, (1975).

Para ilustrar las ganancias registradas en una y otra estación se presenta la FIGURA 3.



Reid, 1986; citado por Carriquiry *et al.*, (2002).

Figura 3. Relación entre ganancia de peso y asignación de forraje para una misma pastura en otoño y primavera.

Resumiendo, podemos decir que las diferencias entre el forraje de otoño y el de primavera producen un desbalance de nutrientes a nivel ruminal que afectan el tipo y la cantidad de metabolitos disponibles para el rumiante, y el balance hormonal del animal.

De esto se desprende parte de la explicación de la caída de eficiencia obtenida con el uso de forrajes en otoño vs. primavera (Baeck, 2000).

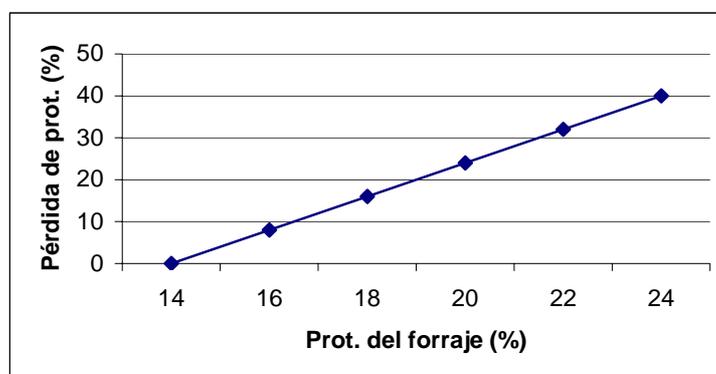
#### 2.3.3.1 Síntesis, eficiencia de utilización, y pérdida de proteína en el animal.

El producto final de la digestión de las proteínas es el nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), el cual puede ser captado por las bacterias y utilizado para la síntesis de proteína bacteriana. Los requerimientos animales para cría e invernada son de 11 a 14% de proteína bruta (PB) en la dieta. Por lo tanto, hay forrajes cuyo tenor proteico (PB =20%) exceden los requerimientos, como es el caso de los verdeos invernales y leguminosas (Elizalde, 2001).

Las altas concentraciones amoniacaes se originan por el elevado contenido de proteína bruta de las pasturas y por la degradabilidad que dicha proteína tiene a nivel ruminal. Si el amonio producido no es utilizado por las bacterias del rumen, parte será reciclado vía saliva y el resto será excretado a través de la orina (Ustarroz y De León, 1999). Esta pérdida es importante no solo por lo que significa desperdiciar un componente nitrogenado de la dieta, sino por que le genera un gasto energético extra a nivel hepático cuando el amonio es convertido en urea para su posterior excreción (Chilibroste, 1998b). Sin embargo Di Marco, et al (2000), concluyeron que la menor performance animal no es por un aumento agudo de la concentración de amoníaco ruminal que afectaría el gasto energético para su detoxificación, sino que sería por un efecto crónico que provocaría un aumento en el tamaño del hígado y consecuentemente aumentarían los requerimientos de energía de mantenimiento.

Otros autores han mencionado efectos directos del amoníaco (tóxico) en el hígado causando una reducción en la generación de energía. Esta ineficiencia en la producción de energía causaría un mayor gasto de nutrientes en hígado para cumplir sus funciones vitales, y además provocaría estados de movilización de reservas grasas con la presentación de cetosis, cuadros hipomagnésémicos, etc. (Auza *et al*, 1986). Sin embargo, Di Marco (1998), provocando intoxicaciones con urea para medir su efecto sobre el gasto energético concluyó que este solamente podría explicar entre un 4 – 8 % de aumento en el costo de mantenimiento por lo cual el impacto en la ganancia de peso no sería significativo.

En la FIGURA 4 se muestra la evolución de las pérdidas de proteína en rumen según el contenido proteico del forraje.



Elizalde, 1993.

Figura 4. Relación entre el porcentaje de proteína del forraje y la cantidad perdida en rumen.

Varios trabajos con animales en pastoreo han mostrado un exceso de nitrógeno en rumen que supera los requisitos microbianos para la síntesis de proteína. Las

pérdidas de nitrógeno dependerán de la disponibilidad de energía y su utilización por las bacterias del rumen. La eficiencia de utilización de los productos de la fermentación dependerá, a su vez, de la estabilidad ruminal principalmente del pH, concentración de amoníaco y producción de energía (Santini y Rearte, 1996).

En este sentido Elizalde y Santini, (1992), mencionan que la máxima utilización del N-NH<sub>3</sub> en el rumen por parte de las bacterias ocurre cuando la concentración de éste es inferior a los 5 mg/100ml en el fluido ruminal. Concentraciones superiores no mejoran la síntesis de proteína bacteriana y representan un exceso de N-NH<sub>3</sub>, el cual se difunde a través de las paredes del rumen y se pierde en orina. Finalmente, la proteína bacteriana y la del forraje que no ha sido degradada en el rumen, fluyen al intestino delgado donde son digeridas y absorbidas por el animal

Para vaquillonas pastoreando avena en otoño se encontraron valores de eficiencia microbiana (gramos de N microbiano/kg de MOD) que variaron entre 24.6 a 32.6, sin embargo el N consumido por unidad de MOD era de 60.2 g/kg (Elizalde et al., 1996).

Elizalde y Santini, (1992) citan que a pesar de los diferentes contenidos proteicos y de la alta degradabilidad ruminal el aporte al intestino delgado fue similar entre épocas indicando que la producción de proteína microbiana es similar independientemente del contenido de proteína del forraje. Por consiguiente, la cantidad y composición de los aminoácidos, entrando al intestino delgado, no fue significativamente diferente, a pesar del mayor volumen de proteína en el forraje de otoño. Puede decirse que una mayor proporción de proteína del alimento escapó a la degradación ruminal en la dieta de primavera, aunque indirectamente puede mostrarse que se utilizó mas eficazmente el

nitrógeno disponible para la síntesis de proteína microbiana en esta dieta. (Beever et al, 1978).

Según Orskov (1982), la composición del alimento en términos de carbohidratos, proteína y grasa afecta la eficiencia de síntesis de N microbiano. De acuerdo con esto French et al, (2001a) señalan que sincronizando la disponibilidad de energía y N en el rumen se podría mejorar la producción de proteína microbiana. La hipótesis es que una falta de sincronización entre energía y N produce una ineficiencia en la captura de N por parte de los microorganismos, lo que causa un uso ineficiente del ATP generado en la fermentación de hidrato de carbono de la dieta.

Las deficiencias en el uso del nitrógeno son factibles de mejorarse con el uso de suplementos energéticos, alternativa que permite sincronizar las concentraciones de energía y proteína de la dieta (French et al, 2001c).

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

Rearte y Pieroni (2001), aclaran que no sólo la cantidad de energía del suplemento puede afectar la utilización de nutrientes y el desempeño animal sino que también interviene el tipo de hidrato de carbono y el método de suplementación usado. La degradabilidad del almidón también podría ser importante al intentar equilibrar la pastura con alta proteína. Sin embargo resultados obtenidos en La Estanzuela

mostraron que no hubo diferencias significativas al suplementar ganado vacuno con grano de trigo o maíz (Vaz Martins et al., 2005; French 2001a).

La sustitución de forraje por grano reduce la cantidad de proteína consumida favoreciendo la captación de  $\text{NH}_3$  ruminal y la síntesis de proteína bacteriana (Elizalde y Santini, 1992). Es por esto que el suplemento disminuye las pérdidas de N en la orina y el costo de esta excreción y por consiguiente mejora performance animal (Rearte y Pieroni, 2001).

La alteración en el metabolismo proteico, que afecta la síntesis proteica, sumado a la intoxicación metabólica producto de los excesos amoniacaes y las consecuencias metabólicas que ello genera, más las limitaciones en la absorción de minerales claves como el cobre y el zinc, producen una disminución marcada de la capacidad de respuesta inmune del animal. Esto provoca una caída importante de la resistencia a enfermedades infecciosas, que es bastante característico en esta época, especialmente en terneros destetados recientemente, que se manifiesta en cuadros de queratoconjuntivitis o en cuadros respiratorios. Las parasitosis no hacen más que complicar esta situación de debilidad inmunitaria (Baeck, 2000).

#### 2.3.3.2 Eficiencia de utilización, y pérdidas energéticas en el animal.

La digestibilidad del alimento tiene un efecto directo sobre la energía que el animal puede destinar a la producción y por lo tanto marcará el límite de ganancia de peso que podemos obtener. La eficiencia de utilización de la Energía Metabólica (EM) al ser convertida en Energía Neta (EN), y luego retenida como ganancia de peso (Kf), es relativamente baja y muy dependiente de la calidad de la dieta (Ustarroz y De León,

1999). En este sentido la siguiente FIGURA ilustra las diferencias de energía retenida según el consumo de EM, para forrajes de otoño y primavera.

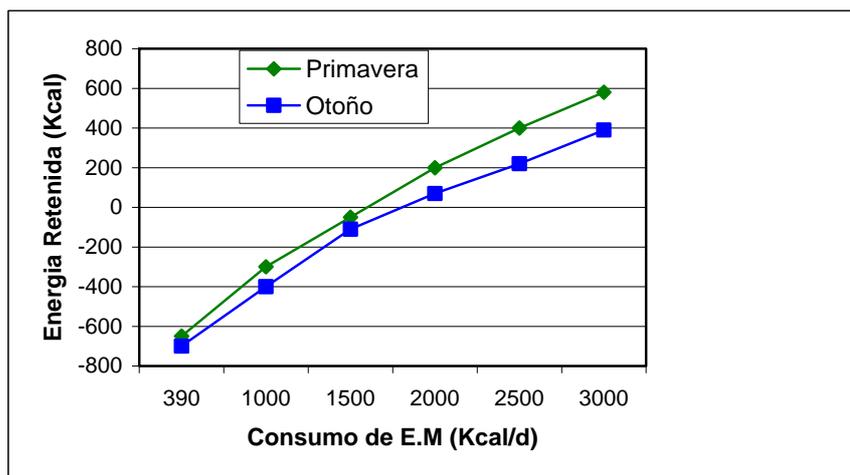


Figura 5. Relación entre el consumo de E.M. y la retención de energía para el forraje de otoño y primavera. Corbett, et al (1966).

La eficiencia de utilización de la EM de forrajes de otoño es menor que la de pasturas de primavera, pero las diferencias en producción de leche y en ganancia de PV no son siempre grandes (Marsh, 1975; y Beever et al, 1978).

La sugerencia más reciente de Mac Rae (1987) es que la mayor eficiencia de utilización de la EM en forrajes de primavera, puede estar dada por una absorción extra de AA glucogénicos desde el intestino delgado por unidad de EM consumida. La digestión de carbohidratos a nivel intestinal ha demostrado tener entre un 11 y un 30 % mayor eficiencia que digeridos en rumen. Esta mayor eficiencia proviene de un ahorro en las pérdidas que se producen por calor provocado en la fermentación. No obstante,

debe tenerse en cuenta las necesidades de energía fermentecible a nivel ruminal para la utilización de nitrógeno dietario a través de su transformación en proteína microbiana, que será el principal aporte (70 - 80 %) para cubrir los requerimientos proteicos del animal (Ustarroz y De León, 1999).

### 2.3.3.3 Metabolismo de AGV.

Los bajos niveles de carbohidratos solubles en los verdes en el otoño, traen aparejados elevadas relaciones acético: propiónico, lo que afecta directamente el proceso de síntesis de tejido animal, con menor producción de grasa y retención de proteína por la menor provisión de glucosa y un cambio en el balance hormonal, con disminución de insulina (Elizalde y Santini 1994).

El mayor volumen de hidratos de carbonos solubles y la menor concentración de proteína en primavera comparado con el otoño, lleva a una fermentación más eficaz en el rumen con un rendimiento más alto de ácidos grasos volátiles por el sustrato degradado, un rendimiento más alto de ácido propiónico y una ganancia del peso substancialmente mayor en primavera (Beever et al, 1978). Como la vía de fermentación del ácido propiónico es mas eficiente, fundamentalmente por producirse menores pérdidas como metano respecto a la del ácido acético, hay un mayor saldo de energía para el animal (Ustarroz y De León, 1999). Siguiendo con este razonamiento Beever et al, (1978) encontraron que durante la primavera la producción de acético y butírico se vieron aumentadas en un 26% y 11% respectivamente y la producción de propiónico fue superior 55%. Por lo que se concluye que el forraje de primavera produce en el rumen una mayor cantidad del precursor de glucosa (propiónico).

La máxima eficiencia en la utilización de la energía para crecimiento y engorde se obtiene con valores de relación acético: propiónico 2 y 3, con baja producción de metano propio de la alimentación con granos. En general, los animales alimentados con dietas ricas en fibra, presentan valores cercanos a 4 en ésta relación (Ustarroz y De León, 1999).

En forrajes de otoño y primavera, aunque la energía total perdida en el rumen (a igual porcentaje de MS) era 16% superior en forrajes de primavera, el rendimiento de AGV fue 40% superior. Esta diferencia se relaciona obviamente a la mayor cantidad de carbohidratos solubles en agua digeridos en el rumen en pasturas de primavera (Beever et al, 1978).

En condiciones de suplementación, Sutton et al, (1987), afirman que el consumo de sustratos rápidamente fermentecibles como los azúcares solubles o almidón, puede aumentar las concentraciones de ácido láctico y AGV en rumen, causando una marcada disminución en el pH ruminal.

La suplementación provoca también una disminución de las bacterias celulolíticas, se incrementan las amilolíticas y la proporción de ácido propiónico (Ustarroz y De León, 1998). Existen otras opiniones al respecto como la de French et al, (2001a), quienes mencionan que estos parámetros ruminales se influyen al parecer más por el consumo de forraje que por el tipo de concentrado ofrecido; o como la de Santini y Rearte, (1996) quienes afirman que estos cambios sólo ocurrirían cuando se suministran cantidades de suplemento mayores al 40% de la dieta.

El aumento en las producciones de propiónico cuando se suplementa, se debe a que dicho AGV es el resultado de la fermentación de almidón, que aumenta conjuntamente con el aumento del nivel de suplementación (Orskov, 1990).

#### 2.3.4. Efecto del ambiente

Los cambios climáticos y sobre todo la duración del día que se producen a medida que termina el verano y se avanza hacia el otoño-invierno, no sólo afectan la composición de los pastos sino que inciden directamente sobre el animal, modificando su metabolismo. La disminución del fotoperíodo y la alternancia de frío y calor moderado propio de esta época, actúan como estímulos indicadores para los cambios hormonales que regulan el metabolismo y la eficiencia de conversión del alimento en carne (Baeck, 2000).

Morris et al, (1993) encontraron que las diferencias estacionales en consumo también son atribuidas a diferencias en el largo del día. En periodos de día corto (por ejemplo en otoño), el tiempo de pastoreo se reduce y la habilidad del animal para compensar el menor tamaño de bocado, sobre todo a bajas alturas del forraje, se ve limitada.

Durante exposiciones prolongadas a condiciones frías, la tasa metabólica se incrementa entre 20 y 40 %, el apetito es estimulado y se reduce la digestibilidad del alimento (Kelly y Christopherson, 1986, citado por Stevens, 1988).

Según Baeck, (2000), a medida que se acerca el otoño, el animal va ajustando los mecanismos de adaptación al frío que se aproxima. La exposición del animal al frío

moderado (5 °C) provoca como respuesta una disminución en la concentración de insulina y a veces también de la hormona de crecimiento (STH), un aumento en la concentración de glucagón, un aumento en la concentración de glucocorticoides, y un aumento de la hormona tiroidea. Todo esto genera importantes cambios en el metabolismo animal con un significativo incremento del consumo de oxígeno, y de la oxidación de glucosa en músculo. Esto implica mayores requerimientos energéticos, así como también una mayor demanda de hidratos de carbono solubles y de proteína by-pass. La consecuencia de esto se resume en una mayor generación de calor corporal (termogénesis).

También han sido publicados efectos indirectos del ambiente, que inciden sobre la pastura, así Marsh, (1975), observó que las pasturas de otoño pueden soportar mayores niveles de performance animal cuando las condiciones climáticas son favorables (0.98 Kg GDPV). En cambio cuando condiciones húmedas más normales fueron registradas, las GDPV fueron considerablemente menores (0.71 Kg.) a pesar del 25% más de MS asignada y de la mayor MOD consumida. Gallardo, (1999) agrega que bajo ciertas condiciones ambientales el contenido de humedad se puede elevar considerablemente con agua extra celular (rocío, lluvia). En estas circunstancias, el valor energético de la pastura se diluye y baja el consumo voluntario.

## 2.4 MEDIDAS PARA CORREGIR EL PROBLEMA

### 2.4.1 Suplementación

Hablar de un problema de desbalance, que sería fácilmente corregible con una suplementación energética de bajo nivel puede ser una sobresimplificación peligrosa del problema (Méndez y Davies, 2002).

Para Elizalde (2001), suplementar significa “agregar algo que falta” y no “dar más de lo que sobra”.

La suplementación debe tener en cuenta el tipo de animal, el estado corporal y nivel de reservas y los requerimientos nutricionales para el objetivo previamente definido (mantenimiento o aumento de producción). También se debe considerar el tipo de suplemento, el valor nutritivo y el costo relativo, además de la forma física, palatabilidad, limitantes de consumo y velocidad de degradación a nivel ruminal (Pigurina, 1991, citado por Bartaburu et al, 2003).

#### 2.4.1.1 Interacciones entre forraje y suplemento.

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 entre una serie de factores del animal, de la pastura y del suplemento. Todos estos factores tienen una relación de dependencia, que afecta la

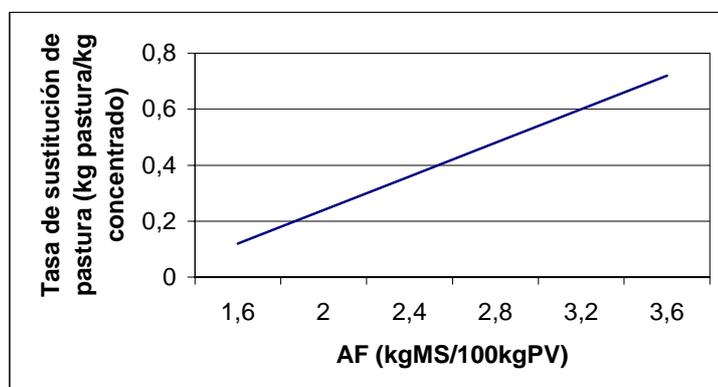
digestibilidad del forraje, la del suplemento y como consecuencia de esto el consumo (Mieres, 1996).

#### 2.4.1.1.1 Tasa de Sustitución.

Beever et al. (2000), define sustitución como la cantidad de forraje que el animal deja de comer por unidad de suplemento consumido.

La depresión en el consumo de forraje por el uso de suplementos es menor en los forrajes de baja calidad que en los de alta calidad (Elizalde, 2000). Si bien cuando se suplementa existe una depresión del consumo de forrajes de alta calidad, la performance animal se mantiene. Dixon y Stockdale, (1999), a diferencia de esto último señalan que el consumo voluntario de forraje aparece como más importante que la digestibilidad del mismo en determinar la tasa de sustitución.

A altas AF las respuestas al suplemento serán un reflejo de la calidad del suplemento en relación a la calidad del forraje (Elizalde, 2000), por lo que en forrajes de alta calidad, un incremento en la AF produce una mayor tasa de sustitución (FIGURA 6) (Mayne, 1991).



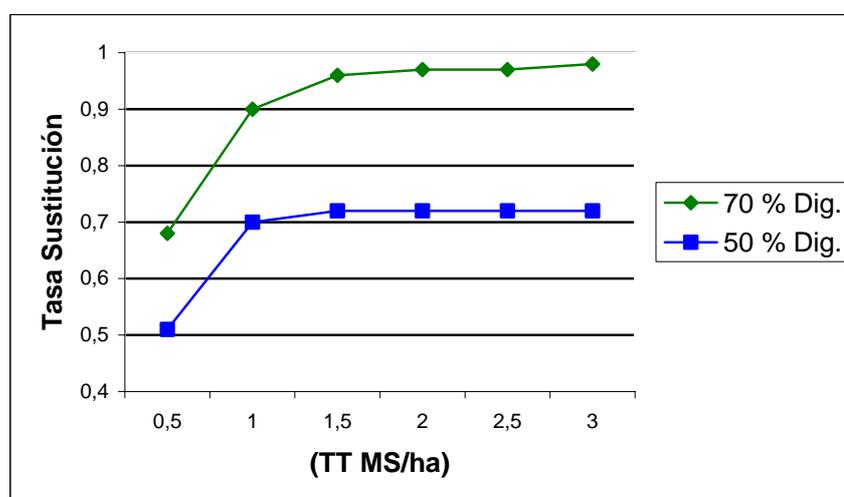
Grainger y Mathews, (1989).

Figura 6. Tasa de sustitución de forraje de alta calidad por concentrado en vacas lecheras con diferentes AF.

De acuerdo con ello a bajas AF (menores 1.5% del PV), el efecto de sustitución es mínimo (Vaz Martins, 1996).

French, et al (2001b), encontraron que ofreciéndoles a los animales concentrados con una media y alta AF no cambia significativamente sus dietas en términos de MOD aún cuando ellos pudieron haber tenido la oportunidad de seleccionar forraje con mayor digestibilidad. De acuerdo con esto Ustarroz y De León, (1999) mencionan que cuando el animal dispone de abundante pastura de buena calidad, el suplemento no agrega nutrientes y por lo tanto el animal deja de consumir pasturas en una cantidad equivalente al suplemento recibido, en este caso la ganancia de peso individual no se afectará y solo se impacta sobre la capacidad de carga de la pastura.

En forrajes de baja calidad (menos de 60% de digestibilidad) la sustitución varió entre 0.25 a 0.52 Kg. de forraje por Kg. de suplemento ofrecido (Sanson et al, 1990). En la FIGURA 7, se muestra la evolución de las tasas de sustitución para las distintas disponibilidades, en dos forrajes de calidad diferente.



AFS (1994).

Figura 7. Evolución de la tasa de sustitución a diferentes disponibilidades, para dos pasturas de distinta calidad.

No se debe simplificar la curva de sustitución provocada por un concentrado a un nivel dado, porque además de ser afectado por la digestibilidad de la MS del forraje, depende también de la demanda de energía del rumiante. Las variaciones en la fase fisiológica del animal, la actividad animal, y la cantidad de forraje y calidad pueden producir tasas de sustituciones diferentes (Rearte y Pieroni, 2001).

Se han encontrado tasas de sustitución de aproximadamente 0.5 Kg. de MS de forraje por Kg de concentrado cuando se suplementa ganado de carne durante el otoño (Sarker y Holmes, 1974, citados por French et al., 2001b). En cambio Tyler y Wilkinson, (1972) señalan un rango que va de 0,5 a 1 Kg. de forraje sustituido por Kg. de suplemento consumido. Por otro lado, French et al., (2001a) trabajando con AF de 2% PV y suplementando con 5 Kg. de concentrado obtuvieron tasas de sustitución de 0,43 Kg. MS por Kg. MS concentrado.

Mayne y Wright (1988), trabajando con forraje ad libitum citaron que las tasas de sustitución eran de 0.21 a 0.5, explicándose estos resultados por una reducción en el tiempo de pastoreo (Beever, 2000). En este sentido Marsh, (1971), cita una reducción de 22 minutos por día por cada Kg. extra de concentrado consumido.

Considerando los distintos sistemas de producción, la reducción en el consumo de forraje que ocurre cuando se suplementa con concentrados podría ser tanto deseable (y necesario) como indeseable. Si el objetivo es estirar los suministros de forraje existentes (como en invierno), entonces una disminución en el consumo de forraje es deseable. En cambio cuando los suministros de forraje no están limitados, la disminución en el consumo de forraje genera un uso ineficiente de los suplementos. El nivel deseado de sustitución del forraje por suplementos depende de las cantidades de forraje disponible, pero también depende de los límites de consumo de los alimentos y de los requisitos de nutrientes que reúna la ración (Rearte y Pieroni, 2001).

#### 2.4.1.1.2 Adición.

Ocurre cuando el animal obtiene de la pastura una cantidad reducida de nutrientes, limitada por baja digestibilidad, baja oferta forrajera, y/o reducido tiempo de pastoreo. En este caso la adición de nutrientes, permite incrementar las ganancias de peso individual, sin modificar la capacidad de carga de las pasturas (Ustarroz y De León, 1999).

En lo que a calidad se refiere, Vaz Martins, (1996) cita que en pasturas de baja calidad hay un efecto aditivo en todos los niveles de suplementación. Así Prescott, (1972b) encontró que con forrajes de 50% de digestibilidad o menos, la suplementación con concentrados aumentó el consumo total de MS sin sustitución, registrándose, inclusive para valores menores de digestibilidad, aumentos en el consumo de forraje

En lo que refiere a cantidad de forraje, Vaz Martins (1996), cita que en condiciones de pasturas cultivadas mezclas de gramíneas y leguminosas, cuando la oferta de forraje se restringe en forma importante (1.5% del peso vivo), y se aumenta gradualmente la suplementación con grano, se produce en principio un efecto aditivo hasta niveles medios y posteriormente a niveles mas altos aparece nuevamente el efecto sustitutivo. En este sentido, si el forraje disponible es escaso, el suplemento adicionará nutrientes al animal y la ganancia de peso obtenida será un reflejo de la calidad del forraje base y de la calidad del suplemento (Bowman y Sanson, 1996).

En la medida que se restrinja la oferta de pastura severamente y se empleen niveles de granos moderados, generalmente menores al 1% del PV, se puede esperar

un aumento en el consumo total de nutrientes sin sustituciones importantes de forraje (Risso y Zarza, 1981).

#### 2.4.1.1.3 Adición y Sustitución

Es la combinación de los dos efectos anteriores, en la cual hay una mejora en la provisión de nutrientes, con una disminución no proporcional en el consumo de la pastura. Lo que ocasiona aumentos de la ganancia de peso individual y posibilidad de incrementar la carga animal (Ustarroz y De León, 1999).

Cuando se suplementan animales en pastoreo con grano, el consumo de forraje disminuye debido al efecto de sustitución, sin embargo el total de materia seca y de energía consumida son normalmente más altos. Los valores de sustitución informados para rumiantes en pastoreo son inconstantes, y dependen de la calidad del forraje consumido (Rearte y Pieroni, 2001).

#### 2.4.1.1.4 Sustitución con depresión.

Este efecto se observa cuando la inclusión del suplemento afecta negativamente el aporte de los nutrientes de la pastura, con lo cual disminuye la ganancia de peso, pero en contrapartida el menor consumo de pastura permitiría incrementar la carga animal (Ustarroz y De León, 1999).

Debe tenerse en cuenta de que el verdeo es un recurso de muy alta calidad que, expresada en términos de digestibilidad supera el 70 %. Por tanto, si se utilizan reservas

que estén muy por debajo de ese valor, como ocurre en gran parte de los sistemas de invernada, se corre el riesgo de que ocurra sustitución con depresión (Méndez y Davies, 2000).

#### 2.4.1.2 Efecto del suplemento sobre el comportamiento animal

La suplementación de forrajes de alta calidad con concentrados energéticos de rápida fermentación puede mejorar la performance del ganado de carne a través de: a) incremento de la captura ruminal del N proveniente del forraje dando lugar a una mayor producción de proteína microbiana; b) incremento del pasaje de proteína proveniente del alimento no degradada en el rumen y c) incremento en la producción de ácido propiónico y total de AGV (England y Gill, 1985). Se debe tener en cuenta que a bajas AF, la suplementación energética mejora la ganancia de peso, pero no por corrección de un desbalance sino por un aumento de la energía consumida (Vaz Martins, 1996).

La suplementación con grano solo o combinado con heno, según la severidad del problema, resulta una de las alternativas más eficientes. El agregado de estos elementos a la dieta de forraje fresco, eleva los niveles de carbohidratos a nivel del rumen, disminuye la ingesta total de la fracción nitrogenada, mejora el consumo de MS y en consecuencia permite aumentar las ganancias individuales y por unidad de superficie (Ustarroz y De León, 1999). Sumado a esto, aumentando el nivel de suplemento (almidón) baja el tiempo de pastoreo, disminuyendo los requerimientos energéticos asociados (Caton y Dhuyvetter, 1997).

Se deben tener en cuenta dos factores importantes cuando se suplementa ganado en pastoreo: 1) la sustitución, significa la disminución en el consumo de

pastura por unidad de concentrado consumido, y 2) la depresión en la digestión de la fibra que el suplemento de energía puede causar (Elizalde, 1999a).

Chilibroste (1998b) analizando distintos trabajos experimentales en los cuales se comparaba el efecto de la suplementación con una fuente amilácea vs. alimentos fibrosos de alta degradabilidad, sobre la producción y composición de la leche, sugiere que hay un mayor consumo y una menor disminución del pH en los animales suplementados con este tipo de fibras.

En una investigación con suplementación con concentrados ofrecidos a ganado en pastoreo, se muestra que cuando el suministro de forraje es adecuado, no hay respuesta significativa en producción individual al suministro de suplementos (Vadiveloo y Holmes, 1979). No obstante, cuando la pastura o la calidad fueron limitantes hubo una respuesta en crecimiento animal por el consumo de concentrado (Prescott, 1972b; y Simeone et al, 2003).

De acuerdo con lo anterior, se ha observado que por encima de 2.000 Kg. de MS/ha de disponibilidad de pasturas de alta calidad, no se obtienen respuestas importantes a la suplementación, mientras que al disminuir la oferta forrajera, la diferencia a favor de los suplementados se hace mas grande a medida que es mayor la limitante en la cantidad de pastura disponible (Ustarroz y De León, 1999); además con bajas AF se logran mayores eficiencias de conversión (Simeone 2004a).

En pasturas de baja calidad, los animales no consumen lo necesario como para lograr ganancias de peso adecuadas, aún a disponibilidades de forraje por encima de 2000kg MS/ha. En este tipo de pasturas la disponibilidad no explica la respuesta animal,

logrando incrementarse la ganancia de peso por medio de la suplementación (Santini y Rearte, 1996).

Siguiendo con el análisis de la suplementación en pasturas de alta calidad, y con altas AF, Méndez y Davies, (2002), usando un nivel de AF de 4.5% del PV, obtuvieron sin suplementación una ganancia de 0.833 kg/animal/día. De manera que estos antecedentes no dejan en claro de qué valor de ganancia de peso se trata cuando se habla de "bajas" ganancias otoñales. Además Kloster et al., (2001), obtuvieron los siguientes resultados (CUADRO 4) con novillos de 330kg sobre una pastura de alfalfa en otoño (grano quebrado de maíz).

Cuadro 4. Respuesta a la suplementación sobre pasturas de calidad en otoño-invierno.

<b>AF (%PV)</b>	<b>Nivel de suplementación</b>	<b>GMD (Kg./día)</b>	<b>Ef. conversión Grano/Kg. carne</b>
1.72	0.0	0.4a	
1.61	0.6	0.623b	9.6
1.78	1.0	0.706b	11.7

Kloster et al., 2001.

Méndez y Davies, (2000) encontraron que el agregado de grano permitió lograr incrementos de 12.4 y 34.5 % en la receptividad del verdeo para bajo y alto nivel de grano respectivamente. Para el primer pastoreo esos incrementos fueron de 21.5 y 44.4

%. Se pueden lograr aumentos en la producción de carne de hasta un 50 % por unidad de superficie. Estos resultados se dieron con eficiencias de conversión por ha de 7:1, lo cual hace que su implementación sea muy conveniente desde el punto de vista físico y económico para una relación de precios bastante amplia.

En el CUADRO 5 se resumen los resultados de suplementación energética con dos niveles de grano de maíz, considerando cinco años de información (Méndez y Davies, 2002).

Cuadro 5. Efecto de la suplementación con grano de maíz a dos niveles sobre la respuesta animal en verdeos de invierno.

		<b>Testigo</b>	<b>0.5% PV maíz</b>	<b>1% PV maíz</b>
<b>Primer pastoreo</b>	<b>Gan. (Kg./animal/día)</b>		0.805	
	<b>Carga (kg/ha)</b>	1865	2096	2693
	<b>P. carne (kg/ha)</b>		282	382
<b>Total del periodo</b>	<b>Gan. (kg/animal/día)</b>		0.882	
	<b>Carga (kg/ha)</b>	1070	1208	1440
	<b>P. carne (kg/ha)</b>	534	637	741

Méndez y Davies, (2002).

Según Rearte y Pieroni, (2001), desde que los granos son normalmente más digeribles que los forrajes, podría esperarse un aumento lineal en la digestibilidad de la

dieta total a la proporción de grano agregado. Sin embargo, la digestibilidad en el tracto gastrointestinal (TGI) de la dieta mixta es menor a la que sucede cuando se ofrece granos y forraje por separado; esto se debe a la reducción en la digestión de los componentes fibrosos del forraje. A todo esto Grigera, (2000) afirma que la digestión de la fibra puede disminuir, aumentar, o no verse afectada cuando se ofrece suplemento a los animales.

Si nos referimos al heno como suplemento correctivo del desbalance de las pasturas otoñales, se sugiere que si no existen restricciones en el consumo de las pasturas y la calidad del heno es baja, éste no será consumido en elevadas cantidades, aportara poca energía al rumen y además, la utilización de la energía en el animal será aún mas baja que la del propio verdeo otoñal. Por lo tanto un heno de mala calidad no mejoraría la ganancia de peso y tan solo serviría para aumentar la carga animal de la pastura. Con pasturas y verdeos tiernos sólo pueden esperarse consumos elevados de heno cuando éstos son de elevada digestibilidad (Philips, 1987).

La carcasa de los animales es otro parámetro que se ve afectado por la nutrición, por lo tanto el suplemento jugaría un rol importante en la determinación de la misma. Sin embargo, y a pesar de que se ha demostrado la existencia de alteraciones en la res de novillos alimentados a pasto o a grano, el efecto de la composición fue confundido por la interacción entre el grano y la tasa de crecimiento.

A pesar de esto último se ha reportado que el engrasamiento de la carcasa puede ser incrementado por la alimentación con grano y por un aumento en el nivel de suplementación (Sully y Morgan, 1978, citado por Bartaburu et al 2003).

Por otro lado, el metabolismo lipídico de animales en pastoreo es diferente a los de feed lot ya que la carne producida a pasto es más magra que la obtenida con dietas en base a grano (Rearte, 1999).

También se ha publicado que novillos terminados sin suplemento tuvieron menor rendimiento de carcasa, área de ojo de bife más pequeña, y carne más oscura que los terminados a grano (Rearte y Pieroni, 2001).

Elizalde, (1999a) define dos situaciones diferentes; en pasturas de alta calidad sin limitación al consumo de energía se pueden obtener rendimientos similares que en lotes suplementados y terminados a igual grado de engrazamiento. En cambio cuando existe una limitación en el consumo de forraje por un bajo contenido de MS (caso del otoño) aunque este sea de calidad, la suplementación permite aumentar el consumo de energía, mejorar la ganancia de peso y un mayor grado de engrazamiento a igual fecha de salida.

#### 2.4.1.3 Efecto del suplemento sobre el ambiente ruminal.

Muchos autores han reportado que los concentrados disminuyen la digestibilidad del forraje (Drennan y Keane, 1987) y que la digestibilidad de la dieta disminuía mas a medida que aumentaba el consumo de MS (Zinn et al, 1995).

En condiciones de forrajes de baja calidad, el proceso digestivo es lento por que la estructura mas compleja de la fibra obliga a una secuencia de eventos gobernados por diferentes especies de bacterias en el rumen (Elizalde, 2000). Cualquier interferencia por el agregado del grano, a través de una reducción del pH ruminal; (Caton y

Dhuyvetter, 1997; y Rearte y Pieroni, 2001) o por que las bacterias que digieren la fibra prefieran el almidón, tendrá un efecto depresivo sobre el proceso de digestión de la fibra (incluso para suplementaciones del orden del 1 % del peso vivo. (Cochran, 1998; citado por Elizalde, 2000).

Los incrementos en la depresión de la digestión de la fibra por el agregado de carbohidratos en la dieta en animales que pastorean pasturas maduras, podría atribuirse a tres teorías principales. Primero: Los microbios que digieren la fibra contribuyen más a la digestión de los forrajes de baja que de alta calidad. Segundo: Cuando disminuye la calidad del forraje, disminuyen también los principales sustratos para el crecimiento bacteriano. Tercero: El ambiente del rumen generado por la digestión de forrajes de alta calidad es similar al producido cuando se consumen dietas con alto contenido de grano. La magnitud y proporción de la degradación de la MO podrían ser más altas con forrajes frescos de alta calidad que con los granos de cereal que normalmente se utilizan como suplementos (cebada molida, maíz y sorgo) (Rearte y Pieroni, 2001).

De acuerdo con lo anterior, los efectos del suplemento concentrado en la digestión del rumen dependerán del tipo y nivel de concentrado usado. En este sentido Opatpatanakit, (1995), citado por Carriquiry *et al*, (2002), afirma que la disminución en la digestión de la fibra del forraje es generalmente mayor con grano de trigo, cebada y maíz que con sorgo y avena, probablemente por la mayor rapidez en la fermentación de los primeros.

Rearte y Pieroni, (2001) afirman que el almidón del grano de trigo como el de cebada es más degradable a nivel ruminal que el almidón de maíz o sorgo, por consiguiente, estos granos podrían ser una mejor fuente de energía para ganado que pastorea pasturas de otoño con alto porcentaje de proteína. Mientras que para el

ganado sin deficiencias de energía a nivel ruminal, el maíz sería el mejor grano para primavera, dado que proporcionará la energía directamente a nivel intestinal dónde el almidón mejor se digiere.

El mejoramiento en la utilización del almidón mediante el procesamiento depende de la categoría animal. La edad de los animales a los que se les ofrece el suplemento tiene influencia en la intensidad con que el grano es masticado. El grano que alcanza el rumen en forma intacta es virtualmente indigestible (McAllister et al, 1990). Pero los animales jóvenes mastican el grano con mayor intensidad, lo que le permite ser suficientemente dañado durante la masticación ingestiva y rumia (Beauchemin et al, 1994; y Grigera, 2000). Sumado a esto se agrega que es necesario someter el grano a algún tipo de tratamiento cuando se ofrece a animales maduros, ya que estos animales tienen un mayor tamaño del orificio retículo omasal, el cual está asociado a una menor rumia. Esto posibilitaría la salida del grano desde rumen aún no fermentado, disminuyendo la digestibilidad aparente del mismo (Orskov, 1976 y Kloster et al, 2004).

Para Rearte y Pieroni (2001), la digestión de la FDN será máxima a un pH de 6.2 - 7.0, y cae rápidamente en un modo casi lineal para hacerse cero a pH 5.5 - 5.7. En este sentido Orskov et al (1990), sugieren que la reducción del pH va a depender del tamaño de partícula del forraje posiblemente por una diferencia en secreción de saliva. A su vez Simeone et al, (2002), encontraron que la disminución del pH ruminal podría incrementarse por el procesamiento del grano y podría disminuirse suministrando grano entero.

Para visualizar mejor estos valores Santini y Rearte, (1996) describen que un ambiente ruminal óptimo en la actividad celulolítica para la digestión de la fibra y síntesis de proteína bacteriana, es aquel que presenta un pH de 6.7-6.8, una concentración de

NH<sub>3</sub> de 5-8 mg/100 ml y de ácidos grasos volátiles (AGV) de 70-90 mMol/l. A modo de ejemplo, los parámetros de fermentación ruminal obtenidos en los animales que consumen forrajes frescos de alta calidad se caracterizan por bajos pH (5.9-6.2), altas concentraciones amoniacaes (15-30mg/100ml), altas concentraciones de AGV (80-100mMol/l) y bajas relaciones acético/propiónico (<2.5:1).

A diferencia de estos argumentos, se ha encontrado que en los forrajes de alta calidad comúnmente utilizados en los planteos de invernada corta, el proceso fermentativo es muy diferente al que ocurre en los forrajes de baja calidad. Para los niveles de suplementación normalmente utilizados (1% peso vivo), es bastante difícil que ocurra una depresión de la digestión de la fibra por el agregado de granos. En estos forrajes el efecto de la suplementación será mayor sobre la reducción en el consumo de forraje que sobre el proceso digestivo (Elizalde et al, 1999b). Además Bryant, (1973), citado por Gerald et al, (1987), estableció que aún cuando la celulosa era la única fuente de energía de la dieta, las bacterias celulolíticas representaba menos del 25% de la población total.

Caton y Dhuyvetter, (1997) sugieren que las respuestas no son consistentes y que a veces el pH ruminal no es afectado de gran manera por la suplementación con grano, especialmente con niveles de suplementación moderados a bajos.

En este sentido (Santini y Rearte, 1996) citan que el suministro de concentrados en niveles no superiores al 40 % de la dieta total consumida no afectará mayormente el ambiente ruminal, aunque proveerá energía que las bacterias utilizarán para un mejor aprovechamiento del amoníaco ruminal.

#### 2.4.2 Asignación de Forraje (AF)

Una alternativa que iguala los beneficios de la suplementación es el aumento de la asignación de forraje durante el otoño (French et al., 2001c).

Existe una relación positiva entre disponibilidad de forraje y consumo animal en pastoreo ya que la disponibilidad de forraje es uno de los factores mas importantes que afectan el consumo (Jamieson y Hodgson, 1979).

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

La máxima GDPV de novillos en pastoreo se dará con alta disponibilidad de pasturas (una oferta no inferior a dos veces el consumo potencial de MS/animal/día) y sin forzar el pastoreo profundo haciendo que los animales solamente despunten y tengan alta capacidad de selección (Elizalde, 1999a). De acuerdo con esto último, Bianchi (1980), observó una caída casi lineal en la GDPV de novillos ante disminuciones

en la AF, las GDPV promedio encontradas fueron de 1.03, 0.88, 0.83 y 0.58 Kg/a/día para AF de 12, 9, 6 y 3 % PV respectivamente. El consumo de MS disminuye marcadamente cuando la asignación de MS es menor que el doble del consumo potencial, pero no apoya la idea de que el consumo se acerca a un máximo cuando la asignación es tres a cuatro veces mayor al consumo (Hodgson et al, 1990). En este sentido Reed, (1978), sugirió que la oferta de forraje durante el otoño debe exceder los 40 g MS / kg peso vivo para minimizar la depresión estacional en la ganancia de peso. Siguiendo con este razonamiento Méndez y Davies, (2000), afirman que con asignaciones de forrajes iguales o superiores al 2.5 % PV (medido a 5 cm. del suelo), no habría impedimentos para alcanzar ganancias superiores a 0.760 kg por animal y por día. A su vez Greenhalgh et al, (1966), encontraron que bajo un amplio rango de condiciones de pastoreo, vacas capaces de consumir 14 kg. MS/día lograrán esto si la AF es de 21 kg de MS por día o un 50 % más que su capacidad de consumo.

Por ejemplo, French et al, (2001b), encontraron que con AF elevadas (3% PV, medidos desde los 5 cm. del suelo), el consumo animal alcanzó el 97% del obtenido por animales a los cuales se les ofreció concentrado ad libitum.

Chacon et al, (1978) afirman que la relación entre la disponibilidad de material verde y ganancia diaria de PV es positiva y más alta que la relación entre esta última y la disponibilidad de MS total. En cambio Norbis (1998) citado por Bartaburu et al, (2003), reporta que a bajas disponibilidades de forrajes, las ganancias por animal se explican por la disponibilidad total de MS, mientras que a altas disponibilidades, la fracción verde del forraje presente explica mejor las ganancias de peso. Bianchi (1980), encontró que el 65 % de la variación en las GDPV fueron explicadas por el material verde rechazado, reportando que es más importante conocer cuanto fue el material de buena calidad consumido que el material total desaparecido.

Según French et al, (2001a), cuando la AF es alta los animales tienen la posibilidad de seleccionar forraje de mayor digestibilidad (69.5 – 71,0 %) que el promedio de la pastura disponible. Como consecuencia de esto es que se observan las menores utilidades

Reed, (1978) postuló que ofreciendo mayores AF durante el otoño, sería esperable que los animales logren un mayor desempeño en la selección de la pastura consumida, maximizando el consumo de forraje y minimizando la depresión estacional en la performance animal. En este sentido Broster et al, (1963) citados por Greenhalgh et al, (1966) encontraron una respuesta lineal del consumo a la oferta de forraje, siendo aquella de 0.2 Kg. por Kg. de aumento en la oferta de forraje.

A sido propuesto que el consumo diario de forraje por los animales en pastoreo disminuye, cuando la utilización de forraje excede 50 % (Matches et al, 1981). Al aumentar el porcentaje de utilización, disminuye la calidad de la dieta de los animales, sumado a un efecto de cantidad, que afecta el consumo por un achicamiento del tamaño de bocado (Ustarroz y De León, 1999). Se dice que la calidad de forraje disminuye con altas utilidades porque la digestibilidad y el tenor de proteína disminuyen desde la parte superior de la pastura hacia la base, siendo este efecto más notable en tallo que en hoja (Ustarroz et al, 1998). Otros autores señalan que al aumentar la AF el aumento en la GDPV por animal, se debería más a un mayor consumo que a una mayor calidad de la dieta (Joyce y Brunswick, 1977).

Combellas y Hodgson, (1979), trabajando con vacas pastoreando raigrás perenne, encontraron que para asignaciones del 3 %, 6% y 9% del PV, las eficiencias de

utilización del forraje fueron 85%, 49% y 33% respectivamente. También observaron que el consumo de forraje fue cercano al máximo cuando la eficiencia de utilización del forraje fue del 50%.

Como se menciona en el punto 2.3.1 es común que se subestime la disponibilidad de forraje en pasturas aguachentas de otoño. En este sentido Méndez y Davies, (2000) concluyen que para poder atribuir una baja performance animal a la composición química del forraje, se debe tener certeza de que la asignación de forraje (oferta de MS por animal y por día) no fue limitante para alcanzar el consumo potencial del animal.

#### 2.4.3 Epoca de siembra, fertilización y momento del pastoreo.

Factores como la época de siembra de las pasturas otoñales, fertilización o momento de pastoreo parecen ser dejadas de lado al estudiar las causas del desbalance en este tipo de forrajes; sin embargo el manejo de cualquiera de estos tres factores podría resultar en un cambio importante en la performance animal.

Generalmente cuando comienza el déficit de forraje en otoño las pasturas sembradas todavía no tienen un adecuado desarrollo como para ser pastoreadas. Esto tiene dos consecuencias importantes: primero se está afectando la vida útil de ciertos tipos de pasturas con pastoreos demasiado tempranos y segundo se potencia el desbalance del forraje ya que estas pasturas no tienen la madurez suficiente como para proporcionar adecuadas cantidades de carbohidratos al ganado.

Al respecto existen una serie de medidas para paliar este problema. Una de ellas y la más practicada es adelantar la fecha de siembra de las pasturas (principalmente de

los verdeos invernales) de forma tal que en el momento que comienza el déficit forrajero, estos ya estén aptos para el pastoreo sin afectar el desbalance de la dieta, o afectándolo en la menor medida posible.

Podemos también planificar el área de pasturas de invierno tomando en cuenta variedades precoces (que actualmente existen en el mercado), de manera tal de producir forrajes más maduros en un mismo periodo de tiempo.

Actualmente en INIA La Estanzuela existe una línea de trabajo en la cual se evalúan comportamientos de diferentes verdeos invernales sembrados en distintas fechas de siembra, algunas de ellas muy tempranas (Formoso, F 2005b).

No debemos olvidar que durante el otoño la superficie efectiva de pastoreo se ve disminuida por la preparación de tierras para cultivos de invierno y/o praderas o por la existencia de barbechos de verano. Esto hace que algunas de las medidas antes mencionadas no sean fáciles de implementar, el ejemplo mas común es que no siempre se cuenta con los periodos adecuados de espera para el pastoreo de los verdeos y praderas de primer año, ya que la carga de todo el predio se ve aumentada en esta estación (Formoso, F 2005a).

La composición química que define a un verdeo y/o pastura como desbalanceados depende de características propias de cada especie, sobre las que factores tales como la fertilización nitrogenada y el clima interactúan agravando el desbalance otoñal (Ustarroz y De León, 1999).

Tanto la PS como los CNES están influenciados por el nivel de fertilidad como lo demuestra una experiencia llevada a cabo por Méndez y Davies, (2003a), en la que se evaluó la composición de un verdeo de triticale a dosis crecientes de fertilización. Al primer corte pudo comprobarse que con el mayor nivel de fertilización hubo un incremento significativo en el contenido de PS del verdeo y una disminución de CNES, con el consiguiente aumento en la relación PS/CNES.

En avena y triticale el agregado de N deprimió la GDPV durante el primer pastoreo, pero esto no fue impedimento para superar los 0.750 Kg/animal/día de ganancia, que es mayor a los promedios históricos en los sistemas de invernada (Méndez y Davies, 2000). Cabe aclarar que las depresiones en GDPV encontradas por estos autores no son comparables a las que comúnmente se registran en nuestras condiciones de producción.

El momento de pastoreo durante el día es otro factor que influye sobre la composición química de la dieta, ya que la concentración de carbohidratos en la planta es mayor al final del día, producto de la fotosíntesis realizada durante las horas de sol. De acuerdo con esto Corbett et al, (1966) encontraron que el rendimiento de proteína cruda digerible (por unidad en base de MS) fue un 10% superior de tarde. De igual manera, Blaxter, (1971), encontró que para dos pasturas con similar fertilización nitrogenada, el rendimiento de proteína cruda digerible fue superior 55% de tarde.

Entonces, si los animales pastorean mayormente durante el atardecer el forraje ingerido tendrá una relación proteína/carbohidratos solubles más baja que el ingerido durante el amanecer; esto puede tener importantes implicancias nutricionales para el animal (Elizalde, 1999a). Lo mismo ocurre en los días soleados frente a nublados y húmedos. Si bien es cierto que la composición química de los pastos varía durante el día

y existen beneficios del pastoreo al final del día, no resulta sencilla la implementación práctica de esta técnica.

## **2.5 HIPÓTESIS**

Las bajas ganancias otoñales de los animales pastoreando pasturas con bajo % MS (menor a 20 %) no se corregirían aumentando la asignación de forraje.

Pastoreos sobre forrajes en base a leguminosas, agravarían el problema otoñal debido al mayor aporte de N a la dieta por parte de las leguminosas.

La suplementación mejoraría la performance animal por un aumento en el consumo total de nutrientes, más que por una corrección de una dieta desbalanceada.

La inclusión de heno de baja calidad que usualmente se utilizan a nivel comercial no causaría un efecto importante sobre la performance animal.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. DESCRIPCION GENERAL**

El experimento se llevó a cabo en la Unidad del lago de la estación experimental "Alberto Boerger" de INIA "La Estanzuela"; Colonia, Uruguay. La duración de dicho experimento fue de 110 días (desde el 8 de marzo hasta el 25 de junio de 2004) de los cuales los 30 primeros días correspondieron al periodo de acostumbramiento de los animales y los restantes 80 días al período experimental propiamente dicho.

##### **3.1.1 Parcelas**

El experimento se realizó en los potreros 14 y 15 de la unidad de bovinos de carne, sobre un suelo Brunosol Eutrico Típico, unidad Ecilda Paullier - Las Brujas. Cada potrero se dividió en ocho parcelas de 30 y 25 m de ancho para los potreros 14 y 15 respectivamente. Cada parcela contaba con un bebedero y una batea para sales minerales, además cuatro de ellas presentaban comederos para el suplemento.

##### **3.1.2 Animales**

Se utilizaron 72 novillos Hereford de sobreaño (9 por tratamiento) provenientes de tres orígenes diferentes. El peso inicial promedio de los animales fue de 275 Kg. (peso mínimo de 235 Kg. y máximo 306 Kg.) con un desvío estándar (DS) de 15.6 Kg.

Los animales estuvieron sometidos a un manejo pre-experimental de 30 días pastoreando una base forrajera homogénea a todos los lotes, y siendo acostumbrados a la rutina de suplementación aquellos animales que serían suplementados durante el experimento.

Para evitar problemas de parásitos gastrointestinales los animales, fueron dosificados con Ivermectina previo al comienzo del periodo experimental, y posteriormente 10 días antes de la finalización del experimento. Para prevenir los efectos de Timpanismo se le suministro a cada animal un bolo de Rumensín. Se realizaron tratamientos contra queratoconjuntivitis cuando se lo considero necesario.

### 3.1.3 La pastura

Se utilizaron dos tipos de pasturas en este experimento. En primera instancia en el potrero 14 se pastoreó una pradera mezcla de tercer año compuesta por festuca (*festuca arundinacea*), raigras (*lolium multiflorum*) natural, trébol blanco (*trifolium repens*), y alfalfa (*medicago sativa*); en la segunda parte del experimento en el potrero 15 se utilizó una pradera mezcla de segundo año compuesta por dactylis (*dactylis glomerata*), trébol blanco y alfalfa.

Ambos potreros fueron refertilizados con 100 Kg. de fosfato de amonio (18-46-0). No se encontró presencia de malezas en forma importante que afectaran tanto a la disponibilidad del forraje como el consumo animal; en los sucesivos análisis botánicos de las pasturas la presencia de malezas fue de escasa a nula frecuencia.

El estado fenológico de la pradera 1 correspondía a una pastura sazónada con la alfalfa al fin de su floración y la gramínea encañada. Mientras que en la pradera 2 la pastura estaba con menor grado de madurez (alfalfa al inicio de floración y dactylis iniciando encañazón). En ambos casos el trébol blanco estaba en estado vegetativo.

#### 3.1.4 Suplemento.

Los suplementos utilizados fueron grano entero de maíz y heno de raigrás de baja calidad.

### **3.2. TRATAMIENTOS**

Los animales fueron estratificados por peso vivo y asignados al azar entre los distintos tratamientos.

Los tratamientos surgieron de la combinación de tres niveles de asignación de forraje (2.0, 4.0, y 6.0% del peso vivo) con dos niveles de suplementación (0 y 0.7% del peso vivo). A su vez se evaluaron tratamientos con 4% de asignación de forraje con y sin la inclusión de fardos de baja calidad, obteniéndose así dos tratamientos más. Dando lugar al siguiente arreglo factorial de ocho tratamientos con nueve animales por tratamientos:

Cuadro 6. Arreglo factorial de los 8 tratamientos.

Asignación forraje (% PV)	2		4				6	
Asignación de grano (% PV)	0	0.7	0	0.7	0	0.7	0	0.7
Fardo (ad libitum)	0		c/f	s/f	c/f	s/f	0	

Los ocho tratamientos se resumen en el siguiente CUADRO.

Cuadro 7. Descripción de los tratamientos del ensayo.

TRATAMIENTOS	CARACTERÍSTICAS
1	4 %PV de forraje + 0.7 % suplemento.
2	2 %PV de forraje + 0.7% suplemento.
3	4 %PV de forraje + 0% suplemento.
4	6 %PV de forraje + 0.7 % suplemento.
5	2 %PV de forraje + 0 % suplemento.
6	6 %PV de forraje + 0 % suplemento.
7	4 %PV de forraje + 0% supl. + fardo.
8	4 %PV de forraje + 0.7% supl. + fardo.

### **3.3. MANEJO DE LA PASTURA Y DE LOS ANIMALES.**

El cálculo de la asignación de forraje y grano para cada tratamiento se realizó cada 14 días. Los animales fueron pesados cada dos semanas con un ayuno previo de 16 horas. Este peso junto a la información de los Kg. de MS del forraje disponible se utilizó para el cálculo del área a asignar a los animales para los 14 días siguientes, dicha área era asignada en franjas para períodos de 3 y 4 días. Los días martes y jueves se asignaba una franja nueva de forraje y se clausuraba el ingreso de los animales al área ya pastoreada. Todo este manejo se realizaba mediante hilos eléctricos.

El suplemento se suministró a diario por la mañana (entre las 8.30 y 9.30 horas) y la cantidad se regulaba cada 14 días de acuerdo al peso vivo (PV) de los animales. Se suministraba en comederos colectivos con una distribución homogénea a lo largo de los mismos.

Los fardos recibidos por dos de los ocho tratamientos eran de raigrás encañado y semillado, lo que indica la baja calidad de los mismos. Estos estaban permanentemente disponibles en las parcelas para el consumo a voluntad de los animales, se utilizaron comederos especiales (aros metálicos) para una mejor utilización del heno.

Todos los animales contaban con acceso permanente al agua y a sales minerales para su consumo a voluntad.

### **3.4. DETERMINACIONES REALIZADAS.**

#### **3.4.1. Pastura**

##### **3.4.1.1. Forraje disponible.**

La disponibilidad de materia seca se determinó cada 14 días para el ajuste de la asignación de forraje de cada tratamiento, mediante el corte con tijera eléctrica de seis muestras por parcela, utilizando cuadros de 60 por 40 cm. Los cortes se realizaron al ras del suelo y en el área próxima a ser pastoreada en los siguientes 14 días. En cada tratamiento el muestreo fue realizado en forma dirigida, intentando seleccionar áreas representativas de la parcela.

Las muestras eran pesadas y posteriormente colocadas en estufa durante 48 horas a una temperatura de 60°C. Luego por diferencia entre peso fresco y peso seco se determinaba el porcentaje de materia seca (MS) de la pastura disponible.

##### **3.4.1.2. Forraje residual.**

La estimación del forraje remanente se realizó dos veces por semana (martes y jueves), utilizando la misma metodología que para la determinación de forraje disponible, pero en este caso se cortaron cuatro muestras por tratamiento. Estas muestras eran pesadas en fresco y luego secadas en estufa (60°C por 48 hs). Por diferencia entre peso fresco y seco se calculó la materia seca del forraje residual.

#### 3.4.1.3. Forraje utilizado.

Realizando la resta entre forraje disponible y forraje remanente se estimó el consumo de forraje por los animales. Este consumo de forraje estimado permitió calcular la utilización de la pastura en cada tratamiento.

#### 3.4.1.4. Análisis botánico del forraje disponible.

Cada catorce días se tomaron submuestras de los cortes efectuados para la determinación de forraje disponible y se determinó la contribución de leguminosas verdes, gramíneas verdes y restos secos por parcela. No se tomó en cuenta la participación de las malezas dicotiledóneas ya que la proporción de las mismas era de escasa a nula.

Al igual que para disponibilidad y rechazo las muestras fueron colocadas en estufa para calcular la materia seca presente de cada componente y de ahí obtener su proporción en la muestra total.

#### 3.4.1.5. Análisis químico.

De las muestras de disponibilidad y rechazo secas se tomaron submuestras que fueron molidas (molino Willey, malla 1mm) y analizadas mediante un equipo NIRS 6500 (Silver Spring, MD, USA) el cual fue calibrado con 600 muestras utilizando una longitud de onda entre 400 y 2500 nm. Dicha calibración fue realizada para los siguientes parámetros: digestibilidad de la materia orgánica (DMO), por el método de Tilley y Terry

1963; proteína cruda (PC) y cenizas; fibra de detergente neutro (FDN), y fibra de detergente ácido (FDA), Van Soest (1982).

#### 3.4.2. Animales

Se determinó el peso vivo cada 14 días con un ayuno previo de 16 horas. Durante el ayuno los animales solo tenían acceso al agua. También se midió el área de ojo de bife (AOB) y el espesor de grasa subcutánea, mediante ultrasonografía al final del período experimental.

#### 3.4.3. Suplemento

El consumo de grano de maíz entero se determinó mediante la resta de lo ofrecido diariamente y lo rechazado. Es de destacar que no se registraron rechazos durante el período experimental en ninguno de los tratamientos suplementados.

Para la determinación de la calidad del grano se tomaron muestras semanales, las cuales se secaron para determinar MS, y posteriormente fueron molidas para la determinación de DMO, FDA, FDN, PC y cenizas.

#### 3.4.4. Heno.

La determinación de consumo de heno se realizó mediante la resta del heno ofrecido y el rechazado. El heno se retiraba cuando este había sido consumido alrededor de un 75% para disminuir errores en la determinación del rechazo.

Se tomaban muestras de la oferta y del rechazo de heno para determinar MS, DMO, FDA, FDN, PC y cenizas, mediante los mismos procedimientos que se realizaron para los análisis del forraje y del grano.

#### 3.4.5. Análisis estadístico.

El diseño experimental consistió en un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial de tres por dos más dos, con medidas repetidas en el tiempo.

El experimento fue analizado mediante el procedimiento GLM de SAS.

##### 3.4.5.1 Modelo estadístico

$$Y_i = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Siendo:

$Y_i$ : peso vivo promedio del i-ésimo tratamiento.

$\mu$ : media poblacional.

$T_i$ : efecto del  $i$ -ésimo tratamientos (8 tratamientos).

$\varepsilon_{ij}$ : error experimental.

El primer factor es la asignación de forraje (2%, 4%, y 6% del PV).

El segundo es el suministro de grano (0 y 0.7% del PV).

Dentro de la asignación de forraje media (4% del PV) hay dos tratamientos extras (con fardo ad libitum y sin fardo).

La tasa de ganancia en peso de los animales se calculó en forma individual mediante la regresión de peso en tiempo.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### **4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA PASTURA OFRECIDA.**

#### 4.1.1 Disponibilidad de forraje.

A un mismo tipo de pastura, la disponibilidad de forraje es un factor que afecta la calidad y cantidad de MS consumida por los animales, por eso es importante que no halla diferencias de disponibilidad de forraje entre los tratamientos. La siguiente FIGURA ilustra la evolución de forraje durante el periodo experimental.

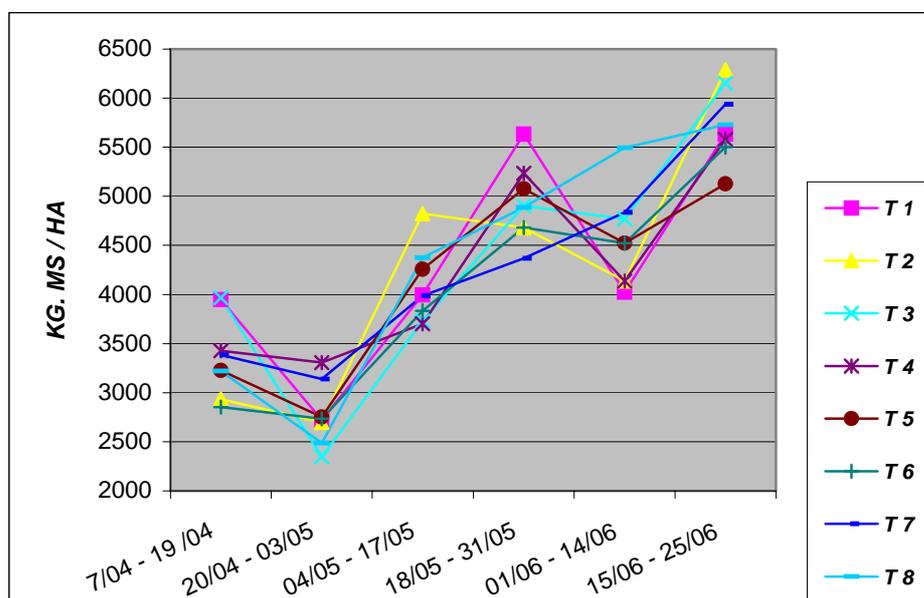


Figura 8. Evolución de la disponibilidad de forraje (kgMS/ha)

Para la cantidad de forraje disponible, expresado como kg MS/ha, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ).

Durante todo el período experimental y para todos los tratamientos la disponibilidad de forraje fue siempre elevada, mayor a 2000 kg MS/ha (Anexo 2). La primera y segunda praderas utilizadas estaban en su tercer y segundo año de vida respectivamente, y el experimento comenzó luego de un período de descanso de dos meses lo que permitió una importante acumulación de forraje.

Para todos los tratamientos, la disponibilidad de forraje aumentó con el transcurso del tiempo, pero el crecimiento del forraje fue menos notorio a medida que se aproximaba el invierno. Esto era esperable tomando en cuenta que la alfalfa, mal llamada estival, ya que es la que más crece durante todo el año, (Formoso, 2005), disminuye drásticamente sus tasas de crecimiento en otoño - invierno. Recordemos que la alfalfa era el componente principal de la pastura utilizada y que la disminución del fotoperíodo influye sobre el crecimiento vegetal.

Esta disponibilidad de forraje no impediría obtener buenas ganancias de peso vivo, independientemente del nivel de suplementación que se utilice cuando la oferta por animal fuera elevada. En la Estación Experimental de Balcarce se han obtenido resultados que muestran que por encima de 2.000 kg de MS/ha de disponibilidad, no se obtienen respuestas importantes a la suplementación, mientras que en la medida que disminuye la oferta forrajera, la diferencia a favor de los animales suplementados se hace mayor (tomando en cuenta cargas animales/ha medias o bajas) (Ustarroz y De León, 1999).

#### 4.1.2 MS del forraje disponible.

En general, en otoño, y más aún durante el primer pastoreo, las pasturas presentan bajos tenores de MS. Para este tipo de mezclas forrajeras es de esperar valores del entorno del 20 –21 % de MS. La FIGURA 9 muestra lo sucedido durante el experimento.

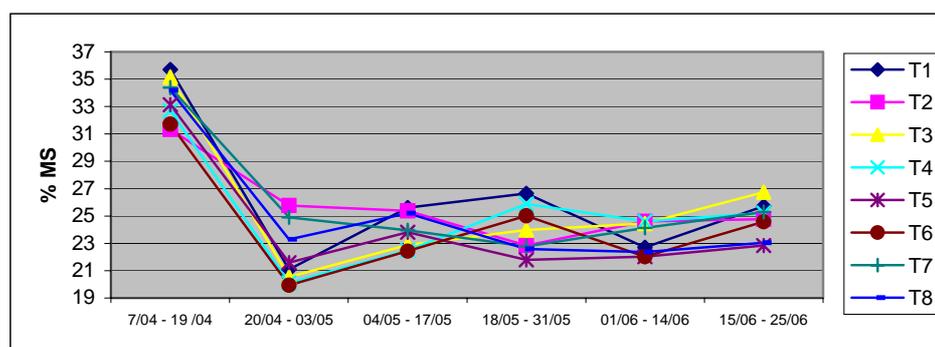


Figura 9. Evolución del % MS del forraje disponible para cada tratamiento

Se observó un alto porcentaje de MS de la pastura para la estación en la cual se realizó el experimento (otoño), registrándose un porcentaje promedio para todo el período de 25.2 %, con un valor mínimo de 20 % y máximos superiores a 35 % de MS (Anexo 3). Estos valores, son superiores a los mencionados por Mieres *et al*, 2004 para una pastura mezcla promedio (21.37 % MS ) durante el otoño.

El porcentaje de MS cae abruptamente en el segundo período, como era de esperar, pero no alcanza los valores esperados para la estación en estudio.

Los elevados porcentajes de materia seca obtenidos pueden ser explicados por las temperaturas registradas durante el comienzo del período experimental, en el mes de abril donde se alcanzaron promedios de 18.4° con valores máximos de hasta 33 °C (Anexo 1). Contribuyó también a ello que la pastura estaba sazónada debido al cierre de dos meses presentando gran porcentaje de alfalfa en estado reproductivo.

Con estos valores de materia seca, no tendría por que existir una disminución en el consumo, por lo que ante aumentos en la asignación de forraje (AF) aumenta también el consumo de MS y con ello las ganancias de peso vivo de los animales. Estas apreciaciones concuerdan con los datos obtenidos por Ustarroz y De León (1999) donde demuestran que en pasturas tiernas con porcentajes de MS menores a 25 % se observa una disminución del consumo, a medida que aumenta el contenido de agua, ya que ésta contribuye al llenado ruminal.

#### 4.1.3. Composición botánica del forraje ofrecido

Durante el otoño las pasturas templadas presentan un desequilibrio entre carbohidratos solubles y proteína, un bajo contenido de MS y de fibra (pastos aguachentos), y excesos de la fracción proteica rápidamente degradable lo que determina, entre otras cosas las bajas ganancias del ganado en pastoreo (Elizalde, 1999a). Ahora bien, existen marcadas diferencias en la composición química entre las diferentes fracciones botánicas.

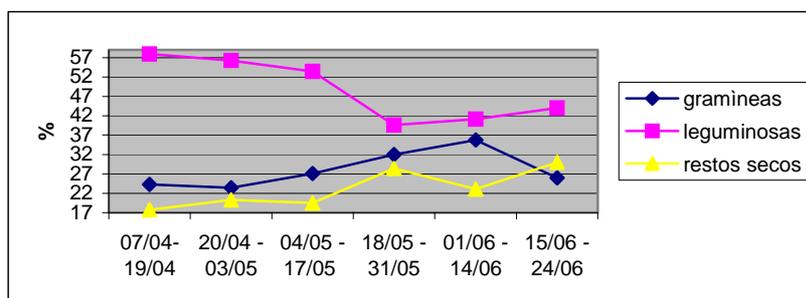


Figura 10. Evolución de la composición botánica en %.

En pasturas mezclas, durante los primeros años de vida, la gramínea tiende a ser dominada por la leguminosa (Carámbula, 1977). En este experimento predominó la alfalfa que se mantuvo en estado reproductivo la mayor parte del periodo experimental, esto trajo como consecuencia, un mayor porcentaje de materia seca total de la pastura que pudo haber determinado un mejor balance proteína/carbohidratos solubles.

El porcentaje de restos secos aumentó a medida que transcurrió el período experimental y ello se debió a que los animales avanzaban progresivamente en el potrero favoreciendo la senescencia del forraje en las áreas aún no pastoreadas.

#### 4.1.4. Calidad del forraje ofrecido.

Las siguientes FIGURAS muestran la evolución de los principales parámetros de calidad de la base forrajera utilizada.

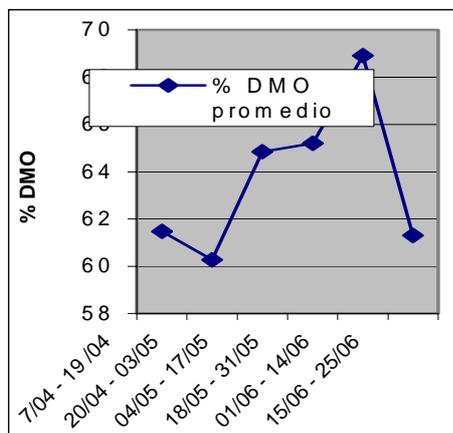


Figura 11. Evolución de la DMO (%) (promedio para todos los tratamientos).

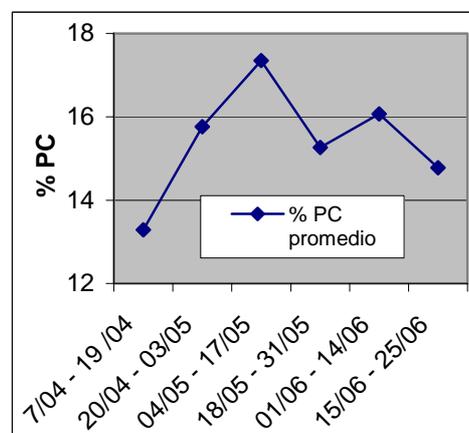


Figura 12. Evolución de la PC (%) (promedio para todos los

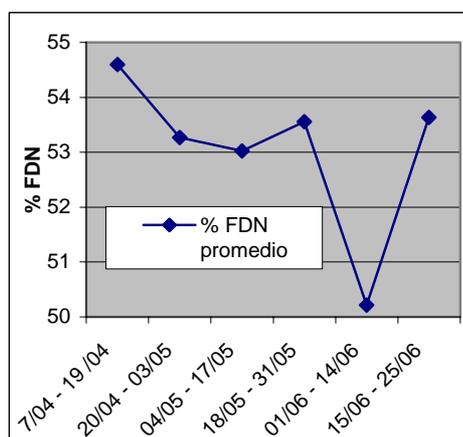


Figura 13. Evolución de la FDN (%) (promedio para todos los tratamientos).

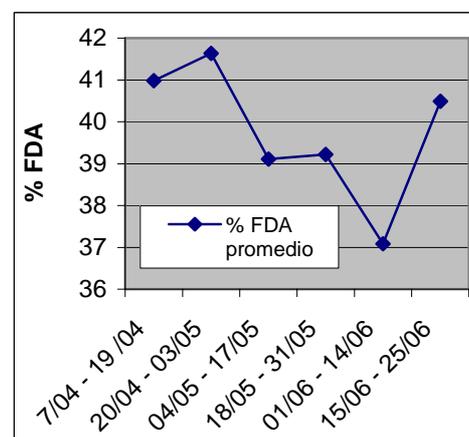


Figura 14. Evolución de la FDA (%) (promedio para todos los tratamientos).

Ninguno de los cuatro parámetros de calidad del forraje disponible (DMO, PC, FDN, y FDA) presentaron diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

Como era de suponer la digestibilidad de la materia orgánica (DMO), presentó una relación inversa a la fibra detergente ácido (FDA) y a la fibra detergente neutro (FDN). La digestibilidad de la materia orgánica ofrecida durante el periodo experimental fue en promedio 63,7% (DS = 0.8%) (Anexo 4). Este valor resultó menor a los registrados habitualmente en este tipo de pasturas durante el otoño, debido principalmente al estado avanzado de madurez de la pastura en el momento en que se realizó el experimento bajo condiciones de un otoño muy atípico y a la alta acumulación de forraje y estado fisiológico del mismo. No se podría considerar a la pastura de baja calidad, debido a que supera el 60 % de digestibilidad (Elizalde, 2003). La cantidad promedio de MOD por hectárea resulta en 2663 Kg.

El promedio de proteína cruda para el periodo experimental fue de 15,5% (DS = 0,38%) (Anexo 5). Estos valores son menores a los porcentajes promedios que se registran en esta época, 22,18, y 19.25 % según Bartaburu, et al., (2003) y Mieres, et al., (2004).

La PC hasta el tercer periodo presentó una evolución típica para la época, pero no fue así para los periodos posteriores. Sería esperable un aumento constante de la PC de la pastura hasta el final del experimento, pero la situación climática atípica y el avanzado estado de madurez de la pastura lo impidieron.

La pastura presentó durante el experimento un porcentaje promedio de FDA de 39.7% (DS = 0.72) mientras que la FDN registró un promedio de 53% (DS = 0.83)

(Anexo 6). Ambos valores son muy elevados si los comparamos con los registrados comúnmente en otoño.

En el último periodo experimental, los aumentos en FDN y FDA provocaron una disminución en la digestibilidad de la MO. Esta situación fue provocada por el mayor grado de madurez de la pastura asignada en el último periodo ya que tenía más días de descanso. Con similares descansos es esperable que la pastura asignada al final del otoño esté compuesta por menores niveles de fibra y por lo tanto tenga mayor digestibilidad, debido a las condiciones climáticas imperantes en dicho periodo.

Por lo tanto la disminución en la DMO y los aumentos de FDN y FDA durante el último período fueron provocados por factores de manejo de la pastura, y no reflejan situaciones características para la época ni para el tipo de pastura utilizada. Lo esperable en situaciones normales es que la DMO siguiera aumentando en el último periodo y que los niveles de fibra continuarán disminuyendo.

#### **4.2. CONSUMO.**

Como se mencionó en materiales y métodos, las mediciones de disponibilidad se realizaron cada 14 días, y para el cálculo del forraje desaparecido no se tomó en cuenta el crecimiento ocurrido durante el período. Como consecuencia los animales consumieron mas forraje y de mejor calidad que lo previamente estimado. Esto explica en parte las altas ganancias de peso vivo con tan bajas AF.

#### 4.2.1 Consumo total de MS.

Tanto la AF como el nivel de suplementación (S) influyen en el consumo de MS ( $P < 0.01$ ).

El consumo total de MS se vio afectado por dos razones: 1º, por aumentos en la AF (al pasar de 2 a 4% PV) y 2º, por el suministro de suplemento en la menor AF estudiada (CUADRO 8).

CUADRO 8. Consumo total diario de MS (% PV).

<b>AF ( % )</b>	<b>0 % SUPL.</b>	<b>0.7 % SUPL</b>	<b>Promedio para cada nivel de asignación*</b>
<b>2</b>	1.2 <i>b</i>	1.7 <i>a</i>	1.5 B
<b>4</b>	1.7 <i>a</i>	2.1 <i>a</i>	1.9 A
<b>6</b>	1.9 <i>a</i>	2.1 <i>a</i>	2.0 A
<b><i>Promedio para cada nivel de supl.**</i></b>	1.6 B	2.0 A	

- \* Este promedio incluye a todos los tratamientos de cada nivel de asignación independientemente del nivel de suplementación, pero no están incluidos los tratamientos con fardos.

- \*\* Este promedio incluye a todos los tratamientos de cada nivel de suplementación independientemente del nivel de asignación, pero no están incluidos los tratamientos con fardos.
- Promedios seguidos de letras distintas en la columna difieren significativamente (  $P < 0.05$ ).
- Promedios seguidos por letras distintas en la fila difieren significativamente (  $P < 0.05$ ).
- Letras minúsculas y cursivas muestran diferencias significativas entre el par de valores de diferente nivel de S y de igual AF.

Los tratamientos con 4 y 6 % de AF fueron los que presentaron mayor consumo de MS ya sea con o sin grano. Los valores observados fueron más bajos que los esperados. Esto se debe básicamente a dos motivos; el primero es que el método utilizado para medir el consumo no es el más adecuado y da lugar a muchos errores. El segundo punto es que al no considerar la tasa de crecimiento de la pastura, se subestima el consumo animal, ya que no se incluye el material consumido equivalente al crecimiento de la pastura durante un plazo que varía desde tres a catorce días.

En los tratamientos testigos sin suplementar, el consumo de forraje aumentó a medida que la AF fue mayor mostrando una mayor respuesta cuando paso de 2 a 4 % PV de AF (33 %), siendo menor y no significativo ( $P < 0.05$ ) cuando este fue de 4 a 6 % PV de AF (12 %).

Si comparamos los valores de consumo de MS en los tratamientos de igual AF y diferentes niveles de suplementación, solo se observan diferencias en el tratamiento que recibió una presión de pastoreo igual a 2% PV. Esto significa que a bajas asignaciones de forraje, el agregado de grano permite aumentar el consumo ya que la cantidad de MS y nutrientes aportada solo por la pastura no es suficiente para cubrir los

requerimientos animales. Esta es una situación donde el grano ejerce un efecto aditivo sobre el consumo de forraje (Mieres, 1996).

La escasa AF provocó una mayor utilización de la pastura. El consumo para el tratamiento de 2% de PV de AF fue solo de 1.21 % PV. Esta mayor utilización de la pastura determinó que la calidad de la dieta disminuya limitando su consumo por un menor tamaño de bocado (Ustarroz y De Leon, 1999; Leaver, 1985 y Holmes, 1975).

Si bien en los tratamientos con 4 y 6% PV de AF se observó la misma tendencia de consumo de los animales suplementados frente a los no suplementados (1.7 – 2.1; 1.9- 2.1 % PV para 4 y 6 % PV de AF respectivamente), la diferencia no es estadísticamente significativa. En ambos casos existió un efecto de sustitución más adición del grano sobre el consumo total, pero en el caso de 6% del PV de AF el efecto sustitutivo de grano por forraje fue mayor (0.70).

El elevado porcentaje de MS de la pastura con que se trabajó (25.2%) pudo haber estimulado el consumo de forraje. Con menores % de MS, característicos del otoño, el consumo de forraje podría haber disminuido incluso con asignaciones altas debido a que el elevado contenido de agua reduce el tamaño de bocado y como consecuencia el consumo de MS (Philips, 1987). El efecto del tenor de materia seca del forraje sobre la depresión del consumo se hace mayor cuando este es inferior al 18-20 % (Elizalde y Santini, 1992).

El consumo de grano para los tres niveles de asignación, incrementó el consumo total de materia seca expresado como porcentaje de peso vivo, pero este incremento solamente fue estadísticamente significativo para los animales que tenían 2% del PV de

AF. Los mayores consumos de los suplementados con respecto a los sin suplementar son menores con AF altas. Los animales con menor AF (2% PV) consumieron un 30% más de MS que los no suplementados, mientras que los animales con 4% y 6% PV de AF consumieron un 17% y un 6 % mas de MS que los sin suplementar respectivamente.

Este mayor consumo de MS por parte de los tratamientos suplementados frente a los testigos, podría explicarse porque existe una sustitución de forraje por grano menor a 1 lo que haría aumentar el consumo total de MS. A medida que la AF es mayor la tasa de sustitución se aproxima a uno.

En lo que tiene que ver con el suministro de heno, no se observaron variaciones en el consumo de MS por el agregado de fardos, ya sea en los tratamientos suplementados como en los sin suplementar (CUADRO 9).

CUADRO 9. Efecto de los distintos suplementos en el consumo total de MS (% PV).

	<b>4%PV AF sin grano</b>	<b>4%PV AF con grano</b>
<b>Sin fardo</b>	1.7 a	2.1 a
<b>Con fardo</b>	1.9 a	2.1 a

- Letras minúsculas indican diferencia significativa entre los tratamientos.

Hay una tendencia del heno, en los tratamientos sin suplementar, a aumentar el consumo de MS, pero este aumento no es estadísticamente significativo.

#### 4.2.2 Consumo de MS de pastura.

En este punto se intenta analizar por separado al componente más importante del consumo total de MS que es el consumo de MS de pradera.

En el CUADRO 10, se muestran las interacciones entre los niveles de suplementación y las distintas AF.

CUADRO 10. Consumo de MS de pastura para todos los niveles de AF y de S (KG MS/ani/día).

<b>AF</b>	<b>0%</b>	<b>0.7%</b>	<b>PROM. PARA CADA AF*</b>
<b>2</b>	3.4 <i>a</i>	3.3 <i>a</i>	<b>3.4 B</b>
<b>4</b>	5.1 <i>a</i>	4.4 <i>a</i>	<b>4.8 A</b>
<b>6</b>	5.8 <i>a</i>	4.5 <i>a</i>	<b>5.1 A</b>
<b>PROM. PARA C/ NIVEL DE SUPL.**</b>	<b>4.7 A</b>	<b>4.1 A</b>	

- \* Este promedio incluye a todos los tratamientos de cada nivel de asignación independientemente del nivel de suplementación, pero no están incluidos los tratamientos con heno.
- \*\* Este promedio incluye a todos los tratamientos de cada nivel de suplementación independientemente del nivel de asignación, pero no están incluidos los tratamientos con heno.

- Promedios seguidos de letras diferentes en la columna difieren significativamente ( $P < 0.05$ ).
- Promedios seguidos por letras diferentes en la fila difieren significativamente ( $P < 0.05$ ).
- Letras minúsculas y cursivas muestran diferencias significativas entre el par de valores de diferente nivel de S y de igual AF.

Los tratamientos con mayores AF (4 y 6 % PV) fueron los que presentaron mayores consumos de pastura, mostrando diferencias significativas con los animales de 2 % PV de AF.

El agregado de grano no tuvo efecto significativo en deprimir el consumo en ninguna de las tres presiones de pastoreo. Pero se observa una clara tendencia del grano (en los tratamientos con las dos mayores AF) a deprimir el consumo de MS de la pastura. Esto es debido a que los animales suplementados sustituyen parte de la MS de la pastura por grano cuando están con altas AF. En los tratamientos de menor AF esta sustitución no se da, provocando el grano solo un efecto aditivo en el consumo.

CUADRO 11. Efecto del heno sobre el consumo de MS de la pastura (Kg. MS/día).

	<b>4%PV AF sin grano</b>	<b>4%PV AF con grano</b>
<b>Sin fardo</b>	5.1 a	4.4 b
<b>Con fardo</b>	4.9 b	3.7 b

- Letras minúsculas indican diferencia significativa entre los tratamientos.

El suministro de fardos, debido a su baja digestibilidad, parecería afectar el consumo de los tratamientos que no se suplementan con grano de maíz, pero no el de los tratamientos suplementados con esta fuente de energía.

En el caso de los animales sin suplementar con grano, el suministro de fardos provocó una disminución en el consumo de MS de la pastura, porque la baja digestibilidad de los primeros podría retardar el pasaje de los alimentos por el tracto gastrointestinal. El fardo en definitiva produjo una depresión de la calidad de la dieta general.

Si bien los consumos de pastura de los suplementados con grano no son significativamente distintos cuando se le asigna heno, los animales que consumieron fardos tendieron a consumir menor cantidad de pastura. La explicación de esto es la misma que para el caso de los animales que no consumieron grano. En los animales que consumen maíz además de heno, el grano aportaría energía extra para acelerar la digestión de la fibra.

#### 4.2.3 Consumo de MS de fardos (Kg/animal/día).

En el CUADRO 12 se presenta la composición de la dieta en los tratamientos que recibieron fardos.

CUADRO 12. Consumo diario de los componentes de la dieta por los animales que recibieron heno (kg/an/día)

<b>Tratamiento</b>	<b>T7 (4AF + FARDO)</b>	<b>T8(4AF + 0,7SUP + FARDO)</b>
Pastura	4,9	3,7
Grano	0,0	1,9
Fardo	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>
<b>Total</b>	5,7	6,4

El consumo por animal y por día de fardo para los tratamientos 7 y 8 no fue diferente en términos de Kg de MS, pero en términos de % de PV es menor para el tratamiento suplementado (tratamiento 8). Cabe destacar que las diferencias en el consumo total de MS son diferentes en Kg/animal/día, pero no lo son en términos de % de PV (CUADRO 12).

#### 4.2.4 Tasa de sustitución

En los tratamientos suplementados con 4 y 6% PV de AF se produjo sustitución mas adición, no existieron tratamientos que hayan tenido tasa de sustitución igual a 1, ni sustitución con depresión, y hubo solo un caso de adición sin sustitución (el tratamiento con AF de 2% PV).

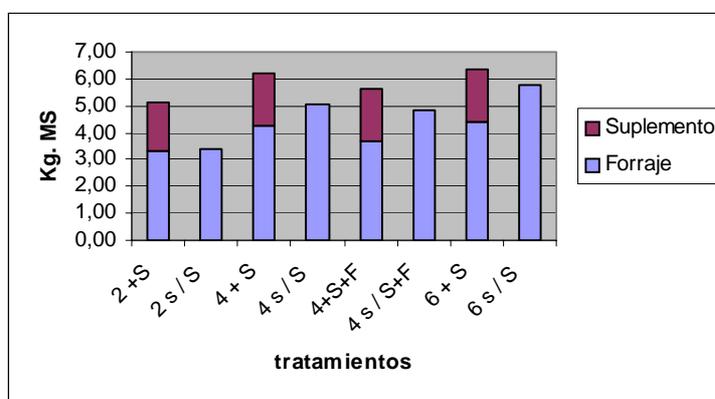


Figura 15. Consumo diario de forraje y suplemento (Kg. MS) de cada tratamiento.

2, 4, 6 = % de PV de AF

S = suplemento.

F = fardo.

Para el caso de menor asignación de forraje (2% PV), donde la pastura es limitante en cantidad, el consumo se ve restringido, y el grano provoca un estímulo del consumo total que determina que el consumo de forraje no disminuya e incluso aumente (efecto aditivo). Mientras que para los casos donde la asignación de forraje fue mayor (4 y 6 % PV) el consumo de forraje de los suplementados comparados con los testigos fue menor, 15 y 24 % para 4 y 6 % de asignación respectivamente lo que indicaría una sustitución de pasturas por grano.

De acuerdo con Bowman y Sanson, (1996); y Elizalde et al (1999a), en condiciones de buena calidad de pasturas (mayor a 60 % de DMO), el efecto del grano es mayor sobre la reducción del consumo de materia seca que sobre la digestibilidad del forraje.

A pesar de esta disminución en el consumo de forraje, en todos los casos, el consumo total de materia seca fue mayor para los suplementados, por lo que ocurrió sustitución-adición o solo adición (Mieres, 1997).

Cuadro 13 Tasa de sustitución según nivel de asignación.

<b>AF ( % PV )</b>	<b>Sin heno</b>	<b>Con heno</b>
<b>2</b>	0.04	
<b>4</b>	0.38	0.59
<b>6</b>	0.70	

La tasa de sustitución aumentó en la medida que fue mayor la AF, esto concuerda con lo reportado por Leaver, (1985), siendo casi nula para el caso de menor AF.

Para el tratamiento con 4 % de asignación de forraje se dejan de consumir 0.380 kg de forraje por cada kg de grano que se consume. Este valor es aún mayor con la misma asignación de forraje pero con heno (0.590 kg de forraje por cada kg de grano consumido). Con 6 % del PV de asignación de forraje la tasa de sustitución es ampliamente mayor (0.7).

Los valores presentados, son similares a los señalados por Tyler y Wilkinson, (1972), quienes afirman que los valores de sustitución para pasturas de buena calidad varían entre 0,5 a 1 kg de forraje sustituido por kg de suplemento consumido, mientras que Elizalde *et al.*, (1999b) encontraron en pasturas de alfalfa valores de sustitución de 0,69 kg de MS de alfalfa por cada Kg. de maíz ofrecido.

Con la menor asignación de forraje (2%), se puede considerar que el grano solo provocó un efecto de adición ya que la disminución del consumo de forraje fue solo 0.04 Kg. por cada Kg de grano consumido y el consumo total de materia seca del suplementado fue muy superior (30%). Este efecto de adición se produce generalmente en condiciones de restricción de forraje que es lo que frecuentemente se pretende en situaciones reales de producción.

#### **4.3 UTILIZACIÓN DEL FORRAJE**

La utilización de forraje fue significativamente distinta ( $P < 0.05$ ) entre las tres AF y entre los dos niveles de suplementación. Mientras que no se encontró significancia ( $P < 0.79$ ) en la interacción AF x S. Como se observa en el CUADRO 14, a menor presión de pastoreo la utilización del forraje por los animales fue menor.

Cuadro 14 Porcentaje de utilización del forraje.

<b>AF ( % )</b>	<b>0 % SUPL.</b>	<b>0.7 % SUPL</b>	<b>Promedio para cada nivel de asignación*</b>
<b>2</b>	61 <i>a</i>	56 <i>a</i>	<b>58 A</b>
<b>4</b>	43 <i>a</i>	35 <i>b</i>	<b>39 B</b>
<b>6</b>	32 <i>a</i>	23 <i>b</i>	<b>28 C</b>
<b><i>Promedio para cada nivel de supl.**</i></b>	<b>45 A</b>	<b>38 B</b>	

- \* Este promedio incluye a todos los tratamientos de cada nivel de asignación independientemente del nivel de suplementación, No están incluidos los tratamientos con fardos.
- \*\* Este promedio incluye a todos los tratamientos de cada nivel de suplementación independientemente del nivel de asignación. No están incluidos los tratamientos con fardos.
- Promedios seguidos de letras diferentes en la columna difieren significativamente (  $P < 0.05$  ).
- Promedios seguidos por letras diferentes en la fila difieren significativamente (  $P < 0.05$  ).
- Letras minúsculas y cursivas muestran diferencias significativas entre el par de valores de diferente nivel de S y de igual AF.

Ante una situación de forraje no limitante, el animal no ve restringido su consumo lo que le permite seleccionar las partes de más calidad del forraje y por ende a una menor utilización de la pastura, esto se acentúa, por el efecto de sustitución, cuando el

animal es suplementado. En cambio cuando la disponibilidad de forraje es limitante ocurre una mayor utilización de la pastura disponible tanto en animales suplementados como en los no suplementados.

Si comparamos los valores de utilización de igual AF pero distinto nivel de suplementación, vemos que solo en la menor AF no existe efecto del grano sobre la utilización de la pastura. En las mayores AF, en cambio, el grano produjo una menor utilización de la pastura por el efecto de sustitución.

French, et al, (2001b) encontraron la misma tendencia y obtuvieron valores de 74 y 60 % de utilización para 2 y 4 % PV de asignación de forraje respectivamente. En base a estos resultados plantearon que a menor presión de pastoreo, los animales tienen la capacidad de seleccionar forraje de buena calidad, efectuando una menor utilización de forraje.

Esta situación esta directamente relacionada con la calidad del material cosechado por cada tratamiento dado que ante una menor utilización del forraje la calidad del material desaparecido es mejor (mayor DMO y menor FDA), debido a la selección ejercida por los animales ante la disminución en la presión de pastoreo (Vaz Martins, 2003).

A mayores niveles de AF, el suplemento provocó una disminución en la utilización de la pastura, mientras que en el tratamiento de menor oferta de forraje no se dio el efecto del grano sobre la utilización de la pastura, debido a que la sustitución fue nula.

En lo que al heno se refiere, este por si solo no produjo ningún efecto sobre la utilización de la pastura (CUADRO 15).

Cuadro 15. Efecto del fardo sobre la utilización de la pastura.

	4%PV AF sin grano	4%PV AF con grano
Sin fardo	43.1 c	35.2 ab
Con fardo	39.0 bc	30.2 a

En algunas ocasiones los animales se ven obligados a consumir alimentos más fibrosos que las típicas pasturas otoñales de manera de poder cubrir los requerimientos de MS, en estas circunstancias el heno es apetecido por los animales. Este concepto no es válido ni para situaciones atípicas de la estación como lo fue el otoño en el cual se realizó el experimento, ni para pasturas sazonadas como las utilizadas.

#### 4.4 FORRAJE REMANENTE

##### 4.4.1 Cantidad de forraje remanente ( kg. MS / ha).

El material remanente, expresado como kg MS/ha, estuvo afectado por la asignación de forraje ( $P < 0.001$ ), y por el suministro de grano ( $P < 0.01$ ). Mientras que la interacción AF x S no fue significativa ( $P < 0.63$ ), lo que indica que la S afecta la cantidad de pastura remanente independientemente de la AF; y viceversa.

A continuación se presenta el forraje remanente para todas las AF y para todos los niveles de suplementación.

Cuadro 16 Forraje remanente promedio para los distintos tratamientos (kg. MS / ha)

<b>AF ( % )</b>	<b>0 % SUPL.</b>	<b>0.7 % SUPL</b>	<b>Prom. para cada nivel de AF*</b>
<b>2</b>	1625 <i>a</i>	1780 <i>a</i>	1703 A
<b>4</b>	2388 <i>a</i>	2731 <i>b</i>	2559 B
<b>6</b>	2793 <i>a</i>	3136 <i>b</i>	2964 C
<b><i>Prom. para cada nivel de supl.**</i></b>	2269 A	2549 B	

- \* Este promedio incluye a todos los tratamientos de cada nivel de asignación independientemente del nivel de suplementación, No están incluidos los tratamientos con fardos.
- \*\* Este promedio incluye a todos los tratamientos de cada nivel de suplementación independientemente del nivel de asignación. No están incluidos los tratamientos con fardos.
- Promedios seguidos de letras diferentes en la columna difieren significativamente (  $P < 0.05$  ).
- Promedios seguidos por letras diferentes en la fila difieren significativamente (  $P < 0.05$  ).
- Letras minúsculas y cursivas muestran diferencias significativas entre el par de valores de diferente nivel de S y de igual AF.

Ante aumentos en la AF el remanente fue mayor. Los animales sometidos a una presión de pastoreo del 2 % ven restringido su consumo lo que determina que dejen un remanente por unidad de superficie menor, con alto porcentaje de restos secos y tallos de baja calidad. Para este caso, la baja performance animal no se podría atribuir a la composición química de la pastura sino a que la oferta de forraje fue limitante para alcanzar un mayor consumo por el animal (Méndez y Davies, 2003). Es posible que en el entorno de 4% de AF los animales se aproximen a su consumo potencial, lo que determina que la diferencia del remanente de los dos tratamientos de mayor AF sea menor que la observada entre los dos tratamientos con mayor presión de pastoreo.

Se observa, en general, que a medida que aumenta el nivel de suplementación aumenta la cantidad de forraje remanente y esto se explica por el efecto de sustitución de pastura por grano. Con presiones de pastoreo de 2% PV, el suplemento no causó diferencias en la cantidad de material remanente.

En la FIGURA 16 se aprecia como a presiones de pastoreo de 4 y 6% del PV, el consumo de grano provoca un mayor forraje remanente ( $P < 0.05$ ).

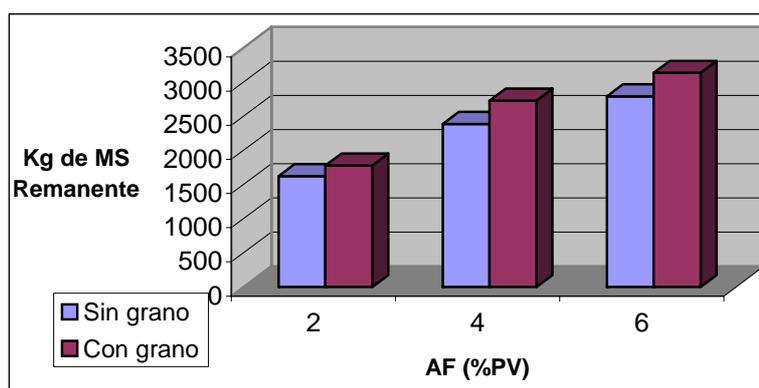


Figura 16. Cantidad de forraje remanente según asignación de forraje y nivel de suplementación.

Cuando comparamos todos los tratamientos con 4% PV de AF vemos que los fardos no tienen un efecto claro en la cantidad de forraje remanente (CUADRO 17). Esto se podría explicar por la baja calidad del fardo suministrado (Anexo 7 y 8).

CUADRO 17. Efecto de los distintos suplementos en el forraje remanente (kg/ha) a 4% de PV de AF.

	4%PV / AF sin grano	4%PV /AF con grano
Sin fardo	2388 c	3032 a
Con fardo	2494 bc	2731 b

- Letras diferentes indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

En los tratamientos sin grano, la suplementación con heno no causó diferencias en la cantidad forraje remanente, mientras que en los tratamientos con grano, el fardo provocó menor cantidad de forraje remanente por unidad de superficie. En casos de pasturas muy desbalanceadas (verdeos de invierno durante el primer pastoreo), el consumo de fardos podría llegar a lograr un mejor balance de la dieta total por el aporte de fibra. Pero esto no parece ser una explicación correcta para las condiciones de este experimento donde la pastura estaba muy sazónada y el heno era de muy baja digestibilidad, además el grano que consumían los animales ya es una importante fuente de energía capaz de balancear la dieta.

#### 4.4.2 Calidad de forraje remanente.

La digestibilidad de la materia orgánica (DMO) del forraje remanente solo fue afectada ( $P < 0.05$ ) por la AF.

Cuadro 18. Digestibilidad de la materia orgánica del forraje remanente. **AF (%)**

	<b>0 % SUPL</b>	<b>0.7 % SUPL</b>	<b>Prom. *</b>
<b>2</b>	45.4 <i>a</i>	45.6 <i>a</i>	<b>45.5 C</b>
<b>4</b>	47.1 <i>a</i>	48.1 <i>a</i>	<b>47.6 B</b>
<b>6</b>	50.1 <i>b</i>	52.8 <i>a</i>	<b>51.5 A</b>
<b>Prom. **</b>	<b>47.5 B</b>	<b>48.8 A</b>	

- \* Este promedio incluye a todos los tratamientos de cada nivel de asignación independientemente del nivel de suplementación. No están incluidos los tratamientos con fardos.
- \*\* Este promedio incluye a todos los tratamientos de cada nivel de suplementación independientemente del nivel de asignación. No están incluidos los tratamientos con fardos.
- Promedios seguidos de letras diferentes en la columna difieren significativamente ( $P < 0.05$ ).
- Promedios seguidos por letras diferentes en la fila difieren significativamente ( $P < 0.05$ ).
- Letras minúsculas y cursivas muestran valores de diferente nivel de S y de igual AF.

La DMO aumentó en la medida que la asignación de forraje fue mayor, mostrando que existe una relación directa entre la AF y la calidad del remanente, debido a la selección del material vegetal que efectúa el animal ante aumentos en la oferta de forraje.

También el grano afectó significativamente ( $P < 0.05$ ) este parámetro. Si comparamos los valores de igual AF y diferente nivel de S, vemos que el grano tiene efecto sobre la DMO solo a AF de 6% de PV.

Se ha encontrado que ofreciéndole a los animales suplementos concentrados con una media y alta asignación de forraje no cambia significativamente sus dietas en términos de MOD (Hamilton *et al.*, 1973), aún cuando ellos pudieran seleccionar forraje con mayor digestibilidad que sus testigos por el efecto de sustitución.

No podemos afirmar que el heno por si solo aumenta la MOD en el forraje remanente, ya que solo existió dicho aumento cuando además de fardo se suministró grano (CUADRO 19).

CUADRO 19. Efecto del heno sobre la DMO del forraje remanente.

	4%PV AF sin grano	4%PV AF con grano
Sin fardo	47.1 b	48.1 b
Con fardo	47.1 b	50.5 a

- Letras diferentes indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

Otro parámetro estudiado del forraje remanente fue la proteína cruda (PC) que en este caso fue afectada por la AF ( $P < 0.08$ ) y por la interacción entre AF Y S (AF\*S), pero no por el nivel de suplementación. En el caso de la AF, solo la mayor oferta forrajera provocó mayores valores de PC remanente comparado con las otras AF (CUADRO 20). La inclusión de fardo no afectó significativamente a este parámetro.

Cuadro 20. Proteína Cruda (%), del forraje remanente.

<b>AF (%)</b>	<b>0 % SUPL</b>	<b>0.7 % SUPL</b>	<b>Prom. *</b>
<b>2</b>	11.0	12.2	<b>11.6 B</b>
<b>4</b>	12.0	11.3	<b>11.7 B</b>
<b>6</b>	11.9	12.7	<b>12.3 A</b>

- \* Este promedio incluye a todos los tratamientos de cada nivel de asignación independientemente del nivel de suplementación, No están incluidos los tratamientos con fardos.
- Promedios seguidos de letras diferentes en la columna difieren significativamente ( $P < 0.08$ ).

Al aumentar la asignación de forraje a más del 4 % del PV el porcentaje de PC fue mayor, mostrando el efecto de selección por parte de los animales del material a consumir.

A pesar de que el grano no provocó cambios significativos en el porcentaje PC del forraje remanente; para las AF de 2 % y 6% del PV se observa una tendencia a que el tratamiento suplementado deja un remanente con mayor porcentaje de PC que el testigo. Esto es debido a que animales con solo 2 % de asignación de forraje y sin suplemento se ven obligados a consumir forraje a menor altura, lo que implica una menor cantidad de hojas (componente vegetal con mayor contenido proteico) en el forraje remanente y como consecuencia una menor calidad del mismo comparado con los suplementados, que al recibir un mayor nivel nutritivo no necesitan consumir la pastura en los estratos mas bajos.

El análisis de la fibra detergente ácido (FDA) del forraje remanente mostró diferencias significativas ( $P < 0.001$ ) para AF (CUADRO 21). Sin embargo a mayores AF, el grano tiende a provocar remanentes con menores valores de FDA.

Con respecto al heno, este no tuvo efecto en la FDA del remanente.

Cuadro 21. Efecto de la AF sobre la FDA del forraje remanente.

AF (%)	0 % SUPL	0.7 % SUPL	Prom. *
<b>2</b>	52.7	52.4	<b>52.6 A</b>
<b>4</b>	51.2	50.4	<b>50.7 B</b>
<b>6</b>	49.2	47.5	<b>48.3C</b>

- \* Este promedio incluye a todos los tratamientos de cada nivel de asignación independientemente del nivel de suplementación., No están incluidos los tratamientos con fardos.

- Promedios seguidos de letras diferentes en la columna difieren significativamente ( $P < 0.05$ ).

Los parámetros del forraje remanente anteriormente comentados (principalmente DMO y FDA), evidencian un claro efecto de la asignación del forraje sobre la calidad de la dieta consumida por los animales. A medida que la AF aumentó, la calidad de la pastura que quedó como remanente también fue mayor, lo que tuvo un efecto positivo sobre el comportamiento animal. Según Reed, (1978), ofreciendo mayores AF durante el otoño, sería esperable que los animales logren un mayor desempeño en la selección de la pastura consumida, maximizando el consumo de forraje y minimizando la depresión estacional en la performance animal.

#### **4.5 PERFORMANCE ANIMAL**

Los pesos iniciales y finales del experimento fueron corregidos por el peso pre acostumbramiento como covariable, ya que los animales desfasaron su peso durante el periodo de acostumbramiento. Las diferencias significativas obtenidas en los pesos iniciales y finales entre animales son las siguientes.

Cuadro 22. Diferencias significativas obtenidas en los pesos iniciales y finales entre los tratamientos.

Ttos.	1	2	3	4	5	6	7	8
PV pre-a.*	250a	244a	247a	246a	247a	246a	249a	249a
PV inicial	281a	275a	274ab	279a	265b	266b	279a	279a
PV final	339ab	327b	329b	346a	298c	335ab	337ab	338ab

\*: periodo pre acostumbramiento.

Minúsculas en la fila indican un nivel de significancia  $P < 0.01$ .

El tratamiento con 2% de AF sin S (Tratamiento 5) presentó al final del experimento un peso significativamente menor al resto de los tratamientos ( $P < 0.01$ ), mientras que el tratamiento con igual AF pero con grano solo fue superado significativamente al final del ensayo por el tratamiento 4 (6 % AF mas grano).

#### 4.5.1 Ganancia diaria de peso vivo (GDPV).

Cabe aclarar que al tratamiento 5 (2% de AF sin S) se le asignó hasta el segundo periodo (28 días) la cantidad de forraje establecida de acuerdo a la última pesada. Debido a que los animales perdían peso, cada vez era menor la cantidad de pastura que se le asignaba y por lógica de continuar con ese sistema los animales seguirían

perdiendo peso. Por este motivo a partir del segundo periodo se cambió el criterio y se les comenzó a asignar el 2% del PV que presentaron los animales al inicio del experimento. Este cambio de metodología explica el aumento en GDPV que presentaron los animales de este tratamiento a partir de ese momento debido fundamentalmente al crecimiento compensatorio posterior a una restricción (Anexo7).

Es importante agregar que desde 18/05 hasta el 31/05, se registraron lluvias (Anexo 1), lo que explican la disminución general en la ganancia de peso de la mayoría de los tratamientos. Las precipitaciones provocaron no solo una disminución del consumo por menor tiempo de pastoreo, sino que también provocaron un importante pisoteo de la pastura que determinó una menor utilización de la misma.

La caída en las ganancias de PV esperada para las condiciones típicas de las pasturas de otoño-invierno se produjeron recién durante el último periodo experimental. Recordemos que las condiciones climáticas esperadas para la época del año sucedieron tarde en la estación, en un otoño climáticamente atípico.

Cuadro 23. Ganancias de PV promedio para todo el periodo (kg.)

<b>AF ( % )</b>	<b>0 % SUPL.</b>	<b>0.7 % SUPL</b>	<b>Promedio para cada nivel de asignación*</b>
<b>2</b>	0.51 <i>b</i>	0.74 <i>a</i>	0.62 C
<b>4</b>	0.74 <i>b</i>	0.82 <i>a</i>	0.78 B
<b>6</b>	0.97 <i>a</i>	0.95 <i>a</i>	0.96 A
<b><i>Promedio para cada nivel de supl.**</i></b>	0.74 B	0.84 A	

- \* Este promedio incluye a todos los tratamientos de cada nivel de asignación independientemente del nivel de suplementación, No están incluidos los tratamientos con fardos.
- \*\* Este promedio incluye a todos los tratamientos de cada nivel de suplementación independientemente del nivel de asignación. No están incluidos los tratamientos con fardos.
- Promedios seguidos de letras diferentes en la columna difieren significativamente (  $P < 0.05$  ).
- Promedios seguidos por letras diferentes en la fila difieren significativamente (  $P < 0.05$  ).
- Letras minúsculas y cursivas muestran diferencias significativas entre el par de valores de diferente nivel de S y de igual AF.

A mayor oferta forrajera los animales obtuvieron una mayor GDPV ( $P < 0.01$ ), a su vez los animales suplementados lograron mayores ganancias que los no suplementados a igual AF ( $P < 0.05$ ), a excepción de los animales con 6% de AF. (CUADRO 23).

Las características de las pasturas con las cuales se trabajó no fueron las normales para la época, debido principalmente al elevado % de MS (25.2) y al bajo valor de PC (15.5 %), (promedio de todo el experimento). Es posible deducir que no existieron a nivel ruminal graves problemas de desbalance nutricional energía-proteína. Esto podría explicar por que ante aumentos en la asignación de forraje la ganancia en PV de los animales fueron mayores. En este sentido Marsh, (1975) señala que las pasturas de otoño pueden soportar mayores niveles de ganancia animal cuando las condiciones climáticas son favorables. Dicho autor encontró que en condiciones de mayor humedad, normales para el otoño, las ganancias fueron considerablemente menores a pesar de aumentar la asignación de forraje y la MOD consumida indicando que la utilización de la pastura digestible de otoño es influenciada por el clima húmedo y por las bajas temperaturas.

A bajas AF (2 y 4% de PV) los animales ven restringido su consumo de MS, lo que repercute en las GDPV. Es probable que con una AF de 6% PV los animales estén logrando su consumo potencial, obteniendo así mejor performance animal. Esto último y el consumo de una pastura balanceada explican que no halla habido efecto del suplemento en la GDPV a la mayor AF. Además la oportunidad de selección de los animales a esta AF hace que el valor nutritivo de la dieta sea muy similar a entre suplementados y sin suplementar.

Siguiendo con este razonamiento Santini y Rearte, (1996) afirman que la máxima ganancia diaria de peso de novillos en pastoreo se dará con alta disponibilidad de

pasturas (una oferta no inferior a dos veces el consumo potencial de materia seca/animal/día) y sin forzar el pastoreo profundo. Con asignaciones de forraje iguales o superiores al 2.5 % PV, no habría impedimentos para alcanzar ganancias superiores a 0.760 kg por animal y por día (Méndez y Davies, 2003a). Reed, (1978) en cambio señala que la asignación de forraje en otoño necesaria para no deprimir las ganancias de peso deberían superar el 4 % PV (forraje cortado a 4 cm. del suelo).

En las dos menores AF el grano provocaría mayores GDPV por dos razones; primero el grano actúa como un balanceador de la dieta total aportando energía la cual compensa el exceso de proteína suministrado por la pastura, segundo el grano actuaría también como una fuente extra de nutrientes a las pasturas que no satisfacen los requerimientos. Para este experimento el segundo factor sería el que estaría actuando en mayor medida ya que el desbalance energía – proteína de la pastura no fue importante. Si la pastura hubiese tenido reales problemas de desbalance, los animales con 6% de PV de AF y suplementados presentarían mayores GDPV que los no suplementados, por el efecto balanceador del grano.

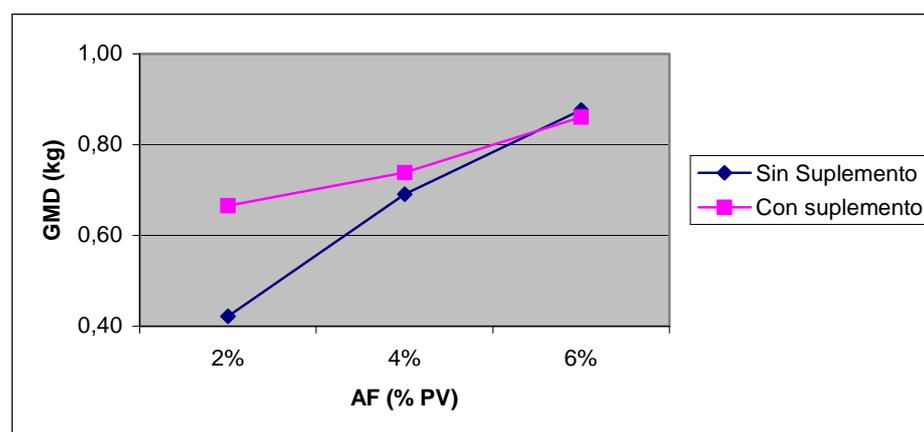


Figura 17. Evolución de las ganancias medias diarias según nivel de asignación de forraje y consumo de suplemento.

En la FIGURA 17 se observa que las pendientes de ambas curvas son distintas mostrando las mayores diferencias a nivel de los tratamientos de 2% de PV de AF. A nivel de 4 y 6 % de AF el nivel de sustitución determinó que prácticamente se registraran pocas o ninguna diferencia en las ganancias entre los tratamientos suplementados y sin suplementar.

No se encontró efecto del heno sobre las GDPV en los animales suplementados ni en los sin suplementar (CAUDRO 24). Es posible que el fardo tenga efecto sobre la GDPV de animales sobre pasturas mas desbalanceadas; o si la calidad del heno fuera muy elevada. En este último caso el heno aportaría energía para los animales más rápidamente disponible en el rumen.

CUADRO 24. Efecto del heno sobre la GDPV.

	4%PV AF sin grano	4%PV AF con grano
Sin fardo	0.7 A	0.82 A
Con fardo	0.82 A	0.86 A

#### 4.5.2 Respuesta animal a la suplementación.

Como se observa, a mayor asignación de forraje la respuesta animal al suplemento tiende a disminuir. El tratamiento con 2 % de asignación de forraje, presentó un aumento de peso vivo de 0.12 Kg. /animal / día por cada Kg. de grano consumido,

mientras que el tratamiento con 4 % de asignación de forraje aumentó 0.04 Kg. PV/animal/día por Kg. de concentrado, no presentando respuesta alguna al grano el tratamiento con 4% de PV de AF mas fardo ni el tratamiento con 6% de AF.

CUADRO 25. Respuesta a la suplementación según intensidad de pastoreo.

A F ( % PV )	Respuesta a la suplementación (Kg./día)	
	<u>Sin Heno</u>	<u>Con Heno</u>
<b>2</b>	0.12	-
<b>4</b>	0.04	0
<b>6</b>	0	-

Estos resultados concuerdan con los reportados por French (2001c), donde animales sometidos a una asignación promedio de 2.5 %PV obtuvieron una respuesta a la suplementación de 0.17 Kg. PV por Kg. de grano suministrado.

En cuanto a las mayores AF (4 y 6 % PV) y en condiciones de buena calidad de la pastura, el suplemento provoca una disminución en el consumo de forraje por efecto de sustitución, por lo que la respuesta al grano es de baja magnitud. En condiciones de sustitución, cuanto mas calidad tenga el forraje base, menor será la respuesta al suplemento en términos de ganancias de peso. Esto estaría indicando que podría darse una interacción AF x S (Horn y Mac Collum, 1987).

Sin embargo, en condiciones de pasturas limitante como lo que ocurre con el tratamiento con 2 % de asignación (T5), la disminución en el consumo de forraje es casi nula por lo que la respuesta animal al grano tiende a ser mayor. Cuando el suministro o calidad de la pastura son limitados, existe respuesta de los animales a la suplementación con concentrados (Vadiveloo and Holmes, 1979).

Las respuestas al suplemento en aquellos tratamientos donde la asignación de forraje fue alta, son un reflejo de la calidad del suplemento en relación a la calidad del forraje. Sin embargo, para el caso del tratamiento con 2% de asignación donde la sustitución fue casi nula, el grano adiciona nutrientes al animal y las ganancias de peso vivo obtenidas son un reflejo de la calidad del forraje base y de la calidad del suplemento (Bowman y Sanson, 1996).

#### 4.5.3 Area de ojo de bife (AOB) y espesor de grasa (G).

##### 4.5.3.1 AOB

La suplementación provocó un aumento significativo ( $P < 0.005$ ) del AOB para todos los tratamientos. Mientras que el efecto de la AF sobre el AOB se reflejó solo en los animales con la menor AF y sin suplementar, los cuales presentaron AOB menores al resto.

CUADRO 26. Efecto de la AF y la S sobre el AOB.(cm<sup>2</sup>)

	<b>0 % SUPL.</b>	<b>0.7 % SUPL</b>	<b>Promedio para cada nivel de asignación*</b>
<b>2</b>	33.7	44.4	<b>39.0 B</b>
<b>4</b>	40.7	43.9	<b>42.3 A</b>
<b>6</b>	43.6	44.2	<b>43.9 A</b>
<b><i>Promedio para cada nivel de supl.**</i></b>	<b>39.3 A</b>	<b>44.2 B</b>	

- \* Este promedio incluye a todos los tratamientos de cada nivel de asignación independientemente del nivel de suplementación, No están incluidos los tratamientos con fardos.
- \*\* Este promedio incluye a todos los tratamientos de cada nivel de suplementación independientemente del nivel de asignación, No están incluidos los tratamientos con fardos.
- Promedios seguidos de letras diferentes en la columna difieren significativamente ( P<0.05).
- Promedios seguidos por letras diferentes en la fila difieren significativamente (P < 0.05).
- Letras minúsculas y cursivas muestran diferencias significativas entre el par de valores de diferente nivel de S y de igual AF.

El suministro de heno solo provocó mayores valores de AOB cuando se lo suministro junto al grano. Para esta característica la interacción AF\*S fue significativa ( $P<0.05$ ). (CUADRO 27).

Cuadro 27. Efecto del heno sobre el AOB.

	<b>4%PV AF sin grano</b>	<b>4%PV AF con grano</b>
<b>Sin fardo</b>	40.7 b	43.9 ab
<b>Con fardo</b>	41.4 ab	45.3 a

- Letras minúsculas muestran diferencias significativas.

#### 4.5.3.2 Grasa subcutánea

Es sabido que el aumento de la energía ingerida se asocia a una mayor deposición de grasa en los tejidos, sin embargo el nivel de nutrición no tiene un efecto tan marcado en la composición corporal al analizarlo separadamente del peso vivo.

Ante aumentos en la AF se registraron mayores niveles de espesor de grasa, registrándose los menores valores con la menor AF. Independientemente del nivel de oferta forrajera, los animales suplementados obtuvieron mayores niveles de grasas subcutánea (CUADRO 28). En este caso no se registraron efectos del suministro de heno sobre la grasa subcutánea.

CUADRO 28. Efecto de la AF y del S sobre la G.

<b>AF ( % )</b>	<b>0 % SUPL.</b>	<b>0.7 % SUPL</b>	<b>Promedio para cada nivel de asignación*</b>
<b>2</b>	3.8	4.9	<b>4.4 B</b>
<b>4</b>	4.8	5.2	<b>5.0 A</b>
<b>6</b>	4.8	5.6	<b>5.2 A</b>
<b><i>Promedio para cada nivel de supl.**</i></b>	<b>4.4 B</b>	<b>5.2 A</b>	

- \* Este promedio incluye a todos los tratamientos de cada nivel de asignación independientemente del nivel de suplementación, pero no están incluidos los tratamientos con fardos.
- \*\* Este promedio incluye a todos los tratamientos de cada nivel de suplementación independientemente del nivel de asignación, No están incluidos los tratamientos con fardos.
- Promedios seguidos de letras diferentes en la columna difieren significativamente (  $P < 0.05$  ).
- Promedios seguidos por letras diferentes en la fila difieren significativamente (  $P < 0.05$  ).

#### 4.6 PRODUCCIÓN DE CARNE POR HA.

La producción de carne por hectárea es uno de los datos más útiles que tiene el empresario para visualizar la mejor alternativa de producción.

Antes de ampliar este punto es necesario aclarar la forma de cálculo de este indicador. Como el experimento no abarcó toda la estación otoñal se supuso que las GDPV obtenidas durante los 79 días experimentales se mantuvieron hasta el fin del otoño.

CUADRO 29. Producción de carne por ha. y por tratamiento durante el otoño.

<b>AF (%)</b>	<b>0 % SUPL.</b>	<b>0.7 % SUPL</b>	<b>FARDO S/SUPL.</b>	<b>FARDO+ SUPL.</b>
<b>2</b>	339	489		
<b>4</b>	265	279	280	273
<b>6</b>	215	209		

Es sabido que para incrementar la producción por ha es necesario sacrificar parte de la performance individual de los animales. Si comparamos la GDPV/animal (CUADRO 23) con la producción de carne/ha, vimos que a medida que la AF aumenta también lo hace la GDPV/animal pero la producción de carne por ha disminuye. Esto nos indica que ambas variables se comportan de manera inversa ante cambios en la AF.

Las mayores producciones por hectárea se lograron con elevadas presiones de pastoreo, y para estos casos la suplementación incrementó dichos valores de una manera muy importante (incremento igual 150 Kg/ha).

A medida que la AF fue mayor, la suplementación no tuvo mayor efecto en aumentar la producción por hectárea, tal es así que en el caso de AF de 6% del PV no hay efecto del grano sobre la producción por superficie.

El suministro de fardos ad libitum tampoco produjo variaciones significativas sobre la producción de carne /ha. Debemos aclarar que los resultados pueden haber sido diferente con otro tipo de fardos de mayor calidad.

No debemos pasar por alto que los resultados presentados son para animales Hereford y de 18 meses de edad, ya que los valores varían según el tipo racial y la edad, entre otros factores.

La alternativa que elija el productor va a depender del sistema de producción, ya que no siempre la alternativa que produjo más carne por unidad de superficie es la recomendada. Por ejemplo si estamos frente a animales en terminación a corto y mediano plazo es impensable escoger la alternativa de 2% PV de AF más grano, ya que no se cumpliría el objetivo en el tiempo determinado. Lo que si parece claro es la ineficiencia del uso de la alternativa de 6% PV de AF con grano, debido a que ni las GDPV, ni la producción/ha superan a las logradas con la misma AF sin suplementar.

#### 4.8 CONCLUSIÓN.

- La disponibilidad de la pastura (Kg/ha) utilizada en este experimento no fue una limitante (siempre mayor a 2000 Kg MS/ha).
- En este experimento las condiciones climáticas no fueron las mas comunes lo que produjo pasturas mas balanceadas y no tan aguachentas.
- Con altas presiones de pastoreo el aumento en la AF produce mejores performances animales por un mayor consumo y mejor calidad de la dieta.
- La inclusión de suplemento también redundo en mejores performances animales, y su efecto es mas notorio a bajas asignaciones de forrajes, esto es mas por un aumento en el consumo que por una corrección del desbalance.
- Las mayores producciones por hectárea se lograron con elevadas presiones de pastoreo, y para estos casos la suplementación incrementó dichos valores de una manera muy importante (incremento igual 150 Kg/ha).
- El suministro de fardos ad libitum no provocó variaciones importantes sobre la productividad animal.

## **5. RESUMEN**

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del nivel de oferta de forraje y de la suplementación con granos y heno en la performance de novillos Hereford que pastorean una pastura mezcla de leguminosas y gramíneas durante el otoño.

El experimento se llevó a cabo en la unidad de bovinos de carne de la estación experimental Alberto Boerger de I.N.I.A. "La Estanzuela"; Colonia, Uruguay, teniendo una duración de 79 días (07/04/2004 – 25/06/2004).

Se utilizaron 72 novillos de raza Hereford de sobreaño, con un peso vivo inicial promedio de  $275 \pm 15.6$  Kg, los cuales pastoreaban una pastura mezcla de leguminosas y gramíneas. El manejo de pastoreo se realizó mediante cambio de franjas cada tres y cuatro días. Los tratamientos se formaron a partir de un arreglo factorial entre AF y S, mas dos tratamientos extras que incluían la suplementación con heno; dando lugar así a ocho tratamientos. Dos de ellos pastorearon a una AF de 2% de su PV, otros cuatro a 4% y los dos restantes a 6%. Para cada AF se tenía un lote testigo (sin suplementar) y otro suplementado con maíz entero al 0.7% del PV; además dentro de la AF de 4% hubieron dos tratamientos a los que se les suministro fardo (raigrás encañado) ad libitum.

Las ganancias promedio (Kg/animal/día) obtenidas fueron: para 2% de AF, 0.51 y 0.74; para 4% de AF 0.74 y 0.82; y para 6% de AF, 0.97 y 0.95; siendo el primer valor el correspondiente a los animales testigos y el segundo para los suplementados. Además los animales con 4% de AF mas fardo presentaron una ganancia de 0.82 y 0.86 Kg/animal/día, para los sin grano y con grano respectivamente. Existió respuesta

significativa a la suplementación con grano en los tratamientos con 2 y 4 % de PV de AF ( $P<0.05$ ), también fue significativo el aumento en GDPV al aumentar la AF para todos los tratamientos ( $P<0.0001$ ). No resultó significativa la respuesta en GDPV al agregado de heno ( $P<0.05$ ).

El suplemento con grano solo aumentó el valor del AOB a AF de 2% de PV ( $P<0.05$ ). Además el aumento de la AF solo causó efecto sobre el AOB al pasar de 2 a 4 % de PV ( $P<0.05$ ), pero no al pasar de 4 a 6% del PV. El suplemento con fardos no causó efectos ( $P<0.05$ ).

En cuanto al espesor de grasa en el cuadril (G), el suplemento incremento el valor de G a todas las AF evaluadas ( $P<0.05$ ). El incremento de la AF solo causó efecto sobre la G al pasar de 2 a 4% de PV de AF ( $P<0.05$ ). Y el suministro de fardos no causó efectos sobre el valor de G ( $P<0.05$ ).

## **6. SUMMARY**

The objective of this work is to evaluate the effects of the forage assign (FA) and supplementation (S) with maize grain or hay, on the Hereford steers performance whose were grazing in mixed pastures of leguminous and gramines during the autumn.

The experiment was carried out at the beef cattle unity of the Alberto Boerger Experimental Station, I.N.I.A. "La Estanzuela"; Colonia, Uruguay, for 79 days (07/04/2004 – 25/06/2004).

Eighteen month old Hereford steers with an initial average of 275kg live weight  $\pm$  15.6 Kg were used. The grazing paddock was changed twice a week (between three or four days). Six treatments were obtained from a factorial arrangement between FA and S, and there were two extra treatments which included supplementation with hay; that result in a total of eight treatments. Two of them grazed with a FA of 2% LW, four of them grazed with a FA of 4% LW, and the others two treatments grazed with an FA of 6% LW. For each FA there was a witness group (without supplementation) and other group which was supplemented (0.7%LW) with whole maize grain, furthermore there were two treatments with 4% LW of FA which were eating hay ad libitum (mature ryegrass).

The steers live weight gains (Kg/animal/day) for each treatments were: 2% LW of FA, 0.51 and 0.74; 4% LW of FA, 0.74 and 0.82; and 6% LW of FA, 0.97 and 0.95 (the first number corresponds with without grain group and second value with supplemented group). Furthermore the groups of animals which consumed hay had LWG of 0.82 and 0.86 by animal without grain and with grain respectively.

There were significant effects of grain supplementation in the treatments whose FA were 2 and 4 % LW ( $P < 0.05$ ). Increasing the FA were achieved significant increments on the LWG, for all treatments ( $P < 0.0001$ ). The hay supplementation did not produce significant effects on LWG ( $P < 0.05$ ).

The grain supplementation only increase the value of REA at 2% LW of FA ( $P < 0.05$ ). The increments of FA was effective on increasing the REA value only when passed of 2% LW at 4% LW of FA ( $P < 0.05$ ).

Considering the wide of fat in the top sirloin (G), the supplementation increase the "G" value in all FA evaluated ( $P < 0.05$ ). This increment on the FA only had effects on G when

it passed from 2 to 4% in FA ( $P < 0.05$ ). Supplying hey, did not cause effects over "G" value ( $P < 0.05$ ).

## **7. BIBLIOGRAFIA**

- **ANDREO, N.; CASTRO, H. Y VOTTERO, D.** 2001. Las bajas ganancias de peso de los novillos durante el otoño. INTA Rafaela. <http://www.produccionbovina.com>.
- **AUSTRALIAN FEEDING STANDARD(AFS).** 1994. Prediction of feed intake. 209-225.
- **AUZA, N.J.; VIDELA DORNA, I. Y MILANO, G.** 1986. Síndrome tetanizante magnesio dependiente (conf.) Revista Arg. Producción Animal. 6:371-380.
- **BAECK J. M.** 2000. Ganancias de peso otoñales: ¿un problema de la Pampa Húmeda solamente?. <http://www.produccionbovina.com>.
- **BARTABURU, S; COOPER, P; LANFRANCONI, M; OLIVERA, L.** 2003. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño - invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 81pp.
- **BEAUCHEMIN, K. A.; MC ALLISTER, T. A.; DONG, Y.; FARR, B. I.; CHENG, K. J.** 1994. Effects of mastication on digestion of wall cereal grains by cattle. Journal of Animal Science. 72:236-246.
- **BEEVER, D. E.; TERRY, R. A.; CAMMELI, S. B. and WALLACE, M. P.** 1978. The digestion of spring and autumn harvested perennial ryegrass by sheep. Journal of Agricultural Science. Cambridge: 90. 463-470.
- **BEEVER, D. E.; OFFER, N.; GILL, M.** 2000. The feeding value of grass and grass product. In Grass its production and utilization. (Ed A. Hopkins Institute of Grassland and Environmental Research). pp. 140-195. Blackwell Science Ed.: Oxford. 440pp.

- **BIANCHI, J. L.** 1982. Relación de distintos parámetros de la pastura con el consumo y ganancia de peso de novillos en pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 112pp.
- **BOWMAN, J. P. and SANSON, D. W.** 1996. Starch- or fiber- based supplements for grazing ruminants. Proc. 3<sup>rd</sup> Grazing Livestock Nutrition Conference. Proc. West Sect. Am. Soc. Anim. Sci. 47 (suppl.1): 118.
- **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 75 (5): 1368-1379.
- **BUTRIS, G. Y. y PHILLIPS, C. J. C.** 1987. The effect of herbage surface water and the provision of supplementary forage on the intake and feeding behaviour of cattle. Grass and Forage Science. 42:159-264.
- **CARRIQUIRY, J.; NORMEY, R.; PARDIÑAS, P.** 2002. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño - invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía 79pp.
- **CATON, J. S. and DHUYVETTER, D. V.** 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants. Requirements and responses. J. Anim. Sci. 75:533-542.
- **CHACON, E. A.; STOBBS, T. H.; DALE, M. B.** 1978. Influence of sward characteristics on grazing behavior and growth of Hereford steers grazing tropical grass pastures. Australian Journal of Agricultural Research. 29:89-102.
- **CHILIBROSTE, P.** 1998a. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo: I. Predicción del consumo. Jornadas Uruguayas de Buiatría, (26<sup>a</sup>, 1998, Paysandú) pp. 1-7.

- **CHILIBROSTE, P.** 1998b. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo: II. Balance de nutrientes. Jornadas Uruguayas de Buiatría, (26<sup>a</sup>, 1998, Paysandú) pp. 8-12.
- **COMBELLAS, J.; HODGSON, J.** 1979. Herbage intake and milk production by grazing dairy cows I. The effects of variation in herbage mass and daily allowance in a short-term trial. *Grass and Forage Science*. 34:209-214.
- **CORBETT, J. L.; LANGLANDS, J. P.; MCDONALD, I. and PULLAR, J. D.** 1966. Comparison by direct animal calorimetry of the net energy values of an early and a late season growth of herbage. *Animal Production*. 8,13-27.
- **DIXON, R. W.; STOKDALE, C. R.** 1999. Associative effects between forages and grains: Consequences for feed utilization. *Australian Journal of Agricultural Research*. 50:757-773.
- **DI MARCO, O. N.** 1998. Crecimiento de vacunos para carne. 1<sup>a</sup> Edición; Balcarce, Argentina. pp. 246.
- **DI MARCO, O. N.; AELLO, M. S.; ENRIQUE, H. S.** 2000. Efecto de la concentración de amoníaco ruminal en el gasto energético de rumiantes. Reunion Latinoamericana de Producción Animal, Montevideo UY: 2000. ALPA; AUPA. UY CD ROM. Area Nutrición 2000. dat. num.
- **DI MARCO, O. N.** 2005. Rendimiento de la res. Unidad Integrada Balcarce (INTA – Fac. Cs. Agrarias). <http://www.e-campo.com>.
- **DRENAN, M. J. and KEANE, M. G.** 1987. Responses to supplementary concentrates for finishing steers fed silage. *Irish Journal of Agricultural Research* 26:115-127.
- **DOUGHERTY, C. T.; LAURIAULT, P. L.; CORNELIUS, L. M.; BRADLEY, N.W.** 1989. Herbage allowance and intake of cattle. *Journal of Agricultural Science*. 112:395-401.

- **DUMESTRE, J.; RODRÍGUEZ, N. 1995.** Efecto de niveles de suplementación con granos y frecuencia en el cambio de parcelas de pastoreo en el comportamiento de novillos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía 83pp.
- **ELIZALDE Y SANTINI 1992.** Factores nutricionales que limitan las ganancias de peso en bovinos en el periodo otoño –invierno. Boletín técnico N° 104. 24pp.
- **ELIZALDE, J.C.. 1993.** Algunos factores nutricionales del forraje que afectan la suplementación en pastoreo. Reunión ganadera de la zona semiárida, (1993, Balcarce) UNMP. INTA EEA Balcarce. pp. 7-12.
- **ELIZALDE Y SANTINI 1994.** Corrección de problemas nutricionales de otoño. Cuaderno de actualización técnico N° 53. 1ª edición .pp 34-44.
- **ELIZALDE, J. C.; SANTINI, F. J.; PASINATO, A. M. 1996.** The effect of stage of harvest on the process of digestion in cattle fed winter oat indoor, II Nitrogen digestion and microbial protein synthesis. *Animal Feed Science Technology*. 63:245-255.
- **ELIZALDE, J.C.. 1999a.** Suplementación con granos en la producción de carne en animales en pastoreo. Congreso Nacional para Productores y Profesionales, (II.; 1999,Palermo). Forrajes y Granos. pp 67-93.
- **ELIZALDE, J. C.; MERCHEN, N. R.; FAULKNER, D.B. 1999b.** Supplemental cracked corn for steers fed fresh alfalfa: I. Effects on digestion of organic matter, fiber, and starch. *Journal of Animal Science*. 77: 457-466.
- **ELIZALDE, J. C. 2000.** Utilización eficiente del pasto y la alternativa del engorde a corral. Unidad Integrada Balcarce. Facultad de Ciencias Agrarias Balcarce, Univ. Nac. Mar del Plata. INTA EEA BALCARCE.
- **ELIZALDE, J. C. 2001.** Suplementación con grano en la producción de carne en pastoreo. Curso de suplementación y engorde a corral integrados a sistemas pastoriles, (2001, Balcarce) UNMP. INTA EEA Balcarce. pp 101.

- **FERNADEZ, E.; MIERES, J.** 2005. Algunos conceptos sobre el uso de suplementos en los sistemas invernaderos. Jornada Producción Animal Intensiva. Serie Actividades de Difusión N° 406 INIA La Estanzuela pp 1-10.
- **FORMOSO F.** 2005. Eficiencia de la producción y utilización de forraje en otoño e invierno. Jornada Producción Animal Intensiva. Serie Actividades de Difusión N° 406 INIA La Estanzuela pp 59-65.
- **FRENCH, P.; MOLONEY A.P; O'KIELY P.; O'RIORDAN E. G y CAFFREY, P. J.** 2001a. Growth and rumen digestion characteristics of steers grazing autumn grass supplemented with concentrates based on different carbohydrate sources. British Society of Animal Science,; 72:139-148.
- **FRENCH P.; O'RIORDAN E. G.; O'KIELY P.; CAFFREY P. J; and MOLONEY A. P.** 2001b. Intake and growth of steers offered different allowances of autumn grass and concentrate. British Society of Animal Science: 72: 129-138.
- **FRENCH P.; O'RIORDAN E. G.; O'KIELY P.; CAFFREY P. J; and MOLONEY A. P.** 2001c. Effects of concentrate level and grazing system on the performance of beef cattle grazing autumn herbage. Irish Journal of Agricultural and Food Research 40: 33-44.
- **GALYEAN, M.L and GOETSCH, A.L.**1993 Utilization of forage by ruminants. En: H.G. Jung D.R.Buxton,R.D. Haltfield, and J. Ralph (Ed.) Forage Cell Wall Structure and Digestibility. Pp 34-72. ASA – CSSA- SSSA, Madison, WI.
- **GALLARDO, M.** 1999. Importancia de la fibra en otoño. Revista Chacra N° 821. (Suplemento especial tambo N° 2).
- **GARCIA, S. C.; SANTINI, F. J.; ELIZALDE, J. C.** 2000. Sites of Digestion and Bacterial Protein Synthesis in Dairy Heifers Fed Fresh Oats with or without Corn or Barley Grain. Journal Dairy Science. 83:746-755.

- **GERALD, W.; HORN, G. W. Y MAC COLLUM, F. T.** 1987. Energy supplementation of grazing ruminants. Proc Graz. Liv. Nutr. Conf., Oklahoma State University, Stillwater 74078. pp 1-10.
- **GIPROCAR. 2002.** Jornada Anual de Presentación de Resultados. GIPROCAR. FUCREA, Sector Agrícola – Ganadero. Mercedes, Uruguay.
- **GOETSCH , A. L; MURPHY, G. E.; GRANT, E. W., FORSTER, E L. A. Jr; GALLOWAY, D. L; WEST, C. P.; JOHNSON, Z. B.** 1991. Effects of animal and supplement characteristics on average daily of grazing beef cattle. Journal of Animal Science. 69:433-442.
- **GREENHALGH, J. F. D.; REID, G. W.; AITKEN, J. N.; FLORENCE, E.** 1966. The effects of grazing intensity on herbage consumption and animal production. Journal of Agricultural Science Cambridge. 67:13-23.
- **GRIGERA, J.M.** 2000. Sitios de digestión de diferentes tipos de maíz ofrecidos entero o molido en vacunos alimentados con forraje fresco de avena. Curso de posgrado de producción animal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata. s/p
- **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.
- **JONES, R.J Y SANDLAND, R.L.** 1974. The relation between animal gain and stocking rate; derivation of the relation from the results of grazing trials. J. Agric. Sci. 83:335-342
- **KLOSTER, A.M.; LATIMORI, N.J.; AMIGONE, M.** 2001. Suplementación otoño invernal de novillo en terminación. Pp.1-6.

- **KLOSTER, A.M.; LATIMORI, N.J.; AMIGONE, M.** 2004. Manejo de la alimentación de novillos cola de invernada durante el segundo otoño. Area de Producción Animal, INTA Marcos Juárez. <http://www.produccionbovina.com>
- **LEAVER, J. D.** 1985. Milk production from grazed temperate grasslands. *J. Dairy Res.* 52:313-344.
- **MAC RAE, J. D.; SMITH J.S.; DEWEY P. J.; BREWER A. C.; BROWN D. S. and WALKER A.** 1985. The efficiency of utilization of metabolisable energy and apparent absorption of amino acids in sheep given spring- and autumn-harvested dried grass. *British Journal of Nutrition.*: 54.197-209.
- **MAC RAE, J. C.** 1987. Gut function and its influence on metabolic regulation. *World Review of Animal Production*: XXIII. 45-50.
- **MARSH, R.; CAMPLING, R. C and HOLMES, W.** 1971. A further study of a rigid grazing management system for dairy cows. *Animal Production.* 13:441-448.
- **MARSH, R.** 1975. A comparison between spring and autumn pasture for beef cattle at equal grazing pressures. Agricultural Research Institute of Northern Ireland, Hillsborough, Co. Down. *J. Br. Grassland Soc.* pp 30, 165.
- **MAYNE, C. S.; WRIGHT I. A.** 1988. Herbage intake and utilization by the grazing dairy cows. In: Garnsworthy P.C. *Nutrition and Lactation in the Dairy Cow.* Butterworth, London, pp. 280-293.
- **MAYNE, C. S.** 1991. Effects of supplementation on the performance of both growing and lactating cattle at pasture. In *Management issues for the grassland farmer in the 1990s.* Occasional symposium N° 25, British Grassland Society, pp. 55-71.
- **MC ALLISTER, T. A.; RODE, L. M; MAJOR, D.J; CHENG, K.L.; BUCHANAN-SMITH, J.G.** 1990. Effect of ruminal microbial colonization on cereal grain digestion. *Canadian Journal of Animal Science.* 70:211-217.

- **MC. DONALD, P.; EDWARDS, R. A.; GREENHALGH, J. F. D. AND MORGAN, C. A.** 1995. Grass and forage crops. In Animal Nutrition, fifth edition. pp. 434-450. Longman Publications, London.
- **MENDEZ, D.; DAVIES, P.**, 2000. Actualización en utilización de verdes invernales. Publicación técnica N° 30. INTA Gral. Villegas. Pp. 1-35.
- **MENDEZ, D.; DAVIES, P.** 2001. El otoño y las bajas ganancias de peso. Revista CREA, Argentina, 54-59.
- **MENDEZ, D. ; DAVIES, P.** 2002. Suplementación otoñal . INTA General Villegas. <http://www.produccionbovina.com>.
- **MENDEZ Y DAVIES**, 2003a. Calidad de forraje y bajas ganancias de peso otoñales. <http://www.produccionbovina.com>
- **MENDEZ Y DAVIES**, 2003b. <http://www.produccionbovina.com>.
- **MIERES, J. M.** 1996. Tipo de suplemento y su efecto sobre el forraje. En: suplementación estratégica para el engorde de ganado. IIA, Jornada técnica, N°96, 1-6
- **MORRIS, S. T., HIRSCHBERG, S. W., MICHEL, A., PARKER, W. J. y Mc CUTCHEON.** 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.
- **MOTT, G. O.** 1960 Grazing pressure and the measurement of pasture production. Proc. 8 th Int. Grasslang. Congr. 606-611
- **ORSKOV, E. R.** 1976. The effect of processing on digestion and utilization of cereals by ruminants. Proceedings Nutrition Society 35:245-252.
- **ORSKOV, E. R.** 1982. Protein Nutrition in Ruminants. Academic press, London, England.

- **ORSKOV, E. R.; RYLE, M.** 1990. Energy Nutrition. Elsevier Applied Science Publishers, London, New York.
- **PHILLIP, L. E.** 1987. Metabolic adaptations in high producing ruminants during periods of nutritional stress. Int. Chem. Conf. Paper 23. pp1-19.
- **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.
- **PRESCOTT, J. H. D.** 1972. Utilización de forrajes y alimentación suplementaria para vacunos en pastoreo. Revista Argentina de Producción Animal 9 (3): 147-168.
- **REARTE, D. H.** 1999. Sistemas pastoriles intensivos de producción de carne de la región templada. Reuniao Anual Sociedade Brasileira de Zootecnia. Pp. 213-223.
- **REARTE D. H.; PIERONI G. A.** 2001. Supplementation of temperate pastures. INTA Balcarce, XIX International Grassland Congress : 679-689.
- **REED, K. F. M.** 1978. They effect of season of growth on the feeding value of pasture. Journal of the British Grassland Society 33:227-234.
- **RISSO, D. F.; ZARZA, A. R.** 1981. Producción y utilización de pasturas para engorde. En: Utilización de pasturas y engorde eficiente de novillos, Miscelánea N° 28 La Estanzuela, CIAAB. pp 7-27.
- **SANTINI, F. Y REARTE, D.** 1996. Estrategia de alimentación en invernada. Serie Actividades de Difusión N° 96 INIA La Estanzuela. pp. 22-32.
- **SIMEONE, A.; BERETTA, V.; ROWE, J.; NOLAN, J.; ELIZALDE, J. C.** 2002. Getting cattle to grow faster on lush Autumn Pastures. Animal Production Aust. 24: 213-216.

- **SIMEONE, A.; BERETTA, V.; ROWE, J.; NOLAN, J.; ELIZALDE, J.** 2002. Degradability of forages in the rumen of cattle grazing lush Autumn pastures and supplemented with maize. *Animal Production Aust.* 24: 217-220.
- **SIMEONE, A.; BERETTA, V.; ROWE, J.; NOLAN, J.; ELIZALDE, J. C.** 2003. Whole or Ground Maize grain for cattle grazing annual ryegrass pasture. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia, Volume 14.*
- **SIMEONE, A.; BERETTA, V.; FRANCO, J.; BALDI, F.** 2004. Manejo Nutricional en Ganado de Carne .Jornada anual de la Unidad de Producción Intensiva de carne, EEMAC, Paysandú, Uruguay. pp15.
- **STEVENS, D.** 1988. Direct effect of cold on grazing animal. *Proceeding of the Australian Society of Animal Production* 17:83-86.
- **SUTTON, J. D.; BINES, S. V.; MORANT, D. J.; NAPPER, J. A. and GIVENS, D. I.** 1987. A comparison of starchy and fibrous concentrates for milk production, energy utilization and hay intake by Friesian cows. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 109:375-386.
- **TYLER, J. C. and WILKINSON, J. M.** 1972. The influence of level of concentrate feeding on voluntary intake of grass on live weight gain by cattle *Animal Production* 14:85.
- **USTARROZ, E.; KLOSTER, A.; LATIMORI, N; SANIBONI, C. Y MÉNDEZ, D.** 1998. Intensificación de la invernada sobre pasturas base alfalfa. <http://www.produccionbovina.com>.
- **USTARROZ, E. Y DE LEON, M.** 1999. suplementación con granos en invernada. *Congreso Nacional para Productores y Profesionales, (II.; 1999,Palermo).* Forrajes y Granos. pp 37 -67.

- **VADIVELLO, J. AND HOLMES, W.** 1979. The effects of forage digestibility and concentrates supplementation on the nutritive value of the diet and performance of finishing cattle. *Animal Production* 29:121-129.
- **VAZ MARTINS, D.** 1996. Suplementación energética en condiciones de pasturas limitantes. Serie Actividades de Difusión N° 96 INIA La Estanzuela. pp. 15-21.
- **VAZ MARTINS, D.; FERNANDEZ, E.; LA MANNA, A.; MIERES, J.; Y BANCHERO, G.** 2005. Efecto de la degradabilidad del grano como suplemento sobre la ganancia de peso vivo de novillos sobre una pastura de leguminosas durante otoño-invierno y primavera. Serie Actividades de Difusión N° 406. INIA La Estanzuela. pp. 13-16.
- **VERITÉ, R ; JOURNET, M.** 1970. Influence de la teneur en EAU et de la deshydratation de L<sup>^</sup> Herbe sur sa valeur alimentaire pour les vaches laitieres. 255-268.
- **ZINN, R. A.; ADAM, C. F. and TAMAYO, M. S.** 1995. Interaction of feed intake level on comparative ruminal and total tract digestion of dry-rolled and steam-flaked corn. *Journal of Animal Science*. 73:1239-1245.

**8 ANEXOS**

Anexo 1. Temperaturas medias y máximas y precipitaciones durante el período experimental.

<b>Período</b>	<b>Temp. Media (°C) (Promedios)</b>	<b>Temp. Máx. (°C) (Promedios)</b>	<b>Precipitaciones (mm) (Suma)</b>
07/04-10/04	19,4	24,1	30.6
11/04-20/04	18,2	23,4	58.8
21/04-30/04	14,9	19,5	174.6
01/05-10/05	14,4	19,0	4.2
11/05-20/05	10,8	14,8	3.3
21/05-31/05	11,1	15,2	47.1
01/06-10/06	11,2	15,7	0.5
11/06-20/06	11,8	17,5	0
21/06-25/06	11	14,7	0.5

Anexo 2. Evolución del forraje disponible para cada tratamiento durante el período experimental (Kg. MS/Ha).

Período	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
7/04-19/04	3948	2933	3967	3427	3226	2855	3384	3222
20/04-03/05	2720	2698	2349	3307	2752	2733	3140	2486
04/05-17/05	3994	4824	3730	3700	4258	3835	3986	4376
18/05-31/05	5634	4682	4903	5236	5077	4682	4370	4888
01/06-14/06	4025	4137	4772	4137	4524	4524	4836	5494
15/06-25/06	5632	6287	6153	5581	5127	5502	5939	5729
<b>Promedio</b>	<b>4326</b>	<b>4260</b>	<b>4312</b>	<b>4231</b>	<b>4161</b>	<b>4022</b>	<b>4276</b>	<b>4366</b>

Anexo 3. Evolución del % MS del forraje disponible para cada tratamiento durante el período experimental.

Período	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
7/04-19/04	36	31	35	33	33	32	34	34
20/04-03/05	21	26	21	20	22	20	25	23
04/05-17/05	26	25	23	22	24	22	24	25
18/05-31/05	27	23	24	26	22	25	23	23
01/06-14/06	23	25	24	25	22	22	24	22
15/06-25/06	26	25	27	25	23	25	25	23
<b>Promedio</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>25</b>

Anexo 4. Evolución de la DMO (%) del forraje disponible para cada tratamiento durante el período experimental.

Período	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
7/04-19/04	60	65	59	62	60	63	62	61
20/04-03/05	64	61	61	54	63	61	56	63
04/05-17/05	66	62	69	65	61	66	66	63
18/05-31/05	60	72	69	63	67	60	64	67
01/06-14/06	73	68	67	68	69	69	67	69
15/06-25/06	58	55	55	61	64	61	63	72
<b>Promedio</b>	<b>63,7</b>	<b>64,1</b>	<b>64,0</b>	<b>62,3</b>	<b>64,1</b>	<b>63,4</b>	<b>63,1</b>	<b>65,7</b>

Anexo 5. Evolución del % PC del forraje disponible para cada tratamiento durante el período experimental.

Período	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
7/04-19/04	11	15	11	14	13	13	14	14
20/04-03/05	17	16	16	15	16	16	14	16
04/05-17/05	18	15	20	18	15	21	16	16
18/05-31/05	12	18	17	14	18	13	16	15
01/06-14/06	16	14	15	14	17	17	17	17
15/06-25/06	12	14	13	16	15	14	17	17
<b>Promedio</b>	<b>14,7</b>	<b>15,5</b>	<b>15,4</b>	<b>15,2</b>	<b>15,7</b>	<b>15,9</b>	<b>15,6</b>	<b>15,8</b>

Anexo 6. Evolución del % FDA del forraje disponible para cada tratamiento durante el período experimental.

Período	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
7/04-19/04	41	40	41	41	44	42	40	40
20/04-03/05	39	41	41	46	40	41	45	40
04/05-17/05	38	41	37	39	41	37	39	40
18/05-31/05	42	35	37	41	38	43	39	39
01/06-14/06	36	36	39	36	38	38	37	36
15/06-25/06	42	43	43	41	38	42	39	36
<b>Promedio</b>	<b>39,4</b>	<b>39,1</b>	<b>39,5</b>	<b>40,7</b>	<b>40,0</b>	<b>40,5</b>	<b>39,9</b>	<b>38,5</b>

Anexo 7. Composición química del heno recibido por el tratamiento 7 durante el período experimental.

Fecha	% PC	% FDA	% FDN
03/05/04	6	56	73
08/06/04	10	50	72
22/06/04	4	56	81

Anexo 8. Composición química del heno recibido por el tratamiento 8 durante el período experimental.

Fecha	% PC	% FDA	% FDN
03/05/04	5	56	78
08/06/04	6	57	81
22/06/04	5	52	74

Anexo 9. Evolución de las ganancias de peso vivo para cada tratamiento durante el período experimental.

Período	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
7/04-19/04	-0.13	0.154	0,239	0,094	-0,39	0,427	0,08	0,026
20/04-03/05	1.26	0.66	0,262	1,44	-0,74	1,09	0,4	0,794
04/05-17/05	1.0	1.25	1,310	1,52	1,7	1,56	1,09	1,33
18/05-31/05	0.83	0.1	0,659	0,67	0,36	0,6	1,25	1,15
01/06-14/06	0.82	1.6	0,929	0,8	1,01	1,25	0,86	0,7
15/06-25/06	0.53	0.0	0,722	0,5	-0,1	0,07	0,7	0,31



