

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**EFFECTO DE LA ASIGNACION DE FORRAJE Y DE LA SUPLEMENTACION
CON GRANO DE MAIZ ENTERO O MOLIDO SOBRE LA PERFORMANCE DE
NOVILLOS HEREFORD PASTOREANDO VERDEOS DURANTE EL OTOÑO**

por

**Ignacio DAMONTE ACQUARONE
Guzmán IRAZABAL DABEZIES
Rodrigo REINANTE BRUSA
Martín SHAW BELLATI**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2004**

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1	INTRODUCCIÓN.....	4
2.2	ASPECTOS RELACIONADOS A LA PROBLEMATICA OTOÑAL	5
2.3	FACTORES DE LA PASTURA QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN ANIMAL.....	8
2.3.1	Valor nutritivo del forraje.....	8
2.3.1.1	Factores que afectan el valor nutritivo.....	10
2.3.1.1.1	Relación entre consumo – disponibilidad – altura – % de materia seca del forraje	10
2.3.1.1.2	Digestibilidad de la pastura	14
2.3.1.1.3	Eficiencia de utilización de los productos de la fermentación	15
2.4	FACTORES DE MANEJO QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN ANIMAL EN PASTOREO	18
2.4.1	Intensidad de pastoreo	18
2.4.1.1	Efecto de la presión de pastoreo sobre el % de utilización, el consumo de forraje y la ganancia de peso individual y por unidad de área.	18
2.4.2	Sistema de pastoreo	21
2.4.2.1	Manejo del pastoreo.....	21
2.5	SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADOS ENERGÉTICOS	22
2.5.1	Conceptos generales	23
2.5.2	Características del suplemento	25
2.5.2.1	Tipo de grano: características particulares del grano de maíz	26
2.5.2.2	Efecto del procesamiento.....	27

2.5.3	Nivel de suplementación, cantidad y calidad del forraje	29
2.5.4	Suplementación con granos en pasturas desbalanceadas	32
2.5.5	Efecto de la suplementación en la digestión	35
2.6	EFFECTO DEL TIPO DE DIETA SOBRE LA CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE	37
2.6.1	Introducción.....	37
2.6.2	Efecto del tipo de dieta sobre la calidad de la canal.....	40
2.6.2.1	Efecto sobre el rendimiento.....	40
2.6.2.2	Efecto sobre la cantidad de carne, grasa y hueso	46
2.6.2.3	Efecto sobre el rendimiento al desosado	49
2.6.3	Efecto sobre la calidad de la carne	51
2.7	HIPÓTESIS	53
3.	MATERIALES Y METODOS	54
3.1	LOCALIZACION	54
3.2	CLIMA	54
3.3	SUELO	55
3.4	PASTURA Y SUPLEMENTO.....	55
3.5	ANIMALES	55
3.6	TRATAMIENTOS	56
3.7	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	57
3.7.1	Período pre-experimental	57
3.7.2	Período experimental	57
3.7.2.1	Manejo de la pastura.....	57
3.7.2.2	Manejo de la suplementación.....	58
3.7.2.3	Manejo sanitario	59
3.8	DETERMINACIONES REALIZADAS	60
3.8.1	Pastura.....	60
3.8.1.1	Forraje disponible.....	60

3.8.1.2	Altura del forraje.....	60
3.8.1.3	Composición botánica.....	61
3.8.2	Animales.....	61
3.8.2.1	Peso vivo.....	61
3.8.2.2	Consumo de suplemento.....	62
3.8.2.3	Consumo de forraje.....	62
3.8.2.4	Mediciones en la canal.....	63
3.8.2.4.1	Rendimiento de la canal.....	63
3.8.2.4.2	Rendimiento al desosado.....	63
3.8.2.4.3	Área de ojo de bife, espesor de grasa subcutánea (EGS) y espesor de grasa en el punto P8.....	65
3.8.2.5	Mediciones en la carne.....	65
3.8.2.5.1	pH final.....	65
3.9	VARIABLES CALCULADAS.....	65
3.9.1	Ganancia media diaria.....	65
3.9.2	Ganancia de peso vivo por unidad de área.....	66
3.9.3	Eficiencia de conversión del suplemento.....	66
3.9.4	Tasa de sustitución de forraje.....	66
3.9.5	Utilización del forraje.....	66
3.10	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	67
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	69
4.1	CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA.....	69
4.2	RESPUESTA ANIMAL.....	73
4.2.1	Evolución del peso vivo y ganancia media diaria.....	73
4.3	UTILIZACION DE LA PASTURA.....	79
4.4	CONSUMO.....	82
4.4.1	Consumo de forraje.....	82
4.4.2	Consumo de grano de maíz.....	88

4.4.2.1	Eficiencia de conversión del suplemento	89
4.4.3	Consumo total de materia seca.....	93
4.4.4	Consumo total de nutrientes digestibles totales	94
4.5	PRODUCCIÓN DE CARNE POR HECTÁREA	96
4.6	CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y DE LA CARNE	98
4.7	DISCUSIÓN GENERAL	107
5.	CONCLUSIONES	111
6.	RESUMEN.....	112
7.	SUMMARY	114
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	116
9.	ANEXOS.....	133

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Características de forrajes (MS, PB, Dig. MS, FDN) utilizados en diferentes trabajos.	6
Cuadro 2: Performance de distintas categorías animales en diferentes condiciones de pastura, disponibilidad y asignación de forraje.	20
Cuadro 3: Efecto de la frecuencia de cambio de franja y calidad de la pastura en la ganancia de peso de novillo (Kg/día). Presión de pastoreo 1.5% PV.	22
Cuadro 4: Características de los diferentes granos	27
Cuadro 5: Efectos de la asignación de forraje y del nivel de suplementación sobre el consumo de forraje y la performance animal.	31
Cuadro 6: Respuesta a la suplementación con concentrados energéticos sobre verdes de invierno.	33
Cuadro 7: Performance animal, características de la carcaza y calidad de carne en novillos en pastoreo suplementados con granos de maíz.	42
Cuadro 8: Efecto de la dieta sobre el contenido del tracto digestivo de terneros (según Stobo, 1964).	43
Cuadro 9: Cronograma de tratamientos sanitarios.	59
Cuadro 10: Disponibilidad, altura, composición botánica y composición química de la pastura de raigrás durante el primer pastoreo.	70
Cuadro 11: Evolución diaria de la MS de la pastura en dos períodos del experimento.	72
Cuadro 12: Efecto de la asignación de forraje y de la suplementación sobre la ganancia media diaria (kg/animal/día) de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sin suplementar o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del PV.	76
Cuadro 13: Cantidad (kg MS / ha) y altura (cm) de forraje ofrecido y residual por tratamiento, promedio de todo el período experimental, en una pastura de	

raigrás pastoreada por novillos Hereford en dos asignaciones de forraje, sin suplementar o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del PV.80

Cuadro 14: Utilización de forraje (%) promedio por tratamiento de todo el período experimental de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sin suplementar o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del PV.81

Cuadro 15: Consumo de forraje por animal por día (% PV) por tratamiento para todo el período experimental de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sin suplementar o suplementados a razón del 1% del PV.....83

Cuadro 16: Composición química del forraje consumido por novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sin suplementar o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del PV durante el período experimental.86

Cuadro 17: Efecto de la asignación de forraje y del procesamiento sobre el consumo de grano de maíz (kg MS/animal/día y % PV) por novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje y con suplementación a razón del 1% del PV.89

Cuadro 18: Eficiencia de conversión individual (kg de suplemento/kg de ganancia de PV adicional) y respuesta en ganancia media diaria (GMD) de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del PV.....90

Cuadro 19: Consumo total de MS, de nutrientes digestibles totales y ganancias medias diarias de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sin suplementar o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del PV.95

Cuadro 20: Producción de carne por hectárea de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sin suplementar o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón de 1% del PV.....	96
Cuadro 21: Peso vivo a la faena y variables de la carcaza para novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje, sin suplementación o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del peso vivo.	99
Cuadro 22: Desosado del corte pistola de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje, sin suplementación o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del peso vivo.....	104
Cuadro 23: pH de la carne de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje, sin suplementación o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del peso vivo	106
Cuadro 24: Consumo de forraje (% PV) predicho en función de las características de la pastura y del animal (CSIRO, 1990) y estimado para novillos pastoreando al 5% de AF.	108

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Composición de los alimentos.	9
Figura 2: Evolución del contenido de Proteína bruta (%), Nutrientes digestibles totales (%) y la relación entre ambos según diferentes fechas del experimento.	72
Figura 3: Efecto de la asignación de forraje y de la suplementación con grano de maíz entero o molido, sobre la evolución del peso vivo de novillos Hereford realizando el primer pastoreo de raigrás (medias ajustadas).	74
Figura 4: Eficiencia de conversión individual de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje con suplemento de maíz entero o molido a razón del 1% del PV.	92
Figura 5: Efecto de la asignación de forraje y de la suplementación sobre el consumo total de materia seca de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje, sin suplementar o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del PV.	94
Figura 6: Eficiencia de conversión de grano por hectárea (kg de grano/ kg de carne extra por hectárea) de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sin suplementar o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del PV.	98

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Registros diarios de precipitaciones y temperaturas de los meses de abril, mayo y junio.....	133
Anexo 2: Registro de peso vivo por animal y por pesada (peso lleno).	135
Anexo 3: Registro de peso vivo por animal y por pesada luego de 12 horas de ayuno (peso vacío).	136
Anexo 4: Asignación de forraje “teórica” y Asignación de forraje “efectiva” y sus respectivos consumos de los diferentes tratamientos.	137
Anexo 5: Cálculo del consumo predicho por CSIRO.	138

Tesis aprobada por:

Ing. Agr. M. Sc. Ph. D. Virginia Beretta

Ing. Agr. M. Sc. Alvaro Simeone

Méd. Vet. M. Sc. Juan Franco

Fecha:

Autor:

Ignacio Damonte Acquarone

Guzmán Irazabal Dabezies

Rodrigo Reinante Brusa

Martín Shaw Bellati

AGRADECIMIENTOS

A los directores de tesis Ing. Agr. Virginia Beretta, Ing. Agr. Álvaro Simeone y al Méd. Vet. Juan Franco por darnos la posibilidad de realizar este trabajo de tesis y por el apoyo brindado durante la elaboración del mismo.

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

Al Ing. Agr. Juan Carlos Elizalde por el aporte técnico brindado durante la tesis; al Ing. Agr. Fernando Baldi, al Méd. Vet. Oscar Feed y al funcionario de la U.P.I.C. Diego Mosqueira por la ayuda durante el trabajo de campo.

Particularmente queremos agradecer a nuestras familias y novias que nos alentaron a seguir siempre con fuerza nuestro emprendimiento formativo.

1. INTRODUCCIÓN

La intensificación de la producción de carne en sistemas orientados a la recría y engorde de vacunos en el Litoral Oeste del país, ha estado basada en la incorporación de pasturas mejoradas y pasturas sembradas (praderas mezclas de gramíneas y leguminosas, y verdeos), en sustitución al campo natural, principal recurso forrajero de los sistemas más extensivos de producción. Bajo este esquema de uso del suelo, los verdeos y pasturas mejoradas llegan a constituir más del 50% de la superficie de pastoreo, incrementando significativamente la producción anual de carne por unidad de área.

Existe no obstante, en estos sistemas, una marcada estacionalidad en la producción de carne/ha, reportándose al otoño como la estación de menor producción, asociada fundamentalmente a una baja performance individual de los animales. En general, tanto en nuestro país como en el extranjero se obtienen en el otoño ganancias de peso vivo que son un 40 o 50 % inferiores a las obtenidas en la primavera, aun cuando la calidad de la pasturas, evaluada en términos de digestibilidad y contenido proteico, es similar. Este comportamiento podría deberse a una baja asignación de forraje por animal por día, o a características nutricionales particulares del forraje durante esta estación.

Durante el otoño, la participación relativa de los verdeos de invierno es importante, constituyéndose en el principal soporte forrajero. Estas pasturas, fundamentalmente durante el primer pastoreo, se caracterizan por presentar un muy bajo contenido de humedad, alta digestibilidad y contenido de proteína de alta degradabilidad ruminal, pero muy bajo contenido de carbohidratos solubles.

La explicación elaborada por algunos autores sobre cómo estas características nutricionales del forraje (alto contenido de humedad y desbalance energético - proteico) pueden condicionar la respuesta animal, es la que ha tenido mas amplia difusión y aceptación como principal responsable de los resultados productivos, basado en la ineficiencia que esto provoca en la utilización de los nutrientes a nivel ruminal, balance energético. Sin embargo, trabajos desarrollados en los últimos años (Berasain et al, 2002 Carriquiry et al, 2002; Bartaburu et al, 2003; Elizondo et al, 2003), muestran que, restricciones al consumo podrían estar accionando como principales limitantes de la performance animal, aun cuando la oferta de forraje no es limitante.

La suplementación con una fuente energética, como lo es el grano de maíz, podría actuar incrementando el aporte de carbohidratos a nivel ruminal mejorando el balance de la dieta en términos de energía – proteína, y aumentaría simultáneamente el consumo total de nutrientes. No obstante, esta respuesta podría verse modificada dependiendo de la degradabilidad ruminal de la fuente energética utilizada y de la oferta de forraje, esta última actuando a través de cambios en la tasa de sustitución de forraje por suplemento.

Dentro de los sistemas de suplementación en pastoreo un aspecto a considerar es el efecto de la alimentación sobre la calidad de la carne obtenida. Dicha suplementación mejoraría la terminación o el rendimiento de la res por un mayor consumo de energía. Iguales resultados se obtendrían con ofertas de forraje no restrictivas, no obstante existirían diferencias en las características de la canal debido al metabolismo del animal al consumir una u otra dieta.

En base a lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de de la suplementación con grano de maíz entero o molido, ofrecido a razón del 1%

del peso vivo, sobre el consumo, performance animal y calidad de la carne y de la canal de novillos Hereford pastoreando un verdeo de raigrás durante el otoño, bajo dos asignaciones de forraje contrastantes.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 INTRODUCCIÓN

En los sistemas pastoriles como los que predominan en nuestro país, la tarea más ardua que ocupa a los productores es tratar de acompañar las necesidades de los animales con el suministro de nutrientes de las pasturas. La variación anual en la producción de forraje es baja comparada con la variación estacional de estas pasturas; cantidad y calidad del forraje disponible generalmente no coinciden con las necesidades de los animales (Vaz Martins, 1997).

En predios agrícola ganaderos el uso de verdeos es una práctica común que permite una elevada oferta de forraje en un corto período de tiempo (otoño – invierno) (Ahunchaín et al, 1997). La productividad animal a partir de los verdeos invernales ha encontrado, desde el punto de vista de la producción de carne, severas limitantes para su máxima expresión. Bajas ganancias de peso durante el primer pastoreo y una distribución desuniforme de la producción de forraje a lo largo del ciclo aparecen como las principales condicionantes de la eficiencia de utilización de este recurso (Méndez y Davies, 2003a).

El manejo de la intensidad de pastoreo (Méndez y Davies, 2002) unido a la suplementación energética (Elizalde, 2003c) ha sido propuesto por diversos autores como posibles estrategias de manejo tendientes a mejorar estos resultados, siendo las respuestas variables. Según Mieres (1997) los efectos del suplemento sobre el consumo de forraje 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 suplemento, del forraje y como consecuencia de esto el consumo.

Un aspecto a considerar en la suplementación en pastoreo así como en cualquier sistema de alimentación es el efecto de la alimentación sobre las características de la canal y calidad de la carne obtenida (Elizalde, 1999).

A la luz de la problemática planteada, esta revisión fue organizada abordando los siguientes aspectos: a) la magnitud del problema reportado, b) la identificación de los principales factores que podrían estar involucrados en la determinación de las bajas ganancias observadas en animales pastoreando verdes, c) la evaluación de prácticas de manejo de la alimentación que potencialmente contribuirían a revertir la situación observada.

2.2 ASPECTOS RELACIONADOS A LA PROBLEMATICA OTOÑAL

Distintos autores caracterizaron los forrajes de otoño para poder cuantificar los efectos que producen sobre el consumo y la performance animal. En el cuadro 1 se presenta un resumen de las principales características del forraje otoñal según diferentes autores.

Cuadro 1: Características de forrajes (MS, PB, Dig. MS, FDN) utilizados en diferentes trabajos.

Pastura	MS (%)	PB (%)	Dig. MS (%)	FDN (%)	Autor
Avena	18.8	22.15	66.75	46.95	Elizalde y Santini, 1992
Avena	15.3	17.9	71.3*	55.3	Carriquiry <u>et al</u> , 2002
Raigrás	20.1	15.26	-	47.98	Elizondo <u>et al</u> , 2003
Avena y triticale	12.8	20.6	72.1	47.7	Kloster <u>et al</u> , 1995

MS = materia seca; PB = proteína bruta; Dig. MS = digestibilidad de la materia seca; FDN = fibra detergente neutro. * expresada como % de nutrientes digestibles totales.

El forraje de otoño se caracteriza por presentar un bajo contenido de MS con una alta proporción de proteína (Cuadro 1), siendo la mayor proporción en forma soluble (PS), y un bajo contenido de carbohidratos solubles (CNES) (Méndez y Davies, 2003 a).

El alto contenido de proteína bruta de las pasturas y la alta degradabilidad que dicha proteína tiene a nivel ruminal, provoca altas concentraciones amoniacales (Santini y Rearte, 1997). Según estos autores, el amonio producido será utilizado por las bacterias del rumen siempre y cuando la energía a nivel ruminal no sea limitante, de lo contrario el amonio no utilizado, será en parte reciclado vía saliva y el resto excretado a través de la orina. Ésta pérdida es importante para el animal no sólo por lo que significa desperdiciar un componente nitrogenado de la dieta, sino porque le genera al animal un gasto energético extra a nivel hepático cuando el amonio es convertido en urea para su posterior excreción.

Sumado a esto, se desencadenan una serie de cambios metabólicos que se traducen en ganancias de peso inferiores a las que podrían esperarse para un forraje de tan alta digestibilidad (calidad) como son los verdes durante el primer aprovechamiento (Méndez y Davies, 2003a).

Varios autores afirman que éstas características del forraje provocan limitaciones en el consumo y una serie de trastornos fisiológicos y metabólicos (Elizalde y Santini, 1992; Kloster et al, 1995; Latimori et al, 1995; Risso et al, 1997; Santini y Rearte, 1997; Méndez y Davies, 2003a).

Sin embargo Méndez y Davies (2003a) sostienen que una limitación en el consumo originada principalmente por la asignación insuficiente de forraje parecería ser la causa más relevante que condiciona la ganancia de peso en los sistemas de invernada, mientras que los otros factores ya mencionados intervienen en menor medida, ya que asignaciones de forraje superiores al 2.5% del peso vivo (PV) no impedirían alcanzar ganancias superiores a 0.800 kg por animal por día.

Con respecto a lo mencionado anteriormente, en trabajos realizados en el Uruguay, se encuentran resultados contrastantes. Berasain et al, (2002) trabajando con novillos de sobreaño sobre avena y pradera permanente con asignaciones de forraje del 2.5% y 5% del PV, concluyeron que el bajo consumo (1.43% del PV) encontrado con la asignación de forraje más baja, podría ser explicado por la baja oferta diaria de MS que impediría a los animales lograr mayores consumos, obteniendo una ganancia media diaria de 0.316 kg/animal/día; mientras que en la asignación de forraje más alta (consumo de 2.03% del PV), la limitante al consumo podría explicarse por el bajo porcentaje de MS del forraje, obteniendo una ganancia media diaria de 0.507 kg/animal/día.

Sin embargo, Elizondo et al, (2003) trabajando con las mismas asignaciones de forraje y la misma categoría animal pero sobre raigrás, obtuvieron consumos más altos (2.07% y 3.16% del PV para asignaciones de forraje de 2.5% y 5% del PV respectivamente), adjudicando el bajo consumo de la asignación de forraje al 2.5% del PV a la baja disponibilidad de MS/animal/día de dicha asignación. Estos consumos encontrados en el experimento, se tradujeron en ganancias individuales de 0.873 kg/animal/día y 1.348 kg/animal/día para asignaciones de forraje de 2.5% y 5% respectivamente, lo que no reflejaría la problemática del otoño.

Por otro lado, De León y Ustarroz (1999) señalan que la suplementación con granos de cereales se presenta como la mejor alternativa para solucionar el desbalance de energía y proteína del forraje de otoño. Para dicha suplementación, es recomendable el procesamiento de los granos de cereales como una de las principales herramientas de manejo para la manipulación de la tasa de degradación y sitio de digestión del almidón, incidiendo sobre la eficiencia de utilización de los nutrientes en el forraje (Caorsi et al, 2001).

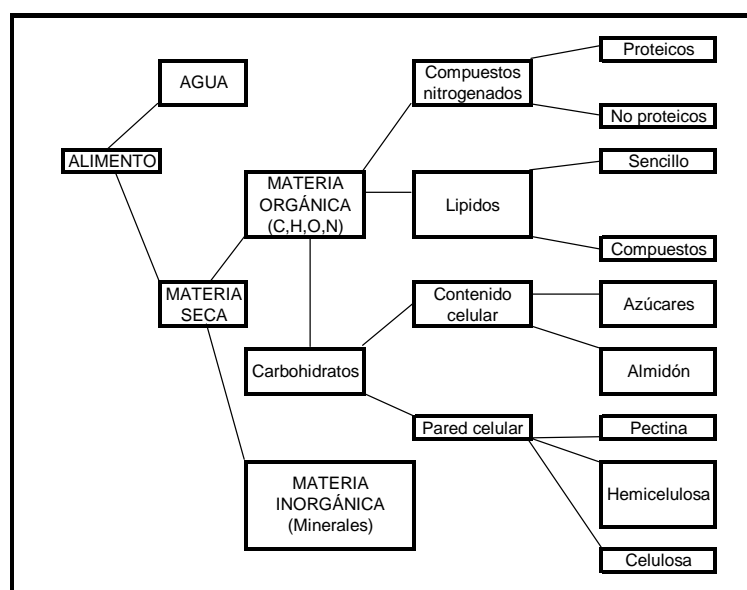
2.3 FACTORES DE LA PASTURA QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN ANIMAL

2.3.1 Valor nutritivo del forraje

La productividad animal en los sistemas pastoriles depende en gran medida del valor nutritivo del forraje aportado por las pasturas cultivadas, pastizales naturales y verdeos estacionales. El valor nutritivo del forraje está en

función del consumo, de la digestibilidad del forraje consumido y de la eficiencia de utilización de los nutrientes digeridos por parte del animal (Raymond, 1964).

Según De León y Ustarroz (1999) los forrajes están constituidos por los componentes que se presentan en la Figura 1.



Fuente: De León y Ustarroz, 1999

Figura 1: Composición de los alimentos.

La proporción de cada uno de estos constituyentes en los forrajes, varía con el grado de madurez de la pastura. Estos cambios de la composición química de los forrajes afectan el valor nutritivo de los mismos, a través de la modificación de la digestibilidad y el consumo (De León y Ustarroz, 1999).

Por otra parte los mismos autores sostienen que el contenido de pared celular del forraje también afecta el consumo animal. Esto es debido a la

regulación física del consumo de los forrajes que contienen valores de Fibra Detergente Neutro (FDN) superiores a 45 – 50%, los cuales a mayor contenido de pared celular, disminuye su consumo por una menor digestibilidad y tasa de pasaje por el tracto gastrointestinal. Para los alimentos con menos de 45% de FDN, la regulación del consumo es metabólica, para hacer constante el consumo de energía, según el nivel de requerimientos del animal.

2.3.1.1 Factores que afectan el valor nutritivo

2.3.1.1.1 Relación entre consumo – disponibilidad – altura – % de materia seca del forraje

El consumo de pastura constituye sin duda el principal componente a tener en cuenta cuando se pretende maximizar la producción vacuna en los sistemas pastoriles. A su vez, Adams, 1985; Kirby y Parman, 1986; Krysl et. al., 1987; citados por Caton y Dhuyvetter, 1997, sostienen que el mismo puede variar entre 0.91 y 4.3% del PV en ganado en pastoreo a través del año.

El consumo de forraje estará determinado por factores nutricionales y no nutricionales (Rearte, 1999). Entre los no nutricionales encontramos a las características morfológicas y estructurales de la pastura, como altura, resistencia al corte, composición de la pastura, distribución de especies y partes de las plantas en la pastura, que son los que determinarán en gran medida el consumo animal. Dentro de los factores nutricionales que afectan el consumo, el más importante es la digestibilidad del forraje ofrecido, aumentando el consumo a medida que la misma aumenta (Rearte, 1999).

A pesar de que parece claro que el consumo es controlado en el largo plazo por el balance energético del animal, el consumo de corto plazo probablemente este controlado por una combinación de los factores estructurales de la planta que influyen en la tasa de ingestión, el efecto del forraje masticado en el llenado del tracto, y el comportamiento social y los factores ambientales que afectan el complejo apetito -saciedad (Forbest, 1988).

En condiciones de pastoreo el consumo puede ser expresado como el producto del peso de bocado o tamaño de bocado, tasa de bocado y el tiempo de pastoreo (Chilibroste, 1998). El tamaño de bocado es el componente del comportamiento que más se modifica con cambios en la oferta de forraje. Este parámetro usualmente ejerce una influencia dominante sobre el consumo de forraje y en muchos casos es compensado por cambios en el número de bocados y por el tiempo de pastoreo de los animales (Norbis, 1991).

Según Australian Feeding Standard (1994), con menos de 2000 kg MS/ha el consumo se ve reducido, bajando la tasa de consumo y aumentando el tiempo de pastoreo.

Una situación muy frecuente que se da en el primer pastoreo de un verdeo es que el alto contenido de humedad que presenta el cultivo dificulta las estimaciones visuales de disponibilidad, produciéndose en la mayoría de los casos una sobreestimación de la misma. Esto trae como consecuencia que al fijar la franja de pastoreo de los animales, se pueda estar restringiendo inadvertidamente el consumo, con lo cual la respuesta productiva va a ser menor a la esperada (Méndez y Davies, 2003b).

Jamieson y Hodgson (1979a) concluyeron que la altura de la pastura es un importante determinante de la performance del ganado de carne. Hodgson (1981) encontró que en pasturas templadas la altura del forraje es la variable dominante del tapiz y el tamaño de bocado es la variable dominante del animal que influye en el consumo de forraje en el corto plazo. El mismo autor menciona que la altura de la planta de raigrás esta altamente correlacionada y en forma positiva con la disponibilidad.

Carriquiry et al, (2002) trabajando con una pastura compuesta por *Avena sativa* y *Lolium multiflorum*, encontraron que por cada centímetro de aumento en la altura la disponibilidad aumentaba 121.89 kg MS/ha. Según Morris et al, (1993) en otoño se requieren 12 a 15 cm para lograr la máxima performance animal en pasturas de trébol blanco y raigrás ($r^2 = 0.84$).

Los verdeos de alta calidad son consumidos con una gran cantidad de agua celular (interna) que es eliminada durante la ingestión, rumia y fermentación. El agua interna es diferente del agua externa (rocío) porque su liberación esta unida a la digestión y esto podría tener algún efecto sobre el consumo de materia seca (Butris y Phillips, 1987). Según Elizalde (2003a), cuando el contenido de agua de la planta es más elevado que el 80%, algunas restricciones en el consumo de forraje podrían ocurrir.

A su vez el elevado contenido de agua del forraje puede reducir la palatabilidad y la aceptabilidad redundando en una reducción en el tamaño de bocado (Leaver, 1985) o una disminución en el tiempo total de consumo (Butris y Phillips, 1987). También podría ocurrir una restricción física del consumo debido a la presencia de grandes cantidades de agua en el tracto digestivo (Elizalde y Santini, 1992).

Según Simeone et al., (sin publicar) es probable que durante el pastoreo muy temprano en el otoño de pasturas el consumo de forraje del ganado se vea restringido, debido al bajo contenido de MS de estas; restricción que parecería volverse menos importante, a medida que aumenta el contenido de materia seca de pastura. Es probable que la menor biomasa del forraje así como también el mayor contenido de humedad, expliquen el menor consumo de materia seca del forraje observado durante el pastoreo temprano de raigrás.

Cuando el forraje es consumido, ocupa un volumen en el rumen que potencialmente limitaría el consumo, por lo menos hasta que ocurre el proceso de ruptura celular (Elizalde y Santini, 1992). Esto concuerda con lo expresado por De León y Ustarroz (1999) donde dichos autores mencionan que en pasturas tiernas con porcentajes de materia seca menores a 25% se observa una disminución del consumo, a medida que aumenta el contenido de agua, ya que ésta contribuye al llenado ruminal.

Según Gorosito (1995) el alto porcentaje de agua actúa limitando seriamente la capacidad de levantar materia seca del campo. Según este autor, tanto el alto contenido de agua como el bajo contenido de fibra, son en parte responsables de que los animales se muestren diarreicos y de que su capacidad de asimilación de nutrientes a nivel intestinal aparezca seriamente comprometida.

En un experimento realizado por Marsh, (1975) en donde se compara el consumo de forraje en otoño y en primavera de vacas secas en pastoreo de raigrás y trébol blanco, se observó que el consumo de materia orgánica ($\text{g/kg}^{0.75}$) fue de 70.2 y 111.2, respectivamente, en tanto que la ganancia de peso (kg/día)

fue de 0.845 y 1.23, respectivamente, siendo el porcentaje de MS 19.5 y 19.3 respectivamente. Basándose en esta experiencia se observó que si bien existe una reducción en el consumo otoñal, el contenido de MS fue similar en ambas épocas. El efecto del tenor de MS del forraje sería más importante sobre la depresión del consumo cuando aquel es inferior al 18 – 20 %, cuando el forraje es de elevada calidad (más del 70% de digestibilidad) y cuando posee bajos contenidos de fibra y de carbohidratos (CHO'S) solubles (Elizalde y Santini, 1992).

El consumo de forraje no siempre debería considerarse una causa de las bajas ganancias sino también, una consecuencia. No debe descartarse que, el animal que consume un forraje desbalanceado en nutrientes y que provoca desajustes metabólicos importantes, se adapte a esta situación a través de una reducción de la cantidad ingerida. Debería pensarse entonces en que el animal se adapta consumiendo menos y el costo de esa adaptación es la disminución de la producción (Phillips, 1987, citado por Elizalde y Santini, 1992).

2.3.1.1.2 Digestibilidad de la pastura

Según Rearte (1999) la digestibilidad del forraje estará condicionada no sólo por la composición química (contenido de fibra, es decir, celulosa, hemicelulosa y lignina), sino también por factores inherentes al animal. La digestibilidad de la fibra depende de la actividad de los microorganismos del rumen y del tiempo que el material se encuentre expuesto a dicha acción, el cual estará inversamente relacionado a la velocidad de pasaje por el rumen.

Según Norbis (1991) los resultados de muchos trabajos con vacas en pastoreo en pasturas templadas demostraron un significativo y constante

incremento en el consumo de forraje con aumentos en la digestibilidad para un amplio rango de valores estudiados.

Cuando los niveles de carga son altos y las tasas de consumo de forraje superan la tasa de rebrote de las pasturas los animales están forzados a utilizar todo el forraje disponible lo que produce un descenso de la digestibilidad de la dieta porque el animal pastorea dentro del horizonte mas bajo del tapiz (Hodgson, 1981).

Elizalde (1993) menciona que a menor digestibilidad hay un menor aprovechamiento de forraje por parte de los animales, debido a una menor fermentación ruminal y una menor síntesis bacteriana. Una baja digestibilidad implica un menor consumo potencial y por ende una menor producción animal.

2.3.1.1.3 Eficiencia de utilización de los productos de la fermentación

La eficiencia de utilización de los productos finales de la digestión dependerá de lo balanceado que resulte la dieta principalmente en términos de energía y proteína. Las pasturas de alta calidad presentan una gran variación en el contenido proteico dependiendo éste de las especies y de su estado de crecimiento (Rearte, 1999).

Elizalde y Santini (1992) afirman que los cambios en la composición química de la pastura se manifiestan en cambios en el consumo de nutrientes, siendo durante el otoño e invierno menor el consumo de CHO'S solubles y mayor el de proteína soluble, con respecto a la primavera. Los mismos autores encontraron que una mayor proporción de la proteína de la dieta es digerida en el rumen en otoño con respecto a la primavera, y que las pérdidas de nitrógeno que

allí ocurren significan un menor aporte de proteína al duodeno; mientras que en primavera mayor cantidad pasa directamente al intestino (proteína pasante), y puede ser realmente aprovechada por el animal.

Como consecuencia de lo mencionado anteriormente se observa que en primavera hay un mayor consumo de CHO'S solubles que genera mayor proporción de ácido propiónico y una mayor relación propiónico:acético, promoviendo condiciones más favorables para la ganancia de peso. Además, la cantidad de proteína bruta consumida en otoño es por lo menos el doble que la consumida en primavera, pero la proteína absorbida es similar, en ambas oportunidades (Elizalde y Santini, 1992).

La concentración de amoníaco ruminal dependerá de la cantidad y degradabilidad de la proteína de la dieta y de la tasa de utilización del NH_3 por parte de las bacterias del rumen (Rearte, 1999). Según este autor, la eficiencia de utilización de NH_3 ruminal dependerá de la energía rápidamente disponible, originada en la digestión del forraje, siendo los carbohidratos solubles el principal componente de las pasturas que permitirán aumentar dicha eficiencia.

A medida que aumenta el porcentaje de proteína del forraje, aumentan las pérdidas como amoníaco y por lo tanto la cantidad no aprovechada por el animal (Elizalde, 1993). Según resultados obtenidos por el mismo autor, si un forraje tiene 24% de proteína, el 40% de la proteína consumida se pierde en el rumen en forma de amoníaco. En cambio cuando el forraje presenta un 14% de proteína, las pérdidas son muy reducidas o nulas, por lo cual toda la proteína consumida queda disponible como proteína útil. Este autor concluye que un forraje balanceado en proteínas sería aquel que posee entre 14 y 16% de proteínas.

El exceso de amoníaco induce algunos cambios en el metabolismo (Vissek, 1984, citado por Castillo et al, 1992). El amoníaco absorbido produce una serie de reacciones en el organismo que se inician en el hígado, donde en un proceso de detoxificación es transformado en urea, que luego es eliminada en orina. El ciclo de urea tiene un alto costo energético; esta desintoxicación implica una reducción de la síntesis de glucosa a partir de propionato con una competencia por la utilización de la energía entre la formación de glucosa y urea. Esto podría justificar hasta un tercio de los efectos inhibitorios del amonio sobre la gluconeogénesis, disminuyendo la producción de energía para los procesos productivos (Armstrong, 1982, citado por Castillo et al, 1992).

Según Crawford y otros (1978) citados por Castillo et al, (1992) otra posibilidad a considerar es que un incremento relativo de la fracción proteica rápidamente degradable afecte en forma directa la producción, debido a una disminución de la proteína pasante que llega al duodeno. Esto mismo afirma Elizalde (1993) manifestando que, aún sin ser tóxico, la absorción de amoníaco en el rumen representa una pérdida de proteína consumida porque no llega al intestino (ya que no fue utilizado por las bacterias), para ser absorbido por el animal.

2.4 FACTORES DE MANEJO QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN ANIMAL EN PASTOREO

2.4.1 Intensidad de pastoreo

2.4.1.1 Efecto de la presión de pastoreo sobre el % de utilización, el consumo de forraje y la ganancia de peso individual y por unidad de área.

Cuando la presión de pastoreo (kg PV animal / 100 kg pastura) aumenta (menor cantidad de forraje disponible/kg PV animal) la proporción de forraje utilizado aumenta y el consumo declina lentamente, llegándose a un punto de máxima utilización a partir del cual el consumo se verá afectado, cayendo más abruptamente. El porcentaje de utilización con mayores presiones de pastoreo declina rápidamente (Norbis, 1991).

Según Elizalde (2003b) para obtener un máximo consumo voluntario (3% del PV), se debe asignar 5 – 6 kg de MS/100 kg PV. Al aumentar la asignación se provoca una disminución de la utilización del forraje; con estos valores de asignación se puede esperar un 45% de utilización del forraje.

Jamieson y Hodgson (1979a) trabajando con terneros sobre una pastura de raigrás perenne en otoño obtuvieron un 18% de aumento en el consumo cuando la asignación de forraje diaria aumentó de 3% al 9% del PV. Similares resultados obtuvieron Le Du et al, (1979) trabajando con vacas pastoreando raigrás con AF de 2.5%, 5% y 7.5% del PV.

Bianchi (1982) encontró que con una asignación de forraje del 3% del PV la utilización del forraje era del 53%, lo que implicaba, por causa de la selección

ejercida por los animales, una utilización del 73% de la materia orgánica digerible total. Esto implica que al utilizar los animales aproximadamente la mitad del forraje total, valor que a primera vista sería bajo, se de una elevada utilización del forraje de alta calidad presente en el tapiz.

La presión de pastoreo está correlacionada negativamente con la ganancia de peso, siendo la altura de forraje remanente un buen indicador de la accesibilidad para los animales, estando asociada con la variable productiva ganancia de peso (Bianchi, 1982; Rinaldi et al, 1995).

Al incrementarse la presión de pastoreo se observan menores tasas de ganancia de peso vivo, las cuales son consecuencia de la reducción de las posibilidades de selección por los animales y del volumen de alimento disponible por animal, provocando esto que los animales tengan una disminución de la cantidad y calidad del forraje consumido (Bianchi, 1982).

A pesar de que a mayor intensidad de pastoreo se dan menores ganancias de peso individuales, la producción por hectárea es mayor hasta un cierto punto (Mott, 1960). Esto mismo es afirmado por Bianchi (1982) y Simeone (1999), donde este último señala que esta relación posiblemente se de como consecuencia de un manejo animal más “aliviado”, con menores cargas.

En el Cuadro 2 se presenta la performance animal de diferentes categorías bajo diferentes condiciones de pastura, disponibilidad y asignación de forraje.

Cuadro 2: Performance de distintas categorías animales en diferentes condiciones de pastura, disponibilidad y asignación de forraje.

Nivel nacional								
Pastura	Disponible (kg MS/ha)	Categoría animal	AF (% PV)	% utilización	Consumo (% PV)	Ganancia diaria (kg/a)	Ganancia/ha (kg)	Autor
Avena	-	Terneros	2	-	-	0.530	345	Méndez y Davies, 1995*
			2.5	-	-	0.760	375	
			3	-	-	0.764	360	
			3.5	-	-	0.890	310	
			4	-	-	0.750	240	
Avena y triticale	2217	Vaquillona	4	-	1.88	0.550	312.3	Kloster <i>et al.</i> , 1995*
Raigrás	1972	Novillos	2.5	56.7	2.07	0.873	214	Bartaburu <i>et al.</i> , 2003
			5	35.1	3.16	1.348	150	
Avena, raigrás y trébol rojo	2900	Novillos	2	-	-	0.497	-	Risso <i>et al.</i> , 1997
Avena, raigrás y pp.	2991	Novillos	2.5	64.9	1.43	0.316	107	Carriquiry <i>et al.</i> , 2002
			5	48.1	2.03	0.507	83	
Alfalfa	829	Novillos	1.7	83	1.47	0.400	-	Kloster <i>et al.</i> , 2004*
Trébol blanco, festuca y lotus	-	Novillos	1.5	81.8	-	0.173	292	Risso <i>et al.</i> , 1997
			3	57.2	-	0.904	118	

AF = asignación de forraje; pp = pradera permanente compuesta por trébol blanco, trébol rojo, festuca y lotus corniculatus; PV = peso vivo. * Son experimentos realizados a nivel regional.

La información resumida en el cuadro 2 muestra cómo cambios en la presión de pastoreo y/o disponibilidad de materia seca producen cambios en el consumo y en la performance animal. Esto concuerda con lo expresado por Méndez y Davies (2004) quienes sostienen que la calidad nutricional del forraje y

la oferta forrajera por animal por día (nivel de asignación) probablemente determinen las mayores variaciones en el consumo de forraje, lo que tiene relación directa con la ganancia de peso vivo.

2.4.2 Sistema de pastoreo

2.4.2.1 Manejo del pastoreo

Existe una gran relación entre la disponibilidad de forraje a la entrada (kg MS/ha), asignación (kg MS/kg PV) y el forraje residual (kg MS/ha) luego del pastoreo, con el consumo y performance animal. Para lograr un alto consumo y una buena performance animal, el pastoreo debe realizarse en condiciones de alta disponibilidad y asignación de forraje, y los animales deben ser retirados antes de que el remanente decline a bajos niveles, obteniéndose como consecuencia de esto una baja utilización de forraje. Cuando el principal objetivo de manejo de la pastura es lograr altas utilizaciones de forraje, el consumo se verá limitado y el remanente luego del pastoreo será bajo. La importancia práctica de esta relación entre el consumo de pastura y la disponibilidad de forraje, es que el consumo y la performance animal pueden ser controlados racionando el forraje a los animales (Poppi et al, 1987).

La respuesta de los animales en condiciones de pastura restringida (1.5% del PV de presión de pastoreo) puede ser distinta si la franja es diaria o de mayor número de días, y a su vez puede cambiar en la medida que cambia la calidad del forraje disponible (Vaz Martins, 1997). En un ensayo realizado por Dumestre y Rodríguez (1995) con novillos de sobreaño sobre dos pasturas cultivadas de distinta calidad, mostraron que las ganancias de peso fueron superiores a todos

los niveles en la pastura de mayor calidad y se observó una relación directa entre ganancia en peso vivo y frecuencia en el cambio de franja (Cuadro 3).

Cuadro 3: Efecto de la frecuencia de cambio de franja y calidad de la pastura en la ganancia de peso de novillos (kg/día). Presión de pastoreo 1.5% PV.

Pastura	Frecuencia de cambio de franja (días)			
	1	3 – 4	7	14
Buena calidad	0.394	0.258	0.104	0.093
Mala calidad	0.191	0.015	- 0.005	- 0.024

Fuente: Dumestre y Rodríguez, 1995

Cuando el período de días entre cambios es más largo, al ingresar los animales a una nueva franja se produce un rápido aumento en el consumo de forraje disponible para posteriormente disminuir a una situación prácticamente de ayuno, esto produce un aporte importante de nutrientes al comienzo del período para luego disminuir y lo mismo sucede con el llenado del rumen teniendo como consecuencia una disminución en la eficiencia de utilización del alimento consumido. A medida que aumenta la frecuencia de cambio hacia la franja diaria, los animales tienen acceso a una cantidad constante de forraje en forma continua que determina una mayor eficiencia de utilización de los nutrientes y por consiguiente un mejor comportamiento (Vaz Martins, 1997).

2.5 SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADOS ENERGÉTICOS

La suplementación en pasturas y/o verdes de buena calidad ha sido sugerida por diversos autores (De León y Ustarroz, 1999; Elizalde, 1999; Riso *et al*, 1997; Santini y Rearte, 1997; Vaz Martins, 1997) como una alternativa para compensar la limitante de energía que presentan dichas pasturas, y

simultáneamente elevar el consumo total de materia seca mejorando la ganancia de peso de los animales. No obstante la respuesta a esta medida dependerá de una serie de interacciones entre la pastura, los animales y los suplementos, que afectan la respuesta animal y definen la eficiencia de utilización de los concentrados (De León y Ustarroz, 1999). Tomando en cuenta esto, a continuación son revisados aspectos a considerar para obtener los mejores resultados de la suplementación.

2.5.1 Conceptos generales

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

La respuesta a la suplementación varía en relación directa a la diferencia entre el potencial de producción del animal y el valor nutritivo (digestibilidad, consumo y eficiencia de utilización) del forraje, y la cantidad disponible de forraje verde (Orcasberro, 1997).

El suministro de cantidades controladas de grano, permite maximizar la eficiencia de utilización del forraje sin perjudicar e incluso mejorando el ritmo de ganancia de peso de novillos en altas dotaciones, aumentando la capacidad de carga y productividad del predio globalmente (Risso et al, 1997).

Según el mismo autor la incorporación de un grano al sistema de producción, provoca cambios en el consumo de la pastura de los animales suplementados, pudiendo ocurrir efectos de adición y/o sustitución de acuerdo a las relaciones que en cada caso se generen.

Esto mismo es afirmado por De León y Ustarroz (1999) quienes sostienen que las principales relaciones que podemos encontrar entre lo que potencialmente ofrece la pastura y el aporte extra del suplemento son: 1) adición; ésta ocurre cuando el animal obtiene de la pastura una cantidad reducida de nutrientes, limitada por: baja disponibilidad, baja oferta forrajera, 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 la pastura. Por ejemplo, la restricción en la oferta forrajera en los verdeos de invierno, ya sea por pastoreo horario o por disponibilidad, ocasiona que la suplementación con grano produzca este efecto aditivo en la respuesta animal. 2) sustitución; cuando el animal dispone de abundante pastura de buena calidad, el suplemento no agrega nutrientes y por lo tanto el animal deja de consumir pastura 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. Por ejemplo, sobre verdeos sazonados o pasturas primaverales, sin limitaciones de disponibilidad, donde el animal se encuentra expresando su potencial de ganancia de peso, la cual no se modifica al ser suplementados. 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 en la ganancia de peso individual y posibilidad de incrementar la carga animal. Su magnitud se modifica en función de la disponibilidad forrajera y nivel de suplementación.

Bartaburu et al, (2003) encontró que existe una significativa interacción entre la asignación de forraje y la suplementación ($P < 0.05$) sobre la ganancia media diaria (GMD). La suplementación con grano de maíz no afectó la GMD ($P < 0.05$) cuando los animales pastoreaban raigrás a una asignación de forraje del 5%, sin embargo, a una menor asignación de forraje, el grano suplementario incrementó significativamente la GMD ($P < 0.05$), independientemente de si el grano se suministró entero o molido ($P < 0.05$).

Según Risso et al, (1989) el suministro de concentrados energéticos en períodos estratégicos, como por ejemplo granos a animales en pastoreo en cargas altas, contribuirá a maximizar la eficiencia de utilización del forraje de las pasturas (que constituyen la base nutricional fundamental y más económica de los ganados), a la vez de permitir buenas ganancias de peso.

2.5.2 Características del suplemento

Según Elizalde (2001) si el forraje es de alta calidad y se quieren lograr altas ganancias de peso el suplemento deberá ser de una calidad compatible con la calidad del forraje. Si el forraje es de alta calidad pero es escaso en cantidad, un suplemento de menor calidad que la del forraje disponible, elevará las ganancias de peso pero nunca será tan elevada como la obtenida con el forraje sólo si estuviera disponible a voluntad o si se ofreciera un suplemento al menos de igual calidad que la del forraje disponible.

Méndez y Davies (2003b) afirman que debe tenerse en cuenta que un verdeo es un recurso de muy alta calidad que, expresada en términos de digestibilidad, supera el 70%. Por lo tanto, si se utilizan suplementos que estén

muy por debajo de dicho valor se corre el riesgo de que ocurra sustitución con depresión. Cuando el animal consume un suplemento de mala calidad (voluminosos), tendrá una lenta y pobre digestión, aumentando el tiempo de permanencia del forraje en el rumen del animal. Este consumo de material poco digestible limita la ingestión de forraje de excelente calidad, como es el verdeo, con lo cual la respuesta productiva se verá disminuida.

2.5.2.1 Tipo de grano: características particulares del grano de maíz

En general los granos de cereales tienen bajos contenidos de proteína cruda (7 a 12%), son pobres en fibra y en contenido de minerales, presentan una alta concentración de carbohidratos solubles y aproximadamente 2/3 del peso del grano es almidón (Cozzolino, 2000).

El maíz es uno de los principales granos utilizados en la alimentación animal. Su contenido proteico rara vez supera el entorno del 10%. Es un grano que posee alta palatabilidad dado por un contenido de extracto etéreo (grasa) y por este motivo se lo utiliza como una de las fuentes principales de energía en la formulación de raciones tanto para rumiantes como para no rumiantes (Aldrich y Leng, 1974).

Comparativamente con los restantes granos de cereales, el maíz se destaca por una alta digestibilidad de la materia orgánica, y aporte de energía por unidad (Cozzolino, 2000). Su almidón, al igual que el del sorgo, es de fermentación más lenta comparado con los cereales de invierno, por lo que una parte del mismo escapa a la fermentación ruminal, siendo digerido a nivel del intestino delgado (Pordomingo, 1995).

Cuadro 4: Características de los diferentes granos

	Sorgo	Maíz	Cebada	Avena	Trigo
Dig. Total (%)	79	84	81	75	89
Dig. Ruminal	muy baja	baja	muy alta	alta	muy alta
Dig. Intestinal	media	alta	Media	media	Media
Sito de digestión del almidón	pref. intestino	pref. intestino	pref. rumen	pref. rumen	pref. rumen

pref. = preferentemente; Dig. = digestibilidad

Fuente: Ustarroz, 1993

Según Pordomingo (1995) el grano de maíz es el mejor para suplementar; además, es excelente para ofrecer almidón de escape a nivel del tracto inferior y favorecer el consumo energético total, dependiendo menos de la producción de energía ruminal. Los tipos de maíz dentado se digieren bien como grano entero, pero los más duros (Flint) y pequeños, necesitan del quebrado o aplastado para asegurar una buena digestibilidad.

2.5.2.2 Efecto del procesamiento

Según De León y Ustarroz (1999) para lograr el máximo aprovechamiento de la energía de los granos se requiere un proceso previo, ya que las envolturas que recubren el almidón oponen resistencia a la acción de la flora ruminal, disminuyendo su digestibilidad. En este sentido, el molido del grano actúa disminuyendo el tamaño de partículas, lo que incrementa la digestibilidad total de los distintos granos, como así también la digestibilidad parcial en cada sitio de digestión.

Pordomingo (1995) concuerda con De León y Ustarroz (1999) ya que sostiene que el procesado (aplastado, quebrado o molido) del grano aumenta su digestibilidad y aprovechamiento. La reducción del tamaño expone el almidón aumentando la solubilidad del suplemento y su rapidez de fermentación en el rumen.

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

Beauchemin et al, (1994) sostienen que el rompimiento del grano por la masticación ingestiva es el factor dominante que determina la tasa y el grado en que estos alimentos son digeridos en el rumen. El mismo autor sostiene que los efectos globales de la masticación ingestiva sobre la digestión de la materia seca de los granos de maíz fueron el aumento del grado de digestión de 16 a 68%.

Orskov et al, 1976 y McAllister et al, 1990 sostienen que si los granos enteros no son físicamente dañados durante la masticación, se limita severamente la digestión. Sin embargo Beauchemin et al, 1994 encontró que al consumirse grano de maíz entero estos son sumamente dañados en la masticación lo que puede reducir o hacer innecesario el procesamiento físico de los mismos.

A niveles de asignación de forraje de 2.5% y 5%, ofrecer grano entero o molido a los animales no afectó estadísticamente la ganancia diaria de peso (GDP) o el consumo de materia seca del forraje de novillos de sobreaño

(Bartaburu et al, 2003). Teniendo en cuenta este resultado, los autores sugieren que la molienda del grano de maíz no incrementaría la digestibilidad total del almidón en el tracto, por lo que la performance animal no se ve beneficiada por el procesamiento del grano.

2.5.3 Nivel de suplementación, cantidad y calidad del forraje

Las variables principales que afectan a la tasa de sustitución o cantidad de forraje que deja de consumir un animal son la cantidad y calidad del forraje (Elizalde, 2003b). En términos generales, en la medida que se restrinja la oferta de pastura severamente y se empleen niveles de grano moderados, generalmente menores al 1% del peso vivo, se puede esperar un aumento en el consumo total de nutrientes, sin sustituciones importantes de forraje (Leaver, 1985; Grainger y Mathews, 1989; Risso et al, 1997).

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; citados por Elizalde, 2001). Pero si hay forraje disponible, el animal dejará de consumir pasto (ocurre sustitución) y la respuesta al suplemento será un reflejo de la calidad del suplemento en relación a la calidad del forraje. En condiciones de sustitución cuanto más calidad tenga el forraje base, menor será la respuesta al suplemento en términos de ganancia de peso (Horn y Mccollum, 1987; citado por Elizalde, 2001). Cuando no ocurre sustitución se podrán mantener las ganancias de peso que se hubiesen logrado con forraje ofrecido a voluntad, por esto, en forraje de alta calidad, es fundamental controlar la disponibilidad del pasto para manejar la sustitución (a través de la variación de la carga) y no desperdiciar suplementos (Elizalde, 2001).

En general en la medida que los niveles de energía del suplemento aumentan, el consumo de forraje usualmente disminuye. Reducciones en el consumo de forraje asociado a la suplementación con maíz han sido atribuidos al almidón del grano suplementado (Caton y Dhuyvetter, 1997). Estas reducciones han sido atribuidas a las depresiones en el pH ruminal o a un efecto de los CHO'S (Mould et al, 1983, citado por Caton y Dhuyvetter, 1997). La declinación del pH ruminal asociado al incremento del almidón dietario afecta las bacterias ruminales hacia mayores poblaciones amilolíticas y menores celulolíticas. Estos cambios resultantes se piensan que reducen la digestión de la fibra y afectan negativamente el consumo de forraje (Caton y Dhuyvetter, 1997).

Normalmente los efectos de sustitución son mayores cuanto mayor es la calidad de forraje (Elizalde, 2001). Tyler y Wilkinson (1972) citados por Elizalde (2001) encontraron que los valores de sustitución de pasturas de alta calidad varían entre 0.5 y 1 kg de forraje sustituido por kg de suplemento consumido. Si el forraje es de mala calidad el consumo de forraje aumenta, es decir se da adición, esto se debe a que el suplemento aumenta la digestibilidad y el animal se "vacía" antes y por lo tanto aumenta el consumo (Elizalde, 2003b).

Según Elizalde (2003b) la sustitución de forraje por grano cuando el animal se encuentra consumiendo forrajes de mala calidad comienza con niveles de 1% de suplementación, con niveles menores se da un aumento del consumo; en cambio en forrajes de alta calidad la sustitución ya comienza en niveles de suplementación de 0.2 – 0.3% del peso vivo.

Kloster et al, 1995 en un experimento realizado sobre una base forrajera constituida por un encadenamiento de dos variedades de avena y una de triticale,

encontraron que con la suplementación prevalecía una respuesta de adición a la dieta base determinada por limitaciones del forraje ya sea por restricciones al consumo originadas en el bajo contenido de MS del forraje o por desbalance en la relación proteína cruda:carbohidratos rápidamente digestibles.

Cuadro 5: Efectos de la asignación de forraje y del nivel de suplementación sobre el consumo de forraje y la performance animal.

Nivel nacional								
Pastura	Disponible (kg MS/ha)	Categoría animal	AF (% PV)	Nivel de supl. (% PV)	Consumo de forraje (kg MS/a/d)	Tasa de sustitución (kg MS/kg supl.)	Ganancia diaria (kg)	Autor
Avena y triticales	2217	Vaquillona	4	0	3.4	-	0.550	Kloster <i>et al.</i> , 1995*
				1**	2.7	0.4	0.690	
Raigrás	1972	Novillos	2.5	0	6.25	-	0.873	Elizondo <i>et al.</i> , 2003
				1 GE	6.25	0.10	1.305	
				1 GM	5.97	0.14	1.252	
			5	0	9.79	-	1.348	
				1 GE	5.70	0.85	1.315	
				1 GM	7.05	1.53	1.367	
Avena, raigrás y pp.	2991	Novillos	2.5	0	4.48	-	0.316	Berasain <i>et al.</i> , 2002
				1 GE	4.71	0.15	1.069	
				1 GM	4.51	0.25	1.122	
			5	0	6.54	-	0.507	
				1 GE	5.47	0.63	1.057	
				1 GM	6.38	0.46	1.217	

Trébol blanco, festuca y lotus	-	Novillos	1.5	0	4.17	-	0.173	Risso <i>et al.</i> , 1997
				0.5	3.96	0.105	0.800	
				1	3.55	0.155	0.841	
			3	0	5.83	-	0.904	
				0.5	5.95	-0.06	1.040	
				1	4.86	0.243	0.958	
-	-	Novillos	1.77	0	5.23	-	0.400	De León y Ustarroz, 1999*
			1.6	0.6	4.45	-	0.622	
			1.75	1	4.17	-	0.706	

AF = asignación de forraje; Supl. = suplementación; GE = grano entero; GM = grano molido; pp = pradera permanente compuesta por trébol blanco, trébol rojo, festuca y lotus corniculatus; PV = peso vivo.

* Son experimentos realizados a nivel regional.

** Se le suministró 0.5% del PV grano maíz quebrado y 0.5% del PV de heno de alfalfa.

2.5.4 Suplementación con granos en pasturas desbalanceadas

Según Elizalde, (1993) en forrajes con alto contenido proteico como los verdes otoñales, si no se balancea la dieta, las ganancias de peso pueden ser menores que las esperadas, debido a una menor cantidad de proteína aprovechable y a una menor retención de energía.

La calidad de los verdes de invierno bien manejados excede los requerimientos del animal en proteína degradable en rumen y nitrógeno no proteico. En tales circunstancias la suplementación energética con granos o fuentes de almidón de rápida degradación en rumen, como lo es el grano de maíz, permite balancear la dieta (Pordomingo, 1999).

En un ensayo realizado en el INIA, Risso *et al.*, 1997 encontraron que los novillos suplementados con 2 kg/día de maíz sobre un verdeo tuvieron un comportamiento mejor y más uniforme habiendo finalizado con 44 kg más que los testigos; teniendo una eficiencia del suplemento de 3.6 kg de maíz/kg de aumento de peso.

En trabajos realizados en INTA Manfredi, con verdeos sazonados que determinaron que con asignaciones de forraje del 2,3% del peso vivo pueden lograrse ganancias de alrededor de 1.300 kg/día, que no son superadas por el agregado de 0,75 y 1,5% del peso vivo de grano de maíz. En base a la ganancia individual, ganancia por hectárea y eficiencia de conversión, los mejores resultados se obtuvieron con asignaciones de forraje de 1,5 y 2,3% del peso vivo y con un nivel de suplementación del 0,75% del peso vivo (De León y Ustarroz, 1999).

Cuadro 6: Respuesta a la suplementación con concentrados energéticos sobre verdeos de invierno.

Nivel nacional							
Verdeo	Categoría animal	AF (% PV)	Nivel de supl. (% PV)	Ganancia diaria (kg/a/día)	Producción de carne (kg/ha)	Eficiencia de conversión (kg supl./kg carne)	Autor
Avena, raigrás y trébol rojo	Novillos	2	0	0.497	-	-	Risso <i>et al.</i> , 1997
			0.5	1.05	-	3.6	
Avena	Terneras	2.5	0	0.209	-	-	Caorsi <i>et al.</i> , 2001
			0.5 GE	0.339	-	4.4	
			0.5 GM	0.364	-	4.1	

Avena	Vaquillonas	2.5	0	0.404	-	-	Caorsi <i>et al.</i> , 2001
			0.5 GE	0.529	-	9.1	
			0.5 GM	0.677	-	4.1	
Raigrás	Novillos	2.5	0	0.873	214	-	Bartaburu <i>et al.</i> , 2003
			1 GE	1.305	313	7.7	
			1 GM	1.252	300	7.0	
		5	0	1.348	150	-	
			1 GE	1.315	155	85.4	
			1 GM	1.367	154	56.6	
Avena y pp.	Novillos	2.5	0	0.316	107	-	Carriquiry <i>et al.</i> , 2002
			1 GE	1.069	335	4.7	
			1 GM	1.122	349	4.5	
		5	0	0.507	83	-	
			1 GE	1.057	173	6.0	
			1 GM	1.217	188	4.9	
Avena, triticales y raigrás	Terneros	2.5	0	0.864	534	-	Méndez y Davies, 2004*
			0.5	0.894	637	-	
			1	0.886	741	7.5	
Avena y triticales	Vaquillonas	4	0	0.550	312	-	Kloster <i>et al.</i> , 1995
			1	0.690	531	7	

AF = asignación de forraje; pp = pradera permanente compuesta por trébol blanco, trébol rojo, festuca y lotus corniculatus; PV = peso vivo; supl. = suplementación

* publicado por dichos autores en el 2002, tomando los datos promedios de 5 años de los experimentos realizados en el INTA Gral. Villegas.

En los ensayos realizados en el INTA Gral. Villegas por Méndez y Davies (2002), que se observan en el cuadro 6, los análisis de laboratorio de los datos recabados del experimento confirmaron que durante el primer pastoreo se habían dado altas relaciones proteína soluble/carbohidratos, ubicándose en niveles

superiores a 2. Las ganancias de peso resultaron superiores a las que tradicionalmente se obtienen en planteos reales de producción y a las que podrían esperarse de un forraje desbalanceado a partir de las predicciones efectuadas por la bibliografía.

En el mismo experimento la suplementación permitió lograr incrementos de 12.4 y 34.5% en la receptividad del verdeo para bajo y alto nivel de grano, respectivamente. Esto afirma lo expresado por Risso et al., (1997) quien sostiene que los verdeos presentan una importante capacidad de carga y una respuesta significativa y promedialmente muy eficiente a la suplementación.

2.5.5 Efecto de la suplementación en la digestión

El consumo de energía metabolizable (EM) cuando los forrajes y granos son ofrecidos juntos a los rumiantes puede ser mas bajo o mas alto de lo esperado que ofreciendo estos alimentos por separado, debido a interacciones metabólicas y digestivas, las que determinan cambios en el consumo y/o en la digestibilidad de los componentes fibrosos del forraje (Dixon y Stockdale, 1999). Según estos autores, los efectos sobre el consumo voluntario de forraje (efectos de sustitución) son generalmente mas marcados que en la digestibilidad de los componentes fibrosos, aunque los cambios en el consumo de forraje pueden ser una consecuencia de los cambios en la tasa de digestión de los componentes fibrosos.

Es aceptado que cuando se ofrece grano, existe una depresión parcial en la digestión de la fibra del forraje que puede atentar contra el beneficio de agregar un alimento más digestible respecto del forraje base (Elizalde, 1999). El suministro de granos provoca una disminución del pH ruminal, lo que causa una

disminución de las bacterias celulolíticas, se incrementan las bacterias amilolíticas y la proporción de ácido propiónico en la concentración de Ácidos Grasos Volátiles (AGV) (De León y Ustarroz, 1999). Adicionalmente, la rápida fermentación del almidón en el rumen incrementa la acidez de este compartimiento y la incidencia de acidosis y problemas en el consumo de alimento relacionados a trastornos digestivos (Philippeau et al, 1999).

Sin embargo, también es cierto que esto ocurre cuando el forraje es de baja calidad (con exceso de fibra y deficiencia de proteína) pero no en situaciones de alta calidad (Elizalde, 1999). En este último caso, el forraje tiene un exceso de proteína, un menor contenido de fibra de menor complejidad y de más fácil ataque por parte de las bacterias del rumen que en un forraje de baja calidad. Bajo estas condiciones y, para los niveles de suplementación normalmente utilizados (1% del PV) es bastante difícil que ocurra una depresión de la digestión de la fibra por el agregado de grano. En estos forrajes el efecto de la suplementación será mayor sobre la reducción en el consumo de forraje que sobre el proceso digestivo (Elizalde, 1999).

Lo anteriormente mencionado concuerda con lo hallado por Francois et al, (2003) en un experimento con novillos fistulados de rumen pastoreando raigrás con asignación de forraje al 5% del PV y suplementados al 1% del PV con grano de maíz entero o molido, donde no se encontró efecto de la suplementación en los parámetros de degradabilidad ruminal de la MS del forraje. Cafaro y Capurro, (2002) tampoco encontraron diferencias en cuanto a la degradabilidad efectiva de la fibra en un verdeo de avena para niveles de suplementación del 1% del PV con maíz entero o molido y comparándolos con el testigo sin suplementar.

La digestión de carbohidratos a nivel intestinal ha demostrado tener entre un 11 y un 30% mayor eficiencia que el aporte de CHO'S digeridos en el rumen. Esta mayor eficiencia proviene de un ahorro en las pérdidas que se producen en el rumen por calor de fermentación. No obstante esta mayor eficiencia de utilización del almidón a nivel intestinal, deben tenerse en cuenta las necesidades de energía fermentecible a nivel ruminal para la utilización del nitrógeno dietario a través de su transformación en proteína microbiana, que será el principal aporte (70 - 80%) para cubrir los requerimientos proteicos del animal, por lo que al definir la suplementación, es necesario considerar el adecuado balance de la provisión de energía y proteína que requiere el rumen, a partir de la composición de la pastura y las características del grano a utilizar (De León y Ustarroz, 1999).

2.6 EFECTO DEL TIPO DE DIETA SOBRE LA CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE

2.6.1 Introducción

Un aspecto a considerar en la suplementación en pastoreo así como en cualquier sistema de alimentación es el efecto del tipo de dieta sobre la calidad de la carne obtenida.

Es así que la carne obtenida con cualquier sistema de alimentación puede ser o no de calidad dependiendo de qué se entienda por calidad, porque es un término muy dependiente del criterio que se use para definirla. En términos generales, la calidad puede definirse como aquellos atributos de la carne que satisface algún requerimiento más o menos definido (Elizalde, 1999).

De manera distinta Pearson (1960) citado por Preston y Willis (1975) describió a la calidad como una combinación de características químicas, estructurales y físicas de la carne, y que conduce al grado óptimo partiendo de su apariencia y calidad comestible.

Según Grigera et al, (2003), la calidad de la carne está particularmente determinada por su composición química, y por sus características organolépticas tales como la terneza, el color, olor, sabor y jugosidad. El sistema de producción, el tipo de animal, el plano nutricional ofrecido y el manejo pre y post faena, pueden modificar considerablemente estas características.

Dentro de los parámetros de calidad de la carne, algunos de ellos están afectados, desde el punto de vista de la alimentación y nutrición del animal, por la concentración de energía de la dieta o por la cantidad de energía consumida (peso de la res, marmoreado, grasa subcutánea, etc.) y otros como color de la grasa y del músculo, aroma, sabor, etc. están afectados por el tipo de dieta consumida (Elizalde, 1999).

Según Elizalde (1999) la suplementación mejora el rendimiento o el engrasamiento de la res a través de una mejora en el consumo de energía. Esto determina que los animales suplementados puedan tener un mejor rendimiento o mejor calidad comparados, a una fecha determinada, con aquellos novillos que no reciben suplemento. Esto se traduce en ventajas económicas y financieras al disponer de un animal terminado en tiempo más reducido o con menor peso final. De todas formas, así como en los factores que afectan la conversión de suplementos en ganancia de peso, el efecto de la suplementación sobre el rendimiento o la calidad de la carne, está condicionado por la cantidad y calidad del forraje consumido por el animal.

Es generalmente aceptado que características de la carcaza tales como peso de carcaza o deposición de grasa subcutánea, son afectadas por la concentración de energía o la energía total consumida, mientras que otros parámetros, tales como color de la carne y la grasa, están mucho mas afectados por el tipo de dieta; y bajo condiciones de pastoreo, podrían también estar afectadas por el tipo de forraje debido a algunos componentes presentes en el forraje y transferidos directamente a la carcaza. (Elizalde, 1999).

Según Bartaburu et al, (2003) no existe efecto del procesamiento del grano sobre ninguna de las características de la carcaza. Las diferencias en estas características parecen estar mas asociadas a las ganancias de peso vivo que a las características de las dietas.

Según Feed y Franco (1995) la aceptabilidad de la carne, es determinada por varios factores dentro de los cuales los más relevantes son el color y la ternera. Según Álvarez y Moreira Dos Santos, (2004), los consumidores además de quedar satisfechos, volverían a comprar carne en el mismo lugar si tuvieran la certeza del grado de ternera. Esto mismo afirman Monteiro y Peluffo (2002) diciendo que la ternera es una característica de gran importancia económica, debido a que incide en la reiteración de compra de la carne por parte de los consumidores.

2.6.2 Efecto del tipo de dieta sobre la calidad de la canal

2.6.2.1 Efecto sobre el rendimiento

El rendimiento en res es el peso de la res caliente (recién faenado) dividido el peso vivo a la faena. El peso de la res no considera el peso del cuero, la cabeza, las patas, el rabo, las vísceras, los riñones ni los órganos y grasas internas (pélvica, riñonada y capadura). Por lo tanto, el peso de todas aquellas partes del animal que no forman parte de la res tienen un efecto importante sobre el rendimiento debido a que no integran parte de la misma pero están incluidas en el peso vivo. También aquellos factores que forman parte de la res, tales como el porcentaje de grasa de la res y la musculatura, tienen un impacto sobre el rendimiento (Morgan, 1997 citado por Elizalde, 1999). Las partes del animal que no integran el peso de la res así como aquellos que lo hacen interactúan entre sí y se puede obtener un rendimiento similar aun cuando se deba a un menor peso de los contenidos del tracto digestivo (digesta y bosta) o un mayor contenido de grasa de la res para animales de la misma conformación (Elizalde, 1999).

El factor peso a la faena presenta un efecto muy significativo para la variable peso de la carcaza caliente. Existe una relación estrecha y positiva entre el PV a la faena y el peso de la carcaza caliente (Alonso et al, 1993).

El peso de la carcaza caliente se vio afectado por la suplementación ($P < 0.05$) cuando no hubo efecto de la asignación del forraje o de la interacción de ambas variables ($P < 0.05$), siendo los novillos suplementados los de mayor peso de carcaza caliente independientemente de la asignación de forraje (Bartaburu et al, 2003).

En un experimento realizado por Alonso et al, (1993), se obtuvo un aumento de 0.527 kg de peso de la carcaza por cada kg de aumento del PV. Esto se debe a que el PV esta determinado principalmente por el peso de la canal y en segundo lugar, por el peso de las partes que no constituyen la misma.

En el cuadro 7 se muestran los resultados de un experimento realizado por Rosso et al, (1998), citado por Grigera et al, (2003), donde trabajaron con terneros Aberdeen Angus, los cuales pastoreaban una pastura de trébol blanco, trébol rojo, pasto ovilla y raigrás, distribuidos en diferentes tratamientos con grano maíz. En él encontraron que los novillos alimentados exclusivamente a corral tuvieron las mayores ganancias de PV seguido por los animales que fueron suplementados. Como consecuencia de esto sólo los novillos terminados a corral alcanzaron todos el peso de faena a los 216 días, mientras que los demás tratamientos comenzaron a tener animales prontos para la faena recién a los 294 días.

Cuadro 8: Performance animal, características de la carcaza y calidad de carne en novillos en pastoreo suplementados con granos de maíz.

Variable	Pastura	P + Sup. O - I	P + Sup. O - I - V	Corral
Ganancia (kg/día)	0.706a	0.839b	0.773b	1.190c
Peso carcaza (kg)	243a	253ab	259bc	265bc
Novillos faenados 216 d. (%)	0	0	0	100
Novillos faenados 294 d. (%)	25	65	74	0
Rendimiento (%)	54.8a	55.3a	57.4b	57.8b
Espesor de grasa (mm)	7.3a	6.3a	7.3a	9.9b
Peso cuarto pistola (Kg)	46.8a	51.3b	52.4b	46.8a
Área ojo de bife (cm ²)	57.5a	63ab	67b	76.9c

*Los números con distintas letras difieren significativamente

Adaptado de Rosso y col. 1998, citado por Grigera et al, 2003

Acerca de las características de la carcaza, en el mismo experimento (Rosso et al, 1998, citado por Grigera et al. 2003) el rendimiento fue mayor en los animales a corral y en los suplementados durante otoño – invierno - verano comparados con los otros dos grupos. Si bien los novillos a corral tuvieron una mejor performance que los novillos en pastoreo (mayor peso de carcaza, mayor rinde, y mayor área ojo de bife), dichos parámetros mejoraron cuando los animales en pastoreo eran suplementados con granos (Grigera et al, 2003).

El factor que más afecta el rendimiento es el tipo de dieta. Stobo (1964) citado por Preston y Willis (1975) encontró en terneros una asociación entre el contenido de fibra en la dieta y el contenido ruminal (Cuadro 8), la que en

animales adultos debe causar grandes diferencias en el rendimiento. Reid et al, (1963), citado por Preston y Willis (1975), demostraron que el contenido del área gastrointestinal puede proporcionar un 30% del PV, dependiendo del régimen de alimentación.

Cuadro 9: Efecto de la dieta sobre el contenido del tracto digestivo de terneros.

Edad (meses)	Peso vivo (kg)	Tipo de dieta	Contenido del tracto (% del PV)
3-4	110	Leche de vaca	3.6
4	106	Solo concentrado	10.8
3	77	Heno + 2.3 kg concentrado.	14.7
3	70	Heno + 1.4 kg concentrado.	18.6
3	59	Heno + 0.45 kg concentrado.	23.3
4	69	Solo heno	26.9

PV = peso vivo

Fuente: Stobo, 1964

La importancia de estos hallazgos se demuestra en los resultados obtenidos con ganado Brahman, el cual tuvo un rendimiento del 52% mantenido en dietas con alto contenido de forraje, comparado con un 55.8% en un régimen dietario de solo concentrados (Preston y Willis, 1975).

Aún en dietas con una mínima cantidad de fibra, al aumentar la concentración energética se eleva el rendimiento (Guenther et al, 1965; Bucy y Bennion, 1962; Preston et al, 1963a). Estos rendimientos superiores fueron asociados a un incremento en la deposición de grasa, quedando demostrado por

Winchester et al, 1957 que al mantener constante el peso de la canal y la adiposidad, el rendimiento no se afecta por el nivel nutricional per se.

En general, frente a un mismo consumo de energía, una dieta muy voluminosa genera un mayor peso de los contenidos ruminales, un mayor tamaño del tracto digestivo, (mayor gasto de energía para mantenerlo), lo que en general conduce a un menor peso relativo de la res y por otra parte, a un menor engrasamiento que afecta el peso de la res. Para dietas basadas en forrajes de alta calidad, las diferencias en la composición química entre especies forrajeras condicionan el llenado ruminal y el grado de engrasamiento (Elizalde, 1999).

El peso de los contenidos afecta el rendimiento y, por lo tanto, todos los factores que afecten el peso y tamaño de las vísceras, indirectamente afectan el rendimiento. La suplementación tiende a disminuir el peso de los contenidos ruminales y a aumentar el grado de engrasamiento producto de un menor consumo de fibra debido a una menor ingesta de forraje por sustitución. Por esto el efecto será mas marcado cuanto mayor sea el contenido de fibra del forraje base (Elizalde, 1999).

No existiendo limitaciones en el consumo de energía, en pasturas de alta calidad se pueden obtener rindes similares que en lotes suplementados y terminados a igual grado de engrasamiento. Pero si existen limitaciones en la cantidad o la calidad del forraje la suplementación tiene un doble efecto: acelera la terminación y por otra parte mejora el rendimiento respecto de aquellos animales faenados a igual tiempo que los suplementados. Cuando existe una limitación de forraje debido a la cantidad consumida aunque sea de calidad (caso del otoño con bajos consumos de materia seca por pasto aguachento), la suplementación al final del engorde mejora los rendimientos porque permite

aumentar el consumo de energía, lograr una mejor ganancia de peso y un mayor grado de engrasamiento en animales comparados a igual fecha de salida. Si a los animales sin suplementar se les permite alcanzar igual engrasamiento que los suplementados, los rendimientos no serían muy diferentes pero esto se lograría a mayor peso final con más días de alimentación y, por lo tanto, con problemas desde el punto de vista del sistema de producción y del precio obtenido por un novillo más pesado (Elizalde, 1999).

Doyle et al, (1992) comparando animales al mismo grado de gordura al momento de faena, concluye que aquellos animales terminados a pasto tuvieron menor rendimiento que los animales terminados en feedlot. Sin embargo, Elizalde (1999) reporta que el rendimiento de novillos terminados en pasturas de alta calidad sin restricciones en el consumo puede ser similar a aquellos novillos terminados con suplementación, dando el mismo grado de terminación.

En el experimento realizado por Bartaburu et al, (2003) el rendimiento se vio afectado por la interacción asignación de forraje (AF) x suplementación, donde se determinó un menor rendimiento solo para novillos pastoreando a una AF de 2.5% del PV sin suplementación.

En un ensayo realizado en el INIA Tacuarembó por Caravia y González (1998) encontraron que vacas de refugio alimentadas con pasturas de baja calidad o durante un período de tiempo relativamente corto, presenten rendimientos de 49 – 50%. Mientras que si la dieta se compone de pasturas sembradas (de mejor calidad) ó niveles de concentrados no excesivamente altos (aproximadamente 40%) éste indicador aumentaría 1.5 a 2 puntos porcentuales; en tanto, con dietas más energéticas los incrementos serían de 4 a 10 puntos porcentuales.

2.6.2.2 Efecto sobre la cantidad de carne, grasa y hueso

El porcentaje de hueso de la canal es alto al comienzo de la vida del animal y luego declina rápidamente hasta que el animal alcanza entre 200 y 300 kg de PV, para luego seguir disminuyendo en forma lenta. El músculo de la misma forma aumenta durante el primer período para luego ir disminuyendo lentamente. La grasa en cambio que es baja al nacimiento se mantiene estable durante algún tiempo para aumentar rápidamente en la fase de engorde. Por ese motivo la cantidad de grasa y hueso en la canal nos va a indicar la proporción de músculo de la misma (Feed y Franco, 1995).

No obstante la relación músculo:hueso puede variar en animales de un mismo peso y raza si fueron sometidos a niveles nutritivos muy bajos. Esto se explica porque el crecimiento del hueso es muy dependiente de la edad, en cambio el músculo esta estrechamente ligado al nivel nutritivo (Feed y Franco, 1995).

Preston et al, 1963b en estudios realizados en novillos Friesian alimentados intensivamente desde los tres meses de edad, mostraron que al incrementar la concentración de energía metabolizable en la dieta, se producen canales más adiposas.

Estudios del INTA, realizados con novillos Aberdeen Angus, determinaron que los bovinos alimentados con pasto producen carnes magras, con valores de grasa intramuscular de entre 1,5 y 3% (Bavera, 2000).

Weiss et al, 1967 consideraron que el efecto del nivel de forraje sobre la adiposidad de la canal se produjo por una disminución de la relación acético:propiónico. Oltjen y Davies (1963) demostraron que la adición de amortiguadores en dietas de concentrados ampliaba la relación acético:propiónico y reducía la grasa.

La adiposidad de la canal disminuye al reducirse la absorción total de energía que se obtiene aumentando la proporción de suministro de pastura (Hull et al, 1961).

La carne producida a pasto, comparada con la de "feedlot", presenta menores niveles de grasa y por lo tanto un menor contenido en grasa saturada y de colesterol. A ello debemos sumar un mayor contenido en antioxidantes naturales, sustancias anticancerígenas como el B-caroteno y un importante aporte de ácidos grasos "Omega 3" proveniente de los pastos que los animales ingieren (Anónimo, 1998).

Según Bartaburu et al, (2003) el espesor de grasa subcutánea y la grasa en el punto P8 no fueron afectados ($P < 0.05$) por la asignación de forraje, suplementación o por la interacción de la asignación de forraje y la suplementación. La grasa de recorte fue mayor para novillos pastoreando a una asignación de forraje del 5% (2.76 kg vs. 3.22 kg, $P = 0.0347$) pero no difirió entre aquellos novillos suplementados, con grano entero, molido o control (Control = 2.98 kg, Maíz entero = 2.88 kg, Maíz molido = 3.11 kg, ($P < 0.05$)).

El incremento en la concentración de la energía dietaria o en la ingestión, tiene un efecto importante sobre el contenido de hueso de la canal. Guenther et al, 1965 encontraron que los novillos Hereford de un peso fijo, alimentados en un

alto nivel energético, siempre presentaban menos hueso que otros contemporáneos a los cuales se les suministraban dietas con bajos contenidos de energía. Al mejorar el nivel de alimentación la tendencia es a incrementarse el porcentaje de grasa y a disminuir el de hueso (Caravia y González, 1998).

En un estudio realizado con novillos Holstein, sacrificados a los 454 kg, Martin et al, 1966 citado por Preston y Willis (1975) obtuvieron una reducción de un 20.6 a un 17.6% en el hueso de la 9^a, 10^a y 11^a costillas con un incremento en el nivel de energía.

La relación energía:proteína no produce diferencias significativas de peso entre los cortes de los cuartos delanteros y traseros de la canal, cuando fueron utilizados en diferentes proporciones en la dieta (Feed y Franco, 1995).

Trabajos realizados en Irlanda demuestran que hasta 260 kg de peso de canal, no parece que el nivel nutricional afectara la composición; sin embargo a partir de los 300 kg comienza a ser evidente esta diferencia y a los 340 kg se ve un aumento de un 3.3% en carne y un 4.2% menos de grasa en canales de animales restringidos al 80% de aquellos alimentados ad libitum (Keane, 1980 citado por Feed y Franco, 1995).

En cuanto al efecto de la proteína de la dieta sobre la composición de la canal, algunos trabajos han revelado tendencias hacia un mayor nivel de engrasamiento en las canales con un mayor nivel de proteínas en la dieta (Feed y Franco, 1995). Sin embargo otros autores trabajando con terneros sacrificados a los 200 kg de peso vivo encontraron que a medida que aumenta la proteína de la dieta se producen incrementos en el contenido proteico de la canal y una

disminución del contenido de grasa (Stailles, 1974 citado por Feed y Franco, 1995).

Kropf y Graf, 1959 citados por Preston y Willis (1975) realizaron un estudio referente al efecto del peso de la canal sobre rendimiento de carne comestible. Examinaron 324 canales de novillos, vaquillonas y vacas con diferentes grados de adiposidad y pesos, variando entre 181 y 408 kg; la grasa fue recortada a un máximo de 1.25 cm. Estos autores observaron que al incrementar el peso de la canal ocurrió una disminución significativa en la proporción de carne comestible y de huesos; el porcentaje de grasa excesiva se elevó, al igual que la relación carne comestible:hueso.

Por otro lado en un análisis de 307 novillos Hereford, Busch et al, 1966 hallaron que de un 75 – 88% de la variación en el rendimiento de carne comestible estaba controlado por el peso al sacrificio.

2.6.2.3 Efecto sobre el rendimiento al desosado

Según Bavera (2000) los novillos en pastoreo con suplementación en otoño - invierno y los novillos con suplementación en otoño - invierno - verano, presentan mayores porcentajes de cortes valiosos, que los novillos terminados en feedlot.

En un estudio realizado por Vizcarra et al, (1985b) el peso de 11 cortes comerciales (bife angosto, nalga, bola de lomo, garrón, lomo, cuadrada, palomita, tortuga, cuadril, peceto y vacío) al igual que la suma de los 7 cortes valiosos (lomo, cuadril, nalga, cuadrada, peceto, bola de lomo y bife angosto), tendía a aumentar con el peso de faena. Por el contrario cuando eran expresados como

porcentaje la tendencia era opuesta, excepto para la cuadrada, la nalga y el peceto que no diferían estadísticamente.

A pesar del alto grado de asociación de los diferentes cortes con los tejidos (hueso, grasa y músculo), el peso de la media res es un mejor indicador de la variación en kg y en porcentaje. Por lo que una medida simple como ésta sería más aconsejable que el uso de los cortes para la predicción de músculo, grasa y hueso. Sólo la nalga explica un 2% mas de la variación en peso de músculo de lo que hizo la media res, esto puede ser porque éste corte representa una gran proporción del cuarto trasero (Vizcarra et al, 1985a).

Según Alonso et al, (1993) se podría tomar en forma más o menos confiable, medidas fáciles de obtener con el peso de media res o el peso del corte pistola, para predecir de manera primaria los méritos carniceros del animal. Esto fue demostrado en un experimento realizado por dichos autores donde se obtuvieron correlaciones altas entre medidas del rendimiento al por mayor y el peso de los 7 cortes principales para la exportación (lomo, bife angosto, cuadril, colita de cuadril, nalga de afuera, nalga de adentro y bola de lomo). En dicho experimento se obtuvo una correlación de 0.93 entre el peso de media res y el peso de los 7 cortes valiosos, una correlación de 0.94 entre el peso del corte pistola y el peso de los 7 cortes valiosos y una correlación de 0.96 entre el peso de media res y el peso del corte pistola.

Vizcarra et al, 1985b encontraron que una mayor área de ojo de bife (AOB) se correlaciona con un mayor peso de los cortes. Caravia y González (1998) encontraron que existe un alto coeficiente de correlación ($r=0.78$) entre área de ojo de bife y el peso de los seis cortes del corte pistola.

Los coeficientes de correlación entre AOB y ganancia diaria, peso vivo final y peso de la canal (0.45, 0.74, 0.80 respectivamente) indican que existe mayor asociación del área del ojo de bife con el peso final y el de la canal que con la ganancia diaria (Caravia y González, 1998).

2.6.3 Efecto sobre la calidad de la carne

Según Elizalde (1999) un aspecto importante es la terneza de la carne. En la medida que las comparaciones entre sistemas de alimentación se realizan con animales faenados a pesos similares o aún algo más livianos en los terminados a pasto, la dieta final parece tener un efecto nulo o mínimo sobre la terneza de la carne. Pueden existir grandes variaciones en el contenido de grasa de la res (terminación) entre sistemas de alimentación pero el efecto de esto sobre la terneza es bastante controvertido e incluso poco afectado por el nivel de grasa de la res.

El nivel de terneza depende del grado de activación de un complejo enzimático llamado calpaínas responsable de la degradación de las fibras musculares. El rango de temperaturas dónde ocurre la mayor actividad enzimática es entre los 10 a 25° C. Por lo tanto, en términos generales a mayor temperatura de almacenamiento mayores serán las posibilidades de obtener carne más tierna (Monteiro y Peluffo, 2002).

Un alto plano nutricional y un rápido crecimiento (invernadas intensivas, feedlot) provocan un alto índice de síntesis de colágeno. El nuevo colágeno sintetizado diluye al antiguo colágeno estable al calor, haciéndolo en promedio más inestable, resultando de esta forma en un músculo con mayor terneza (Monteiro y Peluffo, 2002).

Según Grigera et al, (2003) el ritmo de ganancia de peso de los animales previo a la faena, es otro factor que afecta la terneza. Altas ganancias de peso producen una mayor velocidad de recambio proteico a nivel muscular. Por esto, elevadas ganancias diarias determinan mayor cantidad y actividad de las enzimas responsables de la degradación de las fibras musculares y por lo tanto se logra mayor terneza. A su vez el colágeno que rodea a las fibras musculares condiciona en gran medida la terneza de la carne debido a su alta resistencia. Frente a altas ganancias de peso, el mismo presenta una mayor solubilidad producto de este mayor recambio proteico, lo cual contribuye a una mayor terneza.

Después de la muerte, el músculo privado de sangre, no recibe oxígeno, modificándose las reacciones metabólicas hacia la producción de ácido láctico a partir del glucógeno. La acumulación de ácido láctico hace descender el pH de 7 en el animal vivo hasta 5.5 - 5.8 a las 24 hs después de la muerte. Este descenso de pH es favorable para la conservación de la carne por hacer más lento el desarrollo microbiano, pero disminuye la capacidad de retención de agua de la carne, por estar dicho pH cerca del punto isoeléctrico de las proteínas musculares (Garriz, 2001).

Dietas con altas concentraciones de energía tales como las ofrecidas en el engorde a corral (debido al elevado consumo de almidón aportado por los granos), permiten incrementar las reservas musculares de glucógeno, debido a una mayor disponibilidad de propionato para la gluconeogénesis y posterior glucogenogénesis a nivel muscular (Grigera et al, 2003). Según estos autores la suplementación con granos de cereales de animales en pastoreo durante su

etapa de terminación, permite almacenar suficientes reservas de glucógeno como para lograr adecuados descensos de pH (Grigera et al, 2003).

2.7 HIPÓTESIS

La suplementación con grano de maíz sobre pasturas de calidad mejora la ganancia media diaria de novillos Hereford, no obstante, la respuesta a esta práctica estaría condicionada por la intensidad de pastoreo, esperándose una mayor respuesta a bajas asignaciones de forraje.

Moler el grano de maíz, incrementa la ganancia media diaria y mejora la eficiencia de conversión en producto animal, respecto al suministro entero. Esta respuesta, sin embargo, estaría condicionada por la asignación de forraje, esperándose una mayor respuesta a altas asignaciones.

El aumento de la asignación de forraje de 2.5% a 5% del peso vivo aumenta el consumo voluntario de materia seca de forraje. La suplementación aumenta el consumo total de materia seca y de energía pero la magnitud de la respuesta disminuirá al aumentar la asignación de forraje.

La asignación de forraje y la suplementación afectan la calidad de la carne y de la canal, esperándose mejores rendimientos, mejor terminación y mayor cantidad de carne producida en los animales suplementados pastoreando a altas asignaciones de forraje.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACION

El experimento se llevó a cabo en el potrero 6 de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (U.P.I.C.) de la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (E.E.M.A.C.) Facultad de Agronomía, ubicada en el departamento de Paysandú, Uruguay; a 32° 20´ 9´´ de latitud S 58° 2´ 2´´ de longitud W, con una elevación sobre el nivel del mar de 61 metros; durante el período comprendido entre el 22/4/2003 al 18/6/2003.

3.2 CLIMA

El Uruguay presenta un clima templado, con una media histórica anual de 1170 mm de precipitaciones, siendo su distribución un 30% en verano, 28% en otoño, 18% en invierno y 24% en primavera (Dirección Nacional de Meteorología, 2001). Según datos reportados por la Dirección Nacional de Meteorología, Estación Meteorológica Paysandú, la temperatura promedio para la estación en que se realizó el experimento (otoño) es de 18° C.

Las precipitaciones que se registraron durante el experimento fueron 231.4 mm en abril, 228.8 mm en mayo y 33.6 mm en junio, con una temperatura promedio 16.73° C para abril, 15.13° C para mayo y 13.36° C para junio. (Estación Meteorológica Automática de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, E.E.M.A.C.). (Anexo 1).

3.3 SUELO

El área experimental está localizada sobre formación Fray Bentos, suelos de la unidad San Manuel, donde dominan Brunosol Éútrico Típico (Háplico), de textura limo arcillosa con nítido contraste entre horizontes y drenaje moderado. Asociados se encuentran Brunosol Éútrico Lúvico y Solonetz Solodizado Melánico. Presenta un relieve de lomadas suaves, pendientes moderadas y como material generador sedimentos limosos consolidados (Durán, 1991).

3.4 PASTURA Y SUPLEMENTO

Se utilizaron 13.1 hectáreas de una pastura de raigrás (*Lolium multiflorum*, cultivar LE 284) resultado de la resiembra natural del raigrás semillado el año anterior al cual se le aplicó 6 litros por hectárea de glifosato el 15 de febrero y 20 días después se le pasó rotativa. El 20 de marzo se fertilizó con 80 kg de urea por hectárea. La pastura además presentaba zonas con leve presencia de *Avena Sativa* RLE 115.

Como suplemento energético se utilizó grano de maíz entero y molido recibido en dos partidas de compra (MS=96.8%; PC=8.02%; FDA=5.05%; FDN=12.90% y C=1.65%).

3.5 ANIMALES

Se utilizaron 36 novillos de la raza Hereford, provenientes del rodeo de cría de la E.E.M.A.C., de aproximadamente 18 meses de edad, con un peso vivo promedio al inicio del experimento de 321 ± 19.1 kg. Estos animales habían sido

destetados precozmente y manejados en forma conjunta en la Unidad de Producción Intensiva de Carne hasta el comienzo del experimento.

3.6 TRATAMIENTOS

Se evaluó la respuesta a la suplementación con grano de maíz entero o molido ofrecido a novillos en pastoreo a razón del 1% del PV por animal por día, en dos asignaciones de forraje 2.5% y 5% del PV, dando lugar a seis tratamientos en arreglo factorial (2 x 3):

- Pastoreo con AF al 2.5%:
 - Testigo sin suplemento (2.5% – SS)
 - 1% grano de maíz molido (2.5% – GM)
 - 1% grano de maíz entero (2.5% – GE)

- Pastoreo con AF al 5%:
 - Testigo sin suplemento (5% – SS)
 - 1% grano de maíz molido (5% – GM)
 - 1% grano de maíz entero (5% – GE)

Los animales fueron asignados al azar a los seis tratamientos previa estratificación por peso vivo.

3.7 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.7.1 Período pre-experimental

Previamente al comienzo del experimento se realizó un período pre-experimental de 13 días (del 9/4/2003 al 21/4/2003) durante el cual el grano fue introducido gradualmente y los animales fueron acostumbrados a la rutina de manejo.

Durante este período los animales se manejaron en una pradera de tercer año compuesta por *Trifolium repens*, *Festuca arundinacea* y *Lotus corniculatus* la cual se encontraba bastante sucia y deteriorada, pastoreando a una asignación de forraje del 3.5% del PV.

A los animales a ser suplementados se les comenzó ofreciendo 0,5 kg/día de maíz mezcla (entero y molido) aumentándose en 0,5 kg la cantidad de suplemento ofrecido cada dos días hasta llegar a 3,5 kg (1% PV), de forma de no causar trastornos metabólicos (acidosis). El último día de éste periodo se ofreció en forma separada el maíz entero y molido según el tratamiento.

3.7.2 Período experimental

3.7.2.1 Manejo de la pastura

El sistema de pastoreo fue rotativo, en franjas diarias, con parcelas individuales por tratamiento y sin retorno a las mismas. La asignación de forraje fue ajustada semanalmente mediante regulación del tamaño de franja de acuerdo

a la disponibilidad de forraje y al último PV (vacío) promedio registrado para cada tratamiento, sin considerar la proyección de las ganancias entre pesadas.

Para mantener la aleatoriedad del experimento y debido a la heterogeneidad natural de la pastura, diariamente se sorteaba la parcela a ser utilizada por cada tratamiento.

3.7.2.2 Manejo de la suplementación

La asignación del suplemento se calculó con el PV promedio de cada tratamiento ajustándose luego de cada pesada.

La suplementación con grano se realizó diariamente por la mañana (8:00 horas) en bretes individuales, que se encontraban cercanos al verdeo utilizado. Cada animal recibía la cantidad y tipo de suplemento de acuerdo al tratamiento al que pertenecía, durando la rutina de suplementación aproximadamente dos horas. Mientras se realizaba esto, a los animales sin suplementar se les ofrecía agua y se los llevaba a la nueva parcela.

Una vez que los animales dejaban de consumir el grano eran llevados a la nueva parcela, previo acceso al agua. El suplemento rechazado era retirado de los comederos individuales siendo acondicionado en bolsas plásticas identificadas con el número de caravana del animal para ser posteriormente pesado.

3.7.2.3 Manejo sanitario

Todos los animales recibieron el mismo manejo sanitario, el cual se muestra en el cuadro 9.

Cuadro 10: Cronograma de tratamientos sanitarios.

Fecha	Tratamiento	Producto	Dosis
21/04	Mancha y gangrena		5 cc/animal
	Antiparasitario	Ivermectina	1 cc/50 kg PV
22/04	Carbunco bacteridiano		2 cc/animal
	Baño garrapaticida y piojicida	Galgo – C15	
7/5	Vacunación contra aftosa		
20/5	Antiparasitario	Ivermectina y Closantel	1 cc/50 kg PV
29/5	Baño garrapaticida y piojicida	Galgo – C15	

Durante el experimento un animal correspondiente al tratamiento 5%-GE, fue afectado por actinomicosis y babesia, por lo que debió ser tratado el 12/5 con Oxitetraciclina y Pirobab (piroplasmicida y antifebril, respectivamente). El 13/5 se volvió a tratar con Pirobab y el 15/5 se volvió a tratar con Oxitetraciclina.

3.8 DETERMINACIONES REALIZADAS

3.8.1 Pastura

3.8.1.1 Forraje disponible

La biomasa de materia seca de forraje (kg/ha) se determinó semanalmente en el área a utilizar esa semana, mediante la técnica de doble muestreo (Moliterno, 1997) cortando una escala de tres puntos (alta, media y baja disponibilidad) y dos repeticiones, muestreando 300 puntos al azar, cubriendo toda el área a usar en los próximos 7 días. Uno de cada 30 cuadros eran cortados, para posterior caracterización de la composición botánica y composición química de la pastura. Se utilizaron cuadros de 0.1 m² (0.5 por 0.2 m) cortando el forraje al ras del suelo con tijeras de aro. Las muestras se pesaban frescas, luego se secaban en estufa de aire forzado a 60° C hasta peso constante (aproximadamente 48 horas), para la determinación del contenido de materia seca de las muestras.

3.8.1.2 Altura del forraje

La altura del forraje disponible fue registrada en los mismos cuadros utilizados para marcar la escala de disponible, midiendo en cinco puntos de la diagonal del cuadro con regla milimetrada, el punto de contacto más alto de la regla con una hoja viva. La altura promedio de la pastura fue estimada en base a la altura promedio para cada cuadro de la escala y sus repeticiones ponderadas por la frecuencia de aparición de dicha escala en el área relevada.

3.8.1.3 Composición botánica

Sobre las muestras cortadas se realizó la separación botánica en fresco, de las siguientes fracciones: gramíneas, leguminosas, malezas y restos secos. Cada fracción se secó en estufa a 60° C hasta peso constante y se pesaron por separado para determinar su contribución relativa en el total de la materia seca ofrecida.

A su vez dichas muestras fueron molidas con malla de 1mm y conservadas para posterior análisis químico, determinando así la calidad del forraje. En el análisis químico se determinó el contenido de ceniza, Fibra Detergente Ácida, Fibra Detergente Neutra y Proteína Bruta según la técnica AOAC en el laboratorio del INIA.

3.8.2 Animales

3.8.2.1 Peso vivo

El peso vivo inicial fue registrado el 21/4/03, continuándose con pesadas individuales cada 14 días hasta el final del experimento. Los animales eran pesados por la tarde (peso lleno) (Anexo 2), y por la mañana luego de 12 horas de ayuno (peso vacío), (Anexo 3).

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

3.8.2.2 Consumo de suplemento

El consumo de suplemento fue determinado para cada animal, como la diferencia entre la cantidad de suplemento ofrecido y lo rechazado diariamente, ambos en base seca.

Esta determinación no se realizó los días de lluvia debido a la presencia de agua y barro en los comederos, lo que afectaba el consumo de grano de los animales, pudiendo llevar a cometer un error en la estimación de dicho consumo.

3.8.2.3 Consumo de forraje

El consumo de forraje fue estimado en los seis tratamientos a través del método agronómico (Lascano *et al*, 1990), como la diferencia entre la materia seca disponible antes y después del pastoreo.

Las mediciones se hicieron en cada tratamiento durante cuatro días consecutivos en las semanas 1 – 3 – 5 – 7. El forraje disponible a la entrada de la parcela diaria y el rechazo respectivo, fueron determinados mediante la técnica de doble muestreo (Molitero, 1997), utilizando una escala con tres puntos (alta, media y baja disponibilidad) y dos repeticiones, común a todos los tratamientos. El área fue muestreada tirando 30 y 60 cuadros en cada parcela según fuese pastoreada al 2,5% o 5% de AF, respectivamente. Fueron utilizados cuadros de 0,1 m² (0,5 m por 0,2 m). Las seis muestras (dos correspondientes a cada punto de la escala) fueron cortadas al ras del suelo con tijeras de aro y secadas en estufa de aire forzado a 60° C hasta peso constante.

Muestras para la estimación de la calidad de la dieta fueron tomadas utilizando la técnica de *Hand clipping*, la cual consiste en simular mediante cortes la selección realizada por el animal durante el pastoreo. Este muestreo se realizó durante los primeros cuatro días de las semanas 3 y 7 del experimento, tomando una muestra de forraje representativa del consumido del tratamiento que pastoreaba al 2.5% de AF, otra para el tratamiento 5% de AF testigo y otra para los tratamientos 5% de AF suplementados, realizando los cortes al ras del suelo, 2.5 cm y 5 cm respectivamente.

3.8.2.4 Mediciones en la canal

La faena fue realizada el 20/6/03 en el Frigorífico Casablanca (FRI.CA.S.A.), ubicado en el departamento de Paysandú. La faena fue hecha a fecha fija, sin considerar que los animales alcanzaran el mismo grado de terminación.

3.8.2.4.1 Rendimiento de la canal

Para la estimación del rendimiento se pesaron los animales previo a la faena luego de un período de espera de 12 horas sin alimento. Una vez finalizada la faena se tomó el peso de canal caliente, calculando el rendimiento como el cociente entre peso de canal caliente y el peso previo a la faena.

3.8.2.4.2 Rendimiento al desosado

El 23/6/03 luego de permanecer en cámara de frío durante 72 horas a una temperatura entre 0 y 4° C, se determinó el peso de la canal fría (sólo de la media res izquierda). Luego la media canal fue trozada entre la 10^a y la 11^a

costilla obteniendo el peso del delantero y trasero (corte pistola). Posteriormente se siguió un procedimiento de desosado correspondiente al tipo Inglaterra determinándose el peso de los siguientes cortes:

- Nalga de adentro
- Nalga de afuera
- Cuadril
- Colita de cuadril
- Bife
- Lomo
- Bola de lomo
- Tortuga
- Garrón

Además se determinó los pesos de hueso, recorte de carne y recorte de grasa producto de este tipo de desosado.

3.8.2.4.3 Área de ojo de bife, espesor de grasa subcutánea (EGS) y espesor de grasa en el punto P8

Una vez que las canales fueron divididas en delantero y trasero se calcó el área de ojo de bife en el delantero a nivel de la 10^a costilla. El EGS se midió con regla milimetrada en $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ partes del ancho del *Longissimus dorsi*. El espesor de grasa en el punto P8 se midió con un calibre con filo. (Johnson et al, 1998).

3.8.2.5 Mediciones en la carne

3.8.2.5.1 pH final

El pH final se tomó a las 24 horas de realizada la faena con un peachímetro portátil (Colepalmer con electrodo de penetración) a nivel de la 10^a costilla en el músculo *Longissimus dorsi* (bife angosto).

3.9 VARIABLES CALCULADAS

3.9.1 Ganancia media diaria

La ganancia media diaria para cada animal, promedio para todo el período experimental, fue estimada a partir del coeficiente de regresión lineal de los registros individuales de peso vivo en el tiempo.

3.9.2 Ganancia de peso vivo por unidad de área

Esta variable se calculó como el cociente entre el total de kilogramos ganados y el área ocupada por cada tratamiento durante todo el período experimental (57 días).

3.9.3 Eficiencia de conversión del suplemento

La eficiencia de conversión de grano a carne fue calculada como la cantidad de grano consumida (kg) por unidad de peso vivo adicional (kg) observada en los animales suplementados con respecto a su correspondiente testigo sin suplementar y manejado a la misma asignación de forraje.

3.9.4 Tasa de sustitución de forraje

La tasa de sustitución de forraje se calculó como el cociente entre la diferencia de consumo de forraje (kg MS) entre los tratamientos suplementados y su correspondiente testigo; y los kg de grano consumidos. De esta manera se obtuvo cuanto forraje dejan de comer los animales por consumir un kg de suplemento.

3.9.5 Utilización del forraje

El porcentaje de utilización de forraje para cada tratamiento, fue estimado a partir de los registros de disponibilidad y rechazo por parcela, como la proporción del forraje desaparecido en relación al forraje disponible previo al pastoreo.

3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento fue realizado según un diseño de parcelas al azar con un arreglo factorial de tratamientos. Para el análisis de variables de respuesta con distribución normal teniendo como unidad experimental el animal se utilizó el modelo GLM del SAS (1999) utilizando un modelo general:

$$Y_{ijk} = \mu + AF_i + S_j + (AF \times S)_{ij} + b_1 PV_{inicial} + e_{ijk}$$

Siendo:

Y_{ijk} = peso vivo, ganancia media diaria, consumo de suplemento y características de la canal del k-ésimo animal perteneciente al j-ésimo nivel de suplementación de la i-ésima asignación de forraje.

μ = media general.

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

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

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

Para las variables de la pastura, registradas a nivel de parcela de forma repetida en el tiempo, los datos fueron analizados utilizando el procedimiento mixed (PROC. MIXED) del SAS (1999), que considera la autocorrelación entre medidas repetidas sobre una misma unidad experimental, utilizando un modelo general de la forma:

$$Y_{ijklm} = \mu + AF_i + S_j + (AF \times S)_{ij} + e_{ijk} + P_l + (AF \times P)_{il} + (S \times P)_{jl} + (AF \times S \times P)_{ijl} + e_{ijklm}$$

Siendo:

Y_{ijklm} = consumo de forraje (% PV), consumo de grano (% PV), disponibilidad y rechazo de forraje (kg/ha), altura de forraje (cm).

μ = media general.

AF_i = efecto de la i -ésima asignación de forraje ($i = 2.5; 5$).

S_j = efecto de la j -ésima suplementación ($j = SS; GE; GM$)

P_l = efecto de la l -ésima semana ($l = 1, 2, \dots, 4$).

Para todos los casos la comparación de medias ajustadas se realizó a través del test de Tukey (Steel y Torrie, 1988).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

La biomasa del forraje disponible y la altura promedio de la pastura de raigrás pre-pastoreo fueron de 1956 ± 156 kg MS/ha y 15.6 ± 1.8 cm para todo el período experimental, respectivamente. La pastura se caracterizó por tener una proporción de material verde de 67.8%, compuesta fundamentalmente por raigrás. Promedialmente, el forraje ofrecido presentó 86.0% de MO, 13.0% de PB, 50.8% de FDN y una digestibilidad medida como % de Nutrientes Digestibles Totales (NDT) de 64.4%. En el cuadro 10 se presenta la evolución de estos atributos a lo largo de todo el período experimental.

Cuadro 11: Disponibilidad, altura, composición botánica y composición química de la pastura de raigrás durante el primer pastoreo.

Variable	22/4 – 6/5	7/5 – 20/5	21/5 – 6/6	7/6 – 18/6	Promedio
Biomasa forraje (kg MS/ha)	1699	2096	2064	1966	1956
Altura (cm)	12.6	17.5	16.3	15.8	15.6
Composición botánica**					
▪ Gramíneas (%)	70.9	57.7	69.9	61.4	64.9
▪ Malezas (%)	1.2	3.8	0.8	5.4	2.8
▪ Leguminosas (%)	0	0.04	0	0	0.01
▪ Restos secos (%)	27.9	38.5	29.3	33.1	32.2
▪ Relación V/S	2.6	1.1	0.9	0.9	1.4
Comp. Quím. del forraje ofrecido*					
▪ PB (%)	16.5	11.9	11.9	12.8	13.2
▪ FDN (%)	45.4	50.3	52.7	54.9	50.8
▪ FDA (%)	30.4	36.0	35.9	39.2	35.4
▪ C (%)	12.6	15.6	12.9	14.8	13.9
▪ NDT (%)	68.3	63.8	63.9	61.3	64.3

* PB (Proteína bruta), FDN (Fibra detergente neutra), FDA (Fibra detergente ácida), C (Cenizas), NDT (Nutrientes digestibles totales) = $92.51 - (\% \text{ FDA} * 0.7965)$ (Acosta et al, 1994).

**Expresado como % de la materia seca. Relación V/S = relación verde / seco.

Con excepción de la primer quincena experimental, tanto el forraje disponible como su altura, fueron relativamente constantes y similares, lo cual obedece al criterio utilizado, de avanzar en el área a pastorear de acuerdo al forraje disponible.

La relación verde/seco (V/S) disminuyó al avanzar el desarrollo fenológico de las plantas de raigrás. Esta especie se caracteriza por presentar gran

capacidad de macollaje lo que la lleva a desarrollar gran número de hojas pero sólo tres o cuatro permanecen vivas en cada macollo, debido a que la planta recicla los nutrientes móviles desde las hojas maduras a los puntos de crecimiento, donde se están generando células y tejidos ricos en proteína, aumentando de ésta manera la acumulación de restos secos (Lafontaine, 1999). No obstante esto, la alta proporción de restos secos, que ya se observa desde los primeros días del período experimental, se debería principalmente a la presencia del rastrojo de raigrás del año anterior, lo que lleva a incrementar la cantidad de dicha fracción en la pastura, modificando la relación verde/seco y probablemente, la calidad del forraje consumido en relación al ofrecido.

El contenido proteico de la pastura, resultó inferior al esperado para este tipo de verdeos. Según lo registrado por Méndez y Davies (2003), quienes caracterizaron químicamente diferentes tipos de verdeos invernales, los contenidos de PB de los mismos siempre estuvieron por encima de 25%. Kloster et al, (1995); Carriquiry et al, (2002) y Berasain et al, (2002), sin embargo, encontraron valores de PB algo inferiores, (20.7%, 17.9% y 16.7%, respectivamente), trabajando en ensayos sobre verdeos de avena. Los valores de PB encontrados en el presente trabajo se hallan próximos a los reportados por Elizalde (1993) para un forraje balanceado en PB, que sería aquel que posee entre un 14 y 16% de proteína.

Los valores de FDN, por otra parte, son similares a los reportados por Pordomingo (2003), Carriquiry et al, (2002) y Berasain et al, (2002) quienes encontraron para verdeos invernales valores entre 44% y 55%.

El contenido de NDT, se encuentra dentro o por encima del rango de 60 – 65% mencionado por Elizalde (1993), como aquel que no sería limitante para obtener ganancias superiores a los 0.5 kg/animal/día.

En la figura 2 se muestra la evolución de la proteína bruta, los nutrientes digestibles totales y la relación entre ambos.

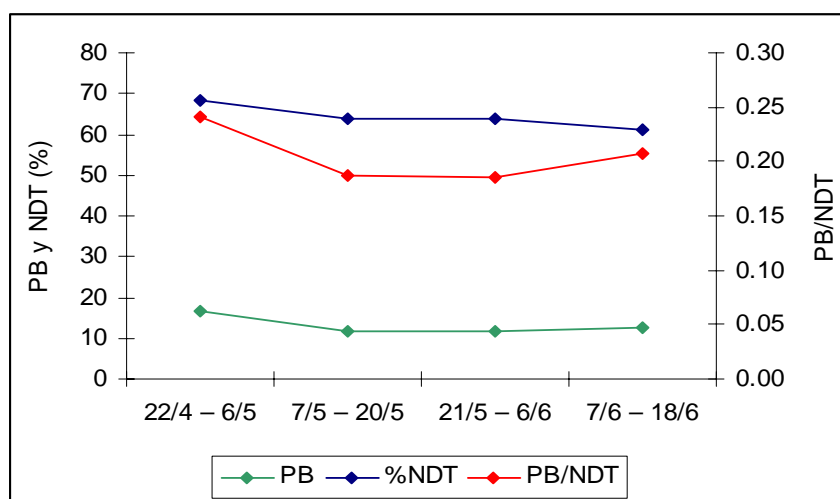


Figura 2: Evolución del contenido de Proteína bruta (%), Nutrientes digestibles totales (%) y la relación entre ambos según diferentes fechas del experimento.

Es probable que dada esta composición química, el característico desbalance energía/proteína reportado para verdeos en etapas tempranas de utilización y que se asocia a altas concentraciones de amonio a nivel ruminal (Elizalde, 2003b), no habría existido en las presentes condiciones experimentales, por lo cual, según Castillo *et al.*, (1992); Elizalde y Santini (1992); y Elizalde (1993), no habría gasto de energía por parte del animal para la eliminación de un eventual exceso de NH_3 producido en el rumen por un exceso de proteína.

La MS promedio diaria de la pastura, la cual fuera registrada en un trabajo ejecutado en forma paralela a este, fue de 17% en el mes de mayo, aumentando a 19.1% en junio, existiendo gran variación a lo largo del día como se muestra en el cuadro 11 (Beretta et al, sin publicar).

Cuadro 12: Evolución diaria de la MS de la pastura en dos períodos del experimento.

Hora	% MS según período	
	Mayo	Junio
08:00	13.5	16.1
11:00	15.9	18.3
14:00	17.2	20.1
17:00	21.3	21.8
Promedio	16.97	19.1

La MS promedio del forraje a lo largo del experimento, se encontró dentro del rango obtenido por otros autores (Elizalde y Santini, 1992; Carriquiry et al, 2002; Elizondo et al, 2003 y Kloster et al, 1995) que trabajaron sobre pasturas de alta calidad en este período del año.

4.2 RESPUESTA ANIMAL

4.2.1 Evolución del peso vivo y ganancia media diaria

La asignación de forraje y la suplementación (S) tuvieron efecto significativo ($P < 0.05$) sobre la evolución del peso vivo de los animales durante todo el experimento, no siendo así para la interacción de AF x S ($P > 0.05$).

En la figura 3 se observa las medias ajustadas en cada pesada, describiendo la evolución del peso vivo vacío de los animales según el tratamiento.

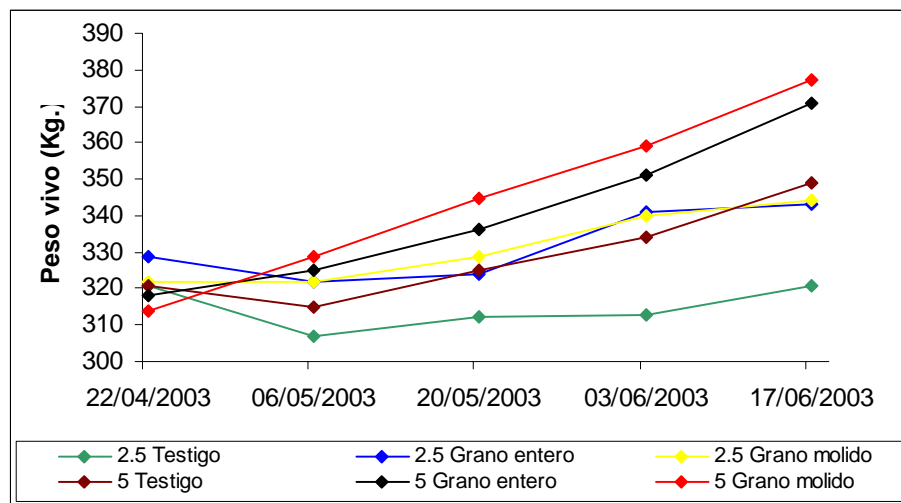


Figura 3: Efecto de la asignación de forraje y de la suplementación con grano de maíz entero o molido, sobre la evolución del peso vivo de novillos Hereford realizando el primer pastoreo de raigrás (medias ajustadas).

Ya a partir de la segunda pesada, dentro de cada AF, se verifican diferencias significativas ($P < 0.05$) de PV entre el tratamiento testigo y sus

correspondientes suplementados, los cuales no difieren entre sí ($P>0.05$), manteniéndose esta diferencia durante todo el experimento. Los animales suplementados al 5% son significativamente más pesados que los suplementados al 2,5% ($P<0.05$) y los testigos al 5% de AF son más pesados que los testigos al 2.5% de AF ($P<0.05$).

En cambio, no se observaron diferencias significativas en PV durante todo el período experimental entre el tratamiento testigo al 5% de AF y los tratamientos suplementados al 2.5% de AF ($P>0.05$), ya sea con grano entero o molido.

La ganancia media diaria se vio afectada en forma significativa ($P<0.05$) por la AF y la S, pero no por la interacción AF x S ($P=0.8163$). Independientemente de la AF, los animales suplementados presentaron mayor GMD que aquellos no suplementados, no habiendo diferencias asociadas al procesamiento del grano de maíz ($P>0.05$). En el cuadro 12 se presentan las medias ajustadas de GMD promedio para todo el período experimental, obtenidas en cada tratamiento.

Cuadro 13: Efecto de la asignación de forraje y de la suplementación sobre la ganancia media diaria (kg/animal/día) de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sin suplementar o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del PV.

	Asignación de Forraje (% del PV)		Promedio
	2.5%	5%	
Testigo	0.038 b B	0.525 a B	0.281 B
Grano Entero	0.447 b A	0.882 a A	0.664 AB
Grano Molido	0.455 b A	1.002 a A	0.728 A
Promedio	0.313 b	0.803 a	

a, b: medias seguidas por distintas letras en la fila difieren estadísticamente $P < 0.05$

A, B: medias seguidas por distintas letras en la columna difieren estadísticamente $P < 0.05$

Comparando los resultados de GMD con los obtenidos en otros trabajos, a nivel nacional, Carriquiry *et al.*, (2002) trabajando con novillos Hereford de 350 kg sobre un verdeo de avena en un primer período y una pradera en un segundo período, pastoreados al 2.5% y 5% del PV, obtuvieron ganancias promedio para ambos periodos de 0.316 y 0.507 kg/animal/día, respectivamente en cada AF. Si sólo se considera el primer período del trabajo de Carriquiry *et al.*, (2002), correspondiente al pastoreo de avena, los valores se asemejan a los obtenidos en nuestro experimento (0.068 y 0.402 kg/animal/día para 2.5% y 5% de AF respectivamente). Al suministrar grano de maíz entero o molido a razón del 1% del PV, estos autores observaron una mejora en las GMD en ambas asignaciones, la cual fue asociada tanto al efecto “balanceador” de la energía de la pastura que presentaría el grano de maíz como a un aumento en el consumo total de energía.

Por su parte Bartaburu et al, (2003) trabajando bajo las mismas condiciones de nuestro experimento, encontraron que un aumento de la AF mejoró significativamente la GMD de animales sin suplementar (0.873 kg/animal/día para la AF 2.5% vs 1.348 kg/animal/día para la AF 5%), mientras que, la suplementación únicamente mejoró significativamente la GMD en la AF al 2.5% del PV. Esta diferente respuesta a la suplementación podría deberse a la mayor disponibilidad y mayor contenido de MS de la pastura a la cual pastoreaban los animales en el trabajo de Bartaburu et al, (2002) en comparación con el presente (2647 vs 1956 kg MS/ha) y (20.1% vs 18%), respectivamente, y probablemente debido al momento en que se realizó el experimento (6/6/2002 al 1/8/2002). Estas dos características de la pastura posiblemente hayan sido las causantes de los mayores consumos de los animales, lo que llevaría a obtener mayores GMD (Méndez y Davies, 2004).

Comparando las GMD obtenidas en el experimento con las encontradas a nivel regional, las ganancias logradas con las dos asignaciones de forraje son sensiblemente menores que las observadas por Méndez y Davies (2002) quienes reportan resultados promedio de cinco años de ensayos realizados en el INTA Gral. Villegas, región subhúmeda pampeana, Argentina, sobre avena el primer año y triticale los restantes cuatro. Estos autores encontraron que para AF del 2.5% del PV las GMD fueron de 0.766 kg/animal/día, y no se encontraron diferencias significativas al aumentar la asignación de forraje al 4% del PV. Si bien parte de las diferencias podrían ser atribuidas a la categoría animal utilizada (terneros de destete de 180 – 200 kg), la cual presenta una mayor eficiencia de conversión alimenticia (Di Marco, 1998) y al mayor período que comprendió el experimento (mayo – octubre) -que llevaría a que los animales consuman una pastura de mejor calidad modificando esto las GMD-; otra posible explicación podría ser la existencia de un efecto año significativo. Durante el período

experimental se registraron 492 mm de precipitaciones valor que duplica la media histórica para la estación (Anexo 1). Esto mismo podría estar explicando las diferencias encontradas con Bartaburu et al, (2003), donde las precipitaciones fueron escasas (97 mm) y la concordancia con Carriquiry et al, (2002) donde las precipitaciones fueron de 290 mm, trabajando en la misma región.

Las menores ganancias de peso vivo encontradas con la mayor presión de pastoreo, 2.5% de AF, serían el resultado de una reducción en la cantidad de alimento disponible por animal y en las posibilidades de selección de la dieta (Bianchi, 1982), provocando esto una disminución de la cantidad y calidad del forraje consumido. Sin embargo, las aún bajas GMD obtenidas por el tratamiento testigo, aún a altas asignaciones, podrían deberse al bajo contenido de MS de la pastura que limitarían el consumo animal (Elizalde, 2003a).

La respuesta significativa a la suplementación con grano de maíz podría ser atribuida a un incremento en el consumo total de nutrientes obtenido por los animales suplementados y no al efecto “balanceador” del grano, ya que como se mencionó anteriormente la pastura resultó aparentemente balanceada en términos de su contenido de proteína y energía.

El procesamiento del grano no afectó significativamente la GMD. Esto concuerda con lo expresado por Simeone et al, (sin publicar) quien sostiene que con asignaciones de forraje del 2.5% y 5%, ofrecer grano entero o molido a los animales no afecta la GMD o el consumo de MS del forraje. Habría sin embargo, según estos autores, una tendencia a registrarse una mayor respuesta al procesamiento del grano cuando la AF no es restrictiva. Esta tendencia fue también observada en el presente trabajo; moler el grano cuando la AF era del 5% incrementó la GMD en 0.120 kg/día ($P=0.3423$) en comparación con el

suministro de grano entero lo cual concuerda con lo encontrado por Carriquiry et al, (2002).

4.3 UTILIZACION DE LA PASTURA

La biomasa y la altura del forraje previo al pastoreo no difirieron entre tratamientos ($P > 0.05$). La cantidad de forraje residual fue afectada por la asignación de forraje ($P < 0.0001$), pero no por la suplementación ($P = 0.2187$) ni por la interacción entre ambas variables ($P = 0.9452$). En cuanto a la altura del forraje residual, ni la AF ($P = 0.3223$) ni la S ($P = 0.4866$), así como tampoco la interacción entre AF x S ($P = 0.4275$) tuvieron efecto significativo. En el cuadro 13 se observan los disponibles y rechazos por parcela en cada tratamiento así como también sus respectivas alturas, valores promedio para todo el periodo experimental.

Cuadro 14: Cantidad (kg MS/ha) y altura (cm) de forraje ofrecido y residual por tratamiento, promedio de todo el período experimental, en una pastura de raigrás pastoreada por novillos Hereford en dos asignaciones de forraje, sin suplementar o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del PV.

		ASIGNACIÓN DE FORRAJE (%)					
		2.5%		5%		Promedio	
		kg MS/ha	Altura (cm)	kg MS/ha	Altura (cm)	kg MS/ha	Altura (cm)
Disponible	Testigo	2217.7	17.65	1938.6	18.38	2078 A	18.01 A
	GE	2115.5	18.48	2049.3	18.14	2082A	18.31 A
	GM	1993.9	19.32	2077.9	18.45	2036A	18.89 A
	Promedio	2109 a	18.48 a	2022 a	18.32 a		
Rechazo	Testigo	820.4	6.87	1217.9	7.20	1019 A	7.04 A
	GE	978.4	7.90	1353.1	7.66	1165 A	7.78 A
	GM	895.5	7.04	1236.9	9.44	1066A	8.24 A
	Promedio	898 b	7.27 a	1269 a	8.10 a		

a, b: para una misma variable, medias seguidas por distintas letras en la fila difieren estadísticamente $P < 0.05$

A, B: medias seguidas por distintas letras en la columna difieren estadísticamente $P < 0.05$

GE = grano entero; GM = grano molido

Según Bianchi (1982) y Rinaldi *et al*, (1995) la altura del forraje residual es un buen indicador de su accesibilidad para los animales. Esto concuerda con lo hallado en el experimento donde la baja cantidad de MS y altura que se encontró en los rechazos de los tratamientos con AF al 2.5%, podría ser indicativo de restricciones por parte de la pastura para que los animales tuvieran un adecuado consumo de MS.

Observando el cuadro 14 se aprecia que existió un efecto significativo de la asignación de forraje ($P < 0.0001$) sobre la utilización del mismo; no habiendo efecto significativo de la suplementación ($P = 0.4591$) ni de la interacción AF x S ($P = 0.3682$).

Cuadro 15: Utilización de forraje (%) promedio por tratamiento de todo el período experimental de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sin suplementar o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del PV.

	Asignación de Forraje (% del PV)		Promedio
	2.5%	5%	
Testigo	60.8	35.5	48.2 A
Grano Entero	52.8	31.6	42.2 A
Grano Molido	52.3	40.9	46.6 A
Promedio	55.4 a	36 b	

a, b: medias seguidas por distintas letras en la fila difieren estadísticamente $P < 0.01$

A, B: medias seguidas por distintas letras en la columna difieren estadísticamente $P < 0.01$

Conforme era esperado hubo una mayor utilización del forraje en los tratamientos con AF al 2.5%, 35% más con respecto a los que estaban al 5%. Los resultados obtenidos coinciden con lo expresado por Norbis (1991), en cuanto a que, cuando la presión de pastoreo aumenta, la proporción de forraje utilizado se ve incrementada. La magnitud de los valores de utilización observados concuerda con lo mencionado por Elizalde (2003b), quien sostiene que con AF del 5%, sobre este tipo de pastura, no se puede esperar utilidades mayores del 45%.

La suplementación provocó una disminución no significativa de la utilización del forraje. Esto no concuerda con lo encontrado por Carriquiry et al, (2002) y Bartaburu et al, (2003) quienes sostienen que al suplementar disminuye significativamente el porcentaje de utilización debido a la sustitución de forraje por concentrado.

La respuesta encontrada en la interacción de AF x S no fue la esperada, ya que en la alta AF no se registró una marcada disminución de la utilización al suplementar los animales. Esto no coincide con lo reportado por Carriquiry et al, (2002) y Bartaburu et al, (2003), quienes si bien no obtuvieron efectos significativos en la interacción de AF x S, observaron una tendencia a haber mayor sustitución en los tratamientos con mayor AF y por ende una menor utilización.

4.4 CONSUMO

4.4.1 Consumo de forraje

La AF, como efecto principal, mostró una tendencia ($P=0.0972$) a mejorar el consumo de forraje, expresado como porcentaje del peso vivo, no observándose efecto significativo ni de la S ($P=0.7743$), ni de la interacción AF x S ($P=0.5553$). En el cuadro 15 se presentan las medias ajustadas por tratamiento y para el promedio de cada factor.

Cuadro 16: Consumo de forraje por animal por día (% PV) por tratamiento para todo el período experimental de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sin suplementar o suplementados a razón del 1% del PV.

	Asignación de Forraje (% del PV)		Promedio
	2.5%	5%	
Testigo	1.88	1.97	1.92 A
Grano Entero	1.52	1.94	1.73 A
Grano Molido	1.52	2.25	1.89 A
Promedio	1.64 a	2.05 b	

a, b: medias seguidas por distintas letras en la fila difieren estadísticamente $P < 0.10$

A, B: medias seguidas por distintas letras en la columna difieren estadísticamente $P < 0.10$

Diferencias entre los valores observados y los esperados en función de los porcentajes de utilización y la AF de 2.5% y 5% definida para cada tratamiento, son atribuibles a diferencias entre la AF teórica y la efectiva, calculada esta última en función del tamaño de parcela y la disponibilidad de forraje específica de las parcelas utilizadas en los días en que se midió el forraje desaparecido¹ (Anexo 5).

La AF mostró ser uno de los principales factores que afecta el consumo de forraje. Al aumentar la AF se obtuvo una respuesta positiva en el consumo de MS, al levantarse la restricción en la oferta de forraje existente en los tratamientos con mayor presión de pastoreo. Esta respuesta coincide con los

¹ El tamaño de parcela para el ajuste de la asignación de forraje era calculado a partir de la disponibilidad promedio del área a ser utilizada en siete días, manteniéndose fijo durante dicho período y asumiendo una AF constante en cada parcela diaria, de acuerdo al tratamiento. Sin embargo, debido a la heterogeneidad natural de la pastura, el forraje disponible en cada parcela diaria podrá diferir del promedio semanal, modificando la asignación de forraje "efectiva" (AFE) con que los animales estaban pastoreando durante los días en que se realizaban los cortes para la estimación del consumo y utilización, con respecto a la AF teórica de 2.5% y 5%, según el tratamiento.

resultados obtenidos en trabajos anteriores realizados por Jamieson y Hodgson (1979a) y Le Du et al., (1979) y más recientemente por Berasain et al., (2002), Elizondo et al., (2003) y Méndez y Davies (2004).

La tendencia señalada anteriormente a aumentar el consumo al aumentar la AF, también puede ser explicada, en parte, por el comportamiento en pastoreo de los animales y el patrón de defoliación de la pastura, según lo señalado por Berasain et al., (2002) y Elizondo et al., (2003). Dichos autores encontraron que con AF al 2.5% los animales ingresaban a la franja con mayor apetito producto de la restricción de forraje, lo que lleva a un primer pico de pastoreo más prolongado que el observado para los animales con AF al 5%. Este comportamiento provocaba un descenso del forraje remanente más acentuado cuando la AF era de 2.5%, restringiendo severamente el pastoreo más allá de media tarde (16 hrs). Si bien estas variables no se cuantificaron en nuestro experimento, se observó a campo un comportamiento muy similar, agravado por el hecho de que además el forraje se encontraba pisoteado (enterrado los días de lluvia) y con excretas, zonas donde el animal se resiste a pastorear (Berasain et al., 2002). Por el contrario, en la AF al 5% al ser menor la presión de pastoreo, los animales tenían suficiente disponible y la posibilidad de seleccionar, pudiendo lograr un mayor consumo de forraje.

Sin embargo, independientemente de la respuesta al aumento en la AF, los consumos de MS aún al 5%, resultaron inferiores al consumo potencial esperado para la raza y categoría animal utilizada (8.44 kg MS/animal/día, CSIRO, 1990). Características asociadas a la pastura y al manejo del pastoreo (Hodgson, 1981) podrían estar explicando esta respuesta. La disponibilidad a la cual pastoreaban los animales podría ser una limitante para el consumo animal, ya que los valores promedios se encontraron cercanos a los 2000 kg MS/ha,

valor que Australian Feeding Standard (1994) considera límite para obtener los máximos consumos voluntarios de MS por parte de los animales. Además cabe destacar, que la disponibilidad de forraje verde (variable que esta más estrechamente asociada al consumo animal) sería significativamente menor, ya que la pastura presentaba una alta proporción de restos secos.

Contrariamente a lo esperado no existió efecto ni de la suplementación ni de la interacción AF x S sobre el consumo de forraje (Grainger y Mathews, 1989; Elizalde, 2001; Elizondo et al, 2003). La sustitución de forraje por suplemento que se espera ocurra al aumentar la oferta de forraje (CSIRO, 1990), se asocia al aumento en el consumo de MS por parte del animal, de forma que, cuanto mas próximo al consumo potencial se encuentra el animal sin suplementación, mayor será la tasa de sustitución al introducir un concentrado (Grainger y Mathews, 1989). El hecho de que en los tres tratamientos al 5% de AF el consumo de forraje no haya variado significativamente y por lo tanto no se haya observado sustitución de forraje por grano, confirmaría que los animales no suplementados pastoreando al 5% estarían restringidos en su consumo voluntario de MS.

Según Hodgson (1981) la altura del forraje es la variable dominante del tapiz que influye en el consumo de forraje en el corto plazo. Morris et al, (1993), por su parte, sugieren que en otoño, con alturas por debajo de 15 cm el consumo se vería limitado. La altura promedio de la pastura registrada durante los períodos en que se midió el consumo (ver cuadro 10) no habría sido por lo tanto una limitante del mismo, ya que nunca se encontró por debajo de dicho valor.

Si bien los valores de FDN del forraje ofrecido se encuentran dentro del rango de valores límites encontrados por De León y Ustarroz (1999) de 45 – 50% que causarían una disminución de la tasa de pasaje del alimento, en el consumo

y en la digestibilidad del mismo, lo mencionado anteriormente no sería aplicable para una pastura de alta calidad como lo es el raigrás, caracterizado por una fibra de alta calidad y degradabilidad ruminal, la cual no estaría limitando el consumo animal (Pordomingo, 2003).

En el cuadro 16 se presentan los datos de composición química de muestras de forraje obtenidas por *Hand Clipping*. Estos resultados son más representativos de la calidad del forraje que consume el animal en comparación con los obtenidos a partir de las muestras del forraje ofrecido, ya que no incluyen el forraje de menor calidad que hay en los estratos inferiores de la pastura y gran parte de los cuales correspondían a restos secos del raigrás del año anterior que quedaron luego de la aplicación de glifosato en febrero.

Cuadro 17: Composición química del forraje consumido por novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sin suplementar o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del PV durante el período experimental.

Tratamiento	MO (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	C (%)	NDT (%)
2.5%	87.8	10.8	46.0	30.7	12.2	68.0
5% Testigo	87.0	13.6	41.6	27.8	13.0	70.4
5% Supl.	87.4	13.4	40.5	26.9	12.6	71.1

MO (Materia orgánica), PB (Proteína bruta), FDN (Fibra detergente neutra), FDA (Fibra detergente ácida), C (Cenizas), NDT (Nutrientes digestibles totales) = $92.51 - (\% \text{ FDA} * 0.7965)$ (Acosta *et al.*, 1994). Tratamiento 2.5% representa los tres tratamientos con asignación de forraje al 2.5%. 5% Supl. representa los tratamientos con asignación de forraje al 5% suplementados.

Comparando los valores de FDN, FDA y NDT de los cuadros 1 y 16, se observa que los valores obtenidos por *Hand Clipping* son mejores, por lo tanto

los animales estarían consumiendo una dieta de mejor calidad, no existiendo limitantes en el consumo por la calidad de la pastura. Sin embargo se observa que en los tratamientos con AF al 2.5% del PV, los animales consumían una dieta con mayor FDN, mayor FDA y por lo tanto una menor digestibilidad medida como NDT, debido a un mayor consumo de los estratos inferiores de la pastura por presentar una restricción en la oferta de forraje.

Otro factor que podría estar explicando el bajo consumo de MS de forraje observado en los animales pastoreando al 5% en relación al potencial, podría estar asociado al bajo porcentaje de MS del forraje (Elizalde y Santini, 1992; Méndez y Davies, 2003) y a las condiciones climáticas ocurridas durante el periodo experimental (altas precipitaciones y presencia de barro en la pastura) que modificarían el comportamiento ingestivo del animal (McClymant citado por Galli *et al*, 1990) (Anexo 1).

Méndez y Davies (2003) afirman que valores inferiores a 18 – 20% de MS en el forraje podrían causar una depresión en el consumo animal. De la misma manera, De León y Ustarroz (1999), mencionan que en pasturas tiernas, contenidos de MS menores al 25% provocan una disminución en el consumo debido a que aumenta el contenido de agua, y ésta contribuye al llenado ruminal.

Además cabe destacar que el forraje que es cosechado por los animales presentaría un menor contenido de MS que los mencionados para los meses de mayo y junio (Cuadro 11), ya que éstos cosechan los estratos superiores de la planta los cuales son más suculentos (Berasain *et al*, 2002).

Los verdeos de alta calidad son consumidos con una gran cantidad de agua celular (interna) la cual es eliminada durante la ingestión, rumia y fermentación; esta agua interna es diferente al agua externa porque su liberación

esta unida a la digestión, lo cual podría estar limitando el consumo de MS (Butris y Phillips, 1987). Leaver (1985) y Butris y Phillips (1987) sostienen que el elevado contenido de agua del forraje puede también reducir la palatabilidad y la aceptabilidad del mismo a través de una reducción en el tamaño de bocado o por una disminución en el tiempo total de consumo.

En base a lo discutido anteriormente se identifica un conjunto de factores que podrían estar explicando el bajo consumo observado en los novillos pastoreando al 5%, respecto a lo esperado. La elevada humedad del forraje, aparece como el único factor que, por si mismo, podría estar limitando el consumo. Sin embargo, el hecho de que, características del forraje como biomasa total, biomasa verde y altura, todas se encontraran próximas a los valores indicados como límites inferiores por debajo de los cuales el consumo se restringiría, podrían estar ejerciendo un efecto combinado.

4.4.2 Consumo de grano de maíz

En cuanto al consumo de suplemento no se encontró efecto significativo de la AF ($P=0.0638$), ni del procesamiento del grano ($P=0.4080$), ni de la interacción entre ambos factores ($P=0.44$). En el cuadro 17 se presentan las medias ajustadas de consumo de maíz para cada tratamiento.

Cuadro 18: Efecto de la asignación de forraje y del procesamiento sobre el consumo de grano de maíz (kg MS/animal/día y % PV) de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje y con suplementación a razón del 1% del PV.

	Asignación de Forraje (% del PV)		Promedio
	2.5%	5%	
Grano Entero	3.26 (0.97)	3.09 (0.92)	3.18 (0.94) A
Grano Molido	3.16 (0.96)	3.09 (0.92)	3.13 (0.94) A
Promedio	3.21 (0.96) a	3.09 (0.92) a	

Los valores entre paréntesis corresponden al consumo de grano expresado como % del PV
a, b: medias seguidas por distintas letras en la fila difieren estadísticamente $P < 0.0001$
A, B: medias seguidas por distintas letras en la columna difieren estadísticamente $P < 0.0001$

Los animales consumieron prácticamente todo el grano ofrecido, observándose sólo una tendencia ($P=0.0638$) en los animales al 2.5% de AF a consumir más grano, posiblemente por la restricción de forraje a la cual se encontraban.

4.4.2.1 Eficiencia de conversión del suplemento

En el cuadro 18 y en la figura 4 se presentan los valores de eficiencia de conversión individual (ECI) promedio del grano de maíz entero o molido, ofrecido a novillos pastoreando al 2,5% o 5% de AF.

Cuadro 19: Eficiencia de conversión individual (kg de suplemento/kg de ganancia de PV adicional) y respuesta en ganancia media diaria de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del PV.

	Asignación de Forraje (% del PV)				Promedio
	2.5%		5%		
	ECI	Respuesta en GMD (kg/día)	ECI	Respuesta en GMD (kg/día)	ECI
Grano Entero	8.0	0.409	8.7	0.357	8.35
Grano Molido	7.6	0.417	6.5	0.477	7.05
Promedio	7.8		7.6		

ECI = Eficiencia de conversión individual (kg de suplemento/kg de ganancia de PV adicional); GMD = Ganancia media diaria (kg/animal/día).

Se observa una mayor eficiencia de conversión para el grano molido en comparación con el entero, siendo este efecto de mayor magnitud en el tratamiento al 5% de AF. Esto podría estar asociado al mayor consumo de MS de forraje que se observó al aumentar la AF, que traería aparejado una mayor tasa de pasaje del alimento y menor tiempo de retención del grano entero en el rumen (Elizalde, 2003b), reduciendo la oportunidad de fermentación por parte de la microflora ruminal en comparación con el grano molido. Pordomingo, (1995) menciona que el procesado del grano aumenta su digestibilidad y su aprovechamiento.

La menor digestibilidad en rumen del grano entero podría ser compensada por una mayor eficiencia de digestión de los carbohidratos a nivel intestinal (entre 11 y 30% según De león y Ustarroz, 1999). No obstante es necesario al menos

cierto grado de quebrado durante la ingestión y la rumia ya que si los granos llegaran enteros al intestino existen pocas posibilidades de que sean digeridos debido a su cubierta protectora (Orskov, 1976), y posiblemente sean excretados y fácilmente reconocibles en la materia fecal (Camps y González, 2003) como lo observado a campo durante el experimento.

Simeone et al., (2004), señala que la digestibilidad total no se vio afectada por el procesamiento del grano cuando este fue suministrado entero o molido a vaquillonas recibiendo una dieta a base de heno. Sin embargo, diferencias entre tipos de maíz pueden afectar la tasa de degradación ruminal del mismo determinando variaciones en su aprovechamiento a lo largo de todo el tracto digestivo. Por su parte Francois et al., (2002) registraron que el procesamiento del grano tuvo efecto sobre la degradabilidad efectiva del mismo, obteniendo mayor degradabilidad para el grano molido que para el entero.

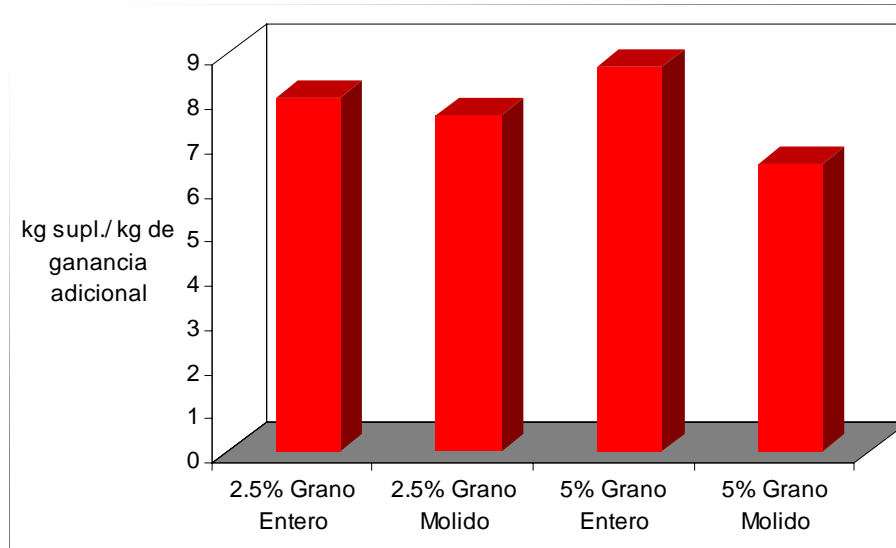


Figura 4: Eficiencia de conversión individual de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje con suplemento de maíz entero o molido a razón del 1% del PV.

Los valores de ECI obtenidos concuerdan con lo encontrado por Gomes da Rocha et al., (2003) en un ensayo con vaquillonas suplementadas con grano de sorgo sobre un verdeo de invierno, donde la eficiencia de conversión fue de 7 – 8:1 kg de grano/kg de ganancia de peso vivo adicional. A nivel nacional Carrquiry et al., (2002), encontraron mejores eficiencias de conversión, ya que, trabajando con novillos de 350 kg sobre un verdeo de avena y luego sobre pradera, utilizando las mismas AF, suplemento y nivel de suplementación que los utilizados en este experimento, obtuvieron datos de eficiencia de conversión para 2.5% y 5% de AF de 4.6:1 y 5.5:1, respectivamente, y 5.3:1 y 4.7:1 para grano entero y molido, respectivamente.

Más recientemente Bartaburu et al, (2003), trabajando bajo las mismas condiciones que en este experimento, obtuvieron eficiencias de conversión para 2.5% y 5% de AF de 7.35:1 y 71:1 respectivamente y de 46.5:1 y 31.8:1 para grano entero y molido respectivamente. Comparando las eficiencias de conversión encontradas por estos autores se observan similares resultados al 2.5% de AF, mientras que al 5% de AF la eficiencia empeora asociado a las altas tasas de ganancias del tratamiento testigo obtenidas en el mencionado experimento.

4.4.3 Consumo total de materia seca

Como consecuencia de las diferentes asignaciones de forraje, de las diferentes prácticas de suplementación y de las interacciones entre ambas variables, se registraron consumos de MS diferentes entre tratamientos, los cuales se muestran en la figura 5.

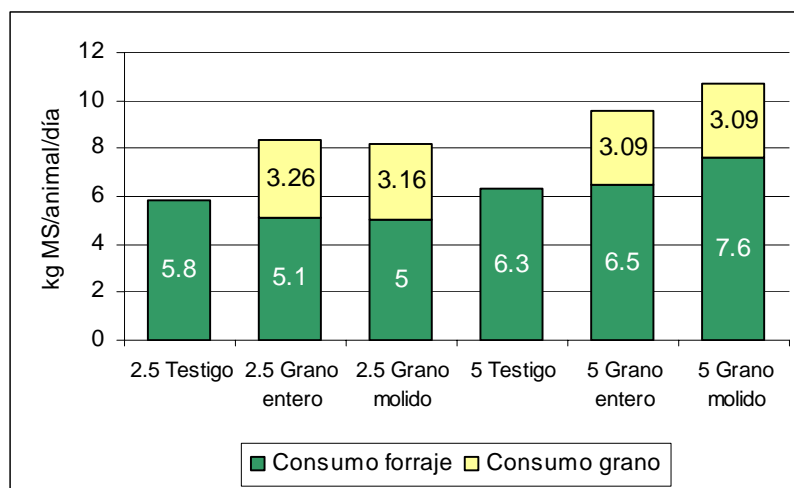


Figura 5: Efecto de la asignación de forraje y de la suplementación sobre el consumo total de materia seca de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje, sin suplementar o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del PV.

En la medida que no se registraron disminuciones estadísticamente significativas en el consumo de forraje por efecto de la suplementación, los consumos totales estuvieron explicados por la adición del grano a la base de pastura, lográndose el mayor consumo de MS total en los animales suplementados y pastoreando con AF al 5%.

4.4.4 Consumo total de nutrientes digestibles totales

En el cuadro 19 se observa el consumo total de MS y el consumo total de NDT acompañado de las GMD promedio observada en cada tratamiento.

Cuadro 20: Consumo total de MS, de nutrientes digestibles totales y ganancias medias diarias de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sin suplementar o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del PV.

Tratamientos	Consumo total (kg MS/animal/día)	Consumo total (kg NDT/animal/día)	GMD (kg/animal/día)
2.5% Testigo	5.8	3.7	0.038
2.5% GE	8.4	6.0	0.447
2.5% GM	8.2	5.9	0.455
5% Testigo	6.3	4.1	0.525
5% GE	9.6	6.8	0.882
5% GM	10.7	7.5	1.002

GE = grano entero; GM = grano molido; MS = materia seca; NDT = nutrientes digestibles totales; GMD = ganancia media diaria. $NDT \text{ del forraje} = 92.51 - (\%FDA * 0.7965)$ (Acosta et al, 1994); $NDT \text{ del grano} = 92.22 - (\%FDA * 1.535)$ (National Forage Testing Association)

Como se puede apreciar en el cuadro 19 los animales suplementados tuvieron un mayor consumo total de NDT, correspondiéndose esto con una mejor performance de estos animales con respecto a sus testigos. Observando el tratamiento 5% sin suplementar se podría suponer que el consumo de dichos animales estaría subestimado, ya que si comparamos las GMD de este tratamiento con los tratamientos con AF al 2.5% suplementados, se aprecia una mayor GMD en los animales al 5% sin suplementar a pesar de que el consumo total de NDT fue inferior. El mismo efecto se observaría comparando el testigo al 2,5% de AF y el testigo al 5% de AF, ya que por el hecho de solo incrementar el consumo de NDT en 0.4 kg NDT/animal/día la GMD aumenta 0.400 kg.

4.5 PRODUCCIÓN DE CARNE POR HECTÁREA

En el cuadro 20 se muestra la producción de carne por hectárea durante todo el período experimental, calculada para cada tratamiento.

Cuadro 21: Producción de carne por hectárea de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sin suplementar o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón de 1% del PV.

	Asignación de Forraje (% del PV)	
	2.5%	5%
Testigo	9.3	62.2
Grano Entero	103.1	102.7
Grano Molido	106.4	115.7

Se aprecia un efecto claro de la suplementación sobre la producción de carne por hectárea, existiendo una notoria tendencia a aumentar este indicador al incluirse el grano de maíz en la dieta, ya sea entero o molido en ambas asignaciones de forraje.

La mayor carga a la cual se manejaron los animales suplementados pastoreando al 2,5% compensó las menores ganancias observadas en estos tratamientos respecto a los suplementados al 5%, no difiriendo en términos de la producción de carne por unidad de área. En cambio la diferencia encontrada entre los tratamientos testigos se debería a que la mayor carga del tratamiento con AF al 2.5% no compensó las bajas GMD que se obtuvieron en dicho tratamiento.

Los resultados obtenidos son bajos en relación a los encontrados a nivel nacional por Carriquiry et al, (2002), quienes obtuvieron producciones de carne por hectárea de 107, 335, 349, 83, 173 y 188 kg para 2.5% sin suplemento, 2.5% grano entero, 2.5% grano molido, 5% sin suplemento, 5% grano entero y 5% grano molido respectivamente. Por otro lado Bartaburu et al, (2003) obtuvieron valores de 214, 313, 300, 150, 155 y 154 kg/ha para 2.5% sin suplemento, 2.5% grano entero, 2.5% grano molido, 5% sin suplemento, 5% grano entero y 5% grano molido respectivamente. Las diferencias encontradas con estos experimentos podrían deberse a las mayores GMD y cargas registradas en estos experimentos, esta última, debido a una mayor disponibilidad de forraje.

Por su parte Méndez y Davies, (2002) trabajando en pasturas de alta calidad en otoño con niveles de asignación de forraje al 2.5% del PV y suplementación con grano de maíz al 1% del PV, obtuvieron producciones de carne por hectárea del orden de 375 kg, lo cual es sensiblemente mayor que lo obtenido en el experimento.

La eficiencia de conversión del suplemento por hectárea tiene relación con la producción de carne por hectárea. Evidencia de esto son los resultados obtenidos en el experimento, ya que los tratamientos que lograron las mejores eficiencias de conversión por unidad de área fueron los que produjeron más kg de carne por hectárea.

En la figura 6 se presentan las eficiencias de conversión de grano consumido por hectárea, para todo el período experimental.

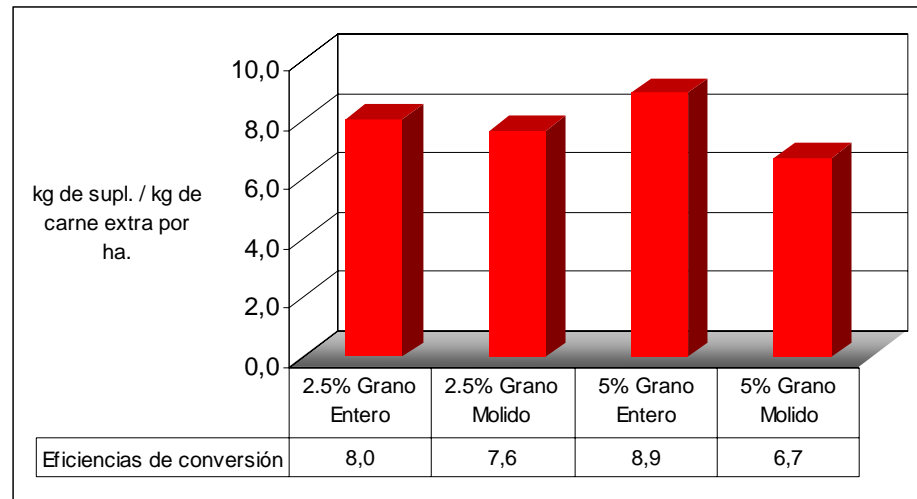


Figura 6: Eficiencia de conversión de grano por hectárea (kg de grano/kg de carne extra por hectárea) de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sin suplementar o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del PV.

Comparando las eficiencias de conversión de grano por hectárea se observan mejores resultados en los tratamientos con AF al 2.5% respecto a la AF al 5% grano entero. La mayor respuesta en producción de carne al 2.5% de AF, asociada a una mayor carga (4.1 animales/ha vs 2.05 animales/ha), explicaría esta diferencia, aún cuando el consumo de grano por unidad de área duplicó el observado al 5%.

Sin embargo en la AF al 5% con grano molido la eficiencia/ha es mejor, esto podría estar explicado porque la mayor ganancia media diaria más que compensaría la menor carga animal de este tratamiento.

Los valores de eficiencia de conversión/ha se asemejan a los hallados por Méndez y Davies (2002), quienes trabajando a niveles de suplementación de

0.5% y 1% del PV obtuvieron eficiencias de conversión que oscilaron entre 6:1 y 9:1 kg de grano por kg de carne extra producido por hectárea.

4.6 CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y DE LA CARNE

En el cuadro 21 se presentan las medias ajustadas para el peso vivo a la faena y las variables de respuesta asociadas a mediciones de la canal y calidad de la carne, en cada tratamiento.

Cuadro 22: Peso vivo a la faena y variables de la carcaza para novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje, sin suplementación o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del peso vivo.

Variable	Tratamientos					
	2.5 Testigo	2.5 GE	2.5 GM	5 Testigo	5 GE	5 GM
Peso vivo a faena (kg)	314.8c	335.0b	337.2b	336.4b	356.6a	363.3a
Peso carcaza (kg)	147.4c	161.8b	165.2b	162.2b	175.7a	183.2a
Rendimiento (%)	46.8c	48.3b	48.9b	48.2bc	49.3ab	50.5a
AOB (cm ²)	43.4b	45.0ab	46.2ab	45.8ab	46.8ab	49.9a
EGS ½ (mm)	1.33c	3.07bc	3.34b	3.00bc	5.63a	3.59b
EGS ¾ (mm)	0.83c	1.74bc	2.84ab	2.50abc	3.97a	3.10ab
P8 (mm)	5.41b	5.96ab	5.31b	6.32ab	7.17a	6.27ab
Cortes delanteros (kg)	40.3c	43.3b	45.2b	44.5b	48.0a	49.2a
Cortes traseros (kg)	41.9d	46.1c	46.4c	45.4c	48.5b	50.7a
Corte pistola (kg)	36.4d	39.6c	40.3bc	39.3c	41.4b	43.5a

Medias seguidas por diferentes letras en la fila difieren estadísticamente P<0.05

GE = grano entero; GM = grano molido; AOB = área ojo de bife; EGS ½ = espesor de grasa subcutánea en el punto ½; EGS ¾ = espesor de grasa subcutánea en el punto ¾; P8 = espesor de grasa en el cuadril

Al igual que lo observado por Alonso et al, (1993), en el experimento se observó una relación positiva entre PV a la faena y el peso de la carcaza caliente. El peso de la carcaza se vio afectado significativamente por la AF (P<0.05) y por la S (P<0.05), pero no por la interacción entre ambas variables. Esto no concuerda con lo expresado por Simeone et al, (sin publicar), quien encontró que el peso de canal caliente era afectado significativamente sólo por la suplementación.

Los rendimientos fueron afectados significativamente tanto por la AF (48.03b vs 49.31a para 2.5% y 5% de AF respectivamente con $P < 0.05$), como por la suplementación (47.52b vs 48.79a y 49.69a para testigo, grano entero y grano molido respectivamente con $P < 0.05$), no siendo así para la interacción AF x S ($P = 0.8190$).

Los animales suplementados rindieron aproximadamente un 4.5% más que los animales sin suplementar. Según Elizalde (1999), esto se debe a que si existen limitaciones en la cantidad o en la calidad del forraje consumido, la suplementación tiene el doble efecto de acelerar la terminación y por otra parte mejorar el rendimiento, respecto de aquellos animales faenados a igual tiempo pero no suplementados. El rendimiento aumenta debido a que la suplementación tiende a disminuir el peso de los contenidos ruminales producto de un menor consumo de fibra debido a una menor ingesta de forraje por sustitución (Elizalde, 1999).

Cuando existe una limitación en el consumo aunque el forraje sea de calidad, la suplementación mejora los rendimientos porque permite aumentar el consumo total de energía logrando mejores ganancias de peso y un mayor grado de engrasamiento en animales comparados a igual fecha de salida (Elizalde, 1999). Sin embargo si a los animales sin suplementar se les permitiera alcanzar igual engrasamiento que los suplementados, los rendimientos no serían muy diferentes, pero esto se lograría con mayor peso final con más días de alimentación, lo que llevaría a tener problemas desde el punto de vista del sistema de producción (Elizalde, 1999).

Los rendimientos obtenidos son bajos en relación a los encontrados a nivel nacional por Bartaburu et al., (2003) quienes obtuvieron valores de 51.1%, 53.7%, 53.3%, 53.9%, 52.2% y 53.6% para animales pastoreando raigrás al 2.5% de AF, sin suplementación o suplementados con 1% de grano de maíz entero o molido, o al 5% de AF, sin suplemento, con grano entero o grano molido, respectivamente. A nivel internacional Rosso y col. (1998), citado por Grigera et al., (2003), trabajando con terneros de destete sobre una pastura mezcla de gramíneas y leguminosas obtuvieron rendimientos de 54.8% y 55.3% para animales alimentados sólo con pastura o con suplementación otoño – invernal con grano de maíz al 1% del PV respectivamente. Las GMD y los pesos obtenidos a la faena en dicho experimento fueron de 0.427 kg/animal/día y 444 kg y 0.822 kg/animal/día y 456 kg respectivamente.

Las diferencias encontradas con los resultados de Rosso y col. pueden deberse a que en nuestro experimento ningún tratamiento logró los pesos de faena necesarios para obtener una adecuada terminación, principalmente debido al corto período de alimentación con pastura de alta calidad y/o suplementación (Elizalde comunicación personal, 2003); mientras que las diferencias encontradas con los resultados de Bartaburu et al., (2003) podrían estar dadas por las mayores GMD de los animales registradas por dichos autores.

El área ojo de bife no fue afectada por la AF ($P=0.0934$) o la S ($P=0.1745$), como tampoco por la interacción entre ambas variables ($P=0.8622$). Existió una correlación positiva entre el PV a la faena y el AOB, concordando con lo expresado por Caravia y González (1998), quienes encontraron una correlación de 0.74 entre ambas variables.

Para la variable P8 hubo efecto significativo de la AF (5.56 vs 6.59 para 2.5% y 5% de AF respectivamente con $P < 0.05$), pero no de la S ($P = 0.3057$) ni de la interacción AF x S ($P = 0.9572$). Esto no concuerda con lo expresado por Bartaburu et al, (2003) quienes no encontraron efecto significativo de la AF.

La variable EGS $\frac{1}{2}$ fue afectada estadísticamente por la AF (2.59b vs 4.08a para 2.5% y 5% de AF respectivamente con $P < 0.05$) y por la S (2.17b vs 4.35a y 3.47a para testigo, grano entero y grano molido respectivamente con $P < 0.05$); en cambio EGS $\frac{3}{4}$ solo fue afectada por la AF (1.81b vs 3.19a para 2.5% y 5% de AF respectivamente con $P < 0.05$) y no por la S ($P = 0.0818$). Ninguna de las dos variables fueron afectadas por la interacción AF x S ($P = 0.1866$ y $P = 0.2731$ respectivamente). Esto no concuerda con lo expresado por Bartaburu et al, (2003), quienes mencionan que el espesor de grasa no fue afectado ni por la asignación de forraje, ni por la suplementación, ni por la interacción entre ambas variables.

La mayor cantidad de grasa en las canales de los animales suplementados podría estar explicada por una mayor tasa de GMD, la cual estaría promoviendo que se deposite una mayor proporción de grasa, con respecto a la proteína, en la composición de esa ganancia (Di Marco, 1998).

En cuanto al peso de los cortes traseros, éstos fueron afectados por la AF ($P < 0.0001$) y por la S ($P < 0.0001$), pero no por la interacción entre ambas variables ($P = 0.4023$). Al suministrar grano o al aumentar la AF el peso de los cortes traseros aumentó significativamente, esto coincide con los resultados obtenidos por Bartaburu et al, (2003).

El peso del corte pistola aumentó significativamente ($P < 0.0001$) al suministrarle grano a los animales y al incrementar la cantidad de forraje asignada diariamente a cada animal ($P < 0.0001$). Los resultados obtenidos concuerdan en parte con lo encontrado por Bartaburu *et al.*, (2003), ya que dichos autores registraron aumentos significativos en el peso del corte pistola al suministrar grano a los animales pero no al aumentar la AF.

En el cuadro 22 se muestran los pesos de los cortes valiosos obtenidos del desosado del corte pistola.

Cuadro 23: Desosado del corte pistola de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje, sin suplementación o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del peso vivo.

Variable	Tratamientos					
	2.5 Testigo	2.5 GE	2.5 GM	5 Testigo	5 GE	5 GM
Lomo (kg)	1.39c	1.56b	1.67ab	1.56b	1.72a	1.76a
Bife (kg)	2.76c	3.27ab	3.20ab	3.04bc	3.31ab	3.43a
Cuadril (kg)	3.31b	3.49ab	3.61ab	3.49ab	3.71ab	3.73a
Colita (kg)	0.682d	0.796bc	0.796bc	0.766c	0.877ab	0.918a
Nalga adentro (kg)	5.06d	5.49c	5.76bc	5.62bc	5.93b	6.47a
Nalga afuera (kg)	4.49c	4.97b	5.07b	5.00b	5.42b	5.90a
Bola de lomo (kg)	3.49c	3.71c	3.73bc	3.68c	4.20ab	4.24a
Tortuga (kg)	1.58b	1.66ab	1.68ab	1.61b	1.69ab	1.80a
Garrón (kg)	1.51c	1.51c	1.62bc	1.61bc	1.64b	1.81a
Recorte de carne (kg)	1.23a	1.61a	1.38a	1.40a	1.41a	1.25a
Recorte de grasa (kg)	1.56c	1.99ab	1.81bc	1.86abc	2.10ab	2.13a
Hueso (kg)	9.38b	9.69ab	9.96a	9.77ab	9.98a	10.19a

Medias seguidas por diferentes letras en la fila difieren estadísticamente $P < 0.05$

GE = grano entero; GM = grano molido

Observando el rendimiento al desosado de los 9 cortes comerciales, se aprecia un efecto significativo ($P < 0.05$) al aumentar la AF para todos los cortes menos para el cuadril ($P = 0.1503$) y la tortuga ($P = 0.1560$). La suplementación tuvo un efecto significativo ($P < 0.05$) en todos los cortes menos en el cuadril ($P = 0.1760$). Además existió una correlación positiva entre el PV a la faena, peso

de media res y peso del corte pistola con el peso de los 9 cortes comerciales. Esto concuerda con lo expresado por Alonso et al, (1993) quienes obtuvieron correlaciones de 0.93 entre el peso de media res y el peso de 7 cortes valiosos, y 0.94 entre el peso del corte pistola y el peso de los 7 cortes valiosos.

En cuanto al recorte de grasa se encontró una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre las asignaciones de forraje siendo mayor para el 5% de AF (1.79 kg vs 2.04 kg). La suplementación también afectó significativamente ($P < 0.05$) dicha variable, no habiendo diferencias entre diferentes procesamientos del grano (Testigo=1.71 kg, grano entero=2.05 kg, grano molido=1.97 kg). Bartaburu et al, (2003), encontraron similares resultados, ya que observaron diferencias significativas para las diferentes asignaciones de forraje (2.5% y 5%) pero no para la suplementación con grano de maíz entero o molido al 1% del PV.

La cantidad de hueso (kg) aumentó de manera significativa ($P < 0.05$) al suplementar los animales, en cambio al aumentar la AF no hubo efecto significativo ($P = 0.0657$), observándose sólo una tendencia de aumentar la cantidad de hueso al pasar de 2.5% a 5% de AF. Si se expresara esta variable en porcentaje, los animales con suplementación o mayor asignación de forraje, deberían tener un menor porcentaje de hueso que los animales sin suplementar o con baja asignación de forraje, según lo recabado en la bibliografía, donde Guenther et al, (1965) encontró que novillos Hereford alimentados en un alto nivel energético siempre presentaban menos hueso que otros contemporáneos con dietas de bajo valor energético; y Caravia y González (1998) quienes sostienen que al mejorar el nivel de alimentación la tendencia es a disminuir el porcentaje de hueso.

En el cuadro 23 se muestran los resultados encontrados de pH en la carne medidos a las 24 hrs de la faena a nivel de la 10ª costilla en el *Longissimus dorsi*.

Cuadro 24: pH de la carne de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje, sin suplementación o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del peso vivo.

	Asignación de Forraje (% del PV)		Promedio
	2.5%	5%	
Testigo	5.49	5.49	5.49 A
Grano Entero	5.54	5.45	5.49 A
Grano Molido	5.51	5.50	5.50 A
Promedio	5.48 a	5.52 a	

Los valores obtenidos se encuentran dentro del rango reportado por Garriz (2001) quien sostiene que el pH de la carne luego de la faena disminuye de 7 en el animal vivo hasta 5.5 – 5.8 a las 24 hrs. Ni la suplementación (P=0.9626), ni la AF (P=0.2248) como tampoco la interacción entre ambas (P=0.3752) afectaron significativamente al pH.

Según Grigera et al., (2003) la suplementación (ya sea en engorde a corral o en pastoreo en la etapa de terminación) permite almacenar suficientes reservas de glucógeno como para lograr adecuados descensos de pH. Observando los resultados obtenidos en el experimento, esto no se reflejó en diferente respuesta respecto a los animales alimentados sólo a pasto, por lo que podría afirmarse que estos también tuvieron una adecuada reserva de glucógeno como para permitir un apropiado descenso del pH.

4.7 DISCUSIÓN GENERAL

Las ganancias obtenidas en los tratamientos testigos de ambas asignaciones indicarían que existen factores, ya sea de la pastura o de manejo que no permitirían a estos animales obtener una buena performance. Cuando se utilizan las mayores cargas, la restricción en la oferta de forraje aparece como una clara limitante al consumo; sin embargo, en condiciones en que la asignación de forraje no sería limitante, el consumo animal habría estado limitado por atributos de la pastura, tal como una baja disponibilidad de MS total o de MS verde, la que provocaría una disminución en la tasa de bocado (por un menor tamaño de bocado), disminuyendo el consumo animal (Jamieson y Hodgson, 1979a).

Los valores de consumo obtenidos fueron comparados con los valores predichos a partir de la ecuación propuesta por el sistema de alimentación Australian Feeding Standard, (1994) del CSIRO, que considera características tanto del animal como de la pastura para predecir el consumo de MS (Anexo 6).

En el cuadro 24 se presentan los valores de estimación del consumo para el tratamiento con AF al 5% del PV sin suplementación.

Cuadro 25: Consumo de forraje (% PV) predicho en función de las características de la pastura y del animal (CSIRO, 1990) y estimado para novillos pastoreando al 5% de AF.

Tratamiento	Estimación del consumo (% del PV)	
	Predicho CSIRO(*)	Estimado MA
5% Testigo	1.86	1.97

* Según Australian Feeding Standard, (1994). MA = método agronómico.

El modelo de CSIRO es el que más se ajusta a las condiciones de pastoreo, ya que toma en cuenta las características del animal para definir el consumo potencial y parámetros de calidad y cantidad de la pastura para determinar el consumo real de forraje; pero igualmente tiene como limitante que sobreestima el efecto de la disponibilidad de forraje (tt MS/ha) como determinante del consumo, ya que éste tiene respuesta hasta 10 tt MS/ha de forraje disponible. Esto contrasta con varios autores que sugieren que los máximos consumos de forraje se logran con disponibilidades de forraje entre 2500 y 3000 kg MS/ha (Jamieson y Hodgson, 1979b).

Si comparamos el consumo obtenido a través del método agronómico y el predicho por el modelo de CSIRO, no encontramos grandes diferencias, lo cual estaría afirmando la idea de que la disponibilidad de forraje a la cual pastoreaban los animales sería la causa del bajo consumo obtenido en este tratamiento. A su vez si comparamos la ganancia predicha (AFRC, 1993) estimada a partir del consumo predicho (CSIRO) con la ganancia obtenida en el experimento para este tratamiento vemos que no hay grandes diferencias (0.660 vs 0.525 kg/animal/día), lo que estaría indicando que la ganancia obtenida para este tratamiento se encontraría dentro de los valores esperados para estos consumos.

A nivel de sistema de producción aparece como claro el impacto que tendría la suplementación sobre la GMD. El agregado de grano no tuvo efecto sobre el consumo de forraje de los animales suplementados en ambas asignaciones, por lo que el consumo de suplemento se adiciona al consumo de forraje aumentando el consumo total en estos tratamientos. Si bien estos resultados contradicen lo observado por otros autores (Méndez y Davies, 2002; Bartaburu et al, 2003), que han observado una reducción en la respuesta a la suplementación al aumentarse la AF, también es cierto que en condiciones de pastoreos tempranos de verdes, las ganancias de animales no suplementados pastoreando a altas AF han sido bajas, existiendo mayor respuesta a la suplementación (Carrquiry et al, 2002).

Dado los presentes resultados, máximas ganancias individuales y buena eficiencia de conversión del suplemento se obtendrán suplementando al 5% de AF.

Al no existir sustitución principalmente en los tratamientos de mayor asignación, no se encontró efecto del suplemento sobre la receptividad de la pastura, no pudiéndose corregir la carga como tampoco la producción de carne por hectárea. Con respecto a esta última variable se observa que es un claro reflejo de las ganancias obtenidas en todos los tratamientos, siendo el efecto de las mismas compensatorio con las menores cargas en las asignaciones mas altas, observándose el efecto contrario en las asignaciones mas bajas, obteniéndose de esta manera similares productividades en los tratamientos suplementados en ambas asignaciones.

La adopción de diferentes estrategias de manejo, como son la suplementación y el manejo del forraje, parece incidir de diferentes maneras en la calidad de la carne y la canal. El incremento en la AF aumentó los rendimientos y la grasa medida en el cuadril y en el músculo *L. dorsi*. La suplementación con grano de maíz no logró el objetivo, muchas veces buscado en las invernadas, de alcanzar una buena terminación de los animales, ya que a pesar de que la suplementación aumentó las GMD y los consumos totales de MS repercutiendo esto en mayores rendimientos, los mismos no fueron los esperados para este tipo de pasturas y con estos niveles de suplementación. Sumado a esto, dicha suplementación no tuvo un efecto claro sobre la cantidad de grasa. Sin embargo la cantidad de carne (corte trasero y corte pistola) producida por animal aumentó al suministrar grano de maíz o al disminuir la presión de pastoreo, pudiendo esto ser atribuido a los mayores consumos los que redundarán en mayores ganancias diarias y pesos de faena obtenidos por los animales suplementados.

5. CONCLUSIONES

El manejo de la intensidad de pastoreo a través de la asignación de forraje permite incidir de forma positiva sobre el consumo de novillos Hereford pastoreando pasturas de buena calidad en otoño-invierno, aumentando significativamente la ganancia de peso de los animales.

La suplementación energética con grano de maíz a razón del 1% del peso vivo mejora significativamente la performance animal de los animales independientemente de la asignación de forraje, asociado a un aumento significativo en el consumo total de materia seca y NDT.

El procesamiento del grano de maíz no mejora significativamente la ganancia de peso de novillos Hereford pastoreando una pastura de buena calidad en el período otoño-invernal. No obstante, existe una tendencia a que el molido mejore la ganancia de peso y la eficiencia de conversión, cuando los animales pastorean con una AF al 5%.

La asignación de forraje y la suplementación mejoran significativamente el rendimiento en res y cantidad de carne obtenida (peso de corte trasero, delantero y pistola) de novillos Hereford pastoreando un verdeo otoñal. En cambio la cantidad de grasa sólo fue afectada por la asignación de forraje, obteniéndose una mejor terminación en los animales con menor intensidad de pastoreo.

6. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la asignación de forraje y de la suplementación con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del peso vivo sobre el consumo, performance animal y calidad de la canal y de la carne de novillos Hereford pastoreando un verdeo de raigrás durante otoño. El experimento fue realizado en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, Paysandú, en el período comprendido entre el 22/4/03 y el 18/6/2003. Treinta y seis novillos Hereford, de aproximadamente 18 meses de edad con un peso vivo (PV) promedio de 321 ± 19.1 kg, fueron asignados al azar en seis tratamientos de acuerdo al siguiente arreglo factorial: pastoreo en dos asignaciones de forraje (2.5 o 5 kg de MS de forraje/100 kg PV), sin suplementación o suplementados con grano de maíz entero o molido a razón del 1% del peso vivo. Los animales pastorearon una pastura de raigrás (*Lolium multiflorum*, cultivar LE 284) de resiembra natural, de forma rotativa, en franjas diarias.

La suplementación tuvo el mismo efecto no significativo en el consumo de forraje en ambas asignaciones, pero aumentó el consumo total de MS en las mismas.

Tanto la AF como la suplementación afectaron a las ganancias medias diarias obtenidas para cada tratamiento ($P < 0.05$) no habiendo efecto de la interacción entre ambos factores. Las medias ajustadas por tratamiento fueron: 0.038, 0.447 y 0.455 kg/animal/día para los tratamientos pastoreando al 2.5% sin suplementar o suplementados con grano entero o molido, respectivamente; y 0.525 0.882 y 1.002 kg/animal/día para los que pastoreaban al 5% AF sin suplementar o suplementados con grano entero o molido, respectivamente. El procesamiento del grano no afectó significativamente la GMD, aunque existió una

tendencia a que estas mejoraran con el suministro de grano molido cuando los animales pastoreaban al 5% AF. La asignación de forraje y la suplementación aumentaron significativamente el rendimiento en res y la cantidad de carne obtenida (peso de corte trasero, delantero y pistola). En cambio la cantidad de grasa sólo fue afectada por la asignación de forraje, obteniéndose una mejor terminación en los animales con menor intensidad de pastoreo.

7. SUMMARY

The objective of this research was to study the effect of forage allowance (FA) and supplementation using maize grain, offered whole or ground at 1% of live weight, on dry matter (DM) intake, animal performance, carcass traits and meat quality of Hereford steers grazing annual raigras during autumn. The experiment was conducted at the “Estación Experimental Mario A. Cassinoni” in Paysandú, Uruguay, between 4/22/2003 and 6/18/2003.

Thirty six 18-months-old Hereford Steers, (321 ± 19.1 kg liveweight (LW)) were randomly allotted to one six treatments according to the following factorial arrangement: grazing at two FA (2.5 or 5 kg of forage DM/100 LW), without supplementation or supplemented with whole or ground maize at 1% LW. Animal grazed an annual raigras pasture (*Lolium multiflorum*, cultivar LE 284), in rotational grazing with daily strip allocation.

Both, FA and supplementation significantly affected daily liveweight gains (LWG) ($P < 0.05$), but no effect was observed for the interaction between these factors. Least square means for each treatment were: 0.038, 0.447 and 0.455 kg/animal/day for those grazing at 2.5% FA without supplementation or supplemented with whole or ground maize, respectively; and 0.525, 0.882 and 1.002 kg/animal/day for those grazing at 5% FA without supplementation or supplemented with whole or ground maize, respectively. Grain processing did not affect the average daily gain ($P > 0.05$), although it was observed a trend for ground maize to improve LWG when animals grazed at 5% FA.

The forage allowance and the supplementation significantly improved carcass dressing percentage and meat quantity (hindquarter, forequarter and

pistol cut weight). However, fat quantity, was only affected by forage allowance obtaining better cattle finishing with a less intensive grazing.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ACOSTA, Y.; BASSEWITZ, H.; COZZOLINO, D.; METHOL, M.; MIERES, J.; FIGURINA, G. 1994. Estimadores del valor nutritivo para producción de leche. En: Guía para la alimentación de rumiantes. I.N.I.A. Serie Técnica N°44. p. 41 – 40.
2. AHUNCHAÍN, M.; RESTAINO, E.; CIBILS, R.; RISSO, D. F.; ZARZA, A. 1997. Verdeos de invierno: Variedades de doble propósito. En: Pasturas y Producción Animal en Áreas de Ganadería Extensiva. I.N.I.A. Serie técnica N° 15 p. 67 – 75.
3. ALDRICH, S.; LENG, E. 1974. Producción Moderna del Maíz. Editorial Hemisferio Sur. 308 p.
4. ALONSO, F.; CAMPON, G.; COLUCCI, L. 1993. Algunos factores que afectan el rendimiento de la carne vacuna. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía.
5. ALVAREZ, M. I.; MOREIRA DOS SANTOS, W. L. 2004. Comparación de la ternera del bife angosto (músculo L. dorsi) de novillos mestizos Nelore de diferentes edades (En línea). Escuela de Veterinaria. Universidad Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. Consultado el 15 de abril del 2004. Disponible en <http://www.unne.edu.ar/cyt/2002/04-Veterinarias/000-V-Indice-Web.htm>.

6. ANÓNIMO. 1998. Boletín del Centro de Consignatarios Directos de hacienda (En línea). Buenos Aires, Argentina, 12 (106): 8 - 9. Consultado el 12 de abril del 2004. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/00-carne_y_subproductos.htm.
7. Australian Feeding Standard. 1994. Prediction of feed intake. p. 209 – 225.
8. BALDI, F.; FERNANDEZ, J.; GOMEZ, F. 2001. Efecto de la suplementación energética y distintos niveles de asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando praderas permanentes durante el verano. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 75 p.
9. BARTABURU, S.; COOPER, P.; LANFRANCONI, M.; OLIVERA, L. 2003. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño – invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 93 p.
10. BAVERA, G. A. 2000. Curso de Producción Bovina de Carne (En línea). Capítulo VII. FAV UNRC. Consultado el 1 de Abril del 2004. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/00-carne_y_subproductos.htm.
11. BEAUCHEMIN, K. A.; McALLISTER, 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 (1): 236 – 246.

12. BERASAIN, S.; PATRON, L.; VIDART, M. 2002. Efecto de la suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal sobre el comportamiento ingestivo y consumo voluntario en novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje en verdeo y pradera en estado vegetativo. Tesis Ing. Agr. Paysandú, Uruguay, Facultad de Agronomía. 104 p.
13. BIANCHI, J. 1982. Relación de distintos parámetros de la pastura con el consumo y ganancia de peso en novillos en pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 86 p.
14. BUCY, L. V.; BENNION, L. L. 1962. Concentrate – Roughage levels in diets of fattening steers. *Journal of Animal Science* 21 (3): 666 Abs.
15. BUSH, D. A.; DINKEL, C. A.; MINYARD, J. A. 1966. Live animal prediction of edible portion in beef cattle. *Journal of Animal Science* 25 (4): 1271 Abs.
16. BUTRIS, G. Y.; PHILLIPS, C. J. C. 1987. The effect of herbage surface water and the provision of supplementary forage on de intake and feeding behaviour in cattle. *Grass Forage Science* 42 : 259 – 264.
17. CAB INTERNATIONAL. 1993. AFRC. 1993. Energy and Protein Requierements of Rumiant. 159 p.
18. CAFARO, M.; CAPURRO, R. 2002. Suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal a novillos Hereford alimentados en base a pasturas de alta calidad en el período otoño – invernal: Cinética de la

degradación y parámetros ruminales. Tesis Ing. Agr. Paysandú, Uruguay, Facultad de Agronomía. 126 p.

19. CAMPS, D. N.; GONZALEZ, G. O. 2003. Grano de maíz en la alimentación del ganado: ¿entero o partido? (En línea). Consultado el 16 de julio del 2004. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/04-grano_maiz.htm.
20. CANGIANO, C. A. y GÓMEZ, P. O. 1985. Estimaciones del consumo de forraje mediante componentes del comportamiento ingestivo de novillos en pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal* 5 (9 – 10): 573 – 579.
21. CAORSI, C.; MUSSIO, G.; NIN, J. 2001. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido sobre la evolución de peso vivo de terneras y vaquillonas Hereford pastoreando avena. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 66 p.
22. CARAVIA, V.; GONZALEZ, F. 1998. Evaluación de un sistema de engorde intensivo de vacas de descarte y caracterización de la carne producida. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 83 p.
23. CARRIQUIRY, J.; NORMEY, R.; PARDIÑAS, P. 2002. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño – invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 88 p.

24. CASTILLO, A. R.; KLOSTER, A. M.; LATIMORI, N. J.; USTARROZ, E. 1992. Factores que afectan la ganancia de peso de novillos sobre pasturas de calidad durante el otoño. Información para extensión N° 1. INTA Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juarez. 9 p.
25. CATON, J. S.; DHUYVETTER, D. V. 1997. Energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. Journal of Animal Science 75 (2): 533 – 542.
26. CHILIBROSTE, P. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo: I. Predicción del consumo. XXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay. p. 1- 7.
27. COZZOLINO, D. 2000. Características de los suplementos utilizados en el Uruguay para su empleo en alimentación animal. Serie Técnica 110. I.N.I.A. La Estanzuela. 16 p.
28. DE LEON, M.; USTARROZ, E. 1999. Suplementación con granos en invernada. En: Producción Intensiva de Carne. II Congreso Nacional para Productores y Profesionales. P. 37 – 65.
29. DEPETRIS, J. 2000. Marca Líquida (En línea). Mayo 2000:17 - 21. Consultado el 1 de Abril del 2004. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/00-carne_y_subproductos.htm.
30. DI MARCO, O. N. 1998. Crecimiento de vacunos para carne. Editado por Oscar N. Di Marco. 246 p.

31. DIRECCIÓN NACIONAL DE METEOROLOGÍA. 2001. Distribución Nacional de Precipitaciones (En línea). Consultado el 15 de Octubre del 2003 Disponible en: <http://www.INIA.org.uy/disciplinas/agroclima/index.html>.
32. DIXON, R. M.; STOCKDALE, C. R. 1999. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. *Australian Journal of Agricultural Research* 50 (5): 757 – 773.
33. DOYLE, P. W.; BARLOW, R.; DARNELL, R. E. 1992. Straightbred and crossbred weaner steers bred in north – eastern New South Wales and grown on Victorian feedlots and pastures. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 32 (8): 999 – 1161.
34. DUMESTRE, J.; RODRIGUEZ, N. 1995. Efecto de niveles de suplementación con grano y frecuencia en el cambio de parcela de pastoreo en el comportamiento de novillos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 83 p.
35. DURAN, A. 1991. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Ed. Hemisferio Sur. 398 p.
36. ELIZALDE, J. C.; SANTINI, F. 1992. Factores nutricionales que limitan las ganancias de peso en bovinos en el período otoño – invierno. I.N.T.A. Balcarce, Boletín Técnico N° 104, 23 p.
37. _____. 1993. Algunos factores nutricionales del forraje que afectan la suplementación en pastoreo. Reunión ganadera de la zona semiárida.

Facultad de Ciencias Agrarias, Balcarce, UNMP – INTA, EEA Balcarce. p. 7 – 12.

38. _____. 1999. Suplementación con granos en la producción de carne de animales en pastoreo. En: Producción Intensiva de Carne. II Congreso Nacional para Productores y Profesionales. p. 67 – 93.
39. ELIZALDE, J. C. 2001. XXIX Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay. p. 6 – 20.
40. _____. 2003a. Alternativas de manejo para el engorde de vacunos en sistemas pastoriles. XXXI Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay. 27 p.
41. _____. 2003b. Consideraciones técnicas y económicas en la alimentación de vacunos. Facultad de Ciencias Agrarias, Balcarce, UNMP – INTA, EEA Balcarce.
42. ELIZALDE, J. C. 2003c. Limitaciones nutricionales en la utilización de verdeos en vacunos. Invierno al verdeo. Jornada demostrativa INTA Gral. Villegas: p. 16 – 21.
43. ELIZONDO, L.; GIL, A.; RUBIO, L. 2003. Suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal a novillos pastoreando en dos asignaciones de forraje sobre una mezcla de avena y raigrás en estado vegetativo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 89 p.

44. FEED, O. D.; FRANCO, J. B. 1995. Suplementación energética de vacunos en pastoreo, efecto sobre las performance productiva y las características de la canal. Trabajo Monográfico. Curso de Nutrición, I.A.M.Z. 27 p.
45. FORBEST, T. D. A. 1988. Researching the plant - animal interface: The investigate of ingestive behaviour in grazing animals. *Journal of Animal Science* 66 (9): 2269 - 2279.
46. FRANCOIS, R.; MAGRI, G.; MONTES, F. 2003. Suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal en novillos Hereford alimentados en base de pasturas de alta calidad en el período otoño – invernal: Cinética de degradabilidad y parámetros ruminales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Paysandú, Facultad de Agronomía. 85 p.
47. GALYEAN, M. L.; WAGNER, D. G.; OWENS, F. N. 1979. Corn particle size and site and extent of digestion by steers. *Journal of Animal Science* 49 (1): 204 – 210.
48. GARRIZ, C. A. 2001. Calidad organoléptica de la carne vacuna, influencia de factores biológicos y tecnológicos. CIA. ITA. INTA. Castelar, Argentina. Jornada Disertación Ganadería Vacuna, Facultad de Agronomía y Veterinaria.
49. GOMES DA ROCHA, M.; PILAU, A.; RESTLE, J.; TEXEIRA DOS SANTOS, D. Mayo/Junio 2003. Producao animal e retorno economico da suplementacao em pastagem de aveia e azevem. *Revista científica do Centro de Ciencias Rurais. Universidade Federal de Santa María. Santa María, RS, Brasil. Vol. 33, nº 3: 573 – 578 p.*

50. GOROSITO, R. 1995. Que hacer para obtener más ganancias de peso. Revista Súper Campo, Año 1, N° 7.
51. GRAINGER, C.; MATHEWS, G. L. 1989. Positive relation between substitution rate and pasture allowance for cows receiving concentrate. Australian Journal of Experimental Agriculture 29: 355 – 360.
52. GRIGERA, J. M.; REARTE, D.; SANTINI, F. J. 2003. Algunos aspectos sobre la calidad de las carnes bovinas asociadas a los sistemas de producción. Jornada de Actualización Ganadera, Balcarce, Argentina. I.N.T.A.
53. GUENTHER, J. J.; BUSHMAN, D. H.; POPE, L. S.; MORRISON, L. D. 1965. Growth and development of the major carcass tissues in beef calves from weaning to slaughter weight, with reference to the effect of plane of nutrition. Journal of Animal Science 24 (4): 1184 – 1191.
54. HODGSON, J. 1981. Variations in the surface characteristics of the sward and the short - term rate of herbage intake by calves and lambs. Grass and Forage Science 36 (1): 49 - 57.
55. HULL, J. L.; MEYER, J. H.; KROMANN, R. 1961. Influence of stocking rate on animal and forage production from irrigated pasture. Journal of Animal Science 20 (1): 46 – 52.
56. JAMIESON, W. S.; HODGSON, J. 1979a. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip - grazing management. Grass and Forage Science 34 (4): 261 – 271.

57. ____; _____. 1979b. The effects variation in sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves and lambs under a continuous stocking management. *Grass and Forage Science* 34 (4): 273 – 282.
58. KLOSTER, A. M.; LATIMORI, N. L.; AMIGONE, M. A.; BALLARIO, M. V. 1995. Suplementación de verdes invernales (1). Informe técnico N° 112. INTA Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez. 12 p.
59. LAFONTAINE, J. A. 1999. Invernada en sistemas agrícola ganaderos. En: *Producción Intensiva de Carne. II Congreso Nacional para Productores y Profesionales.* p. 7 – 23.
60. LANGE, A. 1980. Suplementación de pasturas para la producción de carnes. Colección Investigación Aplicada. Revista CREA.
61. LASCANO, C. E.; BOREL, R.; QUIOZ, R.; ZORRILLA, J.; CHAVEZ, C.; WERNLI, C. 1990. Recomendaciones sobre metodología para la medición de consumo y digestibilidad in vivo. En: *Nutrición de rumiantes: Guía Metodológica de Investigación* (Ruiz, M., y Ruiz, A. Ed.) San José: IICA. p. 159 – 167.
62. LATIMORI, N. L.; KLOSTER, A. M.; AMIGONE, M. A. 1995. Dos alternativas de suplementación energética en invernada sobre pasturas perennes de alta calidad. Informe técnico N° 115. INTA Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez. p. 1 – 9.

63. Le DU, Y. L. P.; COMBELLAS, J.; HODGSON, J.; BAKER, R. A. 1979. Herbage intake and milk production by grazing dairy cows. 2 – The effects of level of winter feeding and daily herbage allowance. *Grass and Forage Science* 34: 249 – 260.
64. LEAVER, J. D. 1985. Milk production from grazer temperate grassland. *Journal Dairy Research* 52:313 – 344.
65. MARSH, R. 1975. A comparison between spring and autumn pasture for beef cattle at equal grazing pressures. *Journal of the British Grassland Society* 30:165 – 170.
66. Mc ALLISTER, T. A.; RODE, L. M.; MAJOR, D. J.; CHENG, K. J.; BUCHANEM SMITH, J. G. 1990. Effect of ruminal microbial colonization on cereal grain digestion. *Canadian Journal of Animal Science* 70: 571 – 579.
67. MENDEZ, D.; DAVIES, P. 2002. Suplementación Otoñal. INTA Gral. Villegas. Consultado el 1 de Abril del 2004. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/carne/carnep.htm>.
68. ____; _____. 2003a. Calidad de forraje y bajas ganancias de peso otoñales. Invierno al verdeo. Jornada demostrativa INTA Gral. Villegas: p. 7 – 9.
69. ____; _____. 2003b. Otros factores que intervienen en la problemática de bajas ganancias de peso otoñales. Invierno al verdeo. Jornada demostrativa INTA Gral. Villegas: p. 13 – 15.

70. ____; _____. 2004. Herramientas para mejorar las ganancias de peso. Revista Súper Campo, Año 5, N° 113.
71. MIERES, J. M. 1997. Tipos de suplemento y su efecto sobre el forraje. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. I.N.I.A. Serie Técnica N° 83, p.11 – 15.
72. MOLITERNO, E. A. 1997. Estimación visual de la disponibilidad de pasturas (II). La altura de la pastura como estimador de su producción instantánea. Revista CANGUÉ N° 10, p. 27 - 31.
73. MONTEIRO M.; PELUFFO M. 2002. Terneza: una característica a tener en cuenta (En línea). Instituto Plan Agropecuario, Uruguay. Consultado el 1 de Abril del 2004. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/00-carne_y_subproductos.htm.
74. MORRIS, S. T.; HIRSCHBERG, S. W.; MICHEL, A.; PARKER, W. J.; McCUTCHEON. 1993. Herbage intake and live weight gain of bulls and steers continuously stocked at fixed sward heights during autumn and spring. Grass and Forage Science 48 (2): 109 – 117.
75. MOTT, G. O. 1960. Grazing pressure and the heights during autumn and spring. Grass and Forage Science 48 (2): 109 – 117.
76. NORBIS, H. 1991. Factores que influyen sobre el consumo voluntario y la performance animal. En: Utilización de Pasturas. Universidad de la República, Facultad de Agronomía, EEMAC, Montevideo, Uruguay. p. 33 – 68.

77. OLTJEN, R. R.; DAVIES, R. E. 1963. Zinc, urea and buffer in all – concentrate steer rations. *Journal of Animal Science* 22 (3): 842 abs.
78. ORCASBERRO, R. 1997. Suplementación y performance de ovinos y vacunos alimentados con forraje. *Pasturas y Producción Animal en Áreas de Ganadería Extensiva*. I.N.I.A. Serie técnica N° 13, p. 225 – 232.
79. ORSKOV, E. R. 1976. The effect of processing on digestion and utilization of cereals by ruminants. *Proceedings Nutrition Society* 35: 245 – 252.
80. PHILIPPEAU, C.; MARTIN, C.; MICHALET – DOREAU, B. 1999. Influence of grain source on ruminal characteristics and rate, site and extent of digestion in beef steers. *Journal of Animal Science* 77 (6): 1587 – 1596.
81. FIGURINA, G. 1997. Suplementación dentro de una estrategia de manejo en áreas de ganadería extensiva. *Pasturas y Producción Animal en Áreas de ganadería extensiva*. I.N.I.A. Seria técnica N° 13, p. 195 – 200.
82. POPPI, D. P.; HUGHES, T. P.; HUILLIER, P. J. 1987. Intake of pastures by grazing ruminants. In: *Livestock feeding on pastures*. New Zealand Society of Animal Production. Occasional Publication. N° 10, p. 55 – 64.
83. PORDOMINGO, A. 1995. Suplementación con concentrados energéticos. *Revista Súper Campo*, Año 1, N° 8.
84. _____. 1999. Cuando con pasto no alcanza. Suplementación sobre verdeos de invierno. Consultado el 1 de julio del 2004.

www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/12-cuando_con_pasto_no_alcanza.htm.

85. _____. 2003. La utilización de reservas en la corrección del problema otoñal. Invierno al verdeo. Jornada demostrativa INTA Gral. Villegas: p. 22 – 25.
86. PRESCOTT, J. H. D. 1972. Utilización de forrajes y alimentación suplementaria para vacunos en pastoreo. Revista Argentina de Producción Animal 3: 147 – 168.
87. PRESTON, T. R.; AITKEN, J. N.; WHITELAW, F. G.; MACDEARMID, A.; PHILIP, E. B.; MACLEOD, N. A. 1963a. Performance of Friesian steers given low – fibre diets. Animal Production 5 (3): 245 – 249.
88. ____; WHITELAW, F. G.; AITKEN, J. N.; MACDEARMID, A.; CHARLESON, E. B. 1963b. Performance of cattle given complete ground diets. Animal Production 5 (1): 47 – 52.
89. ____; WILLIS, M. B. 1975. Producción Intensiva de Carne. Editorial Diana S. A.
90. RAYMOND, N. F. 1964. The efficient use of grass. Proc. of the Nutrition Soc. 23:1.
91. REARTE, D. H.; SANTINI, F. J. 1989. Digestión ruminal y producción en animales en pastoreo. Revista Argentina de Producción Animal 9 (2): p. 93 – 105.

92. _____. 1999. Sistemas pastoriles intensivos de producción de carne de la región templada. XXXVI Reuniao Anual Sociedade Brasileira de Zootecnia. Porto Alegre, RS, Brasil. p. 213 – 222.
93. RINALDI, C.; ESPASANDIN, A.; SOCA, P. 1995. Estructura del tapiz, calidad de la dieta y performance de novillos sometidos a diferentes presiones de pastoreo. Revista Argentina de Producción Animal, 15 (1), p. 282 – 284.
94. RISSO, D. F.; CIBILS, R. S. y ZARZA, A. 1989. Estrategias de suplementación en invernada. Jornada de La Estanzuela.
95. ____; AHUNCHAIN, M.; CIBILS, R. S.; ZARZA, A. 1997. Suplementación en invernadas del litoral. En: Pasturas y Producción Animal en Áreas de Ganadería Extensiva. I.N.I.A. Serie técnica N° 15 p. 51 – 65.
96. SANTINI, F.; REARTE, D. 1997. Estrategias de Alimentación en invernada. En: Suplementación Estratégica para el Engorde de Ganado. I.N.I.A. Serie Técnica N° 83 p. 37 – 45.
97. SIMEONE, A. 1999. Producción intensiva de carne. Marzo 1999. Revista CREA: p. 16 – 20.
98. ____; BERETTA, V., ROWE, J. B., NOLAN, J. 2004. Feed intake, digestibility and fermentation patterns of beef cattle fed chaff and whole or ground maize grain. Animal Production in Australia 25, 314 p.
99. ____; BERETTA, V.; ROWE, J.; ELIZALDE, J. C., BALDI, J. B.; FRANCO, J. B. Sometido a revisión. Effect or forage allowance and supplementation with

whole or ground maize on animal performance, feed intake and carcass traits by Hereford steers grazing annual ryegrass pasture during autumn – winter. Australian Journal of Experimental Research.

100. STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. 1988. Bioestadística. Principios y Procedimientos. Segunda Edición (Primera en Español). Editorial McGRAW – HILL. 622 p.
101. VAZ MARTINS, D. 1997. Suplementación energética en condiciones de pastura limitante. En: Suplementación estratégica para el engorde de ganado. INIA, Serie Técnica N° 83: p. 17 – 22.
102. VIZCARRA, J.; MIERES, J. M.; VAZ MARTINS, D. 1985a. Efecto de diferentes parámetros y características de la res en la composición, rendimiento y peso de cortes valiosos del cuarto trasero de novillos Hereford. Investigaciones Agronómicas N° 6: p. 60 – 67.
103. ____; MIERES, J. M.; VAZ MARTINS, D. 1985b. Efecto de diferentes parámetros y características de la res en la composición, rendimiento y peso de cortes valiosos del cuarto trasero de novillos Hereford. Investigaciones Agronómicas N° 7: p. 37 – 44.
104. WALDO, D. 1986. Effect of forage quality on intake and forage – concentrate interaction. Journal Daily Science 69: 47 – 63.
105. WEISS, R. L.; BAUNGARDT, B. R.; BARR, G. R.; BRUNGARDT, V. H. 1967. Some influences of rumen volatile fatty acids upon carcass composition

and performance in growing and fattening steers. *Journal of Animal Science* 26 (2): 389 – 393.

106. WINCHESTER, C. F.; HINER, R. L.; SCARBOROUGH, V. C. 1957. Some effects on beef cattle of protein and energy restriction. *Journal of Animal Science* 16: 426 – 436.

9. ANEXOS

Anexo 1: Registros diarios de precipitaciones y temperaturas de los meses de abril, mayo y junio.

Fecha	Lluvia (mm)	Temperatura (°C)	Fecha	Lluvia (mm)	Temperatura (°C)
01/04/2003		17.6	17/05/2003	24.7	19.0
02/04/2003	1	17.3	18/05/2003		17.5
03/04/2003	6.1	16.0	19/05/2003	61.2	14.5
04/04/2003	0.8	18.5	20/05/2003	0.3	15.0
05/04/2003		17.0	21/05/2003	20.3	17.3
06/04/2003		16.7	22/05/2003	4.9	19.5
07/04/2003		17.8	23/05/2003		17.8
08/04/2003		19.2	24/05/2003		14.4
09/04/2003	Trazas	18.3	25/05/2003		12.5
10/04/2003		13.9	26/05/2003		11.2
11/04/2003		12.4	27/05/2003		11.5
12/04/2003		11.7	28/05/2003		11.6
13/04/2003		13.3	29/05/2003		12.5
14/04/2003		15.3	30/05/2003		16.0
15/04/2003		18.1	31/05/2003	0.3	16.3
16/04/2003		19.4	01/06/2003	14	19.3
17/04/2003	16	19.1	02/06/2003	8.3	17.9
18/04/2003	1.4	18.8	03/06/2003		10.0
19/04/2003		15.6	04/06/2003		8.3
20/04/2003		16.7	05/06/2003		10.4
21/04/2003		16.8	06/06/2003		12.3
22/04/2003	Trazas	18.7	07/06/2003		9.2
23/04/2003	58.1	19.7	08/06/2003		7.0
24/04/2003	11.2	18.2	09/06/2003		7.7
25/04/2003	68	17.8	10/06/2003	Trazas	11.5
26/04/2003	45	15.8	11/06/2003		11.9
27/04/2003	5.4	17.2	12/06/2003	1.4	10.3
28/04/2003	0.2	17.6	13/06/2003		12.6
29/04/2003	20	16.7	14/06/2003	0.2	12.6
30/04/2003	1.1	16.3	15/06/2003	9.3	19.0
01/05/2003		16.3	16/06/2003		11.7
02/05/2003		16.3	17/06/2003	Trazas	11.1
03/05/2003		15.3	18/06/2003	1.4	13.6
04/05/2003		14.3	19/06/2003	0.3	15.2
05/05/2003		15.3	20/06/2003	Trazas	15.3
06/05/2003		14.8	21/06/2003		15.5
07/05/2003		12.1	22/06/2003		13.2

08/05/2003		12.2	23/06/2003	Trazas	18.2
09/05/2003	Trazas	12.0	24/06/2003		16.7
10/05/2003		13.0	25/06/2003	Trazas	16.5
11/05/2003		16.5	26/06/2003		16.5
12/05/2003		18.3	27/06/2003	Trazas	17.7
13/05/2003		17.1	28/06/2003	Trazas	15.6
14/05/2003		19.5	29/06/2003	Trazas	12.9
15/05/2003	71	19.7	30/06/2003	Trazas	14.9
16/05/2003	47.7	19.0	TOTAL	499.6	15.3

Anexo 2: Registro de peso vivo por animal y por pesada (peso lleno).

Tratamiento	Caravana	21/04/2003	06/05/2003	20/05/2003	03/06/2003	17/05/2003
2.5 SS	1179	311	298	300	305	312
2.5 SS	1142	345	320	325	327	336
2.5 SS	1043	334	305	313	322	330
2.5 SS	1094	341	333	329	328	331
2.5 SS	1041	339	325	330	326	343
2.5 SS	1010	350	335	336	336	345
2.5 GE	1101	324	320	331	361	365
2.5 GE	1000	348	337	343	363	369
2.5 GE	1087	341	338	328	352	362
2.5 GE	1189	341	340	339	355	353
2.5 GE	1013	361	361	354	382	382
2.5 GE	1195	373	357	353	372	370
2.5 GM	1097	314	326	347	321	319
2.5 GM	1022	333	320	326	334	320
2.5 GM	1077	342	339	355	375	375
2.5 GM	1055	342	328	333	350	360
2.5 GM	1042	354	352	362	380	388
2.5 GM	1026	373	353	362	383	390
5 SS	1153	321	317	331	341	357
5 SS	1067	320	306	330	329	342
5 SS	1121	316	312	314	334	351
5 SS	1115	346	338	361	361	372
5 SS	1024	373	359	375	380	410
5 SS	1089	350	347	360	369	385
5 GE	1114	308	313	340	358	376
5 GE	1079	335	315	313	331	351
5 GE	1148	313	312	332	356	383
5 GE	1046	349	343	357	374	392
5 GE	1052	361	362	374	385	403
5 GE	1011	372	366	395	409	426
5 GM	1118	329	327	375	374	391
5 GM	1050	313	307	324	352	376
5 GM	1111	297	317	332	351	367
5 GM	1128	324	339	356	372	403
5 GM	1083	353	343	370	369	389
5 GM	1107	381	378	409	419	453

Anexo 3: Registro de peso vivo por animal y por pesada luego de 12 horas de ayuno (peso vacío).

Tratamiento	Caravana	21/04/2003	06/05/2003	20/05/2003	03/06/2003	17/05/2003
2.5 SS	1179	297	283	295	295	305
2.5 SS	1142	327	312	314	317	331
2.5 SS	1043	308	292	300	307	317
2.5 SS	1094	336	324	317	321	316
2.5 SS	1041	324	318	322	316	329
2.5 SS	1010	333	318	327	322	329
2.5 GE	1101	312	308	319	340	342
2.5 GE	1000	326	329	334	351	352
2.5 GE	1087	320	326	323	334	344
2.5 GE	1189	325	330	327	345	337
2.5 GE	1013	341	339	342	359	371
2.5 GE	1195	348	342	341	358	356
2.5 GM	1097	292	316	322	312	309
2.5 GM	1022	310	305	311	321	310
2.5 GM	1077	330	325	337	356	364
2.5 GM	1055	316	315	321	336	338
2.5 GM	1042	335	338	346	358	370
2.5 GM	1026	349	340	347	363	381
5 SS	1153	307	302	315	326	338
5 SS	1067	301	291	307	305	325
5 SS	1121	298	301	303	321	332
5 SS	1115	332	323	333	341	353
5 SS	1024	352	346	357	366	383
5 SS	1089	336	333	341	347	365
5 GE	1114	298	305	323	336	355
5 GE	1079	316	309	299	317	332
5 GE	1148	291	301	318	336	356
5 GE	1046	326	331	342	358	377
5 GE	1052	332	343	351	362	385
5 GE	1011	343	348	370	383	402
5 GM	1118	308	320	342	348	370
5 GM	1050	295	299	311	341	358
5 GM	1111	283	299	314	330	345
5 GM	1128	308	324	338	352	372
5 GM	1083	333	335	348	356	365
5 GM	1107	355	366	384	393	415

Anexo 4: Asignación de forraje “teórica” y Asignación de forraje “efectiva” y sus respectivos consumos de los diferentes tratamientos.

Tratamiento	AF teórica (%) (AFt)	AF Efectiva (%) (AFE)	Consumo teórico *	Consumo real **
2.5 Testigo	2.5	3.01	1.52	1.88
2.5 GE	2.5	2.99	1.32	1.52
2.5 GM	2.5	2.83	1.31	1.52
5 Testigo	5	5.46	1.77	1.97
5 GE	5	5.77	1.58	1.94
5 GM	5	5.75	1.82	2.25

* Consumo teórico = AFt x Utilización (%), ** Consumo real = AFE x Utilización (%).

GE = grano entero; GM = grano molido; AFE = asignación de forraje “efectiva”.

Anexo 5: Cálculo del consumo predicho por CSIRO.

Consumo potencial (p) = a x s x z (1.7 - z)

a = constante = 0.024

s = peso estándar (Kg.) = peso adulto con 25% de grasa corporal (se incrementa un 20% para novillos) = 522

z = tamaño relativo = peso real/peso estándar.

Consumo relativo (Kg. MS / día) = p x d x f

Es la proporción del consumo del consumo potencial que el animal puede satisfacer con el alimento disponible. Depende de la calidad del alimento (d) y de su disponibilidad para el animal (f).

p = consumo potencial

$d = 1 - a (0.8 - q) + 0.17 \times g$

q = digestibilidad de la MS

d= 0.84224

a = constante = 1.7

g = proporción de leguminosas

$f = (1.0 - e^{(-a \times h)}) \times (1.0 + c \times e^{(-b \times h^2)})$

a = constante = 0.8

b = constante = 0.5

c = constante = 0.6

h = disponibilidad (tt MS/ha)

	Consumo potencial	Consumo relativo (Kg. MS)	% PV
2.5 t	8.29	6.09	1.94
2.5 ge	8.48	6.20	1.87
2.5 gm	8.47	6.16	1.86
5 t	8.44	6.12	1.86
5 g.e	8.56	6.24	1.83
5 g.m	8.60	6.28	1.82

	f	Disponibilidad (tt. MS/ha)	Disponibilidad ² (tt MS/ha)
2.5 t	0.872978378	2.2177	4.91819329
2.5 ge	0.868161512	2.1155	4.47534025
2.5 gm	0.862680849	1.9949	3.97962601
5 t	0.860053297	1.9366	3.75041956
5 g.e	0.865135651	2.0493	4.19963049
5 g.m	0.866435914	2.0779	4.31766841