

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**POTENCIAL DE USO DE FORRAJE CONSERVADO COMO
FUENTE ADICIONAL DE FIBRA PARA VACUNOS
PASTOREANDO VERDEOS DE INVIERNO: EFECTO SOBRE
TASA DE GANANCIA, CARACTERÍSTICAS DE CANAL Y
CALIDAD DE CARNE.**

por

**Ignacio BIDEGAIN RODRÍGUEZ
Francisco GARCÍA PINTOS MAISONNAVE
Federico MAISONNAVE AISHEMBERG
Guillermo TRAJTENBERG PAREJA**

TOMO I

**Tesis presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2007**

Tesis aprobada por:

Director:-----
Álvaro Simeone

Virginia Beretta

Juan Franco

Fecha:-----

Autor:-----
Ignacio Bidegain Rodríguez

Francisco García Pintos Maisonnave

Federico Maisonnave Aishemberg

Guillermo Trajtenberg Pareja

AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos agradecer a todas las personas que de alguna forma estuvieron involucradas en este trabajo, pero especialmente a:

- Los Ing. Agr. Álvaro Simeone y Virginia Beretta, nuestros tutores, por permitirnos realizar este trabajo y por su incondicional apoyo.
- Al Med. Vet. Juan Franco, por su ayuda en la parte de calidad de carne.
- A Diego Cortazo “kelpi”, por estar con nosotros en la etapa de campo como un tesista más.
- Al Med. Vet. Ferrari, por habernos brindado asesoramiento veterinario y caballos para la parte práctica de la tesis.
- A los compañeros de la EEMAC, por su colaboración y ayuda en el trabajo de campo.
- A nuestras familias por su apoyo incondicional y especialmente a Teresa e Isabela por habernos atendido en sus casas.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. ANTECEDENTES EN RELACIÓN A LA PROBLEMÁTICA OTOÑAL.....	3
2.2. BASES TEÓRICAS DEL PROBLEMA NUTRICIONAL.....	6
2.2.1. <u>Relación energía-proteína de la dieta</u>	6
2.2.2. <u>Consumo de MS y nutrientes</u>	10
2.2.3. <u>pH ruminal</u>	13
2.3. FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO DE ANIMALES PASTOREO.....	16
2.3.1. <u>Oferta de forraje</u>	18
2.3.2. <u>Calidad del forraje</u>	19
2.3.2.1. Calidad de la fibra	20
2.3.3. <u>Comportamiento animal en pastoreo</u>	24
2.4. LA SUPLEMENTACION COMO ESTRATEGIA PARA LEVANTAR LAS LIMITANTES DE LA PERFORMANCE INDIVIDUAL	28
2.4.1. <u>Suplementación</u>	28
2.4.1.1. Relación de sustitución-adición	31
2.4.1.2. Tipo de suplemento	33
2.4.1.3. Fibra de buena y mala calidad	38
2.5. RESPUESTA ANIMAL A LA SUPLEMENTACIÓN CON FIBRA	40
2.5.1. <u>Ganancia diaria</u>	40
2.5.1.1. Respuesta animal a la suplementación con otras alternativas de fibra (silajes).....	41
2.6. EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON FIBRA SOBRE LA CALIDAD DE LA CANAL Y LA CARNE.....	42
2.6.1. <u>Efecto sobre la canal</u>	44
2.6.1.1. Rendimiento de la canal	45
2.6.1.2. Cobertura de grasa subcutánea	47
2.6.1.3. Rendimiento del corte pistola.....	48

2.6.2. Características de la carne	49
2.6.2.1. pH.....	49
2.6.2.2. Color.....	51
2.6.2.3. Terneza.....	53
2.6.2.4. Jugosidad.....	54
2.6.2.5. Aroma y sabor.....	54
27. HIPOTESIS	56
3. MATERIALES Y METODOS	57
3.1. LOCALIZACION	57
3.2. CLIMA	57
3.3. SUELO	57
3.4. ANIMALES	58
3.5. PASTURA	58
3.6. SUPLEMENTO	58
3.7. TRATAMIENTOS	59
3.8. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	60
3.8.1. Período pre-experimental	60
3.8.2. Procedimiento experimental	61
3.9. DETERMINACIONES REALIZADAS	63
3.9.1. Pastura	63
3.9.1.1. Biomasa de materia seca.....	63
3.9.1.2. Calidad de la pastura.....	64
3.9.2. Animales	64
3.9.2.1. Peso vivo.....	64
3.9.2.2. Ganancia media diaria (GMD).....	65
3.9.2.3. Consumo de forraje en pastoreo.....	65
3.9.2.4. Consumo de suplemento.....	65
3.9.2.5. Tasa de sustitución.....	66
3.9.2.6. Eficiencia de conversión del suplemento.....	66
3.9.2.7. Tasa de defoliación.....	66
3.9.2.8. Patrón de comportamiento ingestivo.....	66
3.9.2.9. Tasa y tamaño de bocado.....	69
3.9.2.10. Peso vivo en planta.....	69

3.9.2.11. Rendimiento de la canal	69
3.9.2.12. Tipificación de la carcasa.....	70
3.9.2.13. pH a las 24 horas de faena.	70
3.9.2.14. Espesor de grasa subcutánea:	70
3.9.2.15. Área de ojo de bife.....	71
3.9.2.16. Color a las 24 horas.....	71
3.9.2.17. Evolución de color en fresco.	72
3.9.2.18. Capacidad de retención de agua.	72
3.9.2.19. Peso del corte pistola.	72
3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	73

TOMO II

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	77
4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA.....	77
<u>4.1.1. Composición química</u>	<u>78</u>
<u>4.1.2. Composición botánica.....</u>	<u>79</u>
<u>4.1.3. Disponibilidad de forraje</u>	<u>80</u>
<u>4.1.4. Altura de forraje a la entrada y salida de los pastoreos</u>	<u>81</u>
<u>4.1.5. Rechazo y utilización (% de lo ofrecido).....</u>	<u>83</u>
4.2. CONSUMO DE FORRAJE	86
4.3. CONSUMO DE SUPLEMENTO	89
4.4. SUSTITUCIÓN	90
4.5. CONSUMO TOTAL DE MATERIA SECA	91
4.6. COMPORTAMIENTO INGESTIVO	94
<u>4.6.1. Pastoreo</u>	<u>95</u>
<u>4.6.2. Rumia</u>	<u>96</u>
<u>4.6.3. Tamaño y tasa de bocado</u>	<u>97</u>
<u>4.6.4. Comportamiento a lo largo de la semana</u>	<u>98</u>
<u>4.6.5. Comportamiento a lo largo del día</u>	<u>100</u>
4.7. RESULTADOS DE PRODUCCIÓN ANIMAL.....	103
<u>4.7.1. Evolución del peso vivo y ganancia media diaria.</u>	<u>103</u>
<u>4.7.2. Requerimiento y oferta de nutrientes.....</u>	<u>106</u>
<u>4.7.3. Efecto del suplemento sobre la ganancia diaria</u>	<u>107</u>

4.8. CARACTERÍSTICAS DE CANAL Y CALIDAD DE CARNE	109
4.8.1. <u>Peso vivo y rendimiento</u>	111
4.8.2. <u>pH</u>	111
4.8.3. <u>Cobertura de grasa subcutanea.</u>	112
4.8.4. <u>Area de ojo de bife</u>	112
4.8.5. <u>Corte pistola</u>	113
4.8.6. <u>Color</u>	115
4.8.7. <u>Capacidad de retención de agua</u>	116
4.9. DISCUSIÓN GENERAL	117
5. <u>CONCLUSIONES</u>	124
6. <u>RESUMEN</u>	125
7. <u>SUMMARY</u>	127
8. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	129
9. <u>ANEXOS</u>	142

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Características de la pastura según la edad de las plantas.	6
2. Costo energético de excreción del exceso de amonio.	9
3. Efecto de la inclusión de un alimento de alto IF (paja cortada larga) sobre ciertas características digestivas en vacas lecheras.	14
4. Consumo de Materia Seca (MS) por novillos pastoreando avena en dos asignaciones de forraje (AF).	19
5. Suplementación de otoño-invierno sobre verdes en novillos Hereford.	34
6. Índice de fibrosidad (IF) de los distintos alimentos.	36
7. Efecto de la dieta sobre el contenido del tracto digestivo de terneros.	46
8. Composición química del heno.	59
9. Características de la pastura para primer y segundo pastoreo.	77
10. Composición química del forraje (promoción de raigras).	78
11. Composición botánica de la pastura para primer y segundo pastoreo.	79
12. Altura de entrada y salida promedio para cada tratamiento.	81
13. Utilización promedio de la materia seca de la pastura de raigrás en los diferentes tratamientos durante el periodo experimental.	84
14. Consumo de forraje para cada tratamiento expresado como % PV.	86
15. Resumen de disponibilidad de entrada y salida, consumo de forraje y utilización para todos los tratamientos.	88
16. Consumo promedio de heno para los tratamientos suplementados en forma restringida y <i>ad libitum</i>.	89
17. Consumo de forraje, suplemento y tasa de sustitución para cada tratamiento.	90
18. Consumo real de MS de forraje y consumo estimado según CSIRO (1994).	92
19. Temperatura media, Humedad relativa y precipitaciones durante el experimento y datos históricos.	93
20. Proporción del tiempo dedicado a las diferentes actividades de los animales en pastoreo.	95
21. Tamaño y tasa de bocado promedio para cada tratamiento¹.	97
22. Proporción del tiempo dedicado a las diferentes actividades de pastoreo al principio y final de la semana de pastoreo.	99
23. Probabilidad de pastoreo a lo largo del día para cada tratamiento	101
24. Tasa de bocado para los distintos tratamientos a lo largo del día.	102
25. Ganancia diaria promedio para los diferentes tratamientos.	105

10. Balance de energía-proteína promedio para los distintos tratamientos.	106
11. Características de canal y calidad de carne en las primeras 24 horas post faena para todos los tratamientos.	110
12. Consumo de forraje (% PV) en el primer y segundo pastoreo para los distintos tratamientos.	118
13. Tasa y tamaño de bocado para todos los tratamientos en el primer pastoreo.	119
14. Tasa y tamaño de bocado para todos los tratamientos en el segundo pastoreo.	119
15. Consumo total de MS para todos los tratamientos en el primer y segundo pastoreo	120
16. Porcentaje del tiempo dedicado a la rumia para el primer y segundo pastoreo	120
17. Ganancia diaria en el primer y segundo pastoreo para todos los tratamientos.	121

Figura No.

1 Componentes del consumo diario de forraje	25
--	----

Grafico No.

1. Relación entre contenido de MS del forraje y consumo, de novillos pastoreando verdes de invierno con una asignación de 5 kg de MS/100 kg de PV	12
2. Regulación del consumo en pastoreo	17
3. Contenido de FDN y velocidad de digestión	23
4. Relación entre el contenido de pared celular (FDN) y consumo de forraje	21
5. Relación entre la altura de la pastura y consumo total, tiempo de pastoreo y peso y tasa de bocado	26
6. Relación entre disponibilidad de forraje y GMD de animales sobre pasturas de alta calidad	30
7. Tasa de sustitución en pasturas de alta calidad según oferta de forraje de la pastura	32

1. Disponibilidad de entrada a la franja para las diferentes semanas (kg MS/ha).	80
2. Relación entre altura de entrada (cm) y disponibilidad (kgMS/ha).	82
3. Relación entre altura de salida de la franja (cm) y disponibilidad del rechazo (kg MS/ha).....	83
4. Forraje residual (kg MS/ha) promedio para cada tratamiento.	84
5. Consumo de forraje y suplemento (%PV) ^a para todas las semanas.	87
6. Evolución de altura promedio a lo largo de la semana de pastoreo...	100
7. Evolución del peso vivo para los distintos tratamientos.....	103
8. Correlación entre AOB y Peso del corte pistola.....	113
9. Relación entre peso carcasa y peso del corte pistola.	114
10. Evolución de la luminosidad, el amarillo y el blanco seis días post faena.	116

1. INTRODUCCIÓN

La producción de carne vacuna en las internadas más intensivas se realiza básicamente sobre pasturas mejoradas y verdes. Estos sistemas surgen para compensar el déficit forrajero que existe en la época invernal en el campo natural.

No obstante, la instalación de pasturas en los sistemas de internada evidencia nuevas limitantes y problemas a resolver. Entre ellos se destacan las bajas ganancias otoñales y el manejo de la carga invernal. La suplementación surge como una herramienta que se promueve para superar las nuevas limitantes. Esta herramienta toma gran importancia en la época invernal, donde los suplementos tienen como principal objetivo adicionar alimentos para el ganado, permitiendo mantener altas cargas invernales y así poder aprovechar los excesos de forraje en la primavera. En el otoño, la suplementación surge principalmente como consecuencia de las características nutritivas que ofrecen las pasturas, especialmente los verdes anuales, como avena y raigrás.

La baja ganancia de peso vivo (PV) que se registra por parte del ganado, pastoreando verdes en otoño se atribuye a las características que presenta el forraje en dicha época del año: alto contenido de agua, baja concentración de carbohidratos solubles, alta concentración de proteína soluble y un bajo nivel de fibra en la dieta. Estas provocan principalmente baja capacidad de cosecha de materia seca, gasto energético en la eliminación de compuestos nitrogenados y baja digestibilidad del alimento consumido a causa de la alta tasa de pasaje del mismo.

A partir de esta situación, varios han sido los trabajos que se han realizado utilizando la suplementación con concentrados energéticos. El suministro de este tipo de alimento mejora el consumo de MS y el balance energía-proteína, dando como resultado una sustancial mejora de la ganancia diaria de los animales, lo que repercute directamente en la calidad final de la res.

El uso de heno podría arrojar resultados positivos en las performance animal. Esto se sustenta sobre el concepto de que el suministro controlado de fibra, podría aumentar la actividad de rumia y salivación, disminuir la tasa de pasaje y de esta forma aumentar la digestibilidad del alimento consumido.

Sin embargo, son escasos y contradictorios los resultados acerca de los efectos de la inclusión de heno en pasturas de alta calidad. En tanto algunos resultados indican que el heno podría tener efectos positivos en la performance animal, otros afirman que la suplementación con heno ejerce una elevada tasa de sustitución disminuyendo la ganancia diaria. El nivel de inclusión de heno podría estar condicionando la respuesta observada.

La estrategia de suministro de fardo a novillos pastoreando este tipo de pasturas es de gran aceptación a nivel comercial, ofreciéndose el mismo sin ningún tipo de restricción para el ganado. Esta práctica podría estar determinando la sustitución de un alimento altamente digestible por un suplemento de baja digestibilidad.

En virtud de los antecedentes y las hipótesis trazadas, este trabajo tuvo como objetivo: evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión de fibra bajo forma de heno, a novillos pastoreando raigrás con una alta asignación (5 % PV), sobre la tasa de ganancia de peso vivo y características de la canal y carne. Adicionalmente, se planteó analizar la relación de sustitución–adición y caracterizar el patrón de comportamiento ingestivo para los diferentes manejos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ANTECEDENTES EN RELACIÓN A LA PROBLEMÁTICA OTOÑAL

El lento crecimiento otoñal y las bajas temperaturas invernales determinan una escasez de forraje de las pasturas convencionales temprano en el otoño e invierno, debiéndose utilizar alternativas forrajeras de mayor producción en estas estaciones para corregir dicha deficiencia (Zanoniani et al., 1997).

Los verdeos de invierno (avena, raigrás, trigo y triticale), son gramíneas anuales que se caracterizan por producir un volumen alto de forraje de buena calidad en un período corto de tiempo, lo que los hace imprescindibles para cubrir las deficiencias normalmente producidas en su estación de crecimiento (Zanoniani et al., 1997).

El raigrás es una gramínea anual de abundante producción de forraje, muy buen rebrote, gran resistencia al pastoreo y a los excesos de humedad. Soporta altas dotaciones y sus condiciones alimenticias y de apetecibilidad son excelentes. Se resiembra muy fácilmente y es poco afectado por roya y pulgón verde de los cereales (Carámbula, 1977).

Tradicionalmente el raigrás sembrado en el Uruguay es de floración temprana. El prototipo de variedad es el LE 284 anual, que es un material diploide de buena producción invernal que encaña a principios de octubre donde pierde calidad (Carámbula, 1977).

Alvin (1987) reportó rendimientos entre 2000 y 6000 kg/ha MS, dando origen a tal variación diferentes niveles de fertilización nitrogenada y condiciones ambientales.

A pesar de los altos rendimientos obtenidos en estas pasturas, Elizalde et al. (1992a) trabajando en sistemas de engorde en regiones templadas sobre verdeos y praderas permanentes, identificaron como problema a las bajas ganancias otoñales, responsables de reducir la ganancia promedio anual limitando la producción de carne por hectárea.

Un conjunto de factores estarían interactuando limitando el potencial de ganancia en esta época del año. Entre ellos se destaca la gran influencia del desbalance energético-proteico que se generan en estas pasturas, debido a un elevado contenido de proteína bruta (PB), alto porcentaje de proteína soluble y un bajo porcentaje de carbohidratos solubles (CS) en otoño con respecto a primavera (Rearte,1999). Se ha observado, como una pastura a pesar de mantener su digestibilidad, puede variar sustancialmente su valor nutritivo en las distintas épocas del año según sea su contenido de PB y CS (Elizalde et al.,1992a).

Estos mismos autores mencionan que como consecuencia del elevado consumo de proteína, se genera un exceso de nitrógeno a nivel ruminal que es eliminado como urea. Esto determina que la energía requerida para la eliminación del nitrógeno deja de estar disponible para la ganancia de peso (Mendez y Davies, 2006)

El elevado contenido de agua de los verdeos en la época otoñal es otro de los factores determinantes de las bajas ganancias. Este provoca una disminución del consumo voluntario de MS, lo cual reduce la ganancia diaria (Mendez y Davies, 2001).

Finalmente el bajo nivel de fibra efectiva junto con el bajo porcentaje de MS generan una alta tasa de pasaje. Como consecuencia de ello, la digestibilidad se ve reducida (Gallardo, 1999)

Según Elizalde et al. (1992a) las ganancias registradas son 40 o 50% inferiores durante el otoño con respecto a las de primavera, siendo más afectadas las zonas húmedas, donde se han registrado valores entre 0,250 y 0,500 kg por animal por día.

En experimentos sobre promociones de raigrás en la estación experimental Mario A. Cassinoni, novillos pastoreando al 5% de asignación de forraje, sin suplementación, registraron ganancias de 0,507 kg/an/día (Damonte et al., 2004).

Diversos autores han generado una gran cantidad de antecedentes acerca de la problemática otoñal. En base a ello se han obtenido categóricos resultados que indican que la inclusión de grano sobre pasturas tiernas y verdes es una solución válida para levantar la limitante de las ganancias otoñales, mejorando así el resultado productivo (Elizalde 1992a, Santini y Rearte 1997, Rearte 2001, Simeone y Beretta 2003).

Como otra alternativa válida para mejorar las bajas ganancias registradas en esta época, Gallardo (1999) considera la incorporación de suplementos en base a forrajes conservados como estrategia para mejorar el aporte de fibra efectiva y así aumentar la digestibilidad del alimento.

Según Pordomingo (2001), la introducción de heno en el sistema de invernada, además de servir para transferir forraje de una época a otra, se usa para optimizar el uso de los nutrientes provistos por los pastos en pie que está pastoreando directamente el animal.

Optimizar el uso de nutrientes que se le ofrece al animal implica proveer los nutrientes en déficit para que el sobrante de aquellos otros que el animal dispone en exceso sea aprovechado. Así por ejemplo, un verdeo de invierno tierno puede ofrecer nitrógeno (requerido para sintetizar proteína microbiana en el rumen) en exceso, carbohidratos solubles y tener bajos niveles de fibra. Una suplementación con heno podría mejorar el balance de nutrientes de ese alimento (Pordomingo, 2001).

2.2. BASES TEÓRICAS DEL PROBLEMA NUTRICIONAL

La principal característica de la pastura en el otoño es el bajo nivel de fibra, baja relación energía-proteína y un alto contenido de agua, manteniéndose los niveles de digestibilidad presentes en la primavera (Gallardo, 1999).

Estas características mencionadas se hacen más evidentes cuando la pastura se encuentra en las primeras etapas de crecimiento, que pueden observarse en el cuadro N° 1 (Rovira, 1996)

Cuadro N° 1 Características de la pastura según la edad de las plantas.

	Cont. celular (%)	Pared celular (%)	Prot. (%)	Hemicel. (%)	Celulosa (%)	Lignina (%)	Dig. (%)
Planta joven	65	35	33	14	18	3	65-80
Planta madura	40	60	7	23	30	7	45-55

Fuente: adaptado de Rovira (1996).

Hemicel: hemicelulosa; Cont. Celular: contenido celular; Dig: digestibilidad; Prot: proteína

2.2.1. Relación energía-proteína de la dieta

Los microorganismos del rumen proveen más del 50% de la proteína (aminoácidos) que necesita el rumiante. Una oferta adecuada de proteína degradable en rumen es fundamental para maximizar el consumo y la digestibilidad. Esa masa bacteriana producida depende de la digestibilidad del alimento y la tasa de pasaje de la ingesta a través del tracto digestivo (Pearson et al., 1994). Los requerimientos de proteína metabolizable para novillos Hereford de 20 meses de edad, con un peso vivo de 376 kg son de 198 g/día para cubrir los requerimientos de mantenimiento, 417 g/día para ganancias de 1 kg/día y 506 g/día para ganancias de 1,5 kg/día, AFRC (1993), CSIRO (1994).

La digestión en si misma es un proceso poco eficiente. Se considera que las pérdidas de alimento en heces son la principal fuga de energía del sistema animal y por lo tanto determinante de la digestibilidad de la dieta. Estas pérdidas pueden disminuir a través del suministro de dietas equilibradas (relación energía-proteína), con alta calidad de la fibra del forraje; suministrando los alimentos de forma tal que se produzcan buenas sincronizaciones de los diferentes nutrientes contenidos en ellos (Gallardo, 2000).

Además de la baja relación energía-proteína mencionada, existen altos niveles de nitrógeno no proteico y proteínas de elevada degradabilidad ruminal, las cuales acentúan la problemática. Si no se suministra en forma paralela suficiente energía, los excesos de amonio generarán un gasto energético adicional en su transformación en urea (Gallardo, 1999).

La problemática de las bajas ganancias del otoño sobre verdeos (pasturas descritas como de alta calidad por su alta digestibilidad y contenido proteico) se explica al menos en parte por el exceso de nitrógeno en la oferta forrajera y el nivel bajo de carbohidratos solubles (azúcares solubles) contenidos en el pasto. El exceso de amoníaco difunde a través de las paredes ruminales y es eliminado por medio de la orina, mediante un proceso que requiere energía, la cual deja de estar disponible para ser utilizada para la ganancia de peso. Sumado a esto, se desencadena 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 (Méndez y Davies, 2006).

Por otro lado, cuando el hígado llega a su máxima capacidad de detoxificación, el exceso de amoníaco en sangre crea un desbalance hormonal, el cual desencadena la movilización de reservas corporales (Visek, citado por Mendez y Davies, 2000).

El forraje en la época otoñal presenta un contenido de PC entre 10 y 30%, donde gran parte del N está como nitrógeno no proteico (NNP) (Elizalde y Santini, 1992). En dos trabajos realizados sobre avena el contenido de NNP fue en promedio 31,4 y 38% del total de PC respectivamente observándose una relativa independencia del NNP con respecto a cambios en el contenido de PC (Arelovich et al., 2003).

Gagliostro (2006) observó que la fertilización con urea genera un forraje nutricionalmente más desbalanceado al aumentar significativamente el contenido de proteína total y soluble y disminuir el contenido de carbohidratos solubles. Esta situación puede acentuar eventuales desbalances energía/proteína en rumen, sobretodo en pastoreos tempranos del verdeo (abril-mayo). Esto hace indicar que es esperable tener menores ganancias diarias en verdeos fertilizados. Méndez y Davies (2000), detectaron que las ganancias disminuyen significativamente con la fertilización nitrogenada (0 N vs. 50N), obteniéndose ganancias diarias de 0,989 kg vs. 0,767 kg respectivamente.

Según Elizalde et al. (1992a), si el consumo de proteínas es excesivo o no existen condiciones favorables para la captación de N-NH₃ en el rumen (escasez de energía para la síntesis bacteriana), éste se perderá a través de las paredes del rumen y se eliminará como urea en orina.

Según Orskov (1992) el reciclaje de nitrógeno ocurre bajo la forma de urea, mediante la saliva, vía epitelio ruminal y por el nitrógeno endógeno por la descamación de las células de las paredes del rumen. Por otra parte, la cantidad de urea que retorna a la saliva está directa y proporcionalmente relacionada a la concentración de urea en la sangre y a la cantidad de saliva secretada, aunque la concentración de urea en la saliva está siempre por debajo de la concentración de urea en la sangre. A su vez, la cantidad de saliva secretada está influenciada por la estructura física de la dieta incrementándose con mayor proporción de fibras largas.

Los niveles de amonio en sangre normalmente permanecen bajos debido a que el hígado rápidamente convierte el amonio en urea (forma no tóxica), con un costo para el animal de 12 Kcal./gr. (Tyrrell et al., Hoffmann et al., citados por Van Soest, 1994).

Existen controversias en las estimaciones del costo del efecto del exceso de nitrógeno generado por un verdeo desbalanceado. Gagliostro (2006) indica incrementos de aproximadamente 30% de energía de mantenimiento. De ser así el nivel de ganancia que podría esperarse para un ternero de 210 kg de PV sería de 0,35 kg/animal/día.

A nivel nacional, en base a resultados en avenas Simeone (2005) realizó cálculos para obtener el costo potencial en kg/animal/día, basándose en los excesos de amonio en rumen que presenta el novillo consumiendo dicha pastura.

Cuadro N° 2 Costo energético de excreción del exceso de amonio.

Exceso de amonio (NH ₃ -N) en rumen (g/día)	10,4
EXCESO DE NH₃-N (% DE N EN LA DIETA)	5,98
Pérdidas irreversibles de NH ₃ -N en el rumen	7,28
Costo de excreción NH ₃ -N (MJ EM/día)	0,707
Valor energético de la ganancia de PV (MJ/kg)	30,88
Costo potencial (kg/animal/día)	0,022

Fuente: Simeone et al. (2005).

Di marco et al. (2000) indican que el mecanismo que podría afectar el gasto energético de los animales sería a través del aumento del tamaño del hígado, ya que el proceso de síntesis de urea *per se*, no sería costoso energéticamente. Tampoco se encontró que el exceso de amonio ruminal se pueda relacionar con un aumento de la actividad metabólica total o de las ATPasas de sodio y potasio en hígado o intestino.

Según Owens et al. (1988), un exceso de NNP causa una producción de amonio más grande que la capacidad del hígado para transformarla en urea, aumentando los niveles en sangre de este compuesto tóxico. Se encontró que el nivel en el cual se produce la intoxicación por amoníaco es cuando la concentración en rumen supera los 1000 mg/l.

El nivel de amonio en sangre tiende a ser menor que en el rumen y el nivel de urea es menor en el rumen que en la sangre por lo que existe un intercambio de nitrógeno (Van Soest, 1994).

La vía de reciclaje más importante depende del contenido de proteína de la dieta, con niveles de PB menores al 10% la vía más importante es la difusión a través de la pared ruminal, y cuando la PB supera el 10%, la saliva es el mecanismo predominante. La proporción de nitrógeno reciclado también depende del porcentaje de proteína de la dieta, con alto porcentaje de PB el reciclado representa el 10% de lo consumido, mientras que con bajo contenido, el reciclado representa el 50% de lo consumido (Lorech, 1998).

2.2.2. Consumo de MS y nutrientes

Las pasturas de otoño tienen naturalmente alto contenido de agua intracelular. Bajo ciertas condiciones ambientales, el contenido de humedad se puede elevar considerablemente con agua extracelular (rocío, lluvias). En estas circunstancias, el valor energético de las pasturas se diluye y baja el consumo voluntario (Gallardo, 1999).

El bajo porcentaje de MS de las pasturas en esta época y el bajo nivel de fibra efectiva afectan el consumo y producen un aumento en la tasa de pasaje (Gallardo, 1999). El elevado contenido de agua del forraje puede reducir la palatabilidad y la aceptabilidad, lo cual se manifestaría a través de una reducción del tamaño del bocado o por una disminución en el tiempo total de consumo (Leaver, 1985). Así también, Elizalde et al. (1992a) menciona que éste bajo consumo podría ser resultado de una restricción física debido a grandes contenidos de agua en el tracto digestivo.

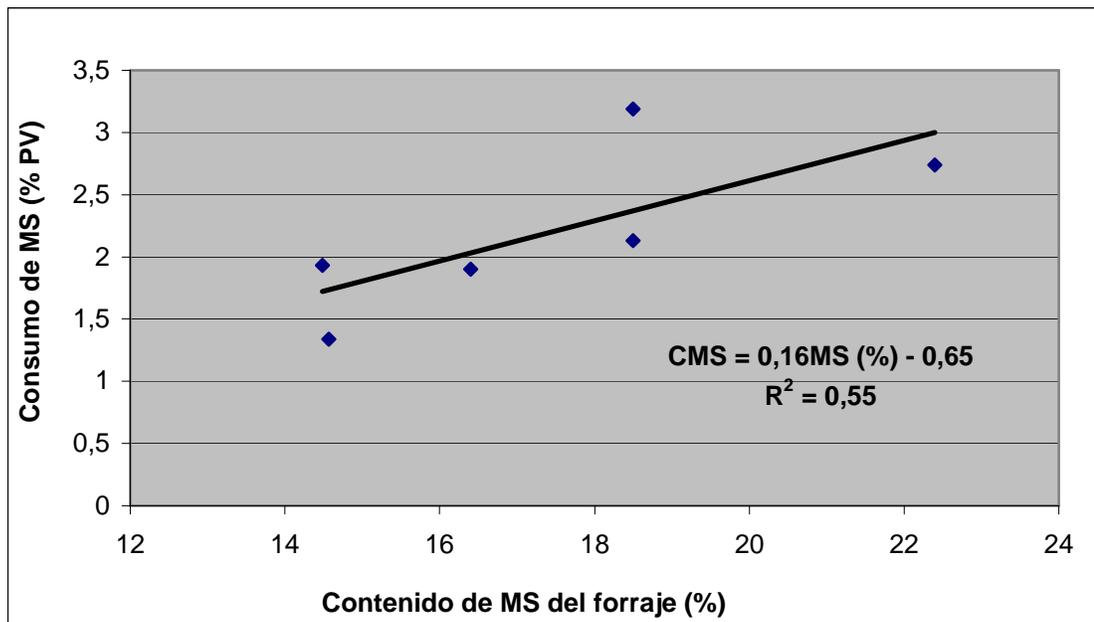
Ha sido demostrado que el consumo de MS es perjudicado en la medida que se aumenta el contenido de humedad en la pastura. Además un consumo de forraje con alto contenido de agua, provoca diarrea en los animales y la digestibilidad disminuye debido a que el alimento pasa más rápido del rumen al intestino. El exceso de agua en el forraje impone una alta carga de nutrientes sobre el intestino grueso del animal, provocando alteraciones en la absorción y equilibrio de minerales que afectan la salud y la producción del animal (Zanoniani et al., 2000)

El contenido de MS en el forraje aumenta en la medida que avanzamos en el tiempo y el estado fisiológico de la pastura. Millot et al. (1981) registran un contenido de 12%-18% en estados vegetativos tempranos a valores superiores a 20% en estados avanzados de madurez. Según Elizalde y Santini (1992) cuando las concentraciones de MS son menores a 22%, el consumo voluntario de animales en pastoreo se ve afectado.

Vertité y Journet, citados por Gagliostro (2006) registraron que el consumo de MS crece linealmente cuando el contenido de MS en la pastura aumenta desde 12% a 22%, no mostrando mayores cambios por encima de ese rango. Esto fue registrado en avenas donde se asumió entonces, que el contenido de MS no estaría limitando el consumo.

A nivel nacional, en experiencias realizadas en Facultad de Agronomía durante 2001, el consumo de forraje de novillos pastoreando pasturas de alta calidad en otoño con una asignación de forraje (AF) = 5 % no superó el 1,39% PV (Simeone et al., 2005). Estos autores calcularon la relación existente entre el contenido de MS del forraje y el consumo, para pastoreos sobre praderas avena y raigrás en estado vegetativo, al 5 % de AF para este mismo período de tiempo y en los mismos experimentos.

A continuación se presenta el gráfico N° 1, donde se muestra la variación de consumo de MS de forraje (% PV) en función del contenido de MS del forraje.



Fuente: Simeone et al. (2005).

CMS: consumo de materia seca como porcentaje del peso vivo.

MS: materia seca

PV: peso vivo

Gráfico N° 1 Relación entre contenido de MS del forraje y consumo, de novillos pastoreando verdes de invierno con una asignación de 5 kg de MS/100 kg de PV.

Las condiciones ambientales donde se encuentra el verdeo, tienen alta influencia sobre las características del mismo y así sobre la performance animal. Situaciones otoño-invernales relativamente secas y frías resultan predisponentes a obtener forraje con mayores contenidos de MS y mejor relación entre proteína degradable en rumen e hidratos de carbono no estructurales. Esto permite a los animales elevar el consumo de nutrientes y MS total, no observándose así problemas nutricionales durante los primeros pastoreos de los verdes (Gagliostro, 2006).

2.2.3.pH ruminal

En condiciones de pastoreo, sobre verdeos, los valores promedio de pH en el rumen a lo largo del día, están en el límite inferior, de los que sería un ambiente ruminal óptimo para la digestión de la fibra (pH 6,2); además esta media encubre picos de mínima (5-5,5) que son críticos para la microflora ruminal (Francois et al., 2002).

El bajo contenido de fibra de los verdeos en estado vegetativo, puede conducir a problemas químicos y/o físicos del funcionamiento ruminal. Para mantener un buen funcionamiento ruminal en general los animales necesitan de fibra que les permita realizar una buena masticación y rumia, de forma de generar suficiente saliva para mantener un ambiente ruminal adecuado (Vaz Martin et al., 2005).

El llamado índice de fibrosidad (IF) de un alimento es definido como la duración total de las actividades de ingestión y rumia por kg de MS ingeridos por el animal (Gagliostro, 2006).

En el cuadro N° 3 se observa el efecto de diferentes niveles de fibra en la dieta, sobre la actividad de rumia, contracciones del retículo rumen y pH ruminal.

Cuadro N° 3 Efecto de la inclusión de un alimento de alto IF (paja cortada larga) sobre ciertas características digestivas en vacas lecheras.

Paja de cebada en la dieta (% MS)	4	10	20
Duración de la rumia (min./día)	130a	220b	400c
Valor IF de la dieta (min./Kg MS)	14a	19b	32c
Contracciones retículo-rumen/min.	1a	1,1b	1,3c
pH ruminal	5,8a	6,08b	6,12c

Fuente: Noogard, citado por Gagliostro (2006).

a, b y c diferencias estadísticamente significativas

IF: índice de fibrosidad

Noogard, citado por Gagliostro (2006) pudo observar el efecto positivo de la inclusión de un alimento de alto índice de fibrosidad sobre el tiempo diario de rumia, lo que se traduce en una importante mejora en los valores de pH ruminal de los animales.

Los resultados actualmente disponibles no permiten precisar el valor o el requerimiento mínimo de IF para un tipo de animal determinado. Para la vaca lechera se ha propuesto un valor mínimo de 30 min/kg de MS (Sauvant et al., citados por Gagliostro, 2006).

La saliva según Gallardo (1999), constituye el principal amortiguador de los ácidos producidos en el rumen.

La cantidad de saliva producida diariamente cumple un rol de gran importancia ya que a través de su alta capacidad buffer mantiene los valores de pH dentro de un rango adecuado para el crecimiento de la masa microbiana (pH > 6,0). La secreción de saliva es un fenómeno continuo cuyo valor basal oscila entre 20 y 70 ml/min. Aumenta en forma notable durante los momentos de consumo (150 - 200 ml/min) y fundamentalmente durante la actividad de rumia (250 – 300 ml/min). Esto explica la importante elevación del pH ruminal observada en el cuadro N° 3 cuando la actividad de rumia aumentó desde 130 min/día a 400 min/día debido a la inclusión de un forraje grosero en la dieta total. Por otra parte, la producción de saliva tiene una influencia directa sobre la tasa de renovación de la fase líquida del rumen, la que no deberá ser inferior al 8%/hora para un adecuado crecimiento microbiano (Gagliostro, 2006).

Una disminución en los valores de IF de una dieta trae como consecuencia una menor motilidad ruminal y una menor producción de saliva aumentando los riesgos de patologías digestivas asociadas. Del punto de vista práctico, ha sido sugerido por Mertens, citado por Gagliostro (2006), que los forrajes picados a menos de 4 – 6 cm pierden su capacidad de generar una actividad de rumia.

Con respecto a la suplementación con concentrados y su efecto en el pH ruminal, Arelovich et al. (2003) encontraron, que si bien la performance individual fue superior cuando los animales fueron suplementados, ni el pH ruminal, ni el contenido de NH₃-N, fueron modificados con la misma, no manifestándose ninguna alteración en la fermentación ruminal. Esto es consistente con lo expresado por Santini y Rearte (1996), quienes mencionan que con niveles de suplementación inferiores a 40% del total de la dieta, el ambiente ruminal no es modificado.

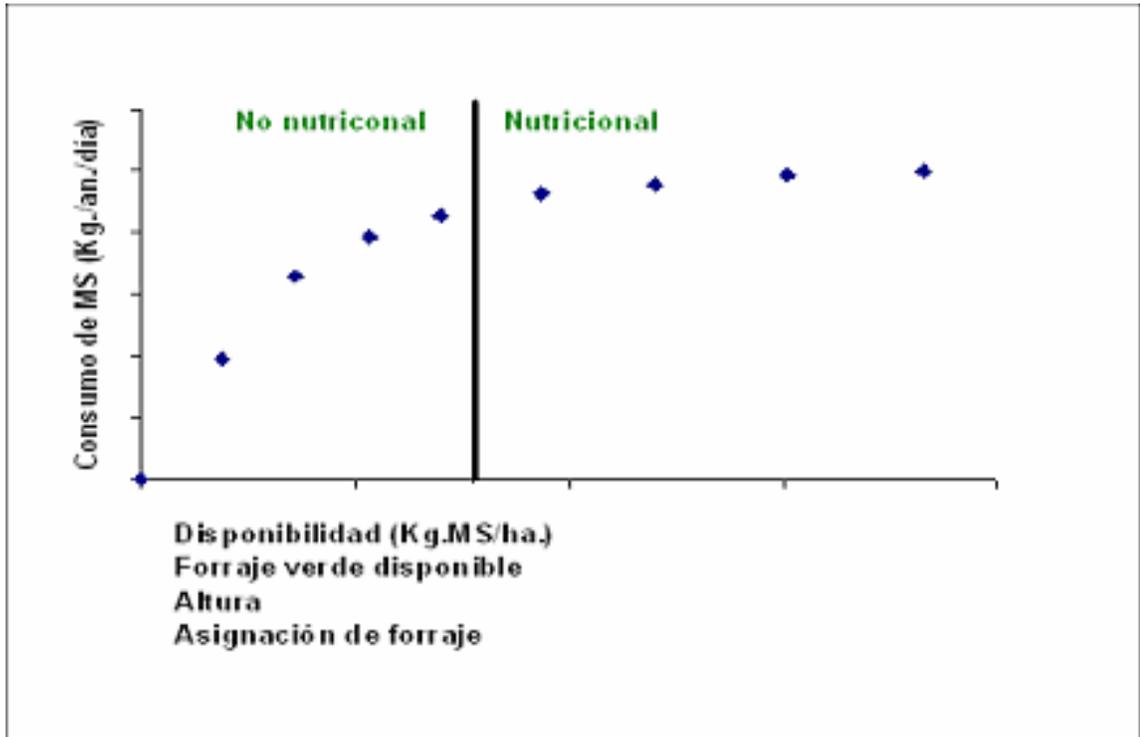
A modo de resumen, la problemática otoñal presenta una singularidad. Si bien en esta época los verdeos ofrecen gran cantidad de forraje de alta digestibilidad, la performance lograda no es acorde a lo esperado. A pesar de la alta calidad del forraje, las pasturas se caracterizan por contener una alta cantidad de agua, bajo porcentaje de fibra efectiva, así como también altas tasas de pasaje del alimento, un ambiente ruminal desfavorable (pH) y un desbalance energía-proteína. Estas características, además de afectar la absorción de nutrientes, estarían afectando el consumo total de MS. Es por esta razón, que se hace especial énfasis en el consumo de MS, dado la gran implicancia que tiene el mismo sobre la performance animal.

2.3. FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO DE ANIMALES EN PASTOREO

La productividad animal a partir de cierta dieta depende en un 70% aproximadamente de la cantidad de alimento que pueda consumir y en menor medida de la eficiencia con que digiere y metaboliza los nutrientes consumidos. Este consumo es afectado por la cantidad de alimento que es ofertado y por su digestibilidad (Norbis, 1994).

Son cuatro los factores que afectan el consumo: calidad, estructura de la pastura, disponibilidad y tipo, tamaño y productividad del animal. Estos factores deben considerarse en conjunto, pues operan en forma dinámica y simultánea (Chilibroste, 1998b).

El consumo, como se observa en el gráfico N° 2, se limita mediante dos mecanismos: nutricionales y no nutricionales (Poppi et al., 1987)



Fuente: adaptado de Poppi et al. (1987).

Gráfico N° 2 Regulación del consumo en pastoreo.

El consumo animal y forraje disponible están asociados generalmente en forma curvilínea distinguiéndose dos secciones de la curva: A) la sección ascendente, donde los factores no nutricionales relacionados a la habilidad de los animales para cosechar la pastura aparecen como determinantes del consumo. Los factores de mayor importancia son la estructura de la pastura, la conducta de pastoreo (peso del bocado, tasa de bocado y tiempo de pastoreo) y selección. B) en la sección asintótica, los factores nutricionales adquieren importancia en determinar el consumo. Estos son la digestibilidad de la pastura, el tiempo de permanencia del alimento en el rumen y la concentración de productos finales de la digestión ruminal (Poppi et al., 1987).

Los factores no nutricionales se relacionan a la posibilidad física de cosecha y al acceso real que tiene el animal al alimento. Actúan cuando la oferta es limitante respecto a la capacidad potencial de consumo (Ganzábal, 1997a).

2.3.1.Oferta de forraje

La asignación (kg MS/ 100 kg PV animal), es el factor más importante de la regulación del consumo y se relaciona directamente con el forraje al que el animal tendrá acceso para consumir. A medida que baja esta asignación el animal tendrá menos forraje disponible por lo que cambiará su comportamiento ingestivo (Broster 1960, Arnold 1962, Arnold y Dudzinski 1966, Greenhalgh 1966, Allden y Whittaker 1970, Reardon 1977, Chacon et al. 1978, Hodgson 1982, Jamieson y Hodgson, citados por Norbis 1994).

Simeone et al. (2005) muestran el efecto de la oferta de forraje sobre el consumo de MS (% PV) en el cuadro N° 4. El consumo de MS aumenta aproximadamente 40% cuando se pasa de una asignación de de 2,5 a 5 % del PV.

Cuadro N° 4 Consumo de Materia Seca (MS) por novillos pastoreando avena en dos asignaciones de forraje (AF).

	AF = 2,5 %	AF = 5 %	Prob.
Disponibile (kg/ha)	2399	2399	
Altura (cm)	24	24	
Contenido de MS (%)	17,9	17,9	
Consumo MS (kg)	3,03	4,28	ns
Consumo MS (% PV)	0,99	1,39	ns
Tiempo de pastoreo	68	69,3	ns
Tiempo de rumia	2,4	1,1	ns
Tiempo de descanso	29,6	29,7	ns
Ganancia de Peso (kg/día)	0,108	0,425	0,03
Consumo pre-dicho (CSIRO)	-	1,92	
Consumo por FDN	-	2,87	

Fuente: Simeone et al. (2001).

Berasain et al. (2002) encontraron una repuesta positiva en el consumo de forraje de avena en la medida que se aumenta la asignación. El consumo aumentó en este caso 34% al pasar de 2,5 a 5% de asignación de forraje.

2.3.2. Calidad del forraje

Las pasturas de alta calidad son aquellas de alta digestibilidad, baja fibra y alta proteína. Al mismo tiempo, pasturas con altos contenidos proteicos y baja concentración de carbohidratos solubles son alimentos desbalanceados. Esto es típico en la época otoñal, donde a pesar de ser alimentos de alta degradabilidad, determinan bajas ganancias de PV (Santini y Rearte, 1997).

El consumo de pastura está determinado en gran medida por factores nutricionales. Dentro de éstos, el más importante es la digestibilidad del forraje ofrecido, aumentando el consumo a medida que la misma aumenta (Elizalde, 1992a).

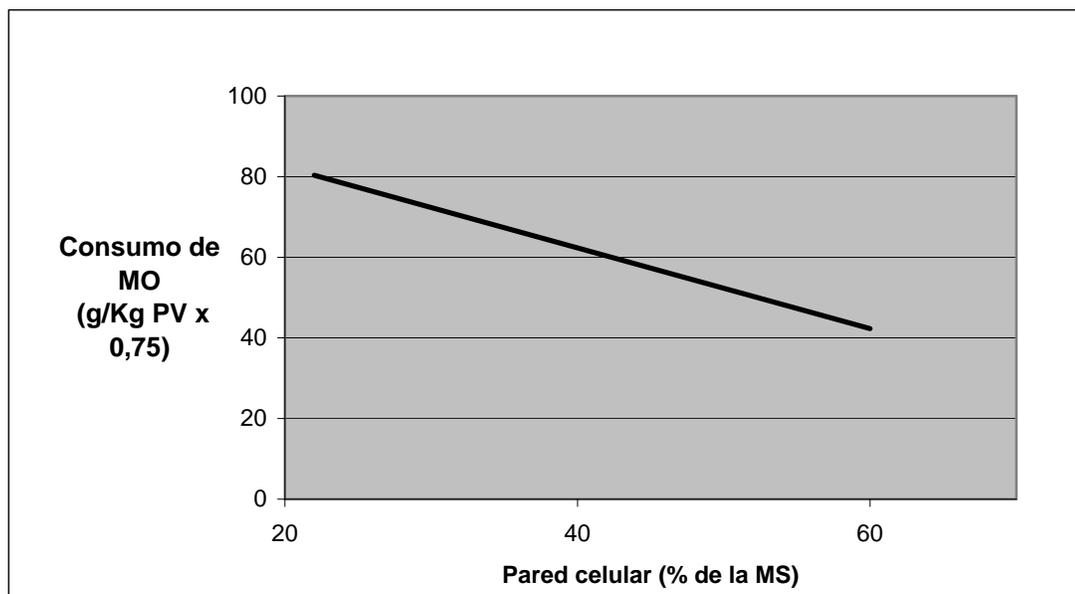
Sin embargo, Poppi et al. (1987), sugiere que la digestibilidad en si misma no es determinante del consumo, sino que es un componente que influye sobre la cantidad de alimento que puede ser consumida. Alimentos de alta digestibilidad minimizan el efecto de llenado ruminal y permiten alcanzar el máximo consumo. En esta situación la tasa de pasaje es la que adquiere importancia y puede limitar el resultado productivo.

La digestibilidad del forraje no solo está condicionada por composición química, sino también por factores inherentes al animal. La digestibilidad de la fibra depende de la actividad de los microorganismos del rumen y el tiempo al que el material se encuentra expuesto a dicha acción. Lo que está inversamente relacionado a la tasa de pasaje por el rumen (Hodgson 1990, Rearte 2001).

2.3.2.1. Calidad de la fibra

Las características de la fibra de los verdeos muy tiernos determinan un bajo valor de fibra efectiva produciendo una rápida velocidad de tránsito de las partículas que disminuye la MS fermentada en rumen (Gallardo, 1999).

En el gráfico N° 4 se observa la variación del consumo en la medida que varía la proporción de pared celular.



Fuente: Van Soest (datos obtenidos en ovinos), adaptado por Gagliostro (2006).

Gráfico N° 3 Relación entre el contenido de pared celular (FDN) y consumo de forraje.

Si bien el análisis del total de FDN de los alimentos es muy útil en la formulación de raciones, el resultado del laboratorio no permite inferir sobre las características de la fibra relacionadas con su "efectividad física"; por esto es que recientemente los investigadores incorporaron el concepto de "Fibra efectiva" (FDNef) en la nutrición de rumiantes, como otro parámetro de importancia para el adecuado balance de la dieta. La FDNef puede ser cuantificada indirectamente midiendo el tamaño y grado de homogeneidad de las partículas de los alimentos (Gallardo, 1999).

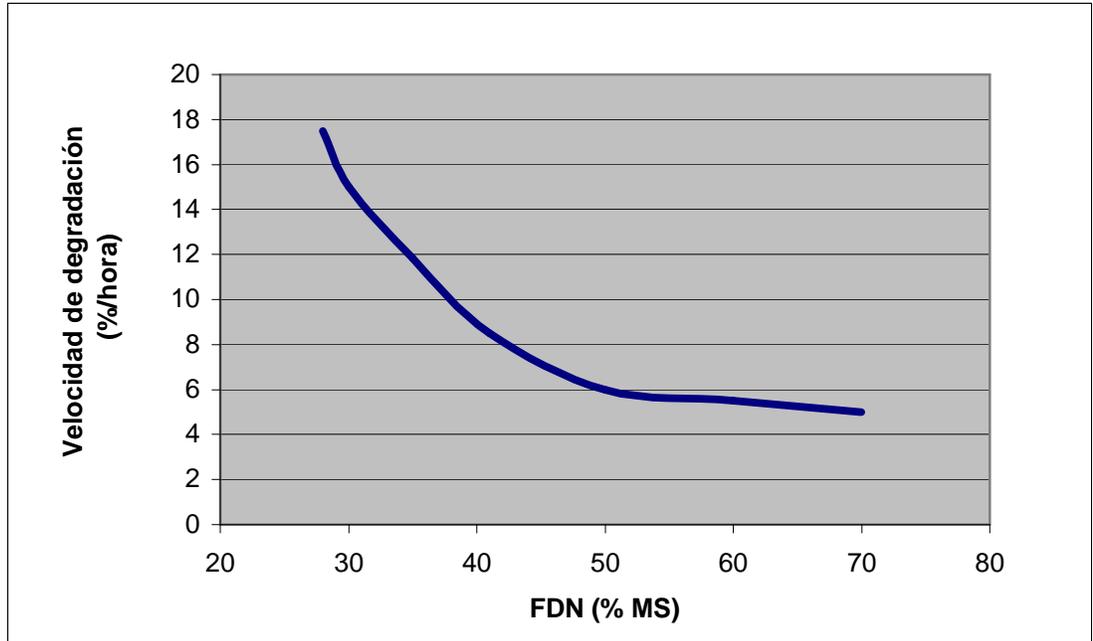
La fibra efectiva puede ser definida como la fracción de la FDN que influye sobre la masticación, la rumia y los movimientos del rumen, acorde con la salud y producción de los animales (Gallardo, 1999).

En crecimientos tempranos de otoño la pastura de raigrás, además de tener altas concertación de nitrógeno no proteico y proteína de elevada degradabilidad ruminal, contiene paredes celulares muy frágiles y como consecuencia de esto niveles de fibra sumamente bajos. A parir de esto, la

velocidad de tránsito de las partículas es muy rápida y no alcanzan a ser fermentadas. Esta es una de las razones que hacen que la actividad de masticación y rumia disminuyan significativamente (Gallardo, 1999).

El valor nutritivo de los forrajes está asociado negativamente con la fibra, pues representa la parte menos digestible de la planta. La fibra permite calcular el contenido energético, la digestibilidad y el consumo potencial de los forrajes. El cálculo energético de los forrajes a partir de la fibra no siempre es tan preciso, subestimando el contenido energético en forrajes de alta calidad y sobreestimándolo en forrajes de baja calidad. La digestibilidad de la fibra (FDN) tiene una gran variabilidad, dependiendo de su estado fisiológico y el tipo de especie. La porción de FDN en las pasturas también es utilizada para estimar consumos y se la asocia al llenado ruminal (García, 1994b).

Como se observa en el gráfico N° 4, la velocidad de digestión en el rumen disminuye a medida que aumenta el contenido de FDN. Al disminuir la velocidad de degradación, aumenta el tiempo de retención del alimento en el rumen disminuyendo el consumo (Gagliostro, 2006).



Fuente: Dhiman y Setter, adaptado por Gagliostro (2006).

Gráfico N° 4 Contenido de FDN y velocidad de digestión.

Se ha generalizado la idea errónea, de que cualquier forraje fibroso y seco es un excelente suplemento para el verdeo tierno. La paja de cereales y los rastrojos pueden usarse con el propósito de aumentar la receptividad del verdeo, pero poco o nada mejorarán los aumentos de peso porque son de bajo valor nutritivo y porque los animales comen poca cantidad (Lange, 1980).

En experiencias sobre verdeos de raigrás en el departamento de Treinta y Tres, la variedad LE 284 sembrada, durante el primer pastoreo arrojó resultados de 47 % de FDN, 27 % de FDA y 17 % de MS. Estos valores coinciden en general con los de la bibliografía, teniendo en cuenta el momento del ciclo en que se encontraba la pastura. El valor de FDA indica que la pastura genera calidad suficiente, (valores superiores a 20 – 21%) como para no provocar disturbios digestivos, especialmente a nivel del rumen (Ferreira et al., 2002).

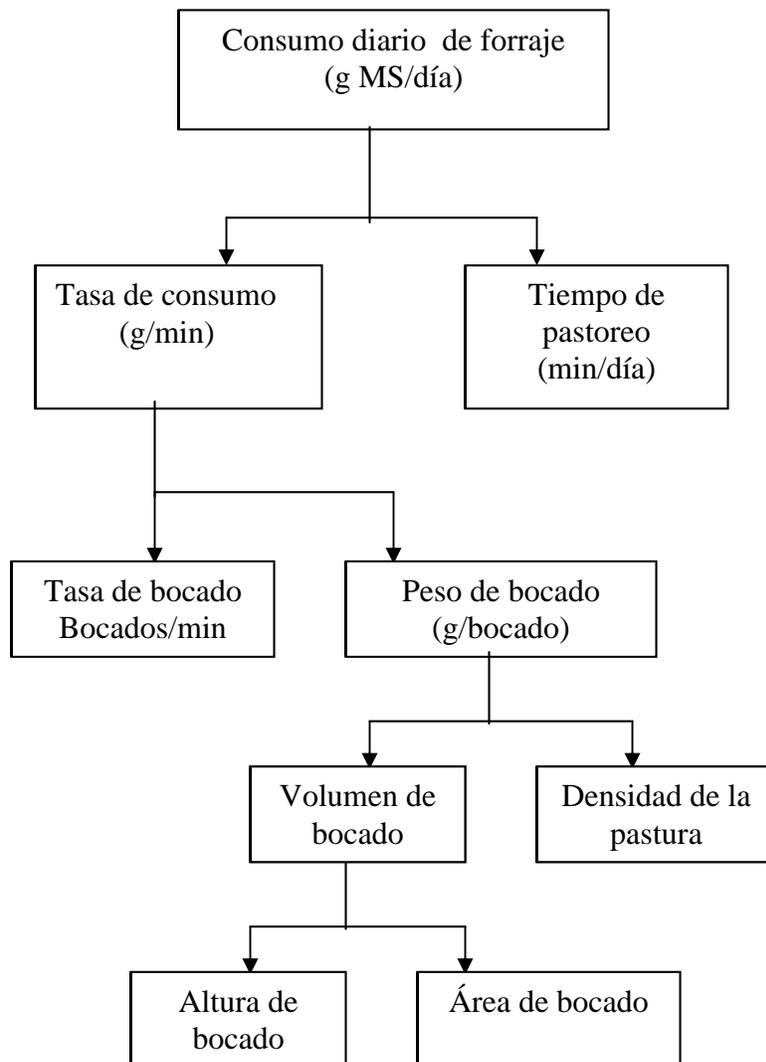
2.3.3. Comportamiento animal en pastoreo

En los sistemas de producción animal existen dos fases: la planta debe ser consumida por los animales y ellos deben convertirla en producto animal utilizable. Cada una de estas etapas tiene su propia eficiencia, la cual puede ser influenciada por el manejo, que estarán determinando la producción obtenida (Hodgson, 1990)

La extracción y utilización de nutrientes para fines productivos por parte de los rumiantes involucra una triple interacción entre el animal, el alimento y la población microbiana. Aspectos importantes de esta interacción son por un lado, las características de la pastura y por otro, el comportamiento ingestivo del animal (Chilibroste, 2002).

En el modelo conceptual adoptado por Alden y Whittaker (1970), que se observa a continuación, el consumo de MS (g/día) se expresa como el producto de la tasa de consumo (g/hora) y el tiempo de pastoreo (horas/día).

Figura N° 1 Componentes del consumo diario de forraje.

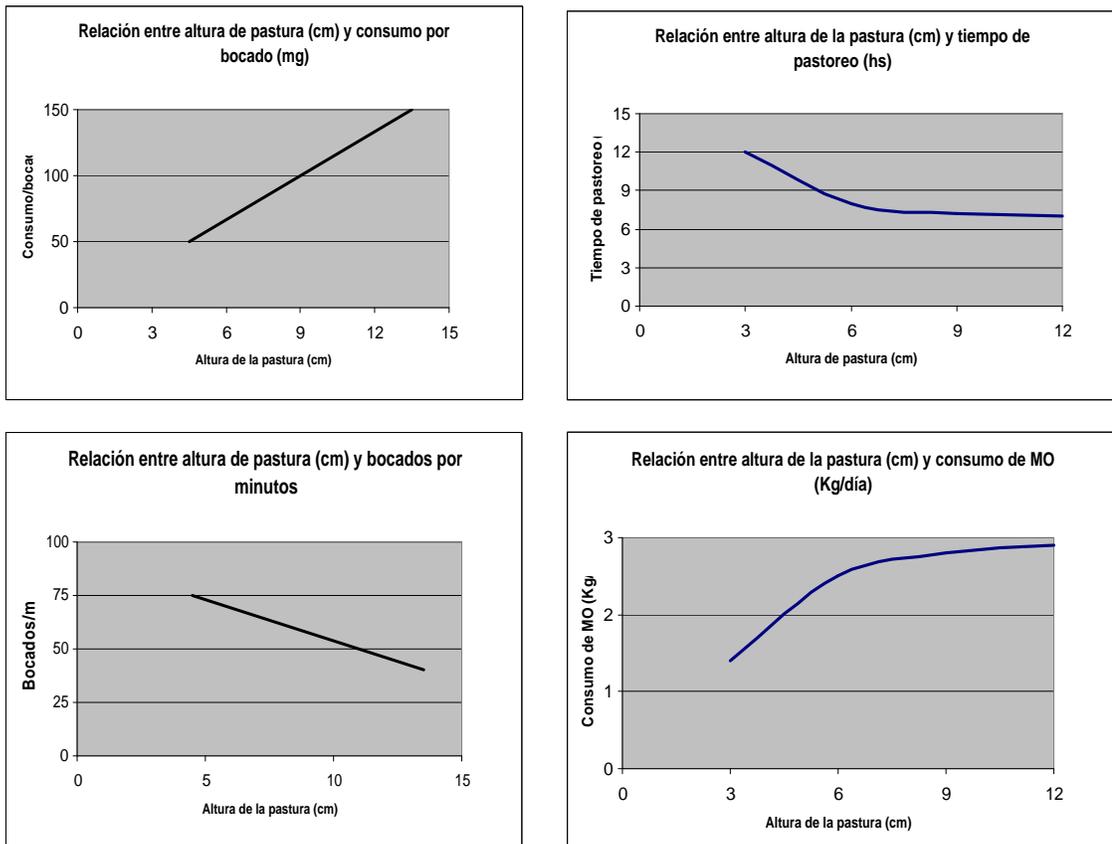


Fuente: Hodgson (1990).

Adicionalmente ha sido reconocido que a partir del peso de bocado individual se puede determinar la tasa de consumo lograda por los rumiantes (Hodgson 1990, Ungar, citado por Chilbroste 2002).

Utilizando pasturas artificiales, se ubicó a la altura y la densidad del forraje como los factores más importantes en la definición de la profundidad, área de bocado y consecuentemente el peso de bocado. Es a nivel de bocado individual que se ha establecido una relación funcional entre el aparato ingestivo del animal y características morfológicas y espaciales de la pastura, (Laca et al., citados por Chilibroste, 2002).

Según el gráfico N° 5, existe una relación curvilínea entre altura de la pastura y peso de bocado, con incrementos decrecientes en peso de bocado a medida que aumenta la altura de la pastura (Laca et al., citados por Chilibroste, 2002).



Fuente: Hodgson (1990).

Gráfico N° 5 Relación entre la altura de la pastura y consumo total, tiempo de pastoreo y peso y tasa de bocado

Penning et al., citados por Chilbroste (2002), trabajando con ovinos encontraron que la altura de la lámina verde fue la mejor base para correlacionar consumo de MS con atributos de la pastura. Lo mismo encontró Wade (1991) en vacas lecheras.

Se ha observado que los vacunos exhiben un patrón básico de comportamiento en pastoreo. En este patrón se distinguen tres o eventualmente 4 sesiones de pastoreo, ubicándose las más importantes en la mañana temprano y al final del día (Gibb et al., citados por Chilbroste, 2002).

En experiencias sobre verdeos de avena en la provincia de Buenos Aires con disponibilidades de 3200 kg MS/ha., durante el mes de julio, un 74% de la actividad de pastoreo se realizó durante el día (30% por la mañana, 20% al medio día, 24% en la tarde) y el resto durante horarios nocturnos (Aello et al., citados por Gagliostro, 2006).

En condiciones de pastoreo, la temperatura ambiente, la radiación solar y la humedad relativa disminuyen el consumo, mientras que las temperaturas bajas lo elevan (NRC, 1987). Adams et al., citados por Krysl y Hess (1993) contradicen lo anterior, afirmando que el clima invernal adverso reduce la actividad de pastoreo y por lo tanto el consumo de materia orgánica de forraje.

A modo de resumen, el consumo de MS es afectado por diversos factores. Se puede decir que el porcentaje de MS (mencionado en el punto 2.2.2) aparece como el más condicionante. La oferta y calidad han demostrado tener un efecto determinante en el consumo. Sin embargo, en los verdeos de invierno en la época otoñal, surge como un factor de relevancia la fibra efectiva. Es ampliamente conocido que la inclusión de fibra en la dieta disminuye la tasa de pasaje, digestibilidad así como el consumo MS. En verdeos tiernos la inclusión de alimentos con altos niveles de fibra efectiva podría disminuir las altas tasas de pasaje que se generan en esta época.

2.4. LA SUPLEMENTACION COMO ESTRATEGIA PARA LEVANTAR LAS LIMITANTES DE LA PERFORMANCE INDIVIDUAL

La calidad o valor nutritivo de la pastura (digestibilidad, contenido de proteína y fibra) afectan directamente el consumo y están asociadas al estado de crecimiento de la pastura y a la especie vegetal. Manejando estos tres factores se pueden definir las limitaciones desde el punto de vista de la pastura y planificar el tipo de suplemento (Pigurina, 1994a).

El almacenamiento y conservación de forrajes, procesamiento de granos y su utilización en los sistemas pastoriles, han sido intensamente estudiados en los últimos años, lo que ha permitido superar las limitantes nutricionales que presentaban estos sistemas (Elizalde, 1992a).

2.4.1. Suplementación

La suplementación tiene como principales objetivos: aumentar los niveles de producción individual, obtener una mayor utilización de la producción forrajera y racionalizar el manejo de la pastura aumentando la capacidad de carga así como evitando sobre y sub-pastoreo (Lange, 1980).

La suplementación puede ser enfrentada con diferentes objetivos según las circunstancias o fines que se pretendan lograr:

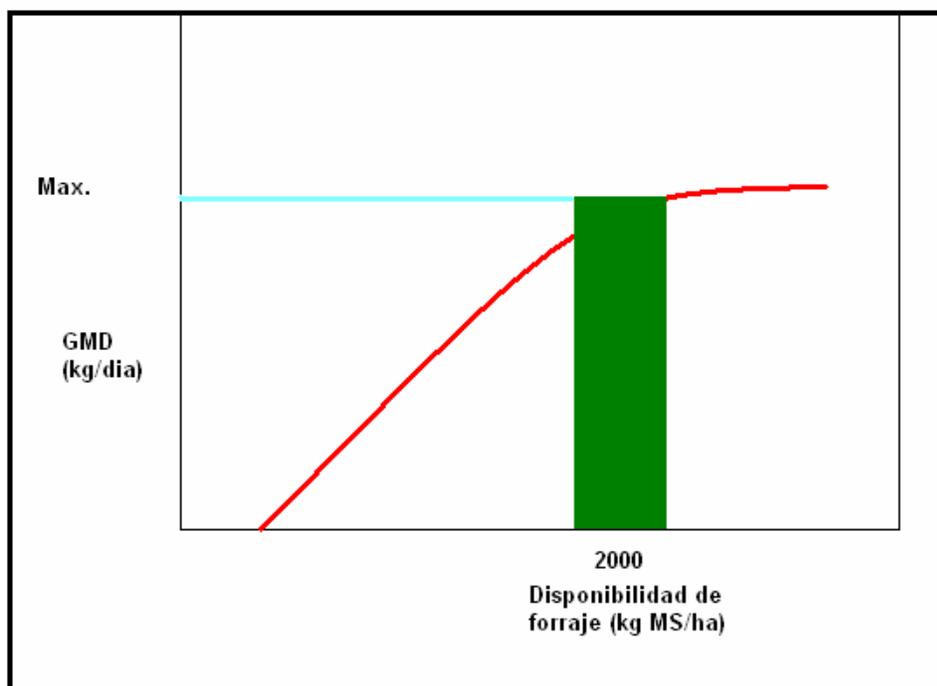
- Realizar una suplementación sistemática como parte de una estrategia de alimentación anual
- Una suplementación coyuntural según las condiciones de la pastura y del clima imperante (Rovira, 1996)

La decisión del uso de suplemento pasará por conocer la viabilidad bio-económica de esta práctica la que dependerá no solo de la relación precio de grano-carne, sino que también de la eficiencia de conversión del suplemento.

Esta última estará influida por la interacción entre el tipo de animal y la oferta (cantidad y calidad) de la pastura y el suplemento, lo que condicionará la viabilidad de esta práctica (Simeone, 2004)

La respuesta a la suplementación dependerá de distintos factores y la interacción de los mismos. De estos factores, la cantidad y calidad de la pastura aparecen como los de mayor impacto. Se destaca también la estructura del tapiz, el tipo, nivel y hora de suplementación, procesado del suplemento, frecuencia de alimentación, fotoperíodo y características del animal (especie y categoría) (Franco et al. 1991, Pigurina 1994a, Simeone 2004).

Para determinar la cantidad y características del suplemento a utilizar, es fundamental cuantificar la cantidad y calidad de los nutrientes que los animales obtienen de la pastura. Sobre pasturas de buena calidad la disponibilidad por hectárea es uno de los principales factores que afecta la performance de los animales. Como se puede observar en el gráfico N° 6, por debajo de una determinada disponibilidad la ganancia de peso comienza a disminuir, siendo en estas circunstancias cuando se obtienen respuestas a la suplementación (Santini y Rearte, 1997).



Fuente: adaptado de Santini y Rearte (1997).

Gráfico Nº 6 Relación entre disponibilidad de forraje y GMD de animales sobre pasturas de alta calidad.

Los contenidos de MS menores a 15%, el exceso de proteína y las altas tasas de pasaje ocasionadas por el bajo nivel de fibra efectiva, son característicos de los verdeos en etapas iniciales. Estos serían los responsables de las bajas ganancias y la suplementación correctiva sería necesaria para levantar las limitantes de consumo y de desbalance de nutrientes (Simeone, 2004).

Dadas las características fermentativas de las pasturas templadas en estado vegetativo, el “concentrado ideal” debería aportar energía rápidamente disponible en el rumen y baja concentración de nitrógeno (Chilibroste, 1998a).

Mediante la suplementación con concentrados, henos y silos se pretende maximizar el uso del forraje en pie, así como también la ingestión y digestión, pero no debería reemplazar los nutrientes en exceso (Lange, 1980).

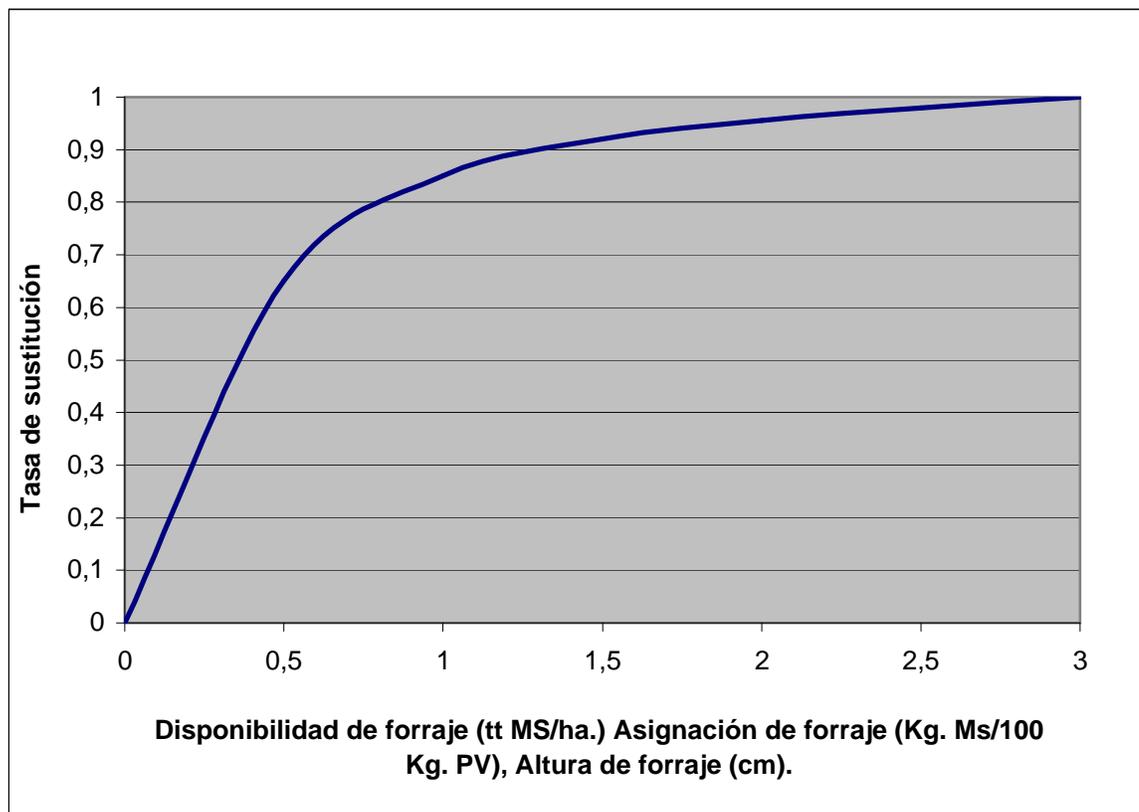
En los forrajes conservados (henos/henolajes/silajes), si bien son una opción para la suplementación otoñal (dado su alto nivel de fibra), se detectan importantes problemas de calidad. Los henos, en su mayoría, son de regular a baja digestibilidad debido a la elevada lignificación de sus tallos y hojas (Gallardo, 1999).

2.4.1.1. Relación de Sustitución-Adición

Cuando se suplementa sobre un forraje de alta calidad en condiciones no limitantes de disponibilidad, el consumo de pasto disminuye en mayor proporción que el aumento del consumo total de MS provocado por la suplementación. Este efecto se conoce como sustitución (Elizalde, 2000).

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. Pero si hay forraje no limitante, el animal dejará de consumir pasto (porque ocurre sustitución) y la respuesta al suplemento será un reflejo de la calidad de éste, 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 (Elizalde, 2000).

En el grafico N° 7 se observa la interacción entre la sustitución y la oferta de alimento medida tanto en función de AF, así como disponibilidad o altura de la pastura.



Fuente: CSIRO, citado por Simeone et al. (2005).

Gráfico N° 7 Tasa de sustitución en pasturas de alta calidad según oferta de forraje de la pastura

El efecto de adición puede ocurrir cuando el animal obtiene de la pastura una cantidad reducida de nutrientes (forraje poco apetecible, de baja digestibilidad, escaso, o tiempo de pastoreo restringido). No habiendo completado su capacidad de digestión, al suministrarles cantidades relativamente pequeñas de un suplemento (grano, heno, silo), los nutrientes que éste provee se suman a los provistos por la pastura (Lange, 1980).

La sustitución que se espera cuando se suplementa con concentrados sobre pasturas de alta digestibilidad es de 0,6 a 0,9 kg MS de forraje/ kg MS de concentrado (Colmes y Jones 1964, Gulbrandsen 1974).

Normalmente los efectos de sustitución son superiores cuanto mayor es la calidad del forraje. Este es un aspecto importante en los planteos de terminación que buscan lograr altas ganancias de peso a través de pasturas de alta calidad y suplementación con grano (Elizalde, 2000).

2.4.1.2. Tipo de suplemento

Suplementación con concentrados

La suplementación energética surge como la opción más evidente, a partir del desbalance existente en las pasturas. Esta permite no solo mejorar la receptividad de los verdeos sino que permite asegurar altas ganancias individuales (Rearte, 2001).

Existe un importante potencial de respuesta a la suplementación invernal, cuando se utilizan niveles moderados de concentrados energéticos, entorno al 1% del PV, con vacunos manejados con una asignación de forraje entorno a 2,5% del PV. Cuando se utilizan estas relaciones sobre praderas que tienen por lo menos 15 cm de altura y 30% de componente de leguminosas se logra una eficiencia de conversión del concentrado entorno a 5:1. Esta eficiencia de conversión resulta en un beneficio económico en la mayoría de los escenarios de precios de ganado y suplemento (Simeone, 2005).

Cuadro N° 5 Suplementación de otoño-invierno sobre verdeos en novillos Hereford.

Asignación de forraje (% PV)	Ganancia de peso vivo (kg/día)		Respuesta a la suplementación (kg/día)	Utilización del pasto (%)	Eficiencia de conversión del suplemento
	Sin suplemento	Con suplemento			
2,5	0,338	0,985	0,647	62	05:01
5	0,776	1,259	0,483	39	07:01

Fuente: Simeone et al. (2002, 2003), Damonte et al. (2004).

Los antecedentes generados a nivel experimental en la EEMAC (Facultad de Agronomía) por Simeone y Beretta desde el 2001 al 2003 indican que existe una adecuada y consistente respuesta a la suplementación con concentrados sobre verdeos de invierno durante el otoño cuando se restringe el forraje (2,5 % PV). Sin embargo, cuando se estudió el efecto del mismo tipo de suplemento en asignaciones de forraje mayores (5 % PV), la respuesta no fue tan clara. En este caso, 2 de los 3 años estudiados mostraron buena respuesta. Ambos autores creen que este último resultado puede estar explicado por las variaciones del desbalance de energía-proteína y de materia seca de la pastura en los diferentes años.

Suplementación con fibra

Uno de los objetivos de la suplementación con heno, es usarlo como complemento nutricional para mejorar la composición de la alimentación de vacunos en pasturas tiernas, muy verdes, con altos tenores de humedad (verdeos tempranos, pasturas jóvenes), que provocan diarreas prolongadas por falta de fibra (Pordomingo, 2001).

Como ya fuera mencionado, la fibrosidad depende no solo del contenido de FDN, sino también del tamaño de partícula asociado a tales alimentos. No existen por lo tanto, criterios analíticos determinantes. Es así que los investigadores han tratado de definir la fibrosidad a través de mediciones de la actividad masticadora de los animales involucrados (Gagliostro, 2006).

Cuadro N° 6 Índice de fibrosidad (IF) de los distintos alimentos.

Tipo de Alimento	IF (min/kg MS)
Paja de avena	160
Pajas en general	130
Henos de baja calidad (46 % FDA)	115
Silaje de pasturas	110
Forraje fresco (fin de primer ciclo de crecimiento)	115
Henos con 40,7 % de FDA	95
Henos con 35,2 % de FDA	90
Henos de gramíneas	90
Henos de alfalfa	85
Silaje de maíz picado largo	68
Heno de alfalfa picado largo	60
Forraje fresco (inmaduro o tierno)	60
Heno de alfalfa picado	45
Silaje de maíz picado fino	40
Afrechillo	30
Grano de avena	25
Concentrados	20
Grano de maíz	7
Melaza, urea, minerales	0

Fuente: Sauvant et al., citados por Gagliostro (2006).

Min/kg MS: minutos de masticación y rumia por kg de MS consumida

IF: índice de fibrosidad

Los valores de IF correspondientes a los forrajes, presentan un alto grado de variabilidad y resultan significativamente superiores respecto a los propuestos para los alimentos concentrados. En consecuencia, el valor de IF de una dieta será altamente dependiente de la cantidad de forraje incluido en la misma. Esto tiene un significado fisiológico (de la fibra efectiva sobre el animal), que regula: la duración diaria de la masticación, la frecuencia de contracciones ruminales, el tránsito del contenido digestivo y la secreción de saliva (Gagliostro, 2006)

Kloster et al. (1997) mencionan las ya señaladas limitantes que existen en los forrajes en el otoño, destacando su repetibilidad entre años. Aseguran que es posible obtener una buena respuesta a una suplementación estratégica con henos de buena calidad.

Lange (1980) propone suplementar con henos de moha, cortados en estado de grano lechoso-pastoso (alto contenido de energía y bajo contenido proteico), sobre verdeos tiernos con alto contenido proteico.

La suplementación con heno, resulta en una excelente herramienta en los sistemas de cría. No ocurre lo mismo en las actividades lecheras o la invernada. Las insatisfactorias respuestas logradas con esta suplementación se deben principalmente a la baja calidad del heno suministrado (Rearte, 2001).

Cuando la pastura no es limitante, la suplementación con henos tendrá una mejor respuesta productiva en términos de carga animal y kg de carne por hectárea que en ganancias de peso individual. Cuando se use heno como balanceador de dieta es importante no afectar el consumo total de materia seca, siendo necesario manejar la forma física del heno suministrado, como así también la disponibilidad del verdeo o pastura (Santini y Rearte, 1997).

Un estudio de novillos pastoreando trigo, indicó que el consumo voluntario de heno de mala calidad no fue significativo y no afectó el peso vivo ni el peso de carcasa. El consumo de heno, no ocasionó alteraciones en la tasa de pasaje o en la utilización de forraje (Mader et al., 1986).

Contrariamente a lo expuesto por otros autores Vaz Martins y Banchemo (2005), mencionan que el empleo de henos como suplemento en otoño, sobre verdes con altos tenores de agua, ha arrojado buenos resultados en el desempeño de los animales. El aporte de fibra permite mejorar el funcionamiento ruminal, disminuir la tasa de pasaje y aumentar la digestibilidad de la dieta total.

Los requerimientos de fibra pueden ser estimados de varias maneras. Una forma sencilla es tomar como referencia que las necesidades de FDN (kg/animal/día) representan aproximadamente el 1,2% del peso vivo de los animales. Otra forma es mediante el equivalente al 25% del consumo total de materia seca más el 0,4% del peso vivo. Pero además de cubrir las necesidades de FDN, se debería suministrar no menos del 22% del consumo diario de materia seca como FDNef. Ello implica que los animales deberían consumir el forraje con una adecuada distribución de partícula (15% de partículas mayores a 2 cm) (Gregoret y Gallardo, 2003).

En pasturas invernales de alta calidad, el consumo se limita por saciedad. El pasto tiene gran cantidad de agua y alto contenido de proteína (>18%), pero le falta energía y fibra para lograr una correcta digestión. La fibra retrasa el proceso de digestión del alimento, lo cual permite aprovechar los nutrientes del forraje. La mayor energía permite asimilar los componentes nitrogenados para su posterior formación de proteínas (Pigurina et al. 1997).

2.4.1.3. Fibra de buena y mala calidad

Los forrajes conservados representan la principal fuente de fibra para la alimentación otoñal. Sin embargo, se detectan importantes problemas de calidad. Los henos, en su mayoría, son de regular a baja digestibilidad. En los henos de gramíneas, el problema radica en la baja calidad de las hojas, su principal componente de valor nutritivo. Por otro lado, se observan frecuentes desequilibrios de estos alimentos cuando se complementan con las pasturas, pudiéndose observar con henos de baja calidad, donde predominan componentes muy lignificados o componentes de muy lenta tasa de digestión (hojas de moha de madurez avanzada) (Gallardo, 1999).

Para ponderar la importancia de la fibra, se deben contemplar al menos tres aspectos:

- Cantidad: se refiere básicamente a las necesidades mínimas y máximas que se deben aportar diariamente para no afectar ni la digestión ni el consumo.
- Calidad: es el potencial que tiene para ser fermentada en rumen y producir ácidos grasos volátiles (principal fuente de energía para el animal y precursores para la síntesis de productos finales).
- Características físicas: inherente al tamaño de partícula, como resultado de los procesamientos aplicados al forraje (largo, trozado, picado, molido, peleteado).

Cuando la disponibilidad de la pastura no es limitante, la suplementación con heno provocará altas tasas de sustitución sobre la pastura, sin aumentar significativamente el consumo total de materia seca. Lo aconsejable en situaciones de pastoreo *ad libitum* es lograr el mínimo de sustitución, aumentando el consumo total de materia seca, mejorando al mismo tiempo la fermentación ruminal a través del efecto que el heno tendría sobre la rumia y la tasa de insalivación (Rearte, 2001).

Distinto sería el efecto de la suplementación con henos en situaciones de pastoreo restringidos, donde los niveles de sustitución de la pastura son menores, aumentándose el consumo total de materia seca y de nutrientes digestibles. En henos de pasturas mezclas de gramíneas y leguminosas, confeccionados en estados avanzados de crecimiento, la calidad no es la óptima como para garantizar importantes ganancias de peso (Lange, 1980).

2.5. RESPUESTA ANIMAL A LA SUPLEMENTACIÓN CON FIBRA

La suplementación con heno ejerce una alta tasa de sustitución sobre la pastura que se ofrece. La respuesta productiva, será favorable solamente cuando el valor nutritivo del heno sea superior al de la pastura, cosa que raramente ocurre. No obstante ello, existe un período del año y en algunos cultivos, como ocurre con el primer pastoreo de los verdes en otoño, en que el bajo contenido de materia seca de la dieta, afecta el consumo y la performance animal. En este caso la suplementación con heno puede ser una buena alternativa para paliar dicho déficit, mejorando la ganancia de peso obtenida (Rearte, 2001).

2.5.1. Ganancia diaria

La información consultada muestra gran variabilidad entre años con respecto a las ganancias de peso otoño-invernales mediante la utilización de verdes. Diversos autores, Gonella, citado por Mendez et al. (1996), Simeone et al. (2005), en pastoreos tempranos (abril-mayo), afirman que el contenido de MS de forraje fresco podría limitar el consumo y con ello la ganancia de peso de los animales. En estos casos la suplementación debería orientarse hacia un mayor tenor de MS total de la dieta utilizando por ejemplo forraje seco (henos) de la mejor calidad posible. Esta práctica debería aumentar el consumo total de energía y la ganancia de peso de los animales (Gagliostro, 2006).

En el experimento realizado por Ferreira et al. (2002) se estudió el efecto de la suplementación con heno de limpieza de pradera sobre verdes de invierno en el engorde de novillos, donde no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en ganancia diaria. El experimento consistió en un tratamiento testigo con forraje no limitante (AF 8% PV) y un tratamiento con la misma asignación de forraje, suplementado con heno *ad libitum*. La ganancia obtenida por el tratamiento con 8% AF de verdeo y suplementación con heno *ad libitum* fue de 1,390 kg/an/día, sin diferencias significativas entre tratamientos. Esto concuerda con lo afirmado por Rearte (2001), donde las insatisfactorias respuestas logradas para la internada con la suplementación con heno se deben a la baja calidad del mismo. Es conveniente aclarar que los novillos suplementados con heno *ad libitum* consumieron bajas cantidades de fardo reduciéndose éste a 0,12 % PV en promedio para todo el período.

En experiencias realizadas en la provincia de Buenos Aires (Anguil) donde se estudió la sustitución de verdeos con henos y su efecto sobre la ganancia de peso de novillos, los tratamientos que consistían en forraje de verdeo únicamente, y los suplementados con heno *ad libitum*, no presentaron diferencias en cuanto a la ganancia de peso (Juan et al., citados por Gagliostro, 2006). El verdeo de avena utilizado en este ensayo presentó un alto contenido de MS que en promedio resultó de 39,7%. En estas condiciones, estos autores argumentan que, dado que existe sustitución y no hay deficiencias nutricionales (otoños e inviernos secos), la utilización de forrajes conservados sería una herramienta para aumentar la carga del sistema y no la ganancia diaria.

2.5.1.1. Respuesta animal a la suplementación con otras alternativas de fibra (silajes)

Los resultados obtenidos por Pieorni et al. (1998) para invernada de novillos, no permiten concluir que la inclusión de silaje de maíz mejora significativamente la ganancia de peso vivo de novillos que pastorean verdeos de avena de alta calidad. El resultado neto, es el aumento de la capacidad de carga del sistema en relación directa al porcentaje de silaje utilizado, debido al alto efecto de sustitución que este suplemento genera, sin afectar negativamente la ganancia de peso individual.

El silaje de maíz, debido a su alto contenido de MS, su bajo tenor proteico y presencia de grano, constituye una reserva forrajera de gran utilidad a fines de equilibrar dietas pastoriles con alto contenido proteico. Otra importante propiedad, es su capacidad de incrementar notablemente la receptividad del sistema. Dicho aumento es debido a la alta tasa de sustitución que el silaje genera (1 o más kg de MS pastura/kg de MS de silaje). La calidad del silaje de maíz deberá ser alta si se pretende obtener una alta ganancia de peso (Gagliostro, 2006).

Los resultados demuestran que el silaje de maíz puede ser utilizado en la alimentación invernal de novillos complementando o aun sustituyendo a los verdeos de invierno en establecimientos donde la mano de obra, la maquinaria y la infraestructura necesaria no comprometan el suministro diario del recurso (Gagliostro, 2006).

El aporte energético del silaje dependerá de la digestibilidad de la pared celular (fibra) y el contenido de grano al momento de ensilarlo, pudiendo integrar más de la mitad de la dieta de los animales siempre y cuando la pastura tenga una concentración proteica adecuada¹.

Del análisis de trabajos revisados¹, se estudió la suplementación con silo de planta entera de maíz sobre pasturas y donde se utilizó entre 12% y 67% (base seca) de la dieta total de los animales, se detectó que la suplementación con silaje de maíz generó valores de pH ruminal de $7,01 \pm 0,4$ sin existir diferencias significativas con los valores de $6,97 \pm 0,05$ registrados en los animales control que no recibieron suplementación. Por otra parte se detectó un efecto claro de la suplementación con silaje sobre la concentración ruminal de nitrógeno amoniacal $\text{NH}_3\text{-N}$, la cual fue menor en los animales suplementados. Sobre un total de 16 comparaciones analizadas, se registró una correlación negativa entre el porcentaje de silaje de maíz en la dieta y la concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$, siendo de 0,48 mg/dl la disminución en la $\text{NH}_3\text{-N}$ por cada unidad de incremento en el nivel de silaje de la dieta para un rango de suplementación de 15% a 49% (base seca).

2.6. EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON FIBRA SOBRE LA CALIDAD DE LA CANAL Y LA CARNE

La calidad de la carne bovina está particularmente definida por su composición química (valor nutricional) y por sus características organolépticas (valor sensorial) tales como la terneza, el color, el sabor y la jugosidad (Santini et al., 2006).

La calidad de la carne y las características de la canal están influenciadas por dos factores principalmente: el genético y el ambiental. Dentro de los factores genéticos la edad y la raza son los principales, mientras que dentro de los factores ambientales la nutrición es el más importante de ellos (Melton 1990, Webb 2003).

¹ Abdelhadi, L. 2006. Com. personal

Las características de la carne pueden ser afectadas durante el crecimiento del animal. La composición del alimento, el régimen de alimentación, la duración del tratamiento, la edad y sexo, además del estado fisiológico, son algunos de los principales factores que afectan las características de la carne como pueden ser: la composición y rendimiento de la carcasa y cobertura de grasa (Webb, 2004).

Hay consenso en la literatura general en atribuir mejores características organolépticas a las carnes provenientes de animales alimentados a corral. Estas diferencias obedecieron a un efecto indirecto generado por un mayor engrasamiento, la mayor tasa de crecimiento y la menor edad de los animales a la faena. A su vez, estas características organolépticas están particularmente influenciadas por la tasa de descenso del pH (variable que indica la acidez de la carne) y el pH final que alcance la misma. La velocidad e intensidad con que el pH desciende luego de la faena, está principalmente determinada por la cantidad de ácido láctico que pueda acumularse a partir de la fermentación del glucógeno muscular. Dietas con altos niveles de energía, como las ofrecidas en condiciones de engorde a corral, permiten incrementar las reservas de glucógeno en el músculo y de esta manera lograr adecuados descensos de pH. De igual forma, la suplementación con granos durante la etapa de terminación incrementa las reservas de glucógeno, permitiendo una adecuada conservación de la carne (Immonen et al. 2000, O'Sullivan et al., citados por Santini y Depetris 2006).

Por otro lado, en experiencias con suplementación con alimentos toscos llevado a cabo por Ferreira et al. (2002), donde se estudió el efecto de la suplementación con heno sobre verdeos de invierno, no se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos ya sea para mediciones de carcasa como para calidad de carne. Esto es coherente, ya que tampoco hubo diferencias en ganancia de peso. Esto es atribuido, como ya se mencionó anteriormente, a que el consumo de fardo fue mínimo, no pudiéndose distinguir los efectos del mismo.

2.6.1.Efecto sobre la canal

Se puede afirmar que el peso de la canal, el grado de engrasamiento, morfología o estado de conformación y composición de la canal, regional, tisular y química, constituyen el conjunto de factores específicos determinantes de la calidad de la canal (Colomer y Rocher, 1986).

Además de los anteriormente nombrados, influyen otros factores que pueden ser denominados como generales: los factores intrínsecos (base genética, individuo, sexo, edad) y los extrínsecos (sistema de explotación, alimentación, transporte, ayuno, condiciones de conservación, tiempo de maduración, mercado, preparación de la canal) (Grigera et al., 2003).

Es generalmente aceptado que características de la carcasa tales como peso de la carcasa o deposición de grasa subcutánea, son afectadas por la concentración de energía o la energía total consumida. Los parámetros tales como color de la carne y la grasa, se ven mayormente afectados, por el tipo de dieta; y bajo condiciones de pastoreo, podrían estar también afectadas por el tipo de forraje. Esto ocurre debido a que algunos componentes presentes en el mismo son transferidos directamente a la carcasa (Elizalde, citado por Damonte et al., 2004).

El porcentaje de hueso en 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 PV, para luego seguir disminuyendo en forma lenta. Por otra parte, el músculo 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. Dadas estas relaciones, la cantidad de grasa y hueso en la canal serían un buen indicador de la proporción de músculo de la misma. No obstante, esta relación puede variar en animales de un mismo peso y raza si fueron sometidos a niveles nutritivos muy bajos, debido a que el crecimiento del hueso es dependiente de la edad y el crecimiento del músculo está estrechamente ligado al nivel nutritivo (Feed et al., 1995).

Es esperable entonces, que en novillos que son sometidos a un plano nutricional de baja energía, presenten mayor proporción de hueso que animales sometidos a altos niveles energéticos en la dieta (Caravia y González, 1998).

Estos mismos autores concluyen, que dado las diferentes velocidades de formación de tejido (músculo, grasa y hueso), se puede indicar para cada genotipo un peso óptimo de sacrificio, para el cual la proporción de músculo sea la máxima, la de hueso mínima y la de grasa sea suficiente para conferir a la canal la calidad óptima.

2.6.1.1. Rendimiento de la canal

El rendimiento de la res, es el peso de la misma 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, los órganos ni 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 importante sobre el rendimiento (Morgan, citado por Elizalde 1999).

Las partes del animal que no integran el peso de la res así como aquellos que lo hacen, interactúan entre si para formar diferentes rendimientos de la res en el gancho (Elizalde, 1999).

El factor que más afecta el rendimiento es el tipo de dieta (Stobo, citado por Preston y Willis, 1975). Este mismo autor encontró en terneros, una asociación entre contenido de fibra en la dieta y el contenido ruminal, el que en animales adultos debe causar grandes diferencias en el rendimiento. Preston y Willis (1975) demostraron que el contenido del área gastrointestinal puede proveer un 30% del peso vivo dependiendo del régimen de alimentación.

Cuadro N° 7 Efecto de la dieta sobre el contenido del tracto digestivo de terneros.

Edad (meses)	Peso vivo (kg)	Tipo de dieta	Contenido del tracto (% de PV)
3-4	110	Leche de vaca	3,6
4	106	Solo concentrado	10,8
3	77	Heno + 2,3 kg conc.	14,7
3	70	Heno + 1,4 kg conc.	18,6
3	59	Heno + 0,45 kg conc.	23,3
4	69	Solo heno	26,9

Fuente: Stobo (1964).

Conc: concentrado

Preston y Willis (1975) concuerdan con los resultados del cuadro anterior. Estos autores experimentando con ganado Brahman, encontraron diferencias de rendimiento de 3,8% entre animales alimentados solo con heno o solo con concentrados.

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 a un menor engrasamiento que afecta su peso (Elizalde, 1999).

Animales consumiendo mayor contenido de fibra en la dieta, presentando un tracto digestivo de mayor tamaño, obtienen un menor rendimiento. Por otra parte, cuando existe una limitación de forraje debido a la cantidad consumida o ya sea por la calidad (caso de verdeos succulentos en otoño), la energía total consumida no es suficiente para obtener ganancias diarias que permitan un adecuado engrasamiento de la res por lo que el rendimiento de la misma al momento de la faena (a tiempo fijo) será menor (Elizalde, 1999).

2.6.1.2. Cobertura de grasa subcutánea

La grasa es de todos los componentes de la canal el que presenta mayores variaciones cualitativas y cuantitativas. Según los gustos de los diferentes países y consumidores, puede ser un factor negativo y despreciativo de la canal (Carrau et al., 1998).

Se puede encontrar grasa depositada en distintas partes del cuerpo, pero la mayor parte se encuentra en cuatro lugares: interna (dentro de la cavidad del cuerpo), subcutánea (rodeando la parte externa de la carcasa por debajo de la piel), intermuscular (entre los músculos), e intramuscular (en los músculos) (Weeb, 2003).

La cantidad, calidad y composición de la grasa puede ser afectada a través de la nutrición, especialmente del tipo de cereal suplementado, de la presentación y el tipo de fibra (Webb, 2004).

La cantidad de grasa está estrechamente relacionada con el peso vivo y con el peso de la canal. Cuando la velocidad de crecimiento es alta, se observa un mayor desarrollo del tejido adiposo. No obstante, para el mismo peso vivo y peso de canal, el grado de engrasamiento variará en función: del sexo, la raza y tipo de alimentación. Los depósitos adiposos crecen todos cuantitativamente con relación al peso y edad, pero a distintas velocidades. Hammond (1932) estableció el orden cronológico de deposición de grasa, siendo la primera en depositarse la grasa intermuscular seguida por la subcutánea y por último la intramuscular.

Murray (1989) encontró que la cobertura de grasa de la carcasa, el peso y la conformación afectaron el color muscular; con carcasas más pequeñas y más magras hubo mayor frecuencia de carnes más oscuras.

En experiencias realizadas a nivel nacional, en novillos cruza, para un peso de faena de 420 kg y un sistema de invernada de pasturas artificiales, los animales obtuvieron 5,1 mm de cobertura de grasa a los 24 meses de edad²

² Abreu et al. 2007. Com. personal

2.6.1.3. Rendimiento del corte pistola

En términos generales, se puede decir que la conformación es una característica de la canal, que evaluada subjetivamente, pretende medir la cantidad de carne de la misma, especialmente las partes más selectas. Dichos cortes están condicionados por el desarrollo muscular y los depósitos de grasa acumuladas en el exterior y entre los músculos (Franco, 2005).

Según Alonso et al. (1993) los meritos carniceros del animal se pueden predecir fácilmente mediante peso de la media res o el peso del corte pistola. Estos autores obtuvieron correlaciones altas entre medidas de rendimiento de carcasa y el peso de los siete cortes principales para exportación (lomo, bife angosto, cuadril, colita de cuadril, nalga de afuera, nalga de adentro y bola de lomo). Se detectó una correlación de 0,93 entre el peso de media res y el peso de los siete cortes valiosos, una correlación de 0,94 entre el peso del corte pistola y el peso de los siete cortes valiosos y una correlación de 0,96 entre el peso de la media res y el peso del corte pistola.

Vizcarra et al. (1985a) encontraron que una mayor área de ojo de bife (AOB) se correlaciona con un mayor peso de los cortes. Caravia y González (1998) también encontraron una correlación similar ($r^2 = 0,78$) entre el AOB y el peso de seis cortes del corte pistola. La correlación entre AOB y peso vivo final fue de 0,74, la de AOB y peso de la canal 0,80 y la de AOB y ganancia diaria fue de 0,45.

Damonte et al. (2004) concordando con lo expresado por Caravia y González (1998), encontraron una correlación positiva entre el peso vivo a la faena y el AOB. Los autores, encontraron que al suministrar grano o al aumentar la asignación de forraje, el peso de los cortes traseros aumentó significativamente, coincidiendo con los resultados obtenidos por Bartaburu et al. (2003).

2.6.2. Características de la carne

El crecimiento de los animales puede ser manipulado a través del contenido de proteína y energía de la dieta, lo que resulta en cambios en la composición del músculo, de los huesos y del contenido de grasa (Lawrence y Fowler, 2002).

2.6.2.1. pH

Luego de la muerte la acidificación del músculo aumenta mientras que el pH decrece hasta por debajo del punto iso eléctrico (pH 6), donde las moléculas de proteína de las miofibrillas no tiene carga eléctrica.

El pH es un indicador de la calidad de la carne dado que está estrechamente relacionado con la luminosidad del color, la fijación de agua, el contenido de ATP, glucógeno y lactato. En el animal vivo, el pH del músculo se mantiene neutro. Después del sacrificio, debido a que la sangre no puede transportar oxígeno hasta los tejidos, el metabolismo muscular se ve obligado a trabajar en anaerobiosis para regenerar el ATP a partir de glucógeno. Por consiguiente, el pH desciende gradualmente hasta valores de 5,5 a 5,7 entre las 12 y 14 horas luego del sacrificio y en forma menos intensa hasta las 24 horas pos mortem, período de tiempo en el que se alcanza el pH final. Este pH no es un valor uniforme, sino que estará influido por el grado de actividad muscular previo al sacrificio, ya que la misma influye sobre la cantidad de glucógeno muscular almacenado. Lo ideal, es que se disponga de una cantidad inicial de glucógeno tal que permita mantener la glucólisis para que el pH final descienda hasta 5,6 aproximadamente (Santini et al., 2006)

El pH presente tras la maduración incide sobre el color, ya que las fibras musculares, según su grado de hidratación, reflejan en mayor o menor grado la luz. La velocidad de descenso de pH, determina la capacidad de retención de agua y las demás características que dependen de ésta (Santini et al., 2006). Según Lawrie (1966), la jugosidad es mínima cuando el pH es cercano a 6, pero Preston y Willis (1974) confirman que la jugosidad no está asociada con el pH exclusivamente.

Con pH últimos superiores a 6, la carne tiene una apariencia más consistente, coloraciones más oscuras y exudan menor contenido acuoso. Esta se denomina como carne de corte oscuro (Lawrie, 1966).

Sañudo (1992) confirma que el pH alto se produce en los músculos de los animales que se someten a stress o excitación antemorten. Esta situación, produce el agotamiento del glucógeno muscular y posteriormente un alto porcentaje de canales presenta un pH superior a 6.

La velocidad de descenso de pH tras el sacrificio también es muy importante. En condiciones normales existe una gran variabilidad en la velocidad de caída de pH entre individuos y músculos. Cuando el pH desciende rápidamente llegando a valores próximos a 5,6-5,8 a los 30 a 45 minutos del sacrificio y se presenta un pH último que oscila entre 5,3-5,6, se produce una desnaturalización de proteínas musculares y consecuentemente disminuye la capacidad de retención de agua de la carne. Esta evolución del pH origina carnes pálidas, blandas y exudativas (Sañudo, 1992).

Santolaria (1993) encontró una relación importante entre el pH y la terneza $r^2 = 0,26$ de manera que al incrementarse el pH en una unidad, la terneza lo hace en 17 puntos (escala de 0 a 100).

Guignot et al. (1994) afirman que también otros parámetros que definen la calidad sensorial de la carne (jugosidad y flavor), están altamente relacionados con el pH final.

Animales alimentados en base a pastura, presentan pH finales de la carne mayores que animales alimentados con dietas con altos porcentajes de concentrados. La mayor incidencia de pH elevados puede tener una explicación nutricional, y es que animales alimentados en base a pastura pueden tener un inadecuado consumo de energía, o por debajo del nivel necesario para tener una buena reserva de glucosa en sangre, la cual produzca un normal descenso de pH (Daly et al., 1999).

Damonte et al. (2004) no detectaron diferencias significativas en el pH a las 24 horas (pH = 5,5) entre animales alimentados solo a pasto y pasto más concentrado para un período de 55 días, por lo que concluyen que los animales solo a pasto tuvieron una adecuada reserva de glucógeno como para permitir una correcta bajada de pH.

En el trabajo de Ferreira et al. (2002) en el cual había presente un tratamiento con heno *ad libitum*, y otro solo a pasto, no existieron diferencias significativas para pH a las 24 horas. Los valores promedio de pH obtenidos fueron de 4,5 y 4,6 respectivamente, los cuales se encuentran por debajo del rango de normalidad. Esto genera ambientes favorables para los cambios bioquímicos y moleculares que ocurren a nivel muscular, determinando un producto de mejor calidad.

2.6.2.2. Color

El color es el atributo sensorial más importante al momento de decidir la compra por parte del consumidor. Dicho atributo, depende del contenido y estado de la mioglobina (principal pigmento de la carne). El contacto del oxígeno con la mioglobina forma oximioglobina, otorgándole a la carne el color rojo brillante, en cambio en ausencia de oxígeno exhibe un color rojo oscuro o púrpura (deoximioglobina). El almacenamiento prolongado en presencia de aire induce la oxidación de la mioglobina, dando origen a un compuesto (metamioglobina) que le imprime un color marrón a la carne (Geay et al., 2001). El grado de asociación de la mioglobina con el oxígeno está determinado por el pH de la carne, siendo pH bajos los que permiten mayor grado de asociación (Klont et al., 2000).

El grado de decrecimiento del pH es uno de los factores más importante en la determinación del color de la carne. La alimentación afecta el potencial de glicólisis del músculo y como consecuencia la conversión de músculo a carne, lo que trae aparejado el color de la misma (Webb, 2004).

Stress, fatiga y malos tratos antes del sacrificio, hacen que se consuma energía por lo cual se deprime la reserva de glucógeno en músculo. Esto tiene como consecuencia una menor formación de ácido láctico, no permitiendo una adecuada baja del pH, lo que resulta carnes más oscuras (Webb, 2004).

Otros de los factores que tienen influencia sobre el color son: la edad de los animales y el porcentaje de grasa intramuscular. La utilización de granos incrementa las tasas de crecimiento y engrasamiento, permitiendo faenar animales de menor edad. Los animales de mayor edad presentan mayor cantidad de mioglobina que los jóvenes dando un color más oscuro a la carne (Bidner et al., 1986). Con la edad, sobretodo en animales que consumen pasturas, se depositan pigmentos carotenoides en la grasa, lo cual hace que ésta cambie del color blanco al amarillo. Estas diferencias se acentúan aun más, cuando se analizan animales que consumieron granos (Schaaque et al., 1993). Estos últimos presentan niveles de carotenos (menor a 5 ppm) muy inferiores a los de las pasturas (mayor a 500 ppm) (Realini et al., 2004).

El contenido de grasa intramuscular también sería responsable en parte de las diferencias de la luminosidad de la carne. El incremento en la grasa intramuscular, que acontece cuando se suministra granos (asociado al color blanco), le imprimiría cierta claridad a la carne distinta de la proveniente de sistemas pastoriles (Priolo et al., 2001).

Hay investigadores que han encontrado diferencias en el color de la carne en animales alimentados y terminados en pasturas (colores más oscuros), con respecto a otros animales provenientes de sistemas más intensivos con alta proporción de granos Murier et al. (1998). French (2000) no encontró diferencias en el color de la carne de animales de la misma edad, alimentados con distintos niveles de energía (animales alimentados a grano y a base de pasturas).

2.6.2.3. Terneza

Es la característica que determina la aceptación del producto por parte del consumidor. Esta se refiere a la facilidad de corte durante la masticación. Es un atributo muy complejo en el cual participan factores inherentes al animal y al manejo pre y post faena, como así también la forma de preparación del producto (Santini y Depetris, 2006).

Entre los factores inherentes al animal, se encuentran el estado de las miofibrillas musculares, la cantidad y el tipo de tejido conectivo y la cantidad de grasa intramuscular o marmoreado. Estos últimos factores podrían estar influenciados por el tipo de alimentación otorgada (Santini y Depetris 2006).

La terneza se relaciona con el pH en forma cuadrática, siendo mayor cuando el pH de la carne es menor a 5,8 y disminuyendo en el rango entre 5,8 y 6,3. Valores de pH superiores a éste último, incrementan la terneza de la carne, pero facilitan la putrefacción de la misma. Al igual que el color, incrementos de glucógeno previo a la faena permitirá descender el pH a valores inferiores a 5,8 haciendo más tierna la carne (Santini y Depetris, 2006).

Un aumento en la cantidad y una disminución de la solubilidad del colágeno, se relaciona con la maduración de los animales, incrementando la dureza de la carne (Geay et al., 2001). Altas ganancias de peso vivo previo a la faena, mejorarían la terneza, por un aumento de la proporción de colágeno soluble, y por el incremento de la actividad proteolítica y la potencial actividad glucolítica (Thomson, 2002).

Aunque el grado del engrasamiento intramuscular o marmoreado explica solo el 10 al 15 % de la variabilidad de la terneza, algunos autores indican que el esfuerzo de corte disminuye a medida que la infiltración de grasa intramuscular aumenta, (Huerta Leidenz, 2002). Otros autores (Warriss 2000, Nuernberg 2004) le atribuyen mayor terneza a un mayor contenido de grasa intramuscular, debido a que la grasa es más blanda que el músculo. Sin embargo, Geay et al. (2001) afirman que la grasa intramuscular juega un rol favorable en la terneza cuando supera el 6 %.

2.6.2.4. Jugosidad

La jugosidad está relacionada con la mayor o menor sequedad de la carne durante la masticación (Geay et al., 2001). Los jugos de la carne juegan un rol importante en la impresión general de la palatabilidad, ya que contienen muchos de los componentes del sabor y ayudan al ablandamiento y a la fragmentación de la carne durante la masticación (Huerta Leidenz, 2002). La falta de jugosidad limita la aceptabilidad de la carne y afecta las virtudes sensoriales de la misma. La jugosidad presenta dos componentes: el primero corresponde a la sensación de liberación del agua durante los primeros bocados y el segundo y más sostenido es influenciado por la acción de los lípidos sobre la liberación de la saliva (Santini y Depetris, 2006).

2.6.2.5. Aroma y sabor

El aroma involucra la percepción de cuatro sensaciones básicas (salado, dulce, ácido, amargo) por las papilas gustativas de la lengua. El aroma se detecta por los numerosos componentes liberados de la carne que estimula los receptores de la nariz. La carne cruda presenta poco aroma y sabor y solo cuando es cocida o calentada se desarrollan ambos atributos. Existen componentes no específicos comunes a todas las carnes y componentes específicos. Los primeros derivan del calentamiento de los componentes hidrosolubles de bajo peso molecular, tales como los azúcares, aminoácidos, péptidos, nucleótidos y compuestos nitrogenados. Los segundos, son atribuidos a la cocción de los lípidos, principalmente los fosfolípidos y en menor medida los triacilgliceroles (Warriss, 2000).

Los lípidos experimentan una degradación oxidativa liberando varios compuestos volátiles tales como los aldehídos alifáticos y aldehídos insaturados y otros compuestos heterocíclicos determinados por el perfil de ácidos grasos de la carne. El sistema de alimentación también afecta el olor y el sabor de la carne.

Estas diferencias son generalmente percibidas por los consumidores, sin embargo, la preferencia se ve influenciada por la experiencia previa y cuestiones culturales. Más de mil componentes han sido identificados como responsables del sabor y el olor de la carne y algunos de ellos pueden ser influenciados por la dieta. Es así que los aldehídos y las cetonas están en mayor proporción en la carne proveniente de sistemas intensivos, ya que derivan de la oxidación de los ácidos linoleico y oleico presentes en mayor porcentaje en animales que consumieron granos. En cambio, una mayor proporción de aldehídos insaturados, ácidos grasos volátiles y metil cetonas derivan de la oxidación del ácido linolénico presente en altas cantidades en la carne de animales provenientes de sistemas pastoriles (Marmer et al., 1984).

La aparición de estos componentes, también depende del pH de la carne. De hecho, un pH alto induce una alta proporción de compuestos producto de la oxidación de ácidos grasos, induciendo olores y sabores poco placenteros durante la cocción. La concentración de antioxidantes en la carne (alfa-tocoferol, beta-carotenos) también tienen importancia sobre el color y el sabor, ya que protegen las membranas de las fibras musculares impidiendo la peroxidación de los lípidos durante el almacenamiento. Estos antioxidantes disminuyen durante la utilización de granos, produciendo mayor rancidez de la carne y acortando la vida en la estantería (Realini et al., 2004).

2.7. HIPÓTESIS

- El uso restringido de heno, en etapas tempranas de crecimiento, puede incrementar la ganancia media diaria respecto a novillos pastoreando verdeos en etapas tempranas, sin suplementación o suplementados con heno ad libitum.
- La mejora de la ganancia diaria estaría asociada a un aumento en la actividad de rumia, la cual estimularía una mayor salivación.
- Una mayor tasa de ganancia diaria podría otorgarle a los animales mejores características de canal y calidad de carne.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. LOCALIZACION

El experimento se realizó en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (E.E.M.A.C) de la Facultad de Agronomía, ubicada en el departamento de Paysandú, sobre la ruta 3 Km. 363, a 32° 20' 9'' de latitud sur y 58° 2' 2'' de longitud oeste, precisamente en el Potrero 5 de la Unidad de Producción Intensiva de Carne.

3.2. CLIMA

Uruguay presenta un clima templado con una media histórica anual de 1200 mm, con una distribución de 30% en el verano, 28% durante el otoño, 18% en el invierno y 24% durante la primavera. La temperatura promedio nacional para las estaciones en que se realizó el experimento es de 18 °C en otoño y 12 °C en invierno (Dirección Nacional de Meteorología, Estación Meteorológica de Paysandú).

En el trabajo se presenta un resumen del promedio de la temperatura y de la humedad relativa del aire así como también el régimen de precipitaciones ocurridas durante el período del experimento (Cuadro N° 19).

3.3. SUELO

Los suelos donde se llevó a cabo el experimento se ubican sobre la Formación Fray Bentos, Unidad San Manuel. El suelo predominante es el Brunosol éutrico típico y se puede encontrar el Brunosol éutrico lúvico y solonetz solodizado como suelo asociado. Los suelos dominantes poseen una textura limo arcillosa con un nítido contraste entre horizontes y drenaje moderado. Presenta un relieve de lomadas suaves, pendientes moderadas y como material generador sedimentos limosos consolidados (URUGUAY. MAP, 1979).

3.4. ANIMALES

Para el experimento se utilizaron 48 novillos de la raza Hereford nacidos en la primavera de 2003. Al comienzo del experimento la media de peso vivo de los novillos fue de 348 ± 40 kg.

Estos animales provenían del rodeo de cría de la E.E.M.A.C, habiendo sido destetados precozmente a los 60 días de edad y manejados en igualdad de condiciones hasta el día en que comenzó el acostumbramiento para el experimento.

3.5. PASTURA

Se utilizó un potrero de 18 ha. efectivas de pastoreo. La pastura consistió en una promoción (resiembra natural) de cuarto año de *Lolium multiflorum*, cultivar INIA LE 284. Previo al inicio del experimento se aplicó 5 L/ha de glifosato el 18/2/04 seguido de una pasada de rotativa el 22/3/04. Se fertilizó con 100 kg/ha de urea el 15/4/04. Con el fin de controlar malezas de hoja ancha, se realizó una aplicación de herbicida 2,4-D 800 cc más Tordon 24K 120 cc. Se fertilizó con urea luego del primer pastoreo a razón de 60 kg/ha.

3.6. SUPLEMENTO

Como suplemento voluminoso se utilizó fardo de moha (*Setaria itálica*) y como concentrado energético se utilizó grano de sorgo molido. La composición química de ambos suplementos se presenta en el cuadro N° 8.

Cuadro Nº 8 Composición química del heno.

	Heno	Sorgo molido
Materia Seca (% BF)	90,4	87,1
Cenizas (% MS)	12,1	1,5
Proteína Cruda (% MS)	9,4	8,7
FDN cc (% MS)	59,8	13,8
FDA cc (% MS)	34,9	6,7

FDN cc: fibra detergente neutro corregido por cenizas, FDA cc: fibra detergente ácido corregido por cenizas

Fuente: elaboración propia.

Los fardos provinieron de una moha enfardada en la E.E.M.A.C. durante el verano anterior y el grano fue adquirido comercialmente en un único lote.

3.7. TRATAMIENTOS

Se evaluó el efecto del nivel de suplementación con voluminoso: un testigo sin suplementación pastoreando únicamente raigrás; un tratamiento con suplementación restringida (0,25 kg cada 100 kg de PV animal) y un tratamiento con suplementación *ad libitum*. Fue incluido además un cuarto tratamiento evaluando la suplementación con sorgo molido a razón del 1 kg cada 100 kg de PV) el cual fue considerado como testigo de “óptima respuesta” en base a trabajos experimentales realizados en años previos, los cuales evaluaron la suplementación con concentrados (Berasain et al. 2002, Francois et al., 2003). Todos los tratamientos pastorearon raigrás con una asignación de forraje (AF) de 5% del PV.

Los animales fueron asignados al azar a cada tratamiento previa estratificación por peso vivo, constando cada tratamiento de tres repeticiones

con cuatro novillos cada una. Cada repetición pastoreó una parcela independiente.

Los cuatro tratamientos se resumen a continuación:

- Testigo (T): pastoreo de raigrás con una AF al 5%, sin suplemento.
- Heno restringido (HR): pastoreo de raigrás con una AF al 5% con suministro de heno de moha a razón de 0,25% del PV.
- Heno *ad libitum* (HA): pastoreo de raigrás con una AF al 5% con suministro de heno de moha ofrecido *ad libitum*.
- Grano restringido (G): pastoreo de raigrás con una AF al 5% con suministro de sorgo molido a razón de 1% del PV.

3.8. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.8.1. Período pre-experimental

Se realizó un período de acostumbramiento de 12 días (desde el 25/5 al 6/6) dividido en dos etapas.

Durante los primeros 7 días los animales pastorearon sobre una pradera de achicoria y trébol rojo con una alta AF, lo cual consistió en ofrecer una dieta de alta calidad similar a la que tendrían en el experimento. Al mismo tiempo, se introdujo el fardo de acuerdo a la cantidad correspondiente a cada tratamiento, iniciándose con fardo de cola de trilla de cebada.

A partir de los 8 días los animales pasaron a pastorear el área del experimento en parcelas de acuerdo a los tratamientos definidos. En el caso del

tratamiento con grano, este comenzó a ser introducido gradualmente a razón de 0,5 kg por día hasta llegar al 1% PV.

Los animales fueron desparasitados y vacunados contra el virus de la aftosa el 24/05/05. El mismo día se realizó un baño preventivo para el control de parásitos externos (piojo y garrapata).

3.8.2. Procedimiento experimental

El período experimental se desarrolló durante 76 días desde el 6/6/05 al 24/8/05.

Se realizó pastoreo rotativo de franjas semanales. El ajuste de la asignación de forraje para cada parcela se realizó para 7 días, ajustando el área de las mismas de acuerdo con el PV de los animales y la disponibilidad de forraje estimada al inicio de cada semana.

Considerando la eventual variabilidad en la biomasa forrajera dentro de la superficie definida para cada semana, la distribución de los tratamientos en dicho espacio era realizada aleatoriamente.

La suplementación se realizó diariamente por la mañana. Cada repetición contaba con 4 animales. Se dispuso de un comedero en su parcela de pastoreo, con libre acceso todo el día. La determinación de la cantidad de suplemento a suministrar se ajustó a partir del peso vivo de cada grupo de novillos al comienzo de cada semana de pastoreo.

El voluminoso se suministraba luego de ser retirado los residuos del día anterior. Este era desmenuzado antes de ofrecerlo a los animales. El fardo que se encontraba en mal estado no era incluido en la oferta para los animales. Tanto los residuos como el heno ofrecido se pesaban diariamente mediante balanza de mano.

La oferta de agua se realizó en la tarde. Para esto se llevaban caminando los animales hasta un bebedero donde se los dejaba hasta que todos los animales dejaran de tomar agua y luego se los traían nuevamente a sus parcelas correspondientes.

Como consecuencia de la muerte de un animal de la repetición 2 del tratamiento con grano, se incluyó otro novillo el 15 de junio. Como éste no participó de todo el experimento, sus datos no fueron incluidos en este trabajo. También se retiró del experimento otro novillo a causa de una infección respiratoria que afectó su performance. Este novillo no se reintegro ni tampoco se repuso por lo que la repetición 3 del tratamiento con grano siguió con tres novillos durante el resto del experimento.

El manejo sanitario durante este período consistió en una vacunación de antiparasitario Nitromectina (Nitroxinil 34%, Ivermectina 1%) a razón de 1cc cada 50 kg de Peso Vivo para todos los animales cada 60 días. Durante el experimento surgieron problemas de actinomicosis en 6 animales. Para esto se trato con 100 cc de Micoidena intravenoso a cada animal.

La faena se realizó a fecha fija para todos los tratamientos. Es decir que, independientemente del peso y condición corporal de los animales, luego de terminado el período experimental fueron enviados al frigorífico.

Los novillos fueron llevados a la planta de faena en camión en dos embarques a las 11:00 y a las 12:30 horas. Al momento de embarcarlos se dejó suficiente espacio en la jaula para que los animales no fueran excesivamente apretados. El tiempo de espera en planta previo a la faena desde que se embarcaron fue de 20 horas aproximadamente.

Durante este período se los mantuvo a la sombra con libre acceso al agua y en ayuno. Se los mojó con agua (baño previo a la faena) unas horas antes de que terminase la espera previo al sacrificio.

3.9. DETERMINACIONES REALIZADAS

3.9.1. Pastura

3.9.1.1. Biomasa de materia seca

La disponibilidad de forraje fue estimada en el área de pastoreo prevista para los siguientes 7 días. Para esto se realizaron 300 medidas utilizando el método de doble muestreo Moliterno (1986) en el área de evaluación. Cada punto de la escala fue cortado al ras del suelo en una superficie determinada por un cuadro de 30 cm x 30 cm y las muestras de forraje fueron secadas en estufa de aire forzado a 60 °C durante 48 horas (hasta peso constante), de forma de estimar la disponibilidad de materia seca por superficie para cada punto. Paralelamente en cada parcela se muestrearon 100 puntos por apreciación visual de forraje disponible asignando a cada uno el puntaje correspondiente de la escala y estimando la disponibilidad promedio a partir de la frecuencia relativa de aparición de cada punto.

A cada cuadro cortado se le realizaron 5 medidas de altura de forraje. Las alturas fueron medidas una en cada punta del cuadro de metal de 30 cm. x 30 cm y en el punto de corte de las diagonales del mismo. Esto consistió en medir y registrar con regla centimetrada la altura de la hoja más alta sin estirar que quedaba en contacto con la regla.

3.9.1.2. Calidad de la pastura

En las semanas pares, uno de cada 50 cuadros tirados al azar en la estimación del forraje disponible y del rechazo en cada repetición, fueron cortados y reservados para caracterización de la calidad de pastura.

La composición química de la pastura, por aspectos prácticos, fue analizada para disponible y rechazo en dos momentos (semana 2 y 8). Los mismos representan a la pastura en su primer y segundo pastoreo.

El procedimiento consistió en cortar con tijera a ras del suelo con un cuadro de 30 cm x 30 cm. Las muestras fueron llevadas al laboratorio para la separación manual en fresco de las fracciones malezas y raigrás. Posteriormente fueron secadas en estufas de aire forzado y pesadas.

Al mismo tiempo se secaron muestras de forraje a 60 °C durante 48 horas (hasta peso constante) y molidas. A estas se les determinó en laboratorio materia seca (MS), cenizas (%C), fibra detergente neutro corregido por cenizas (FDN cc), fibra detergente ácida corregido por cenizas (FDA cc) y proteína cruda (PC). La rutina fue establecida por el laboratorio de Nutrición Animal de Facultad de Agronomía.

3.9.2. Animales

3.9.2.1. Peso vivo

El peso vivo de los animales se determinó en forma individual cada 7 días, siempre por la mañana, luego de 12 horas de ayuno. El orden de entrada a la balanza fue aleatorio como resultado de la mezcla previa de los animales en los corrales. La primer medición se realizó el 06/06/05 y la última el 29/08/05 previo al embarque de los novillos para el frigorífico.

3.9.2.2. Ganancia media diaria (GMD)

A partir de las mediciones de peso vivo se obtuvo la ganancia media diaria (GMD) de los animales. Para esto se ajustaron rectas de regresión para cada tratamiento considerando que cada tratamiento tuvo 3 repeticiones y 4 animales por repetición.

3.9.2.3. Consumo de forraje en pastoreo

El consumo de forraje en pastoreo fue determinado todas las semanas durante el experimento, mediante el método agronómico de doble muestreo (ya explicado anteriormente), como la diferencia de biomasa de forraje (kg de MS) entre la entrada de los novillos en el día 1 y la salida de los mismos en el día 7 para cada repetición de todos los tratamientos. Para ello fueron muestreados 100 puntos de cada repetición a la entrada y salida de cada semana de pastoreo.

3.9.2.4. Consumo de suplemento

La estimación del consumo de suplemento (kg de materia seca por día) se determinó diariamente a partir de la diferencia entre lo ofertado cada mañana y lo rechazado en el comedero o desperdiciado a sus alrededores (en el caso de los suplementados con fardo), en cada repetición para todos los tratamientos.

La oferta y el rechazo fueron pesados con balanza de mano y corregidos por el contenido de materia seca respectivo de cada material determinado mediante secado en estufa de aire forzado a 60 °C durante 48 horas hasta peso constante.

3.9.2.5. Tasa de sustitución

La tasa de sustitución es el indicador de cuanto pasto se deja de comer por kg de suplemento consumido. El mismo se calculó como el cociente entre la diferencia de kg de MS de forraje consumido entre el testigo y el tratamiento suplementado y los kg de suplemento consumido para ese tratamiento en un período de tiempo.

3.9.2.6. Eficiencia de conversión del suplemento

La eficiencia de conversión se definió como los kg de peso vivo aumentados debido exclusivamente a los kg de suplemento consumidos.

Se calculó como el cociente entre la cantidad de suplemento consumido y la diferencia de ganancia de peso vivo entre el tratamiento suplementado y el testigo.

3.9.2.7. Tasa de defoliación

La evolución de la altura del forraje fue medida durante las semanas pares, los 7 días de la semana cada 24 horas. Este proceso consistió en tomar 100 medidas de cada repetición con el cuadro de 30 cm x 30 cm. Las medidas fueron tomadas al azar en cada parcela con regla centimetrada. La medida quedaba registrada cuando la hoja más alta sin estirla tocaba la regla. Esto se repitió todos los días a la misma hora en todas las parcelas de los tratamientos.

3.9.2.8. Patrón de comportamiento ingestivo

El comportamiento animal en pastoreo se realizó por apreciación visual durante las semanas pares (cada dos semanas) dos veces por semana, día 2 y

6 de la semana de pastoreo, de forma de obtener datos de comportamiento cuando la oferta de forraje era abundante y escasa respectivamente. Estas semanas coincidieron con las semanas que se registró la defoliación diaria de la pastura.

Se eligieron 3 novillos por tratamiento (uno por repetición) al azar, los cuales se conservaron para todo el experimento. El comportamiento se midió entre las 8:00 y 18:00 horas. Cada 10 minutos se registró la actividad que realizaba cada novillo: descanso, rumia, pastoreo, acceso al comedero.

Cada dos horas (+/- 20 minutos) se midió la tasa de bocado, como el número de bocados de prehensión por minuto, realizándose tres mediciones consecutivas y registrando el promedio.

Tiempo de pastoreo

El tiempo de pastoreo se definió como período que los animales de cada tratamiento dedicaron a la actividad de pastoreo (incluye tiempo de búsqueda y pastoreo efectivo) durante el tiempo de medición. Se calculó a través de la suma de intervalos de tiempo que el conjunto de animales dedicó a esta actividad

Tiempo de rumia

El tiempo de rumia se definió como período que los animales de cada tratamiento, dedicaron a la actividad de rumia durante el tiempo de medición. Se calculó como la suma de intervalos de tiempo que el conjunto de animales dedicó a esta actividad.

Tiempo de descanso

El tiempo de descanso se definió como período que los animales de cada tratamiento, dedicaron a la actividad de descanso (cualquier actividad que no sea ni comer ni rumiar) durante el tiempo de medición. Se calculó como la suma de intervalos de tiempo que el conjunto de animales dedicaron a dicha actividad.

Tiempo de acceso al comedero

El tiempo de acceso al comedero se definió como el período que los animales de cada tratamiento dedicaron a la actividad de consumir suplemento en los comederos durante el tiempo de medición. Se calculó como la suma de intervalos de tiempo que el conjunto de animales dedicó al consumo de suplemento.

Patrón de pastoreo

Se entiende por patrón de pastoreo a la cantidad de animales, intervalos y duración los mismos, dedicados de la actividad de pastoreo en cada tratamiento, durante un período de tiempo. Se calculó como la proporción de registros totales de pastoreo observado en intervalos de 2 horas.

3.9.2.9. Tasa y tamaño de bocado

El tamaño de bocado fue calculado a partir de la ecuación formulada por Hodgson (1990), donde el consumo de MS (CMS), se calcula a partir del producto del tiempo de pastoreo (TP), tasa de bocado (t boc) y peso de bocado (p. boc):

$$\text{CMS} = \text{TP} \times \text{t. Boc} \times \text{p. boc.}$$

TP: tiempo de pastoreo (minutos)

t. boc: tasa de bocado (bocados/ minuto)

p. boc: peso de bocado (gramos/bocado)

3.9.2.10. Peso vivo en planta

Los animales fueron pesados individualmente al azar en la balanza del frigorífico previo a la entrada de los mismos a la faena.

3.9.2.11. Rendimiento de la canal

El rendimiento se estimó a partir del peso vivo en planta y el peso de la carcasa caliente en la segunda balanza. Se definió como la proporción que ocupa la carcasa en el total del animal en pie, luego del desangrado, cuereado, desviscerado y dressing.

3.9.2.12. Tipificación de la carcasa

Una vez dentro de la playa de faena y luego del cuereado, desviscerado y dressing, se registró la tipificación por calidad que realizó la empresa de faena. Se registró peso de la canal caliente en balanza digital. Se tipificó por apreciación visual, mediante el sistema de calificación de carcasas (INACUR), conformación muscular, cobertura de grasa y dentición.

3.9.2.13. pH a las 24 horas de faena

Luego de la tipificación en caliente, las carcasas fueron sometidas a un enfriado en cámaras de frío durante 24 hs, luego de lo cual se tomaron registros de pH solo en la media res izquierda, en el músculo *Longissimus dorsi* entre la décima y la decimoprimer costilla. Para ello se introdujo el electrodo del pHímetro portátil en forma perpendicular al músculo a unos cuatro centímetros de profundidad evitando, en la medida de lo posible el contacto de la sonda con la grasa o con el tejido conectivo. Para tomar la lectura se debió esperar a que esta se estabilizara. Se limpió el electrodo con agua destilada y se secó luego de cada medida. Para este trabajo se utilizó un pHímetro portátil más electrodo de penetración con compensación manual o automática de temperatura.

3.9.2.14. Espesor de grasa subcutánea

Esta medida fue tomada con regla milimetrada entre la décima y decimoprimer costilla a la mitad y a las tres cuartas partes del área de ojo de bife en relación a la columna vertebral.

3.9.2.15. Área de ojo de bife

La medida de área de ojo de bife se tomó en la media res izquierda entre la décima y decimoprimer costilla en el músculo *Longissimus dorsi* 24 horas después de la faena una vez enfriada la carcasa.

Para esto se realizó un corte transversal en la media res en el lugar indicado anteriormente de forma que el área del bife quedara expuesta y se le calcó el contorno del músculo (sin incluir la grasa que lo rodeaba) en una lámina de acetato. Posteriormente se calculó el área con la ayuda de un papel cuadriculado de medio centímetro cuadrado como unidad mínima. Los cuadrados que eran tocados por la raya que describía el límite del músculo fueron contados como un cuarto de centímetro cuadrado y sumados al resto del área.

3.9.2.16. Color a las 24 horas

El equipo utilizado para la determinación de color a las 24 horas y evolución del color fue un espectro colorímetro portátil MINOLTA CR300.

La medición del color de la carne se realizó a partir de las 24 horas del sacrificio del animal. Se realizó sobre el *Longissimus dorsi*, luego de un período mínimo de exposición al oxígeno. La medida fue tomada entre la décima y decimoprimer costilla de la media res izquierda.

En el caso de la medición del color de la grasa en la media canal derecha, se realizó sobre la grasa subcutánea que recubre el *Longissimus dorsi* a la altura de la décima costilla. Se realizaron tres lecturas o mediciones en zonas homogéneas y representativas, libres de burbujas de aire o manchas de sangre.

3.9.2.17.Evolución de color en fresco

Para el caso de la medición del color de la carne en fresco, se cortó la canal entre la décima y decimoprimer costilla donde se realizaron tres lecturas luego de una hora de oxigenación. Esto debe ser girando el equipo 45° en cada una de ellas en el *Longissimus dorsi*. Las mediciones se realizaron en zonas homogéneas y representativas, libres de grasa intramuscular y de manchas de sangre sobre cortes realizados en el lugar descrito anteriormente. El grosor mínimo de los filetes fue de 2,5 cm. El color fue medido cada 24 horas para los siguientes 6 días sobre las mismas muestras de carne a las que se les conservó protegidas por un film permeable al oxígeno a menos de 4 °C.

3.9.2.18.Capacidad de retención de agua

Para medir la capacidad de retención de agua se procedió de la siguiente manera: 24 horas *posmortem* se cortó un filete del músculo *Longissimus dorsi*, de 1,5 cm de grosor, perpendicularmente al eje del músculo al nivel de la décima costilla. Se pesaron 20 gramos de músculo los cuales fueron triturados y se extrajeron 5 gramos que fueron colocados entre 2 papeles de filtro y sometidos a una presión de 2,5 kg durante 5 minutos. La diferencia de peso pre y post presión se expresó en porcentaje como capacidad de retención de agua.

3.9.2.19.Peso del corte pistola

Para la determinación del peso del corte pistola se realizó el desosado de la media res izquierda 24 horas posmortem. Se tomaron medidas de peso en balanza digital del cuarto pistola entero y luego se procedió al desosado del mismo y se pesaron los diferentes cortes menores, los desperdicios y el hueso sobrante.

Los cortes que se pesaron en balanza digital fueron: cuadril, nalga de afuera, nalga de adentro, bife, bola de lomo, tortuga, garrón, colita de cuadril y lomo. Además se pesaron los recortes de grasa, los de carne y el hueso.

3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para estudiar el efecto de los tratamientos sobre la ganancia diaria, se ajustó un modelo lineal de heterogeneidad dependiente de medidas repetidas en el tiempo, con la siguiente forma general:

$$Y_{ijk} = \beta_0 + S_i + \varepsilon_{ij} + \beta_1 D_k + \beta_{1i} S_i D_k + \beta_2 P_{\text{vicial}} + \varepsilon_{ijk}$$

Siendo:

Y_{ijk} = peso vivo del j-ésimo grupo de animales, perteneciente al i-ésimo nivel de suplementación, en el día k

β_0 = Intercepto.

S_i = suplementación (j = T, HR, HA, G)

β_1 = coeficiente de regresión asociado a la medición repetida (D_k)

$\beta_{1i} S_i$ = coeficiente de regresión asociado a la medida repetida para cada tratamiento (ganancia diaria por tratamiento)

β_2 = coeficiente de regresión asociado a la covariable P_{vicial}

ε_{ij} = Error experimental (entre repeticiones).

ε_{ijk} = Error de la medida repetida (dentro de grupos, entre mediciones)

Se utilizó el procedimiento Mixed del paquete estadístico SAS, considerando la autocorrelación entre las medidas repetidas en el tiempo. Los coeficientes de regresión respecto a los días (ganancias diarias) de los diferentes tratamientos, fueron comparadas por contrastes simples. El análisis se hizo para cada uno de 2 períodos

Las variables de composición de la canal, fueron analizadas utilizando Procedimiento GLM del paquete estadístico SAS, de acuerdo al siguiente modelo general:

$$Y_{ij} = \mu + S_i + \varepsilon_{ij} \quad \text{PV inicial / PV faena}$$

Y_{ij} = Variable medida en el j-ésimo grupo de animales, perteneciente al i-ésimo tratamiento

μ es la media general

S_i es el i-ésimo trat de suplementación

ε_{ij} es el error experimental (entre grupos de animales)

Para el caso de las características de la canal, además se utilizó la covariable de Pvfrigorífico (b2Pvfrig). Las medidas de los tratamientos fueron comparadas usando el test de Tukey

El efecto de los tratamientos sobre el comportamiento ingestivo, fue estudiado a través de modelos lineales generalizados de medidas repetidas en el tiempo, asumiendo que el número de veces que un animal realiza una actividad, en relación al total de veces observado, tuvo distribución binomial. Los modelos tuvieron la siguiente forma general:

$$\text{Ln}(p/(1-p)) = \beta_0 + S_i + P_j + (SP)_{ij} + D_k(P)_j$$

Donde

P es la probabilidad de rumia, descanso o pastoreo

β_0 es el intercepto

S_i es el efecto de los tratamientos

P_j es el efecto del período (semana)

$(SP)_{ij}$ es la interacción entre tratamiento y semana

$D_k(P)_j$ es el efecto de los días dentro de cada semana

El efecto de los tratamientos sobre la tasa de bocado, fue estudiado a través de modelos lineales generales de medidas repetidas en el tiempo. Los modelos tuvieron la siguiente forma general:

$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + \varepsilon_{ij} + P_k + (SP)_{ik} + D_l(P)_k + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde

Y_{ijkl} es la tasa de bocado

μ es la media general

S_i es el efecto de los tratamientos

ε_{ij} es el error experimental

P_k es el efecto del período (semana)

$(SP)_{ik}$ es la interacción entre tratamiento y semana

$D_l(P)_k$ es el efecto de los días dentro de cada semana

ε_{ijkl} es el error de la medida repetida

El efecto de los tratamientos sobre los componentes de la alimentación (disponible, rechazo, utilización y consumo), fue estudiado a través de modelos lineales generales de medidas repetidas en el tiempo. Los modelos tuvieron la siguiente forma general:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + \varepsilon_{ij} + P_k + (SP)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde

Y_{ijk} es el disponible, rechazo, utilización o consumo

μ es la media general

S_i es el efecto de los tratamientos

ε_{ij} es el error experimental

P_k es el efecto del período (semana)

$(SP)_{ik}$ es la interacción entre tratamiento y semana

ε_{ijk} es el error de la medida repetida

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

En el cuadro N° 9 se presentan los resultados promedio de la pastura, composición química y botánica para el primer y segundo pastoreo.

Cuadro N° 9 Características de la pastura para primer y segundo pastoreo.

	Primer pastoreo	Segundo pastoreo
Fecha	6/6 al 19/7	20/7 al 24/8
Disponible (kg MS/ha)	2125	1700
% MS	15,8	22
Altura (cm)	23,5	18,7
Material verde (%)	76,5	72
Restos secos (%)	23,5	28
Relación verde/seco	3,2	2,6
Malezas (%)	0	0
Cenizas (% MS)	17,1	13,5
Proteína Cruda (% MS)	14,8	9,8
FDN (% MS)	59,7	54,0
FDA (% MS)	30,1	25,6

FDN: fibra detergente neutra, FDA: fibra detergente ácida

Fuente: elaboración propia.

4.1.1. Composición química

Para el primer pastoreo, donde se espera un desbalance energía-proteína y un bajo contenido de MS, (Elizalde et al., 1992a), los resultados se mostraron moderados. Entre el primer y segundo pastoreo, ocurrió una disminución de la PC, una disminución en el contenido de FDN y FDA, y una aumento en el tenor de la MS del forraje.

La problemática otoñal, detectada por diversos autores surge a partir de avenas o raigrases tempranos, con una proporción de PC en el entorno a 20%, niveles de FDN cercanos a 40% y contenidos de MS menores a 22% (Elizalde y Santini, 1992). Por lo tanto en las condiciones imperantes en este experimento, no se considera problemático ni el porcentaje de PB ni así la FDN. El contenido de MS y sus implicancias serán abordados posteriormente.

A continuación se presenta un cuadro elaborado por Damonte et al. (2004), quienes registraron en el mismo potrero que el presente trabajo la composición química del forraje para los distintos tratamientos.

Cuadro Nº 10 Composición química del forraje (promoción de raigrás).

Tratamiento	MO %	PB %	FDN %	FDA %	C %	NDT%
AF 2,5%	87,8	10,8	46	30,7	12,2	68
AF 5% Testigo	87	13,6	41,6	27,8	13	70,4
AF 5% con supl.	87,4	13,4	40,5	26,9	12,6	71,1

Fuente: Damonte et al. (2004).

MO: materia orgánica; PB: proteína bruta; FDN: fibra detergente neutra; FDA: fibra detergente ácida; C: cenizas; NDT: nutrientes digestibles totales.

La composición química del raigrás comparada con los valores presentados en este trabajo, muestran valores similares, con una tendencia a mayores niveles de FDN en el presente trabajo.

4.1.2. Composición botánica

La composición botánica del raigrás fue analizada en función de la cantidad de forraje verde, restos secos y malezas que existía en el total del forraje. Esta última, no estuvo presente en la pastura, dada la efectividad del control químico realizado (ver cuadro N° 11).

El análisis de la composición botánica si bien permite inferir acerca del nivel de selección que podría estar ocurriendo, no fue claro el efecto para los diferentes tratamientos. Se observa un leve cambio en la composición botánica del raigrás de 2º pastoreo con respecto al 1er pastoreo, aunque no tiene un análisis estadístico que lo corrobore.

Cuadro N° 11 Composición botánica en porcentaje de la pastura para primer y segundo pastoreo.

	Disponible			Rechazo		
	Material verde	Restos secos	Malezas	Material verde	Restos secos	Malezas
(%) 1er past.	76,5	23,5	0	70,8	29,2	0
(%) 2º past.	72	28	0	66,5	33,5	0

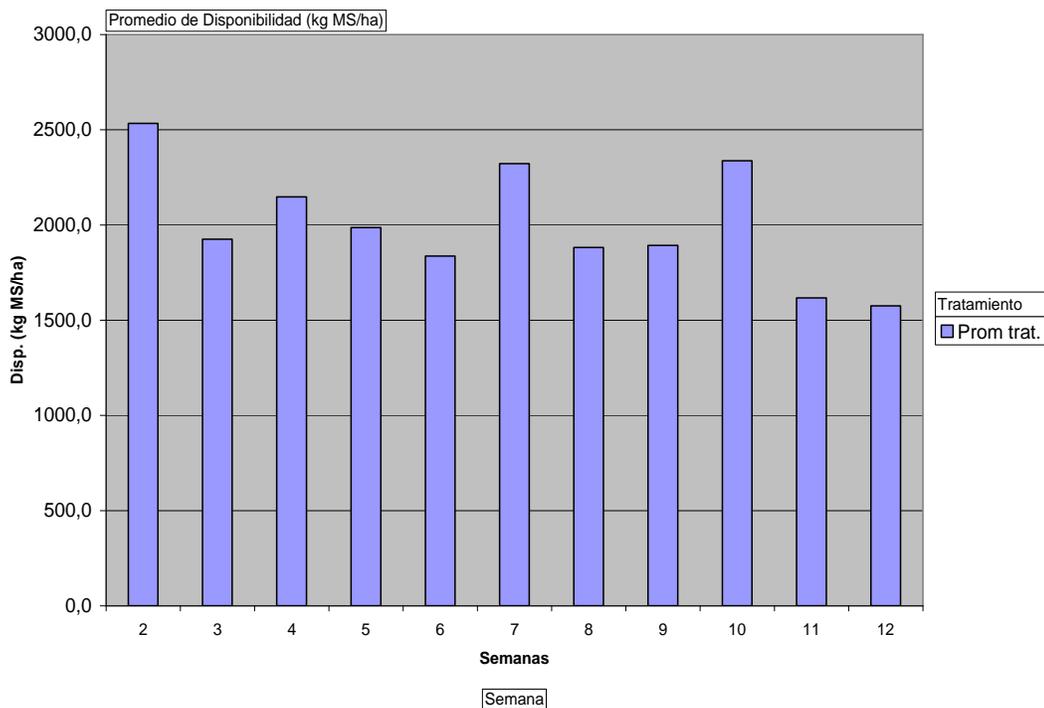
Fuente: elaboración propia.

Si bien existen diferencias en la composición entre el rechazo y el disponible, estas no son muy importantes, así como tampoco las diferencias entre primer y segundo pastoreo.

4.1.3. Disponibilidad de forraje

La disponibilidad promedio de forraje para todos los tratamientos fue de $2005 \pm 35,4$ kg MS/ha, no existiendo diferencias significativas entre tratamientos ($P = 0,055$). Se registraron diferencias entre semanas ($P < 0,0001$) y en tratamiento por semana ($P < 0,0001$).

La disponibilidad presentó una leve tendencia a disminuir a lo largo del período de análisis (gráfico N° 8).



Fuente: elaboración propia.

Gráfico N° 8 Disponibilidad de entrada a la franja para las diferentes semanas (kg MS/ha).

4.1.4. Altura de forraje a la entrada y salida de los pastoreos

El promedio de altura de entrada a la pastura fue de 21,6 +/- 0,6 cm, no existiendo diferencias significativas para el promedio de los tratamientos a lo largo de todo el período (P=0,49).

Existieron diferencias dentro de cada semana para los tratamientos, (P=0,0032) y hubo una inferioridad significativa en la semana 10 respecto al resto de las semanas (P <0,0001). Las mismas promediaron 23,2 cm mientras que en la 10ª los animales entraron con 15 cm de altura de forraje a las parcelas.

Para el caso de altura de salida, el promedio para todos los tratamientos, durante el período fue de 8,9 ± 0,34 cm. No se detectó diferencia significativa entre los mismos (P =0,120).

En el cuadro N° 12 se presentan los promedios de altura de entrada y de salida a las parcelas de pastoreo para cada tratamiento a lo largo del período experimental.

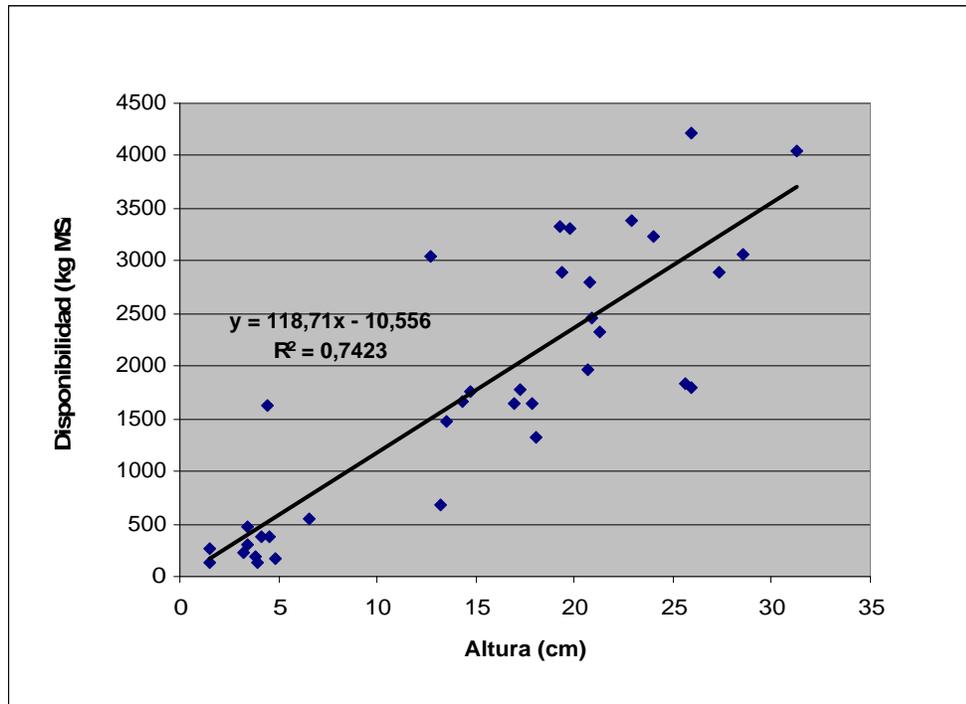
Cuadro N° 12 Altura de entrada y salida promedio para cada tratamiento.

Tratamiento	Altura de entrada (cm)	Altura de salida (cm)
Grano	20,8 a	9,7 a
Testigo	21,8 a	8,4 a
H. restringido	21,5 a	8,8 a
H. <i>Ad libitum</i>	22,1 a	8,7 a

Fuente: elaboración propia.

Medias seguidas de diferente letra difieren estadísticamente.
(P <0,05)

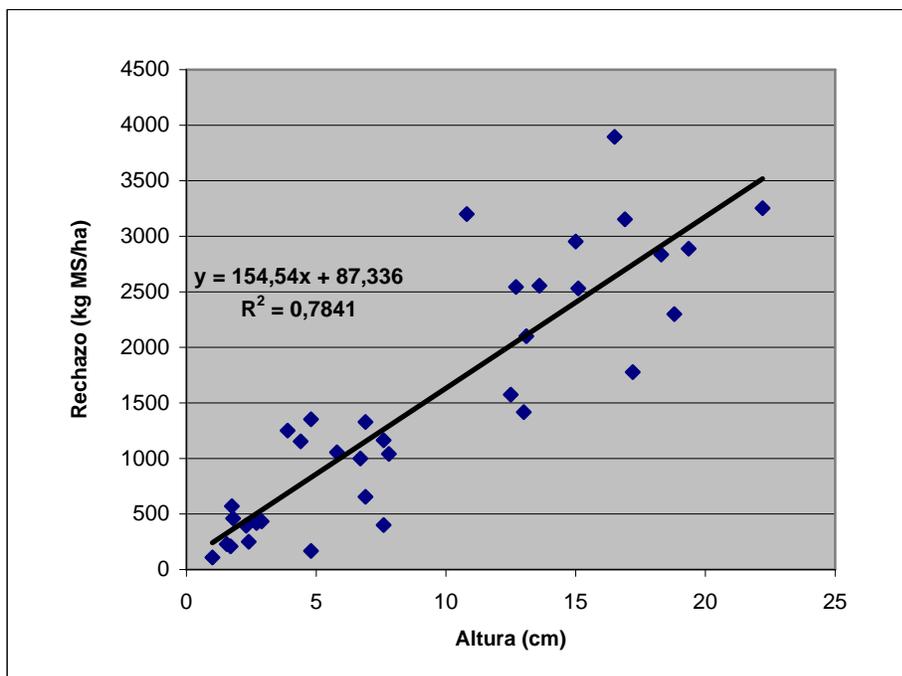
Para determinar la relación entre la altura de la pastura de entrada y la disponibilidad existente en las diferentes franjas, se confeccionó el gráfico N° 9. El resultado indica que por cada centímetro de altura se obtienen 118,7 kg MS/ha.



Fuente: elaboración propia.

Gráfico N° 9 Relación entre altura de entrada (cm) y disponibilidad (kg MS/ha).

En el caso del remanente (gráfico N° 10), la relación alcanzó los 154,5 kg MS/ha por cm de pastura. Estos resultados serían lógicos partiendo de la base que los remantes en promedio no superaron los 10 cm y presentan mayor proporción de tallos los cuales presentan un elevado % de MS si se los compara con la parte aérea de la planta.

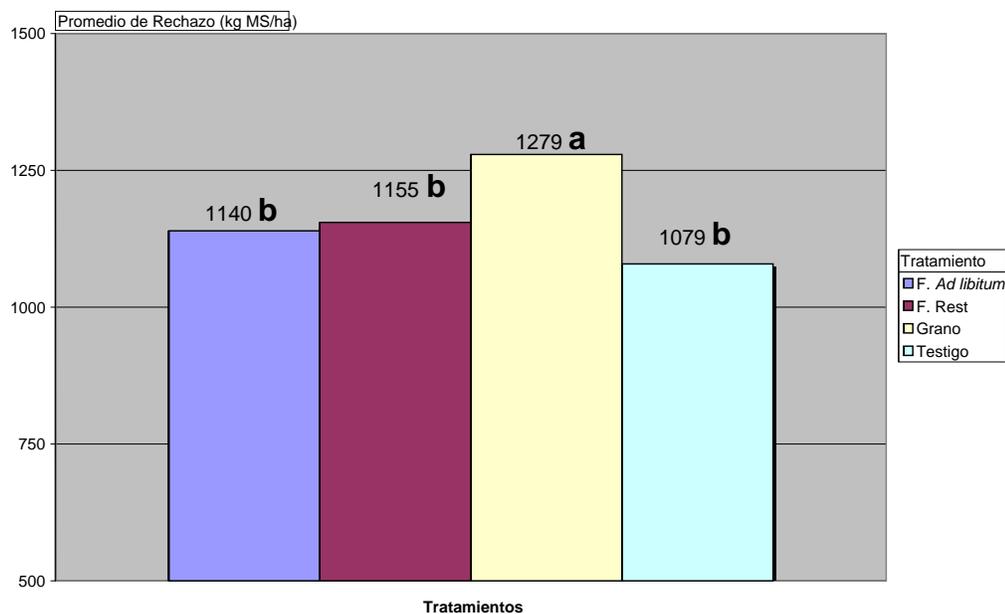


Fuente: elaboración propia.

Gráfico Nº 10 Relación entre altura de salida de la franja (cm) y disponibilidad del rechazo (kg MS/ha).

4.1.5.Rechazo y utilización (% de lo ofrecido)

Los rechazos exhibieron diferencias significativas entre los distintos tratamientos ($P = 0,018$). El efecto semana y la interacción tratamiento por semana también fueron fuentes de variación ($P < 0,0001$). Los rechazos del tratamiento G (grano) fueron superiores al resto de los tratamientos ($P < 0,05$), no existiendo entre éstos últimos diferencias. Este dato por sí mismo no es concluyente, debido a que depende del disponible ofrecido a la entrada a la franja. Es por eso que se toma en cuenta el indicador de utilización de forraje (como % del ofrecido), el cual incluye la relación entre lo ofrecido y lo rechazado.



Fuente: elaboración propia.

Medias seguidas de diferente letra difieren estadísticamente. ($P < 0,05$)

Gráfico N° 11 Forraje residual (kg MS/ha) promedio de cada tratamiento.

Cuadro N° 13 Utilización promedio de la materia seca de la pastura de raigrás en los diferentes tratamientos durante el periodo experimental.

Tratamiento	% Utilización
Grano	36 c
Testigo	48 a
H. Restringido	42 b
H. <i>ad libitum</i>	38 c

Fuente: elaboración propia.

Medias seguidas de diferente letra difieren estadísticamente ($P < 0,05$)

Los valores de utilización presentados en el cuadro N° 13 mostraron diferencias significativas entre tratamientos ($P=0,0001$), así como también en las distintas semanas ($P<0,0001$) y para tratamiento por semana ($P=0,0022$).

Simeone et al. (2005), obtuvieron para novillos de 300 kg PV, sobre verdes de invierno, con una asignación de forraje de 5% PV un 39% de utilización. Este resultado es fuertemente contrastante con el 48% obtenido en este experimento.

La utilización fue mayor por parte del tratamiento sin suplementación. La diferencia puede ser explicada (al menos parcialmente) por un efecto de sustitución observado en todos los tratamientos con suplemento. El testigo, debido que su dieta era exclusivamente a base de forraje fresco, obtuvo una mayor utilización. Esto se sustenta en base a lo expuesto por Elizalde, (2000), quien afirma que los niveles de sustitución observados en pasturas de alta calidad son elevados, disminuyendo el consumo de MS de forraje. Este comportamiento se acentúa en los tratamientos G y HA evidenciando éstos, menores niveles de utilización.

Para HR (heno restringido), incluso con niveles de suplementación muy bajos, la utilización fue significativamente menor al T (Testigo), pudiéndose adjudicar la misma, a la sustitución (menor en este caso), que coloca a HR con niveles de utilización medios.

4.2. CONSUMO DE FORRAJE

El consumo de forraje (% PV) fue significativamente afectado por la suplementación ($P = 0,0007$) (cuadro N° 14). También se registraron diferencias significativas en el consumo de forraje entre semanas ($P < 0,0001$), no así debido al efecto de la interacción tratamiento por semana ($P = 0,0556$).

Cuadro N° 14 Consumo de forraje para cada tratamiento expresado como % PV.

Tratamiento	Consumo de forraje (%PV)
Grano	1,65 b
Testigo	2,41 a
H. Restringido	2,28 a
H. <i>Ad libitum</i>	1,89 b

Fuente: elaboración propia.

Medias seguidas de diferente letra difieren estadísticamente.

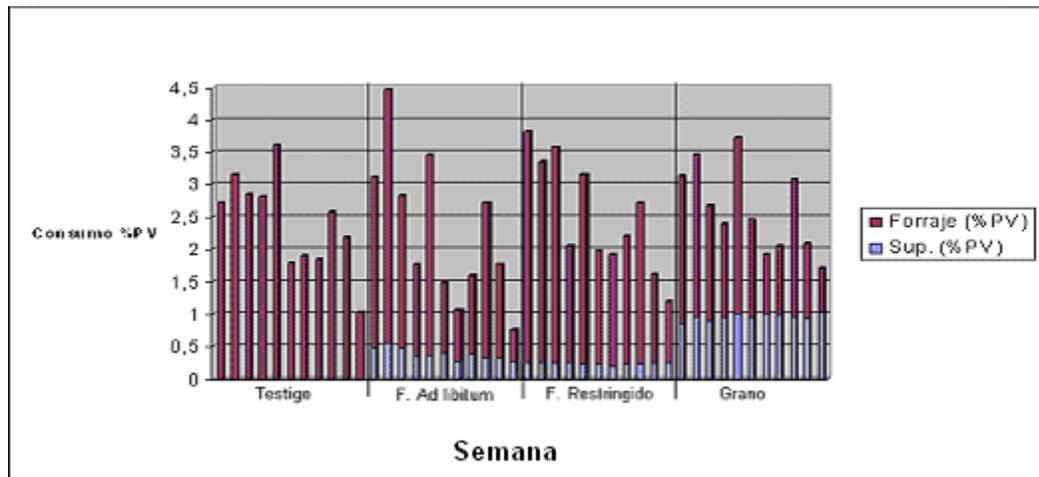
($P < 0,05$)

El consumo de MS de forraje fue reducido tanto por la suplementación con fardo *ad libitum* ($P < 0,05$) como con la suplementaron con grano ($P < 0,05$) respecto al testigo, cuyo consumo no difirió del tratamiento HR ($P < 0,05$).

Los niveles de consumo del testigo fueron ampliamente superiores a los registrados por Simeone (2002), quien registró valores cercanos a 1,39 %PV, bajo las mismas condiciones de pastoreo.

Simeone (2004), explica la correlación existente entre el contenido de MS del forraje y el consumo del mismo. Con asignaciones de 5% PV los resultados son coherentes con lo ya analizado por el autor, donde con porcentajes de MS en la pastura del orden de 19%, el consumo de MS esperable sería de 2,4 %PV ($R^2 = 0,55$).

A lo largo del período experimental se registraron diferencias en el consumo de forraje como se puede observar en el gráfico N° 12.



Fuente: elaboración propia

Cada barra corresponde al consumo % PV de cada semana para cada tratamiento.

Gráfico N° 12 Consumo de forraje y suplemento (%PV) por semana para cada tratamiento

Dentro de cada tratamiento existen diferencias significativas en consumo total de materia seca para las diferentes semanas. Esto es explicado principalmente por la variación del consumo de forraje, ya que el consumo de suplemento para todos los tratamientos es poco variable a lo largo del tiempo. En todos los tratamientos con suplementación, el 99% de la variación del consumo total de MS está explicado por el consumo de forraje (ver anexo 1).

A pesar de que se expresa por parte de diversos autores una alta y clara correlación entre el consumo de forraje en función de la disponibilidad, dado la naturaleza de este experimento, no se detectó dicha relación para los diferentes tratamientos, ya sea por el número de observaciones realizadas o el rango de disponibilidad con que se trabajó (Ver anexo 2).

A modo de resumen del capítulo se confeccionó el cuadro N° 15.

Cuadro N° 15 Resumen de disponibilidad de entrada y salida, consumo de forraje y utilización para todos los tratamientos.

Tratamiento	Entrada (kg MS/ha)	Salida (kg MS/ha)	Consumo de forraje (% PV)	Utilización (%)
Grano	1999 a	1279 a	1,65 b	36 c
Testigo	2085 a	1079 b	2,4 a	48 a
H. Restringido	2020 a	1147 b	2,28 a	42 b
H. <i>Ad libitum</i>	1916 a	1148 b	1,89 b	38 c

Fuente: elaboración propia.

Medias seguidas de diferente letra difieren estadísticamente.

($P < 0,05$)

Del cuadro se desprende que los tratamientos G y HA tuvieron menores utilizaciones de pastura, lo cual, a AF fija concuerda con menores consumos de forraje (% PV). Se vuelve a observar mediante las diferencias en el rechazo y utilización, que G deja mayor remanente debido a los elevados niveles de sustitución.

4.3. CONSUMO DE SUPLEMENTO

El consumo de heno como suplemento registró diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,05$). Lo mismo ocurrió para el efecto semana y tratamiento por semana, ($P < 0,0001$).

Cuadro N° 16 Consumo promedio de heno para los tratamientos suplementados en forma restringida y *ad libitum*.

Tratamiento	Consumo de heno (% PV)
Heno restringido	0,23 b
Heno <i>ad libitum</i>	0,38 a

Fuente: elaboración propia.

Medias seguidas de diferente letra difieren estadísticamente ($P < 0,05$)

Las diferencias observadas surgen a partir de la oferta de heno de cada tratamiento. El tratamiento HR consumió casi en su totalidad el heno ofrecido, mientras que HA consumió el máximo voluntario, dado que en las bateas siempre se logró dejar más de un 15% de rechazo. Estos resultados difieren de otros obtenidos por Ferreira et al. (2002). Los autores, en pasturas de alta calidad, registraron un consumo de heno *ad libitum* cercano a 0,12% PV, justificando el bajo consumo de heno, tanto por la calidad del heno así como por la de la pastura.

El consumo de concentrado por parte del tratamiento G fue de 0,95 % PV. A pesar de no contar con análisis estadístico se puede observar en el gráfico N° 12 la gran uniformidad que se obtuvo a lo largo de todo el experimento.

4.4. SUSTITUCIÓN

En el cuadro N° 17 se presentan los resultados de consumo de forraje y suplemento, así como también la tasa de sustitución resultante.

Cuadro N° 17 Consumo de forraje, suplemento y tasa de sustitución para cada tratamiento.

Tratamiento	Consumo de forraje (% PV)	Consumo de suplemento (% PV)	Tasa de sustitución
Grano	1,65 b	0,95	0,78
Testigo	2,40 a	---	---
H. restringido	2,28 a	0,23	0,52
H. <i>ad libitum</i>	1,89 b	0,38	1,34

Fuente: elaboración propia.

Medias seguidas de diferente letra difieren estadísticamente.

($P < 0,05$)

Si bien es mayor la cantidad de kg sustituidos por G, es HA quien deja de comer más forraje por cada kg de suplemento consumido. Esto se explica por que los niveles de consumo de suplemento de HA son menores que en G pero la tasa de sustitución es superior. El tratamiento HR, dado que el nivel de suplementación es muy bajo, el consumo de forraje y el consumo total de MS, no alcanzan a diferenciarse significativamente de T.

Rearte (2001), menciona que en condiciones de pasturas de alta calidad la tasa de sustitución será elevada. Los resultados obtenidos confirman lo antedicho, mostrándose inclusive, tasas de sustitución superiores en los tratamientos con heno que en tratamientos suplementados con grano. Esto es coincidente con lo expuesto por Vaz Martins, et al. (2005) donde, a partir de pasturas de alta calidad y una asignación de 4% PV, y 0,7% de suplementación con concentrado, cuando se aumentó la asignación de forraje a 6% PV o se agregó fardo de mediana calidad, la tasa de sustitución aumentó de 0,390 a 0,590.

Con respecto a G, los valores experimentales muestran un efecto claro de sustitución, dado que el consumo total de MS no difiere significativamente de T, y el consumo de forraje disminuye 0,76 (como % PV). Esto reporta niveles de sustitución del orden de 0,8 kg/kg concentrado consumido, concordando con lo expuesto por Colmes y Jones (1964), Gulbransen (1974), quienes reportan sustituciones del orden de 0,6 a 0,9 kg/kg de concentrado para situaciones de pasturas de alta digestibilidad.

Por otra parte, si bien existiría una tendencia a aumentar el consumo total de MS para el tratamiento G, lo que indicaría un efecto de sustitución-adición esto no se concreta significativamente. Este resultado coincide con lo expresado por Elizalde (2000), quien afirma que la suplementación sobre pasturas de alta calidad en condiciones no limitantes, implicaría efectos exclusivamente de sustitución.

4.5. CONSUMO TOTAL DE MATERIA SECA

El consumo total de MS no registró diferencias significativas para los tratamientos ($P = 0,091$), mientras que sí existieron diferencias entre semanas ($P < 0,0001$) y para tratamiento por semana ($P < 0,0264$).

El testigo consumió aproximadamente 2,4 % PV. Según datos reportados por Vertité y Journet (1970), el consumo de MS aumenta linealmente desde niveles de MS en la pastura de 12% a 22%. En este caso el consumo obtenido fue acorde a la concentración de MS que se obtuvo en la pastura (19%), dando como resultado este elevado consumo de MS.

Los consumos totales de MS de los tratamientos suplementados con voluminoso, no fueron superiores al testigo debido, principalmente a la sustitución de forraje por suplemento generada por el fardo.

Dado el elevado % de MS de la pastura no se pudo comprobar totalmente el efecto ocasionado por el consumo de fardo. Queda la interrogante de cual sería este efecto en condiciones normales (bajo tenor de MS y bajos niveles de consumo de forraje), ya sea sobre la tasa de pasaje, salivación y

digestibilidad del alimento, así como también sobre el efecto en el consumo de MS y la relación de sustitución-adición.

Se elaboró el cuadro N° 18, con el fin de comparar los consumo reales de forraje y suplemento con los consumos calculados a partir de las ecuaciones de predicción de consumo descritas por CSIRO (1994).

Cuadro N° 18 Consumo real de MS de forraje y consumo estimado según CSIRO (1994).

Consumo (% PV)						
Tratamiento	CSIRO (1994)			EXPERIMENTO (2005)		
	Forraje	Supl.	Total	Forraje	Supl.	Total
Grano	0,93	1	1,93	1,65 b	0,95	2,6
Testigo	1,73	--	1,73	2,4 a	--	2,4
H. Restringido	1,49	0,25	1,74	2,28 a	0,23	2,51
H. <i>Ad libitum</i>	1,16	0,38	1,54	1,89 b	0,38	2,27

Fuente: elaboración propia.

Supl.: Suplemento.

Medias seguidas de diferente letra difieren estadísticamente.

(P<0,05)

Analizando los factores tomados en cuenta en las ecuaciones de predicción de consumo de CSIRO (1994), se observa que, si bien se toman en cuenta las características del animal, digestibilidad y disponibilidad de la pastura y lo referente al tipo de suplemento y la interacción con el consumo de forraje, queda fuera de consideración el % MS del alimento. Este último es determinante en la estimación del consumo de MS. Como ya fuera señalado por diversos autores y discutido previamente, esta variable puede originar algunas de las diferencias que se aprecian en el cuadro N° 18.

Las condiciones climáticas del experimento comparadas con el promedio histórico (cuadro N° 19) muestran que hubo menores precipitaciones y mayor humedad relativa.

Cuadro N° 19 Temperatura media, Humedad relativa y precipitaciones durante el experimento y datos históricos.

	Temp. Media (°C)		Humedad relativa (%)		Precipitaciones (mm)	
	Experimento	Histórico	Experimento	Histórico	Experimento	Histórico
Junio	13,68	11,7	90,7	80	62,6	70
Julio	12,3	11,8	85	79	49,4	71
Agosto	15,8	12,9	80,5	75	53,8	73

Fuente: elaboración propia.

Datos históricos: datos promedio de 1961 a 1990

Las condiciones climáticas han sido descritas como influyentes sobre, no solo las características de la pastura sino también el comportamiento ingestivo de los animales, NRC (1981), Gagliostro (2006). Este último autor expresa que bajo condiciones frías y secas se aumenta el consumo de MS. Estas condiciones tampoco son contempladas por las ecuaciones de predicción, pudiendo originar diferencias entre el consumo real y estimado.

Simeone et al. (2004), a partir de experimentos realizados a campo en la UPIC, muestran comportamientos muy ajustados a los resultados obtenidos, registrando un consumo de 2,37% para pasturas con 19% MS. Esto muestra la importancia de resultados empíricos en nuestras condiciones de producción para estimar el consumo de MS de forraje.

En lo que respecta al efecto de la suplementación con heno sobre el consumo total de MS, los resultados experimentales son concordantes con la literatura. Santini y Rearte (1997), afirman que para situaciones donde la pastura no es limitante, (altas asignaciones y disponibilidades por hectárea elevadas), cuando se hace uso de heno como balanceador de dietas no sería aconsejable modificar el consumo total de MS. Esto podría tener implicancias

en la performance individual. Como lo indicara Norbis (1994), dicha performance depende en un 70% de la cantidad de alimento que el animal es capaz de consumir. Para el caso de HR y HA, ya que los niveles de consumo total de MS no difieren T, sería coherente que la ganancia diaria no difiera del mismo.

4.6. COMPORTAMIENTO INGESTIVO

Los factores no nutricionales que se toman en cuenta para el análisis son los referentes al comportamiento ingestivo en pastoreo además de las características físicas de la pastura y el suplemento. A partir de estos, se puede determinar como interactúan los animales a las diferentes situaciones que se presentaron en el experimento.

Dado que las condiciones de la pastura fueron prácticamente las mismas para todos los tratamientos, es decir su altura de entrada, disponibilidad y estructura del forraje (por la uniformidad de la pastura), el análisis se centra básicamente en el efecto que provoca el tipo y cantidad de suplemento sobre su comportamiento.

La proporción de tiempo dedicada a las diferentes actividades se presenta en el cuadro N° 20.

Cuadro N° 20 Proporción del tiempo dedicado a las diferentes actividades de los animales en pastoreo.

Tratamiento	% del tiempo total de observación			
	Pastoreo	Rumia	Descanso	Visita a batea
Grano	35,7 b	15,2 a	42,0 a	7,2 a
Testigo	45,4 a	19,7 a	34,4 bc	--
H. Restringido	37,1 b	16,8 a	36,8 ab	5,3 a
H. <i>Ad libitum</i>	42,7 a	16,6 a	31,2 c	9,2 a

Fuente: elaboración propia.

Periodo de observación entre 8:00 y 18:00

Medias seguidas de diferente letra difieren estadísticamente.

($P < 0,05$)

4.6.1. Pastoreo

La actividad de pastoreo realizada por los novillos en los diferentes tratamientos, expresada como el porcentaje del tiempo total de observación que los animales dedicaron a esta actividad, fue mayor por parte de T ($P < 0,05$) y HA ($P < 0,05$) respecto al resto, como se puede observar en el cuadro N° 20.

Datos expuestos por Allden y Whittaker (1990), Hodgson (1990), reportan una relación estrecha entre el tiempo de pastoreo y el consumo de forraje. Si bien el testigo muestra resultados coherentes con sus altos niveles de consumo registrados en el experimento, no ocurre lo mismo con el tratamiento HA. En este último, dado que presenta altos niveles de suplementación y una alta tasa de sustitución, sería esperable que el tiempo de pastoreo fuera menor estadísticamente que el testigo. La información bibliográfica es concordante al

señalar que la suplementación, ya sea con forrajes o concentrados, disminuye el tiempo de pastoreo y por ende el consumo de pastura (Phillips y Leaver 1986).

Los resultados obtenidos muestran una disminución de 16 minutos de pastoreo por kg de concentrado para G y 58 y 12 min/kg de heno para HR y HA respectivamente.

4.6.2.Rumia

Los resultados no mostraron diferencias significativas para los diferentes tratamientos ($P = 0,1285$). Si se obtuvieron diferencias entre semanas ($P = 0,005$).

La modificación del comportamiento ingestivo a partir de suplementación con alimentos fibrosos no presenta extensos antecedentes. Según Gagliostro (2006), la inclusión de alimentos fibrosos en la dieta del animal aumenta la duración diaria de la masticación, la frecuencia de contracciones ruminales y la secreción de saliva, a la vez que disminuye el tránsito del contenido digestivo. Estas variables no fueron medidas, pero si lo fue el tiempo destinado a la rumia de los diferentes tratamientos, no observándose dichas diferencias.

El tiempo dedicado a la rumia depende de la “efectividad física de la fibra” (Gallardo, 1999). El autor define este concepto como la fracción de la FDN que influye en el tiempo dedicado a la masticación, rumia y la motilidad ruminal.

A partir de los niveles de FDN en la pastura, pero particularmente partiendo del tiempo dedicado a la rumia, se concluye que los niveles de fibra efectiva en la pastura fueron suficientes en todos los tratamientos para que no se hallaran diferencias en el tiempo destinado a la misma. Por lo tanto es esperable que no tenga efecto tampoco en la salivación, tasa de pasaje y condiciones del ambiente ruminal. Adicionalmente queda planteada la interrogante, de cuanto sería el mínimo de consumo (proporción de la dieta total) de heno o fibra efectiva que causaría un efecto diferencial sobre la rumia.

4.6.3. Tamaño y tasa de bocado

La tasa de bocado promedio no exhibió diferencias significativas para los diferentes tratamientos ($P = 0,402$). Si hubo diferencias para el efecto semana ($P = 0,0003$) y para día dentro de semana ($P = 0,0009$)

En el cuadro N° 21 se presentan los resultados de tiempo de pastoreo, tasa de consumo, y tasa y tamaño de bocado.

Cuadro N° 21 Tamaño y tasa de bocado promedio para cada tratamiento según ecuación de Hodgson.

	Consumo diario (kg/an/día)	% pastoreo	Tiempo de pastoreo (min)	Tasa de consumo (gr/min)	Tasa de bocado (boc/min)	Tamaño bocado (gr/boc)
Grano	5,8	35,8 b	214,5	27,17	32,8 a	0,829
Testigo	8,5	45,5 a	272,7	31,05	38,7 a	0,803
H. rest.	7,7	37,2 b	223,0	34,38	43,2 a	0,796
H. Ad lib	6,5	42,7 a	256,2	25,45	40,4 a	0,630

Fuente: elaboración propia.

H.Ad lib: Tratamiento suplementado con fardo *ad libitum*

H. rest: Tratamiento suplementado con fardo restringido.

Se toma en cuenta que el pastoreo nocturno es cero

Medias seguidas de diferente letra difieren estadísticamente.

($P < 0,05$)

Cuando se observa el tamaño de bocado como mg/kg de peso metabólico de forma de evitar diferencias en consumo diario asociado a los distintos pesos vivos, los resultados siguen la misma tendencia, colocando a HA con menores tamaños de bocado que el resto de los tratamientos.

Debido a los consumos de forraje registrados y el tiempo dedicado al pastoreo, se planteó la hipótesis de que los animales regularon el consumo por la tasa y tamaño de bocado según lo que indica el cuadro N° 21. Chacon y Stobbs, citado por Da Silva et al. (2006) indican que el peso de bocado ha demostrado ser el principal factor que influye en el consumo de forraje de vacunos en pastoreo, estando positivamente correlacionado con la ganancia de peso vivo.

Resultados obtenidos por Da Silva et al. (2006), muestran tamaños de bocado (mg MS/kg peso vivo), de 1,3 y 2,5 para animales que entraban a la franja en la mañana y en la tarde respectivamente. Los tratamientos G, HR y T mostraron tamaños de bocado del orden de 2,1, mientras que HA registró valores de 1,6.

Estos datos muestran una clara disminución del tamaño de bocado para el HA, lo que explicaría la disminución del consumo de forraje con respecto al testigo. En lo que respecta a G, su menor consumo de forraje puede estar explicado al menos parcialmente por un menor tiempo de pastoreo y en parte por una disminución en la tasa de bocado como se muestra en el cuadro N° 21. Este último valor no está analizado estadísticamente por lo que el resultado no es absoluto sino que muestra una tendencia a comportarse de esa forma.

4.6.4. Comportamiento a lo largo de la semana

En función de poder analizar y explicar las implicancias del comportamiento ingestivo de los animales, se diferenció el comportamiento a lo largo de la semana y a lo largo del día.

Para evaluar los efectos dominantes a lo largo de la semana se registró el comportamiento ingestivo de los animales en dos momentos de la semana. En el cuadro N° 22 se puede observar los resultados de comportamiento ingestivo para los dos momentos mencionados. El primero fue medido cuando la pastura presentaba altura de forraje elevada y el segundo día de observación fue realizado un día antes de ser retirados los animales de la parcela.

Cuadro N° 22 Proporción del tiempo dedicado a las diferentes actividades de pastoreo al principio y final de la semana de pastoreo.

	% del tiempo							
	Días post ingreso a la franja							
	Día 2				Día 6			
	Pastoreo	Rumia	Descanso	Batea	Pastoreo	Rumia	Descanso	Batea
Grano	33,5	17,2	42,5	7,9	37,1	15,6	40,7	6,6
Testigo	46,1	16,8	37,1	0,0	45,7	23,2	31,3	0,0
H. Rest.	40,1	16,2	38,5	5,1	38,6	18,7	35,4	5,6
H. Ad lib.	41,5	12,4	34,2	11,8	45,9	20,2	27,1	6,9

Fuente: elaboración propia.

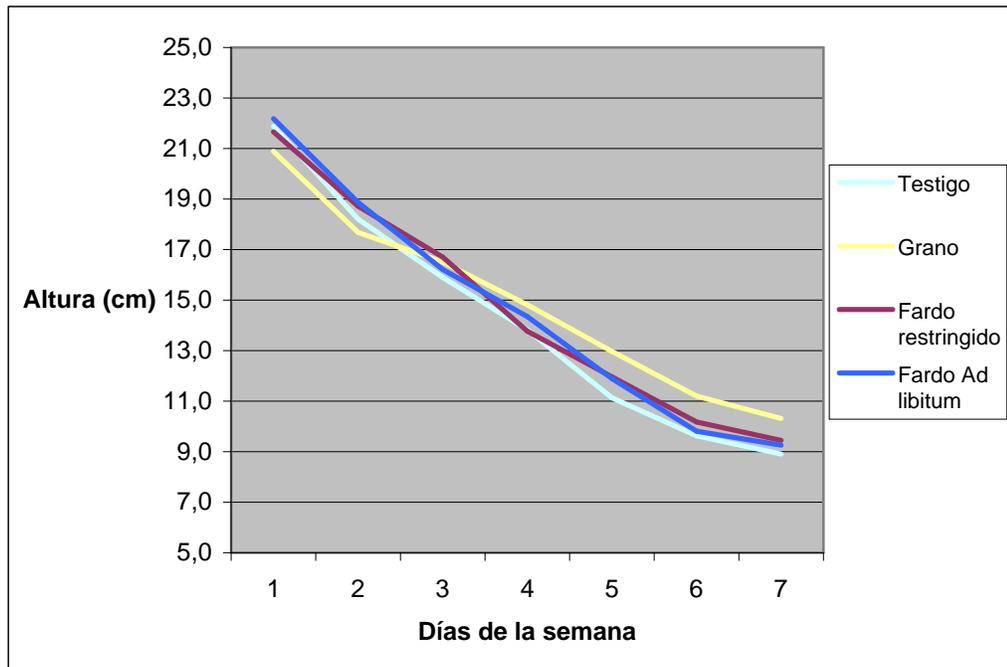
H. Ad lib: heno *Ad libitum*

H. Rest: heno restringido

A lo largo de la semana, el comportamiento representado en el 2º y 6º día post ingreso a la franja, no ofreció mayores cambios. Se puede observar que la rumia presenta un leve aumento que no alcanza a ser significativo ($P = 0,13$), mientras que el descanso disminuye en forma significativa ($P = 0,0002$). El tiempo dedicado a la actividad de pastoreo presentó un aumento significativo ($P = 0,0011$) cuando se pasó de pastorear del segundo al sexto día. Hodgson (1990) señala la existencia de un efecto de compensación que realiza el animal cuando la altura disminuye, aumentando el tiempo de pastoreo. Este efecto se da por debajo de los 6 cm. Dado que las alturas promedio de salida de la pastura fueron cercanas a los 8 cm, sería esperable que el tiempo pastoreo no hubiera sido afectado drásticamente.

En el cuadro N° 22 se puede diferenciar el efecto del concentrado sobre el comportamiento ingestivo, donde se destaca un mayor descanso por parte de los animales del tratamiento G con respecto al resto ($P < 0,05$) y un menor tiempo dedicado al pastoreo ($P < 0,05$).

En el grafico N° 13 se puede observar la tasa de defoliación, la cual en términos generales muestra una tendencia de disminución de altura lineal. En condiciones restrictivas sería esperable una fuerte caída al principio para luego disminuir la tasa de defoliación diaria Hodgson (1990). Sin embargo dada la alta asignación utilizada en el experimento no se observó dicho comportamiento.



Fuente: elaboración propia.

Gráfico N° 13 Evolución de altura promedio a lo largo de la semana de pastoreo.

4.6.5. Comportamiento a lo largo del día

Con el fin de profundizar el análisis del comportamiento de la ingesta de MS de los animales, se tomaron medidas a lo largo del día de forma tal de caracterizar el patrón de pastoreo.

En el cuadro N° 23 se describe el porcentaje de tiempo dedicado al pastoreo para las diferentes horas del día.

Cuadro N° 23 Probabilidad de pastoreo a lo largo del día para cada tratamiento

Tiempo (horas)	Distribución del pastoreo a lo largo del día (en proporción)				
	8 a 10	10 a 12	12 a 14	14 a 16	16 a 18
Grano	0,202 a	0,145 a	0,205 a	0,165 a	0,283 a
Testigo	0,174 a	0,141 a	0,186 a	0,182 a	0,317 a
H. Restringido	0,220 a	0,131 a	0,156 a	0,185 a	0,307 a
H. <i>ad libitum</i>	0,201 a	0,176 a	0,153 a	0,202 a	0,267 a
Prom. Trat	0,20	0,15	0,18	0,18	0,29

Fuente: elaboración propia.

Prom. Trat: Promedio de los tratamientos.

Medias seguidas de diferente letra difieren estadísticamente.

($P < 0,05$)

El patrón de pastoreo se caracterizó por dos sesiones principales que se imponen sobre las demás: temprano por la mañana (8 a 10 horas) y al momento de oscurecer destacándose esta última como la más importante (16 a 18 horas). Esto concuerda con lo registrado por Gibb et al. (1997), quien observó que se pueden distinguir tres o cuatro sesiones de pastoreo, destacándose las dos más importantes: en la mañana temprano y al final del día.

Por otra parte, no existieron diferencias en el patrón de pastoreo para los distintos tratamientos asociado al tipo o cantidad de suplemento, así como también a la evolución de las características de la pastura a lo largo del día.

La tasa de bocado para los distintos momentos del día no exhibió grandes diferencias entre tratamientos excepto una pequeña superioridad del HR y HA con respecto al promedio como se puede observar en el cuadro N° 24.

Cuadro N° 24 Tasa de bocado para los distintos tratamientos a lo largo del día.

	Tasa de bocado (boc/min)				
Tiempo	8 a 10	10 a 12	12 a 14	14 a 16	16 a 18
Grano	s/d	32,5	37,3	28,2	40,1
Testigo	s/d	46,0	38,4	43,1	40,6
H. Restringido	s/d	49,5	44,3	38,8	47,9
H. <i>Ad libitum</i>	s/d	48,5	48,3	38,9	47,2
Promedio Tratamiento	s/d	44,1	42,1	37,2	43,9

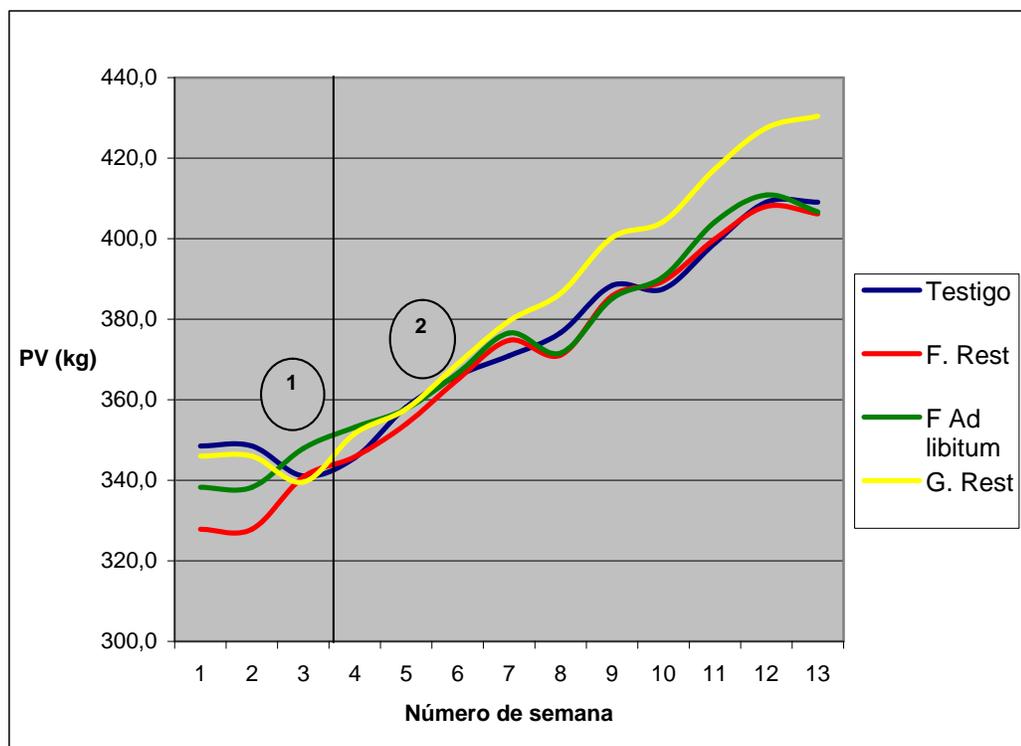
Fuente: elaboración propia.

Por la poca disponibilidad de datos entre las 8 y 10 horas, no se pudo analizar estadísticamente este período por lo tanto aparece como (s/d) sin datos.

4.7. RESULTADOS DE PRODUCCIÓN ANIMAL

4.7.1. Evolución del peso vivo y ganancia media diaria

En la figura N ° 14 se observa la evolución del peso vivo de los animales para cada uno de los tratamientos.



Fuente: elaboración propia

Zona 1: Periodo pre-experimental

Zona 2: Periodo experimental.

Las pesadas tuvieron 12 horas de destare

Gráfico N° 14 Evolución del peso vivo para los distintos tratamientos.

Las ganancias obtenidas presentaron diferencias significativas para los tratamientos ($P < 0,001$). La evolución del peso vivo reveló una superioridad estadísticamente significativa por parte del tratamiento suplementado con grano respecto al resto de los tratamientos ($P < 0,05$) los cuales no difirieron entre sí ($P > 0,05$). En el cuadro N° 25 se presenta la tasa de ganancia media diaria para cada tratamiento.

La ganancia lograda por el tratamiento sin suplementación fue superior a lo esperado. Simeone et al. (2001), reportó ganancias del orden de 0,425 kg/día, para novillos pastoreando avena con 5% de asignación, mientras que en experimentos realizados por Simeone et al. (2002), con igual asignación, sobre promociones de raigrás las ganancias alcanzaron 0,776 kg/an/día. Damonte et al. (2004), utilizando el mismo potrero de la UPIC, con las mismas condiciones de alimentación, reportaron 0,507 kg/an/día.

Ferreira et al. (2002) reportó en un experimento con asignaciones de 8% PV de verdeo, suplementados con heno *ad libitum*, ganancias de 1,39 kg/an/día, iguales estadísticamente al testigo (solo pastura). Las altas ganancias obtenidas por el tratamiento con heno *ad libitum* responden en parte al bajo consumo del mismo. Éste fue únicamente de 0,12% del PV.

Por otra parte las ganancias registradas por el tratamiento G, fueron consistentes con resultados obtenidos anteriormente. Entre ellos, se destaca resultados obtenidos por Simeone et al. (2002), quien registró ganancias diarias de 1,259 kg/an/día y Bertolotti et al. (2006), quienes registraron ganancias diarias de 1,31 kg/an/día.

En el cuadro N° 25 se observa la ganancia diaria de peso vivo corregida estadísticamente para todo el período.

Cuadro N° 25 Ganancia diaria promedio para los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Ganancia diaria (kg/día)
Grano	1,302 a
Testigo	0,985 b
H. restringido	0,943 b
H. <i>ad libitum</i>	0,853 b

Fuente: elaboración propia.

Medias seguidas de diferente letra difieren estadísticamente.

($P < 0,05$)

Las ganancias obtenidas por el testigo y los resultados de experimentos anteriores para tratamientos testigo solo a base de pasturas, con 5 % de asignación de forraje muestran una gran variabilidad para los distintos años. Esta diferencia entre resultados muestra que existen fuentes de variación que podrían ser atribuibles tanto a las condiciones climáticas dominantes, como a las condiciones de las pasturas, que en definitiva afecten tanto el consumo de MS, el comportamiento ingestivo en pastoreo o la capacidad de absorción de nutrientes (tasa de pasaje, digestibilidad y balance de nutrientes).

4.7.2.Requerimientos y oferta de nutrientes

Los requerimientos de energía y proteína metabolizable de los animales fueron estimados tomando en cuenta las ganancias obtenidas, en base a las ecuaciones reportadas por AFRC (1993), CSIRO (1994).

La oferta de nutrientes fue estimada para cada tratamiento, en base a los registros de consumo de forraje y suplementos y su composición química, según las ecuaciones reportadas por AFRC (1993), CSIRO (1994), dando un balance resultante para energía y proteína.

Cuadro N° 26 Balance de energía-proteína promedio para los distintos tratamientos.

	Req. animal		Oferta en la dieta		Balance	
	EM	PM	EM	PM	EM	PM
Grano	26,8	447	28,4	737	1,5	290
Testigo	22,9	391	23,1	631	0,2	240
F. Restringido	22,4	384	22,2	609	-0,2	225
F. <i>ad libitum</i>	21,5	370	21,6	593	0,1	223

Fuente: elaboración propia.

EM: energía metabolizable (Mcal/an/día), PM: proteína metabolizable en g/día
AFRC (1993), CSIRO (1994)

La EM tomada en cuenta para el concentrado fue de 2,73 Mcal/kg

La inclusión de heno no modificó sustancialmente el balance energético no obstante se registró una pequeña disminución en la GMD (no significativa en el experimento), la cual es consistente con el menor aporte total de energía y proteína de la dieta.

El tratamiento con concentrado, muestra un excedente de energía en la dieta con respecto al resto de los tratamientos. Sin embargo es la PM quien se muestra claramente en exceso. Esto indica la limitante de energía aportada por la dieta. Sin embargo animales en terminación con 1 % de suplementación de concentrados, se les pueda ajustar aun más la oferta de forraje, asignando menos pasto por animal, sin afectar la performance individual y mejorando la producción/ ha.

4.7.3.Efecto del suplemento sobre la ganancia diaria

La suplementación con grano confirmó los amplios antecedentes acerca de la mejora en la performance animal asociada a la inclusión de concentrados en este tipo de pasturas (Elizalde 1992a, Rearte 2001, Simeone y Beretta 2003).

La respuesta a la suplementación con granos a animales pastoreando verdes, ha sido clara y categórica. No obstante, ésta dependerá en gran medida de la calidad y oferta de forraje. A partir de bajas asignaciones (2,5% PV), la respuesta será elevada. En cambio, partiendo de altas asignaciones donde el forraje no es limitante la respuesta no es tan clara (Simeone y Beretta, 2003).

En este experimento, si bien el consumo total de MS del tratamiento G no aumentó con respecto al testigo, hubo un aumento en el consumo total de EM lo cual se reflejó en una mejora en la GMD por lo que la dieta estaría mejor ajustada para lograr ese nivel de ganancia.

Sobre verdes, experiencias reportadas por Simeone et al. (2002, 2003), registraron valores de eficiencia de conversión de 7:1 para casos de suplementación con concentrados y asignación de forraje de 5 % PV. En el presente trabajo, el valor asciende a una eficiencia de conversión de 14:1, explicado principalmente por las excepcionales ganancias registradas por el testigo con respecto al mismo tratamiento en experimentos anteriores (1,0 vs. 0,776 kg de ganancia).

Santini y Rearte (1997), observaron que a partir de disponibilidades superiores a 2000 kg MS/ha no existía respuesta a la suplementación con concentrados y se maximiza el consumo de MS. En este mismo sentido Rovira (1996), indica disponibles aun mayores (2500 kg MS/ha). Con respecto a esta situación en el experimento (disponibilidad promedio de 2000 kg MS/ha) existió respuesta a la suplementación pero no se registró un aumento en el consumo total de MS.

En resumen, la suplementación energética en este tipo de pastura permitirá obtener mayores ganancias diarias. Dependiendo de factores tales como, las condiciones de la pastura o que tan avanzado en el otoño se encuentre la misma, la respuesta al concentrado podrá oscilar manteniéndose en niveles aceptables.

En las condiciones del presente experimento, donde los tratamientos suplementados con heno presentaron elevadas tasas de sustitución, se vuelve fundamental contar con voluminosos de buena calidad para obtener respuesta a la suplementación.

Los resultados obtenidos por el tratamiento con heno restringido no verificaron la hipótesis planteada, en la que se establecía que el uso restringido de heno podría arrojar resultados positivos en las performance animal, debido a un efecto en el aumento de la actividad de rumia, mayor salivación, disminución de la tasa de pasaje y por ende un aumento en la digestibilidad del alimento consumido.

El heno suministrado en forma restrictiva no mejoró la performance individual. La rumia no solo permaneció igual al testigo sino que tampoco varió para el tratamiento con heno *ad libitum* que alcanzó a comer aproximadamente dos veces la cantidad de fardo (como % PV).

Dadas las características de la pastura (ver cuadro N° 9), el efecto de la “fibra efectiva” del fardo quedó encubierto por la calidad de la misma, no mostrándose incrementos en el tiempo dedicado a la rumia (ver cuadro N° 20). No obstante queda la interrogante del efecto que podría tener el fardo sobre pasturas menos sazonadas donde las características de los verdeos en el otoño ya mencionadas, se hacen más evidentes.

Pordomingo (2001), menciona que en caso que la suplementación con heno sea utilizada como complemento nutricional y se tenga como objetivo disminuir las diarreas provocadas por la pastura, es de vital importancia regular el consumo del heno en función de no perjudicar la performance individual de los animales. Los resultados obtenidos en el experimento comprueban lo expuesto por el autor, ya que tanto T, HR y HA presentaron el mismo consumo de MS, así como la misma GMD.

4.8. CARACTERÍSTICAS DE CANAL Y CALIDAD DE CARNE

Los resultados obtenidos de características de la canal y calidad de carne se presentan en el cuadro N° 27. Estos datos están ajustados por peso vivo inicial de manera que en ellos influye el efecto de la ganancia diaria y del tratamiento *per se*.

Cuadro N° 27 Características de canal y calidad de carne en las primeras 24 horas post faena para todos los tratamientos.

Variable	Grano	Testigo	H. restringido	H. <i>Ad libitum</i>	Pr > f
PV frig. (kg)	422 a	401 a	399 a	399 a	0,089
PMRCI (kg)	117 a	110 a	109 a	108 a	0,049
PMRFI (kg)	117 a	111 b	110 b	107 b	0,024
Rend. (%)	55,4 a	54,8 a	54,9 a	54,2 a	0,366
pH 24 hs.	5,57 a	5,63 a	5,61 a	5,67 a	0,571
EG ½ (mm)	8,38 a	4,82 b	5,50 b	5,38 b	0,045
EG ¾ (mm)	9,34 a	5,69 a	6,92 a	6,26 a	0,097
AOB (cm²)	57,0 a	50,1 b	52,4 b	52,4 b	0,043
Rend pist. (kg)	49,7 a	46,7 a	47,6 a	46,9 a	0,15

Fuente: elaboración propia.

PV frig.: Peso Vivo en el frigorífico

PMRCI: Peso media res caliente izquierda

PMRF: Peso media res fría izquierda

Rend.: Rendimiento 2ª balanza

pH 24 hs: pH medido a las 24 hs

EG ½: Espesor de grasa entre la 10ª 11ª costilla a la mitad del área de ojo de bife.

EG ¾: Espesor de grasa entre la 10ª 11ª costilla a los tres cuartos del área de ojo de bife.

AOB: Área de ojo de bife

Rend pist: Rendimiento del corte pistola.

Medias seguidas de diferente letra difieren estadísticamente.

(P<0,05)

4.8.1. Peso vivo y rendimiento

Los animales entraron a faena con un peso promedio de 405 kg en el frigorífico luego del destare. Como se observa en el cuadro N° 27, si bien no existieron diferencias significativas entre tratamientos, se registró una tendencia. El peso final que se obtuvo en el experimento estuvo explicado en un 88% por el peso inicial que registraron los animales al comienzo del experimento.

Los animales registraron un promedio de 54,8% de rendimiento en 2ª balanza. Dada la tendencia obtenida en PV en frigorífico y el rendimiento uniforme obtenido por los tratamientos, es esperable que se registren diferencias en el peso carcasa. Esta diferencia se acentúa luego del enfriado de la res, como se puede observar en el cuadro N° 27, en la significancia de las respectivas variables medidas.

4.8.2. pH

No hubo diferencias significativas en pH a las 24 horas entre tratamientos (cuadro N° 27). Estos resultados, concuerdan con los obtenidos por Damonte et al. (2004), quienes no registraron diferencias entre tratamientos suplementados con concentrados y tratamientos con pasturas únicamente, y Ferreira et al. (2002), quienes obtuvieron similares valores de pH comparando animales sin suplementación con animales suplementados con heno *Ad libitum*. Esto sugiere que el nivel de energía en la dieta de todos los tratamientos fue suficiente para asegurar una adecuada reserva de glucógeno lo que permitió un correcto descenso del pH en la carcasa pos faena (Santinti et al., 2006).

Cuando se analizan los datos ajustados por peso vivo en frigorífico, donde no influye la ganancia diaria, se puede inferir sobre el efecto del tipo de suplemento en el pH a las 24 horas. En este caso el tipo de suplemento no afectó al pH ($P = 0,770$).

4.8.3. Cobertura de grasa subcutánea

La cobertura de grasa medida en $\frac{1}{2}$ del AOB presentó diferencias significativas para los tratamientos. El tratamiento G fue superior al resto (ver cuadro N° 27). Esto concuerda con lo observado por Vaz Martin (2005), quien indica que la cantidad de grasa subcutánea está estrechamente relacionada con la tasa de crecimiento. Esta es generalmente superior cuando los animales son alimentados con dietas de mayor concentración energética.

En el caso de la medida de cobertura de grasa en $\frac{3}{4}$ del AOB no registró diferencias significativas entre tratamientos, aunque existió una tendencia a que el tratamiento G tuviera mayor cobertura de grasa que el resto.

El promedio para todos los tratamientos, de cobertura de grasa fue 6 y 7,05 mm para $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ respectivamente. Resultados similares fueron encontrados², en novillos cruza, faenados con 420 kg PV a los 24 meses de edad alcanzaron un promedio de 5,1 mm de cobertura de grasa para $\frac{1}{2}$. La cantidad de grasa está relacionada con el peso vivo y peso de la canal (Hammond, 1932). Dado que el tratamiento G fue superior en estas variables, los resultados de cobertura de grasa subcutánea son coherentes.

Si se analiza la suplementación con heno o con grano *per se*, los resultados obtenidos, ajustados por peso vivo en el frigorífico, no muestran diferencias significativas sobre la cobertura de grasa subcutánea para $\frac{1}{2}$ ($P=0,369$) y $\frac{3}{4}$ ($0,480$). Esto concuerda con Preston y Willis (1975), quienes afirman que las diferencias en el engrasamiento están relacionadas con la cantidad de energía suministrada o consumida y no con el tipo de dieta energética.

4.8.4. Área de ojo de bife

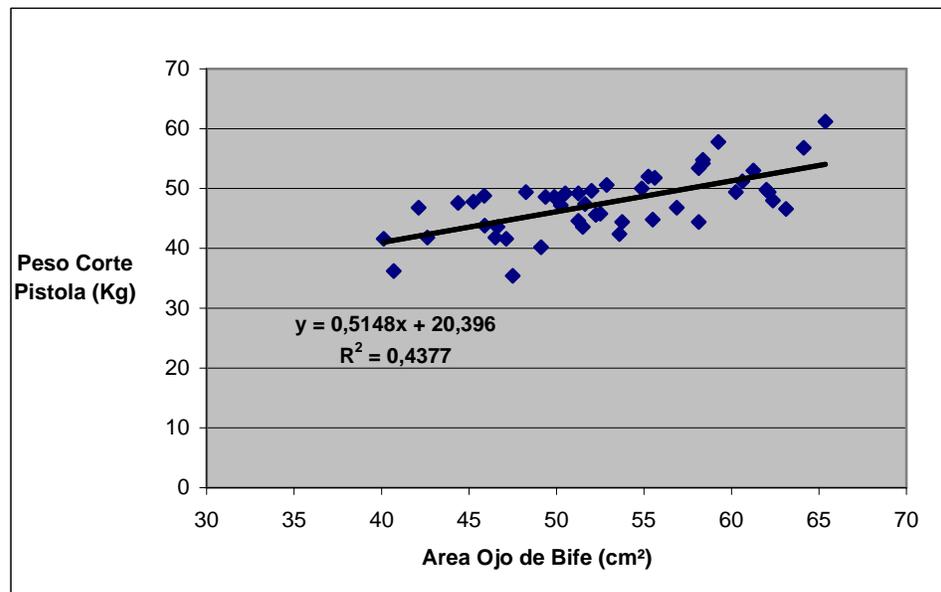
El área de ojo de bife presentó diferencias significativas entre tratamientos, donde el tratamiento G superó al resto. (ver cuadro N° 27). Esto confirma resultados obtenidos por Bartaburu et al. (2003), quienes registraron una superioridad de los tratamientos suplementados con concentrados.

Cuando se ajustaron los valores por peso vivo en frigorífico no hubieron diferencias significativas entre tratamientos ($P = 0,172$) promediando todos ellos 53 cm^2 de AOB.

A nivel comercial, en condiciones similares de manejo, para novillos cruza británico-continental, el promedio de AOB registrado fue de $56,7 \text{ cm}^2$.

4.8.5. Corte pistola

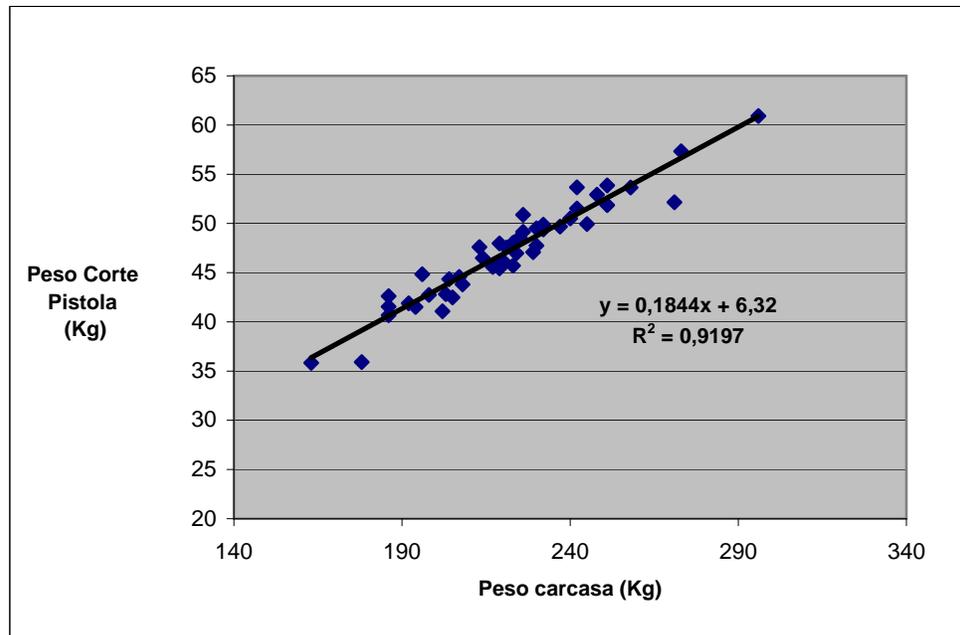
El corte pistola, con un promedio para todos los tratamientos de $47,7 \text{ kg}$, no registró diferencias significativas (ver cuadro N° 27). Trabajos anteriores Caravia y Gonzales (1998), registraron correlaciones entre el corte pistola y el AOB de $0,78$. La correlación obtenida por estas dos variables como se observa en el gráfico N° 15 fue de $0,43$.



Fuente: elaboración propia.

Gráfico N° 15 Correlación entre AOB y Peso del corte pistola.

Con respecto a la correlación obtenida entre el peso de la carcasa y el peso del corte pistola, ésta alcanza valores de 0,92. Los antecedentes al respecto, si bien no toman el corte pistola en su totalidad alcanzan valores de $R^2 = 0,93$, Alonso et al. (1993).



Fuente: elaboración propia.

Gráfico N° 16 Relación entre peso carcasa y peso del corte pistola.

Los resultados obtenidos muestran que no existió un efecto de los diferentes tratamientos sobre la aptitud carnífera de la res, características de la canal y peso de cortes valiosos (corte pistola).

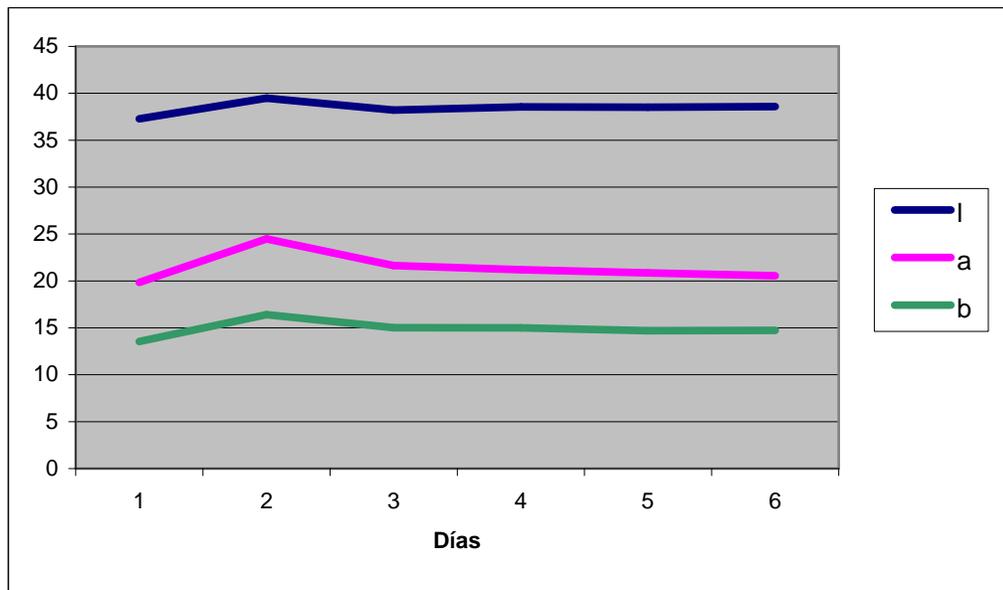
El peso de los diferentes cortes (nalga de afuera, nalga de adentro, bife, bola de lomo, tortuga, cuadril, garrón y lomo) fueron analizados de dos maneras: ajustados por PV en el frigorífico y sin ajustar.

Los resultados de los distintos cortes sin ajustar por PV muestran que todos los cortes excepto bife y lomo son estadísticamente iguales para los diferentes tratamientos ($P > 0,05$). El bife registró una superioridad de G respecto a T y HA ($P = 0,0367$). En lo que respecta al lomo, el tratamiento G supera al resto de los tratamientos ($P = 0,022$).

Para el análisis ajustado por PV, ningún corte registró diferencia significativa. Esta diferencia entre el análisis ajustado y sin ajustar estaría indicando que el bife y el lomo tienen una mayor correlación con el PV. Además vuelve a confirmarse que la suplementación con heno no influyó de ninguna manera sobre el tamaño o peso del corte pistola.

4.8.6.Color

Con respecto al color de la carne al momento de la faena, los diferentes tratamientos no influyeron significativamente sobre el mismo ($P > 0,05$) y la evolución en los 6 días post faena. A continuación se presenta la evolución del L, a, y b promedio para todos los tratamientos donde claramente se observa un pico en los valores de las 3 variables de color para el segundo día.



Fuente: elaboración propia.

Gráfico N° 17 Evolución de la luminosidad, el amarillo y el blanco seis días post faena.

4.8.7. Capacidad de retención de agua

Existió una tendencia a que el bife retuviera menos agua en los tratamientos con suplementación con heno. El valor mínimo se registro en el HA alcanzando 0,82 gramos, diferenciándose del resto de los tratamientos que promediaron 0,925 gramos.

4.9. DISCUSIÓN GENERAL

La problemática otoñal, surge principalmente en el primer pastoreo, sobre pasturas como verdeos de avena y raigrás, que se caracterizan por presentar bajos contenidos de MS, elevada PC (con alta degradabilidad de la misma) y bajos tenores de fibra efectiva, (Elizalde et al. 1992a, Rearte 2001).

Las características de la pastura, que se observan en el cuadro N° 9 mostraron diferencias entre el raigrás de primer y segundo pastoreo. Principalmente se registró una disminución de la PC y un aumentó de la MS. Para el raigrás de primer pastoreo, donde se espera un desbalance energía-proteína y un bajo contenido de MS, Elizalde et al. (1992a), Rearte (2001), los resultados se mostraron moderados para las dos variables.

Dado que los antecedentes consultados adjudican la baja performance que se obtiene en este tipo de pasturas a las características mencionadas anteriormente, estas podrían estar explicando en forma parcial, las GMD registradas en el experimento.

La literatura hace especial hincapié en el contenido de MS de la pastura, principalmente en lo referente a su relación con el consumo. Los autores mencionan que contenidos de MS menores a 22% estarían afectando el consumo de MS (Elizalde y Santini 1992, Simeone 2005, Vertité y Journet, citados por Gagliostro 2006). En el experimento las pasturas promediaron 19% MS, presentando valores de 16% para el primer pastoreo y 22% para el segundo.

No obstante estos valores, los consumos de MS de forraje fueron superiores en el primer pastoreo. En el cuadro N° 28 se observa el consumo de MS de los diferentes tratamientos para el primer y segundo pastoreo.

Cuadro N° 28 Consumo de forraje (% PV) en el primer y segundo pastoreo para los distintos tratamientos.

Tratamientos	Consumo de forraje (% PV)	
	1er pastoreo	2º pastoreo
Grano	2,0	1,2
Testigo	2,8	1,9
H. restringido	2,7	1,7
H. <i>ad libitum</i>	2,4	1,3

Fuente: elaboración propia.

1er pastoreo: 16 %MS, 2125 kg MS/ha promedio

2º pastoreo: 22 %MS, 1700 kg MS/ha promedio

Estos resultados, en primera instancia indican que el % MS en la pastura no habría afectado al consumo de forraje. Sin embargo tomando en cuenta lo expuesto por Poppi et al. (1987), la disponibilidad sería el factor que estaría determinando el consumo de MS (ver grafico N° 2). El autor indica que el consumo de forraje disminuye cuando la pastura ofrecida presenta menos de 2000 kg MS/ha. Precisamente, cuando se pasa del primer al segundo pastoreo, la disponibilidad se ubica por debajo de los 2000 kg MS/ha, teniendo un claro efecto sobre el consumo de forraje como se observa en el cuadro N° 28.

Allden y Whittaker (1970), entre otros autores, indican que el factor más determinante del consumo es la asignación de forraje. En este trabajo, si bien la asignación de forraje fue siempre de 5% PV, el consumo presentó variaciones. Es decir que existen otros factores que influyen en el consumo de forraje, principalmente los referentes al comportamiento animal en pastoreo.

Como se observa en el cuadro N° 29 y N° 30, el consumo de forraje disminuye para todos los tratamientos en el segundo pastoreo, así como ocurre una disminución en el tamaño de bocado y un aumento en la tasa de bocado. Según Hodgson (1990), (Grafico N° 5), en la medida que la altura de la pastura o la disponibilidad disminuye, los animales regulan su comportamiento en pastoreo mediante el aumento la tasa de bocado y disminuyendo el tamaño del mismo.

Cuadro N° 29 Tasa y tamaño de bocado para todos los tratamientos en el primer pastoreo.

	Consumo de forraje (kg MS/an/día)	% pastoreo	Tiempo de pastoreo (min)	Tasa de consumo (gr/min)	Tasa de bocado (boc/min)	Tamaño bocado (gr/boc)
Grano	7,2	40,5	243,0	35,90	24,3	1,21
Testigo	10	47,2	282,9	34,81	28,7	1,23
H. rest.	9,7	38,3	229,7	32,20	35,6	1,28
H. Ad lib	8,6	42,3	253,4	40,23	30,0	1,12

Fuente: elaboración propia.

Cuadro N° 30 Tasa y tamaño de bocado para todos los tratamientos en el segundo pastoreo.

	Consumo de forraje (kg MS/an/día)	% pastoreo	Tiempo de pastoreo (min)	Tasa de consumo (gr/min)	Tasa de bocado (boc/min)	Tamaño bocado (gr/boc)
Grano	4,9	30,9	185,6	27,23	35,8	0,75
Testigo	7,6	43,6	261,5	26,05	46,1	0,62
H. rest.	6,8	35,9	215,5	23,15	41,5	0,75
H. Ad lib	5,2	43,0	258,0	29,54	47,1	0,42

Fuente: elaboración propia.

Como se observara anteriormente, las variaciones en el consumo total de MS estuvieron determinadas principalmente por el consumo de forraje obtenido por cada tratamiento. En el cuadro N° 31, se observa como el consumo total de MS fue superior para todos los tratamientos en el primer pastoreo.

Cuadro N° 31 Consumo total de MS para todos los tratamientos en el primer y segundo pastoreo

Tratamientos	Consumo total de MS (%PV)	
	1er pastoreo	2º pastoreo
Grano	2,97	2,17
Testigo	2,83	1,90
H. Restringido	2,98	1,92
H. <i>ad libitum</i>	2,85	1,57

Fuente: elaboración propia.

El tiempo dedicado a la rumia para el primer y segundo pastoreo como % del tiempo total se presenta en el cuadro N° 32.

Cuadro N° 32 Porcentaje del tiempo dedicado a la rumia para el primer y segundo pastoreo

	% del tiempo dedicado a rumia	
	1er pastoreo	2º pastoreo
Grano	11,6	18,9
Testigo	17,8	21,5
H. restringido	15,1	18,56
H. <i>ad libitum</i>	15,8	17,3

Fuente: elaboración propia.

El tiempo dedicado a la rumia aumenta en el segundo pastoreo para todos los tratamientos. Observando el consumo de fardo a lo largo del periodo experimental (grafico N° 12) se observa que el mismo no varió sustancialmente. Esto lleva a plantear, que lo que realmente afectó la actividad de rumia no fue el consumo de heno sino la características de la pastura.

Gagliostro (2006), menciona que los niveles fibra efectiva no acompañan exactamente los contenidos de FDN en la pastura. Efectivamente, en el segundo pastoreo, donde los contenidos de FDN son prácticamente iguales al primer pastoreo, el tiempo dedicado a la rumia es superior para todos los tratamientos. La pastura en este caso presentaría mayor índice de fibrosidad por estar más sazónada.

Como se observa en el cuadro N° 33, el efecto de la rumia ocasionado tanto por el heno así como por la pastura más sazónada en el segundo pastoreo, no mejoró la performance animal.

Cuadro N° 33 Ganancia diaria en el primer y segundo pastoreo para todos los tratamientos.

	Ganancia diaria (kg/animal/día)	
	1er pastoreo	2º pastoreo
Grano	1,344	1,194
Testigo	1,07	0,9
H. restringido	1,016	0,848
H. <i>ad limitum</i>	0,806	0,906

Fuente: elaboración propia.

Observando la ganancia diaria (cuadro N° 33) y el consumo total de MS (cuadro N° 31), se puede observar lo siguiente: mientras que el consumo de MS cae un 38% para el segundo pastoreo (en promedio para todos los tratamientos), la ganancia diaria de peso vivo se muestra constante para todo el período experimental. El bajo consumo de forraje en el segundo pastoreo, que responde a una menor disponibilidad de la pastura, es compensado por una mayor concentración de energía metabolizable en el raigrás en este periodo. Esto concuerda con lo expuesto por Mendes y Davies (2006), Rearte (2001), Elizalde et al. (1992a), quienes aseguran que la baja concentración de carbohidratos solubles es uno de los principales factores que afectan la ganancia diaria en verdeos de invierno. Varios son los resultados presentados por los autores que muestran mejoras de la performance cuando el tenor energético de la dieta es aumentado. En este caso el mismo, permite que las ganancias no declinen para el segundo pastoreo.

A partir de esto, surgen dos conclusiones: Se rechaza la hipótesis planteada que indica que la suplementación con heno, mediante una mejora en las condiciones internas del animal, podría arrojar resultados positivos en cuanto a performance individual; por otra parte vuelve a confirmarse la superioridad de la suplementación con concentrados.

A partir de los requerimientos animales para obtener altas performance individuales y la alimentación base de pastura, la inclusión de heno no actúa como balanceador de la dieta. El factor limitante en este caso es la energía de alta degradabilidad, que no es proporcionada por el heno. Adicionalmente, fue comprobado que existe una alta tasa de sustitución independientemente de la cantidad de heno que se suministre.

Si bien no existe una única opinión acerca de la suplementación con heno, Santini y Rearte (1997) resumen en forma muy precisa el efecto de la suplementación con heno en sistemas invernadores concordando con los resultados obtenidos. Cuando la pastura no es limitante la respuesta obtenida por el heno será importante en términos de carga animal y producción de carne por hectárea y no así en performance individual. Esto se sustenta mediante las altas tasas de sustitución obtenidas por los tratamientos suplementados con heno, permitiendo de esta forma, aumentar el número de animales por hectárea.

Debido a que el primer pastoreo fue prácticamente en la época invernal, queda planteada la interrogante de cual sería el efecto de la suplementación con heno sobre la performance individual durante la época otoñal, donde es esperable que las pasturas cuenten con niveles de proteína y MS acordes a la época.

La inclusión de heno en la dieta, debería realizarse como un regulador de carga en lugar de utilizarlo como balanceador, siendo importante destacar las ventajas comparativas que tiene la suplementación con concentrado en ambas situaciones.

En el caso que el pasto sea más restrictivo y las expectativas de ganancias sean superiores, es factible pensar en incluir en la dieta o bien concentrados energéticos o voluminosos de mayor calidad como ser ensilajes de maíz o sorgo. Según los antecedentes, esto no solo permitirá lograr el efecto de regular la carga invernal de manera de enfrentar la primavera en forma adecuada, sino que las ganancias no se verían perjudicadas.

Sin embargo, dada la necesidad de planificar la suplementación con anticipación, es necesario comprender que si bien existe una repetibilidad de la performance individual y la respuesta a la suplementación a lo largo de los años, el éxito de ésta dependerá de las condiciones climáticas, características de la pastura, así como también de un correcto ajuste de los recursos (forraje, heno y concentrado).

5. CONCLUSIONES

- Sobre verdeos de invierno, que no presenten elevados tenores de humedad, la inclusión de heno en forma restrictiva (0,25% PV) o suministrada *ad libitum* cuando se pastorea con una AF de 5% PV, no tiene efecto sobre el tiempo dedicado a la rumia, así como la ganancia media diaria.
- La tasa de sustitución para animales pastoreando con AF de 5% del PV y suplementados con 0,25 %PV es de 0,52 kg MS de forraje/kg MS suplemento. Cuando el suplemento es ofrecido *ad libitum* la tasa de sustitución alcanza 1,34 kg MS forraje/kg MS suplemento.
- La suplementación con heno suministrada *ad libitum* o al 0,25% del PV, no mejora las características de la canal ni la calidad de carne.
- La suplementación con concentrado energético (1% PV), mejoró la ganancia media diaria en forma significativa debido a una mayor aporte de energía en la dieta.

6. RESUMEN

La problemática en la época otoñal, ha sido identificada como el cuello de botella de las invernadas del Uruguay. Esta surge a partir de la baja performance individual, registrada en animales pastoreando pasturas de alta calidad en esta época. Las pasturas y más específicamente los verdeos (avena y raigrás), presentan en sus primeros pastoreos de otoño, bajos porcentajes de MS, desbalance energía-proteína, y bajos niveles de fibra efectiva. Como consecuencia de ello, es afectado el consumo voluntario, conjuntamente con un impacto sobre la tasa de pasaje y trastornos digestivos en los animales. Por otra parte, la suplementación con heno sin restricción ha sido una práctica ampliamente utilizada a nivel comercial, que ha registrado insuficientes resultados productivos. En este trabajo se evaluó el efecto de distintos niveles de inclusión de heno sobre la performance animal. Mediante la inclusión de heno se pretendió analizar cambios en el comportamiento ingestivo que originen aumentos del tiempo dedicado a la rumia. De esta forma el aumento de la salivación, disminución de la tasa de pasaje y mejora de las condiciones internas del animal podrían arrojar resultados positivos en la ganancia diaria. El consumo de forraje y suplemento, el comportamiento ingestivo, así como la evaluación de la calidad de carne y la canal fue medido sobre 48 novillos de 20 meses de edad con 348 ± 40 kg de peso vivo, durante un periodo de pastoreo de 76 días (6/6 al 24/8). El experimento consistió en cuatro tratamientos con una AF de 5% PV, un tratamiento fue suplementado con heno *ad libitum*, mientras que otro tratamiento fue suplementado a razón de 0,25% de heno. Se trabajó con un tratamiento testigo (solo a base de pastura) y un tratamiento de óptima respuesta suplementado con 1% PV de concentrado. No existió un efecto significativo en la performance individual mediante la inclusión de heno en forma restrictiva o *ad libitum*. El tratamiento con concentrado obtuvo ganancias diarias superiores al resto de los tratamientos. Esta superioridad obtenida por tratamiento con concentrado respondió principalmente a un mayor tenor energético de su dieta, que corrobora los amplios antecedentes al respecto. El testigo por su parte, exhibió ganancias diarias elevadas con respecto a los antecedentes analizados. La pastura utilizada en el experimento no presentó altos contenidos de humedad ni altos tenores de proteína, lo que podría explicar al menos parcialmente las elevadas ganancias de peso registradas. Si bien los tratamientos con heno presentaron elevadas tasas de sustitución, el consumo de forraje fue elevado para todos los tratamientos en general. No obstante, el testigo y el tratamiento con heno restringido alcanzaron mayores consumos de forraje. En términos generales el consumo de forraje se deprimió en el segundo pastoreo a causa de una disminución en la disponibilidad por hectárea, a través de una disminución en el tamaño de bocado, a pesar de que la asignación de forraje permaneció constante. La tasa

de bocado aumentó para todos los tratamientos, aunque no lo suficiente como para contrarrestar el menor tamaño de bocado. La rumia registrada por los tratamientos no fue afectada ni por la cantidad ni por el tipo de suplemento, sin embargo se observó un aumento de la rumia para todos los tratamientos cuando los animales pastorearon parcelas por 2ª vez. La inclusión de heno como suplemento no ofreció mayores cambios en las características de canal y calidad carne. Los resultados destacables fueron observados en los animales suplementados con concentrado. Estos revelaron mayor cobertura de grasa y mayor AOB. Estas variaciones responden a una mayor ganancia media diaria.

Palabras claves: Heno; Hereford; Novillos; Otoño; Raigras; Verdeos.

7. SUMMARY

The fall issue has been identified as the bottleneck of the fattening operations in Uruguay. It comes out as a result of the low performances of animals grazing on high quality pastures. Pastures, and more specifically grasses such as oats and ryegrass, show low percentages of dry matter (DM), non-balanced energy-protein relationship and low effective fiber levels along the first grazing periods during the fall. As a consequence, the voluntary forage intake is affected as well as its passage rate and the digestive process. On the other hand, non-restricted hay supplementation has been adopted as common practice on commercial operations, with less than satisfactory results. This experiment evaluates the effect of different hay supplementation levels on animal performances. Through hay inclusion, it was intended to analyze changes on ingestive behavior that could increase ruminating time and salivation, decrease of the passage rate and the overall improvement of the animal internal conditions. This could show positive results on the daily weight gain (DWG). The forage and supplement intake, ingestive behavior as well as meat and carcass quality evaluation, were measured on 48 steers; at the beginning of the experiment they were 20 months old and weighted 348 ± 40 kg. The grazing period lasted 76 days (6/6 al 24/8). The experiment consisted on four treatments with only one forage allowance (5kg DM forage/100 kg live weight). One treatment was supplemented with *ad libitum* hay and another one with restricted hay (0,25 kg DM hay/100 kg live weight). The third treatment had no supplement and the cattle grazed only on grass. Finally, a fourth treatment was set where the steers were supplemented at 1kg DM of concentrate/100 kg of live weight. There was not any significant effect due to the restricted or the *ad libitum* hay inclusion on the DWG. The treatment supplemented with concentrate obtained superior DWG, compared to the rest of the treatments. This responded to a higher energy concentration offer on its diet. The pasture-only treatment showed high DWG in comparison to the analyzed antecedents. The pasture used in this experiment did not show low DM contents or high protein levels. This could partially explain the high animal performances. Even when the hay supplemented treatments showed high substitution rates, the forage intake was high for all the other treatments as well. However, the pasture-only and restricted hay treatments reached higher forage intakes. In general terms, the forage intake was less in the second grazing period because of the lower forage availability, due to a decrease of mouthful size in spite of the constant forage allowance. The eating rate increased for all treatments although it was not enough to counter effect the decrease of mouthful size. The kind and the quantity of supplement did not affect the ruminating time in any of the treatments. Nevertheless an increase of ruminating time was detected in all the treatments when they grazed the paddocks for a second time. The carcasses

characteristics and meat quality didn't show significant changes when the hay was included on the diet. The only remarkable changes were shown on animals whose food was supplemented with concentrate. They revealed a higher fat thickness and larger rib eye area (REA), due to a higher DWG.

Keywords: Hay; Hereford; Steers; Autumn; Ryegrass; Green winter fodders.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ALLDEN, W.; WHITTAKER, I. 1970. The determination of herbage intake by grazing sheep: the interrelationships of factors influencing herbage intake and availability. Australian Journal of Agricultural Research. 21 (5): 755-766.
2. 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. 111 p.
3. ALVIN, M. J. 1987. Aveia e azevém para produção de leite do Brazil. In: Molestina C. J. ed. Producción de pasturas para engorde y producción de leche. Montevideo, IICA/BID/PROCISUR. 293 p. (Diálogo no. 19)
4. ARELOVICH, H. M.; ARZADÚN, M. J.; LABORDE, H. E.; VÁSQUEZ, M. G. 2003. Performance of beef cattle grazing oats supplemented with energy, escape protein or high quality hay. Animal Feed Science and Technology. 105: 29-42.
5. 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. 99 p.
6. 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. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 111 p.

7. BIDNER, T. D.; SCHUPP, A. R.; MOHAMAD, A. B.; RUMORE, N. C.; MONTGOMERY, R. E.; BAGLEY, C. P.; MCMILLIN, K. W. 1986. Acceptability of beef from Angus-Hereford or Angus-Hereford-Brahman steers finished on all-forage or high energy diet. *Journal of Animal Science*. 62: 381-387.
8. CARAMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.
9. CARAVIA, V.; GONZÁLEZ, 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. 96 p.
10. CARRAU, E.; GUYNOT, J. P.; LESSA, A. 1998. Estudio de algunos factores que afectan el rendimiento carnicero en vacunos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 70 p.
11. COLOMER-ROCHER, F. 1986. Producción de canales ovinas frente al mercado común europeo. Zaragoza, Institución Fernando del Católico. s.p. (Publicación no. 1052).
12. CHILIBROSTE, P. 1998a. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo; I. Predicción del consumo. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (26as., 1998, Paysandú). Memorias. Paysandú, Centro Medico Veterinario de Paysandú. pp. 1-7.
13. _____. 1998b. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo; II. Balance de nutrientes. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (26as., 1998, Paysandú). Memorias. Paysandú, Centro Medico Veterinario de Paysandú. pp. 8-12.

14. _____. 2002. Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el periodo otoño-invernal. Paysandú, Facultad de Agronomía. 21 p.
15. DALY, C. C.; YOUNG, O. A.; GRAAFHUIS, A. E.; MOORHEAD, S. M. 1999. Some effects of diet on beef meat and fat attributes. *New Zeland Journal of Agricultural Research*. 42: 279-287.
16. DA SILVA, J.; ROCHA J. D. 2006. Efecto del manejo del pastoreo sobre la calidad de la dieta y características de la fermentación ruminal de novillos Hereford pastoreando raigrás. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 106 p.
17. DAMONTE, I.; IRAZABAL, G.; REINANTE, R.; SHAW, M. 2004. Efecto de la asignación de forraje y de la suplementación con grano de maíz entero o molido sobre la performance de novillos Hereford pastoreando verdeos durante el otoño. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 139 p.
18. DESCALZO, A. A.; INSANI, E. M.; MARGARIA, C. A.; GARCIA, P. T.; JOSIFOVICH, J.; PENSEL, N. A. 2000. Antioxidant status and lipid oxidation in fresh Argentine beef from pasture and grain-fed steers with vitamin E supra-nutritional supplementation. *In*: International Congress of Meat Science and Technology; Meat Diversifies Meal (46th, 2000, Buenos Aires). Proceedings. s.n.t. 562 p.
19. DI MARCO, O. N.; AELLO, M. S.; ENRIQUE, H. S. 2000. Efecto de la concentración de amoniaco ruminal en el gasto energético de rumiantes. *In*: Reunión Latinoamericana de Producción Animal (16^a, 2000, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, ALPA/AUPA. 1 disco compacto, 8 mm.
20. ELIZALDE, J.C.; SANTINI, F.J.; PASINATO, A.M. 1992. Digestión de forraje fresco de avena. I. Materia orgánica y síntesis proteica ruminal. *Revista Argentina de Producción Animal*. 12(Sup.1): 17.

21. _____. 2000. Utilización eficiente de pasto y la alternativa del engorde a corral. Balcarce, Unidad Integrada Balcarce (Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias/INTA). s.p.
22. FEED, O. D.; FRANCO, J. B. 1995. Suplementación energética de vacunos en pastoreo, efectos sobre las performance productiva y las características de la canal. s.l., IAMZ. 27 p.
23. FERREIRA, E.; FIGARES, C.; RODIRGUEZ, J. 2002. Efecto de la suplementación con heno sobre verdes de invierno en el engorde de novillos Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 157 p.
24. FRANCO, J.; GUTIERREZ, J. P.; APEZTEGUÍA, E. 1991. Avances en bovinos de carne; suplementación de novillos en pastoreo. In: Jornada de Investigación Producción Animal en Pastoreo (1991, Paysandú). Utilización de pasturas. Paysandú, Facultad de Agronomía. s.p.
25. FRANCOIS, R.; MAGRI, G.; MONTES, F. Suplementación energética con fuentes de diferentes degradabilidad ruminal en novillos Hereford alimentados en base a pasturas de alta calidad en el periodo otoño-invernal. Cinética de degradabilidad y parámetros ruminales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 85 p.
26. FRENCH, G.; O'RIORDAN, E. G.; MONAHAN, F. J.; CAFFREY, P. J.; MOONEY, M. T.; TROY, D. J.; MOLONEY, A. P. 2000. Meat quality of steers finished on autumn grass, grass silage or concentrated-based diets. Meat Science. 56: 173-180.
27. GAGLIOSTRO, G. A. 2006. Principios de nutrición y suplementación de bovinos en pastoreo. Balcarce, INTA. 188 p.
28. GALLARDO, M. 1999. Alimentación; importancia de la fibra en otoño. Chacra. no. 821: 10-14.

29. _____. 2000. Alimentación. El Bosteado, un buen semáforo. Infortambo. no.140: 110-114.
30. GANZABAL, A. 1997. Alimentación de ovinos con pasturas sembradas. Montevideo, INIA. 43 p. (Serie Técnica no. 84).
31. GARCIA, A. 1994. Valor nutritivo de los suplementos nutritivos en el Uruguay. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 204-217 (Serie Técnica no. 13).
32. GEAY, Y. ; BAUCHART, D. ; HOCQUETTE, J.F. ; CULIOLI, J. 2001. Effects of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics on muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial of meat. *Reproduction Nutrition Development*. 41: 1-26.
33. GREGORET, R.; GALLARDO, M. 2006. ¿Por que es importante el tamaño de picado? (en línea). Rafaela, INTA. Consultado feb. 2006. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/cfc/ensilajes.htm>
34. GRIGERA, J. M.; REARTE, D.; SANTINI, F. J. 2003. Algunos aspectos sobre la calidad de las carnes bovinas asociadas a los sistemas de producción. (en línea). In: Jornada de Actualización Ganadera (1ª, 2003, Balcarce). Memorias. s.n.t. Consultado dic. 2006. Disponible en http://www.inta.gov.ar/balcarce/actividad/capacita/act_ganad.htm.
35. GULBRANSEN, B. 1976. Response to supplementary sorghum grain by cattle grazing oats. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 16(82): 646-650.
36. HAMMOND, J. 1932. Growth and development of mutton qualities in sheep. London, UK, Oliver and Boyd. s.p.

37. HARGEAVES, L.; BARRALES, R; ZAMORANO, L. 2003. Factores que influyen en el pH último e incidencia de corte oscuro en canales de bovino. s.l., Pontificia Universidad Católica de Chile. Departamento de Ciencias Animales. 19 p.
38. HOGDSON, J. 1990. Grazing management; science into practice. London, Longman Scientific and Technical. 203 p.
39. HOLMES, W.; JONES, J. C.; 1964. The efficiency of utilization of fresh grass. Proceedings of the Nutrition Society. 23 (1): 88-99.
40. HUERTA LEIDENZ, N. 2002. Caracterización de ganado y carne bovina como base científica de la clasificación de canales en el trópico americano. In: Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal (11º., 2002, Valera). Tecnología e Industria. Maracaibo, Universidad de Zulia. 18 p.
41. IMMONEN, K.; RUUSUNEN, M.; HISSA, K.; AND PUOLANNE, E. 2000. Bovine muscle glycogen concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH. Meat Science. 55: 25-31.
42. JORNADA ANUAL DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN INTENSIVA DE CARNE (2004, Paysandú). 2004. Manejo nutricional en ganado de carne. Paysandú, Facultad de Agronomía. 9 p.
43. KLONT, R. E.; BARNIER, M.H.; VAN DIJK, A.; SMULDERS, F. J. M.; HOVING-BOLINK, A.H.; HULSEGGE, B.; EIKELBOOM, G. 2000. Effects of pH rate fall, time of deboning, aging period, and their interaction on veal quality characteristics. Journal of Animal Science. 78:1845-1851.

44. KLOSTER, A. M.; LATIMORI, N. J.; AMIGONE, M.A.; ARANO, A. R.; DAZA, C. G. 1997. Invernada de alta producción sobre pasturas base alfalfa con suplementación estratégica. In: Departamento de Producción Animal. Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Río Cuarto. Invernada bovina en zonas mixtas. Claves para una actividad más rentable y eficiente. Córdoba, INTA. pp. 165-168 (Agro no. 2)
45. KRYSL, L. J.; HESS, B.W. 1993. Influence of supplementation on behaviour of grazing cattle. *Journal of Animal Science*. 71 (9): 2546-2555.
46. LANGE, A. 1980. Suplementación de pasturas para la producción de carne. 2ª.ed. Buenos Aires, AACREA. 74 p.
47. LAWRENCE, T. L. J.; FOWLER, V. R. 2002. Tissues; growth and structure relative to product value for human consumption. 2nd. ed. s.l., United Kingdom, CABI. 368 p. (Growth of Farm Animals).
48. LAWRIE, R.A. 1996. The eating quality of meat. Oxford, Pergamon. 286 p.
49. LEAVER, J. D. 1985. Milk production form grazed temperate grasslands. *Journal of Dairy Research*. 52: 313-344.
50. LORECH, S. 1998. Metabolismo protéico en rumiantes. (en línea). In: Conferencia de Curso de Postgrado (1998, The Ohio State University). Sistema intensivo de producción de carne. Consultado jun. 2006. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/26-metabolismo_proteico_en_rumiantes.htm
52. MADER, T. L.; HORN, G. W.; PHILLIPS, W. A. 1983. Feeding low-quality roughages to wheat pasture stockers. I. Effect of weight gains and bloat. *Journal of Animal Science*. 56: 1021.

53. _____.; _____. 1986. Low quality roughages for steers grazing heat pasture. II. Effect of wheat forage intake and utilization. *Journal of Animal Science*. 62:1113.
54. MARMER, W.N.; MAXWELL, R.J.; WILLIAMS, J.E. 1984. Effects of dietary regimen and tissue site in bovine fatty acid profiles. *Journal of Animal Science*. 59:101-121.
55. MELTON, S.L. 1990. Effects of feeds on flavour of red meat; a review. *Journal of Animal Science*. 68. 4421-4435.
56. MÉNDEZ, D.; DAVIES, P.; DILLON, A.1996. Efecto de la suplementación energética y energético proteica sobre la ganancia de peso individual de novillos en un verdeo de avena. *Revista Argentina de Producción Animal*. 16 (sup.1): 120-121.
57. _____.; _____. 2000. Actualización en utilización de verdeos invernales. INTA General Villegas. Publicación Técnica no. 30. 35 p.
58. _____.; _____. 2006. Calidad de forraje y bajas ganancias de peso otoñales. (en línea). General Villegas, INTA. Consultado jul. 2006. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/Villegas/info/publicdf/Calidad%20de%20forraje.pdf>
59. MILLOT, J.; REBUFFO, M.; ACOSTA Y. 1981. Manejo; una condicionante del éxito de variedades de avena. *Miscelánea CIAAB*. no. 36: 1-22.
60. MOLITERNO, E. A. 1986. Medición de pasturas. Paysandú, Facultad de Agronomía. 5 p.
61. MONTOSI, F.; RISSO, D. F.; FIGURINA, G. 1996. Consideraciones sobre utilización de pasturas. *In*: Risso, D.F.; Berretta, E.J.; Morón, A. eds. *Producción y manejo de pasturas*. Montevideo, INIA. pp. 93-103 (Serie Técnica no.80).

62. MURRAY, A. 1989. Factors affecting beef color at the time of grading. *Canadian Journal of Animal Science*. 69: 347-355.
63. NICOL, A.M. 1989. Beef cattle production. s.l., Lincoln College. Department of Animal Science. 101p.
64. NORBIS, H. M. 1994. Factores que influyen sobre el consumo voluntario y la performance animal. In: Utilización de pasturas. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp 33-68.
65. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1987. Nutrient requirements of beef cattle. Washington, D.C., National Academic Press. s.p.
66. O'SULLIVAN, A.; GALVIN, K.; MOLONEY, A. P.; TROY, D. J.; O'SULLIVAN, K.; KERRY, J.P. 2003. Effect of pre-slaughter rations of forrage and/or concentrates on the composition and quality of the retail packaged beef. *Meat Science*. 63: 279-286.
67. ORSKOV, E. R. 1992. Protein nutrition in ruminants. London, Academic Press. 175 p.
68. OWENS, F. N.; ZINN, R. 1988. Metabolismo de la proteína en los rumiantes. In: Church, D.C. ed. El rumiante; fisiología digestiva y nutrición. Zaragoza, Acribia. pp 227-249.
69. PEARSON, C. J.; ISON, R. L. 1994. Agronomía de los sistemas pastoriles. s.l., Hemisferio Sur. 157 p.
70. PHILIPS, C. J. C.; LEAVER, J. D. 1986. Seasonal and diurnal variation in the grazing behaviour of dairy cows. In: Frame, J. ed. Grazing. London, British Grassland Society. pp. 98-104.
70. PIEORNI, G.; MELANI, G.; PERALTA, R. 1998. Suplementación con silaje de maíz a novillos en terminación sobre verdes de avena. *Revista Argentina de Producción Animal*. 18 (sup.1): 249-250.

71. FIGURINA, G. 1994. Suplementación dentro de una estrategia de manejo en áreas de ganadería extensiva. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. 2ª. ed. Montevideo, INIA. pp. 195-200 (Serie Técnica no. 13).
72. _____; BRITO, G.; PITTALUGA, O.; SCAGLIA, G.; RISSO, D.; BERRETTA, E. 1997. Suplementación de la recría en vacunos. In: Suplementación estratégica de la cría y recría ovina y vacuna. Montevideo, INIA. p. varía. (Actividades de Difusión no. 129).
73. POPPI, D. P.; HUGHES, T. P.; L'HUILLIER, P. J. 1987. Intake of pasture by grazing ruminants. In: Nicol, A.M. ed. Livestock feeding on pasture. s.l., New Zeland Society fo Animal Production. s.p. (Occasional Publication no 10).
74. PORDOMINGO, A. J. 2001. Las reservas forrajeras en la producción animal; el balance de las dietas. (en línea). s.n.t. Consultado jul. 2006. Disponible _____ en http://www.produccionbovina.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_en_gneral_18-las_reservas_forrajeras.htm
75. PRESTON, T.R.; WILLIS, M.B. 1974. Producción intensiva de carne. México, Diana. 736 p.
76. _____; _____. 1975. Composición y calidad de la canal. In: Producción intensiva de carne. México, Diana. cap. 2, pp. 61-143.
77. PRIOLO, A.; MICOL, D.; AGABRIEL, J. 2001. Effects on grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour; a review. Animal Research. 50: 185-200.
78. REALINI, C.E.; DUCKETT, S.K.; BRITO, G.W.; DALLA RIZZA, M.; DE MATTOS, D. 2004. Effects of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. Meat Science. 66: 567-577.

79. REARTE, D. H. 1999. Sistemas pastoriles intensivos de producción de carne de la región templada. In: Reuniao Anual Sociedade Brasileira de Zootecnia (36, 1999, Porto Alegre). Trabajos presentados. s.n.t. pp. 213-223.
80. _____. 2001. Sistemas pastoriles intensivos de producción de carne de la región templada. (en línea). s.n.t. Consultado may. 2006. Disponible en <http://www.e-campo.com/?event=news.display&id=F943FF9D-FDE6-11D4-9B0400010226AA51&>
81. ROVIRA, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 288 p.
82. SANTINI, F.; REARTE, D. 1997. Estrategias de alimentación en invernada. In: Vaz Martins, D. ed. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. pp. 37-45 (Serie Técnica no. 83).
83. _____.; DEPETRIS, G. 2006. Calidad de carne asociada al sistema de producción. Balcarce, INTA. 8 p.
84. SAÑUDO, C. 1992. La calidad organoléptica de la carne con especial referencia a la especie ovina. Factores que la determinan, métodos de medida y causas de variación. Zaragoza, SIA. 117 p.
85. SANTOLARIA, P. 1993. Factores que afectan la calidad de la carne en terneros de la raza Parda y Pirenaica. Tesis de doctorado. Zaragoza, España. Universidad de Zaragoza. s.p.
86. SCHAAKE, S. E.; SKELLEY, G. C.; HALPIN, E.; GRIMES, L.W.; BROWN, R. B.; CROSS, D. L.; THOMPSON, C. E. 1993. Carcass and meat sensory traits of steers finished on fescue and clover, summer forage, or for different periods in dry oat. *Journal of Animal Science*. 71: 3199-3205.

87. SIMEONE, A.; BERETTA, V.; BOGGIANO, P.; ZANONNIANI, R. 2005. Bases nutricionales para el manejo de la alimentación en sistemas pastoriles y de confinamiento destinados al engorde de vacunos. Módulo 2. Suplementación con alimentos concentrados. In: Curso de Actualización Profesional para Egresados Universitarios (2005, Montevideo). Resúmenes. Montevideo, Facultad de Agronomía. 85 p.
88. _____.; BALDI, F.; BERETTA, V.; FRANCO, J. 2004. Manejo nutricional del ganado de carne. In: Jornada Anual de la UPIC (2004, Montevideo). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. p. 19.
89. THOMPSON, J. 2002. Managing meat tenderness. Meat Science. 62: 295-308.
90. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA AGRICULTURA Y PESCA. 1979. Carta de reconocimiento de suelos. Montevideo. s.p.
91. VAZ MARTINS, D.; CIBILS, R. ; AUNCHAÍN, M. ; DE LAMARE, M. C.. 1998. Engorde de novillos en base a silo de maiz suplementado con pasturas o expeler de girasol. In : Vaz Martins, D. ed. Utilizacion de ensilaje de maíz y grano para el engorde de novillos. Montevideo, INIA. pp. 1-12 (Serie Técnica no. 98).
92. _____.; BANCHERO, G. 2005a. Alternativas de suplementación y manejo de bovinos y ovinos para superar las ganancias de otoño-invierno. In: Jornada de Producción de Carne Intensiva (2005, INIA, La Estanzuela). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 11-13 (Actividades de Difusión no. 406).
93. _____.; FERNANDEZ, E.; LA MANNA, A.; MIERES, J.; BANCHERO, G. 2005b. Efecto del nivel de oferta de forraje y de la suplementación con grano y heno en la performance de novillos que pastorean una mezcla de leguminosas y gramíneas durante el otoño. In: Jornada de Producción de Carne Intensiva (2005, INIA, La Estanzuela). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 17-21 (Actividades de Difusión no. 406).

94. VERITÉ, R.; JOURNET, M. 1970 Influence de la teneur en eau et de la deshydratation del herbe sur sa valeur alimentaire pour les vaches laitières. Annales de Zootechnie. 10: 269-277.
95. VIZCARRA, J.; MIERES, J.M.; VAZ MARTINS, D. 1985. 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. no. 6: 60-67.
96. WADE, M. H. 1991. Factors affecting the availability of vegetative Lolium perenne to grazing dairy cows with special references to sward characteristics, sotcking rate grazing method. Ph. D. Rennes, France. Université de Rennes. s.p.
97. WARRISS, P.D. 2000. Meat science; an introductory text.; Wallingford. s.l. CABI. s.p.
98. WEBB, E.C. 2003. Carcass fat quality and composition. Consistency of quality. In: International Meat Symposium (11th., 2003). Proceedings. s.l., Agricultural Research Council (ARC). South Africa. pp. 48-55.
99. _____. 2004. Manipulating beef quality through feeding. In: AFMA Forum (2004, Universty of Pretoria). Recent developments in animal feeds and feeding. s.l., Departament of Animal and Wildlife Sciences. pp.1-24.
100. ZANONNIANI, R.; NÖELL, S. 1997. Verdeos en invierno. Instituto Plan Agropecuario. Unidad Experimental de Young. Cartilla no. 2. s.p.
101. _____.; DUCAMP, F.; BRUNI, M. 2000. Utilización de verdeos de invierno en sistemas de producción animal. (en línea). Instituto Plan Agropecuario. Cartilla no. 17. Consultado 18 ago. 2006. Disponible en <http://www.planagro.com.uy>

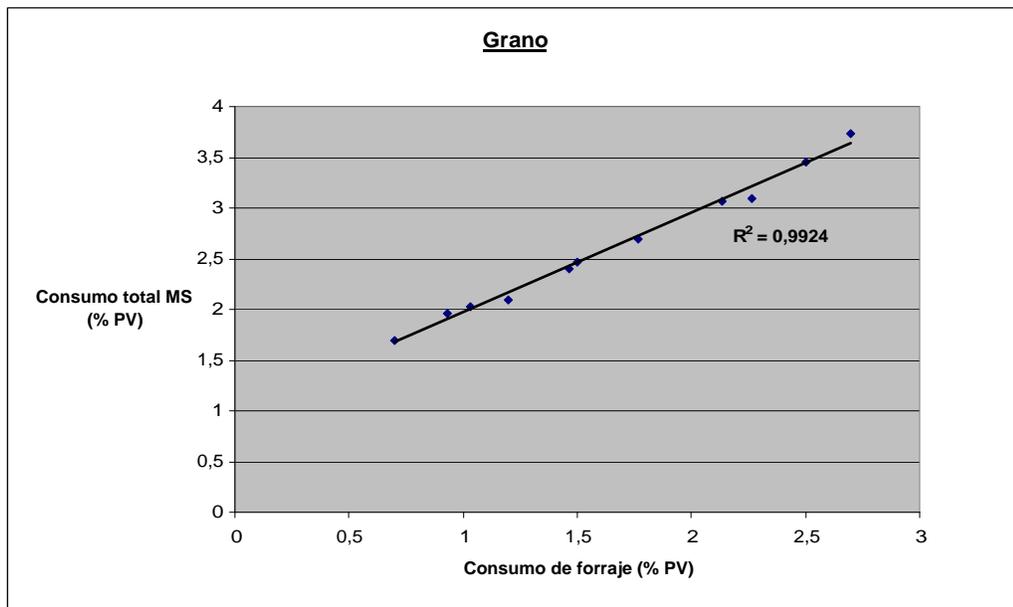
9.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

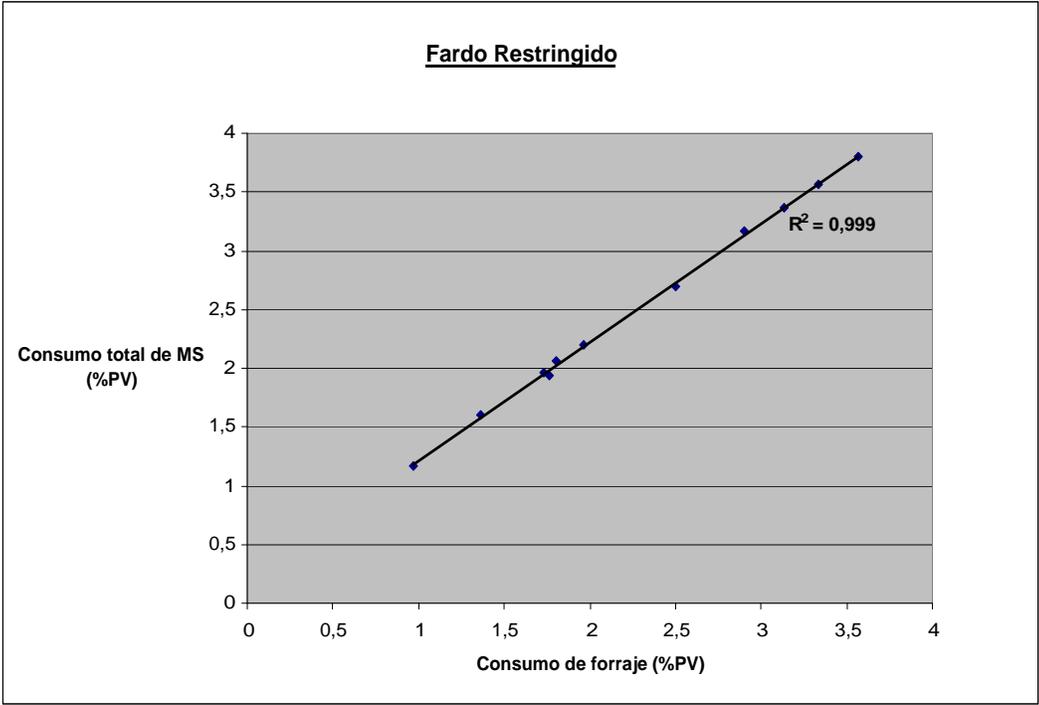
9. ANEXOS

Anexo 1:

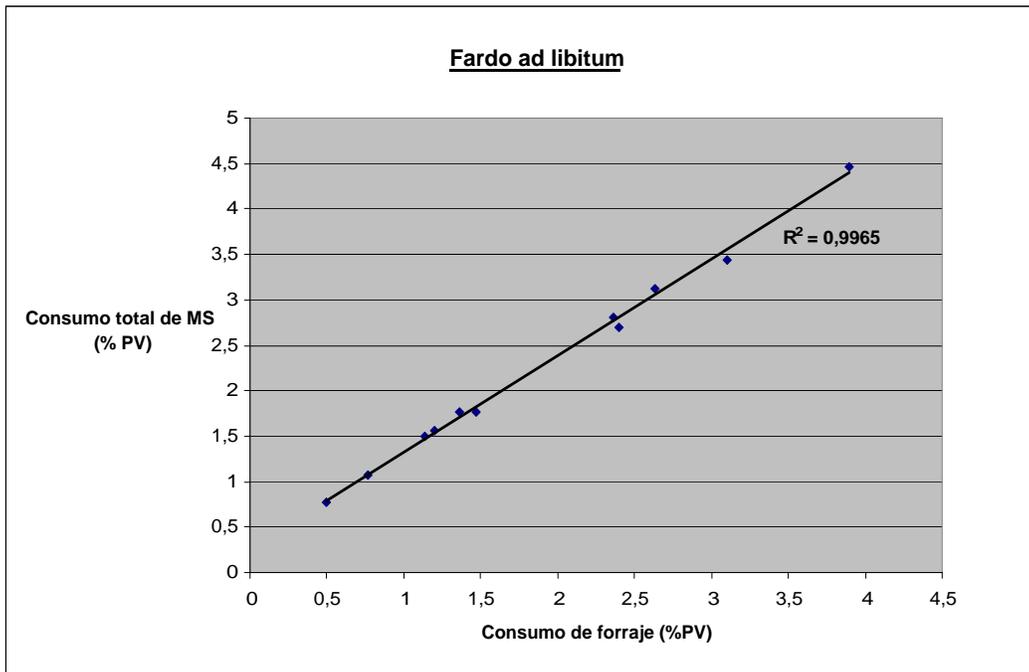
Relación entre consumo total de MS y consumo de forraje para los distintos tratamientos



Fuente: elaboración propia.



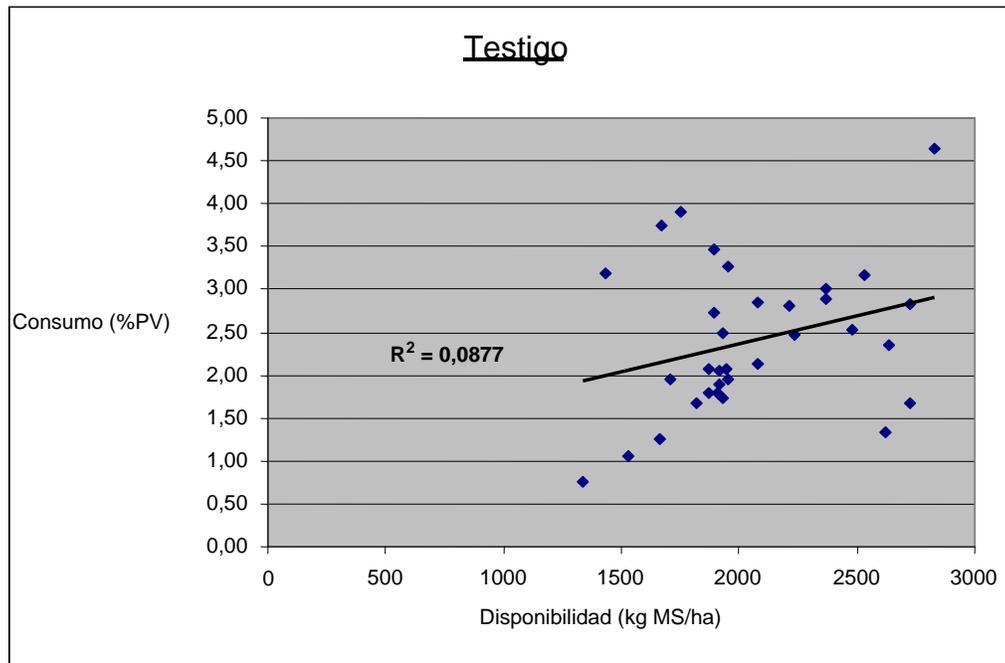
Fuente: elaboración propia.



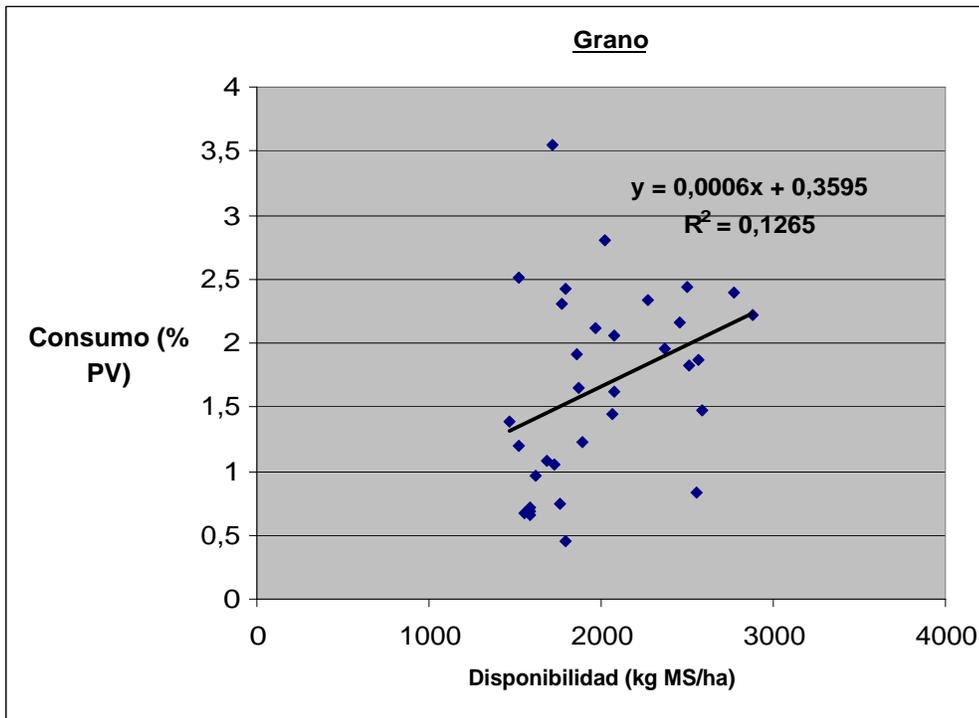
Fuente: elaboración propia.

Anexo 2:

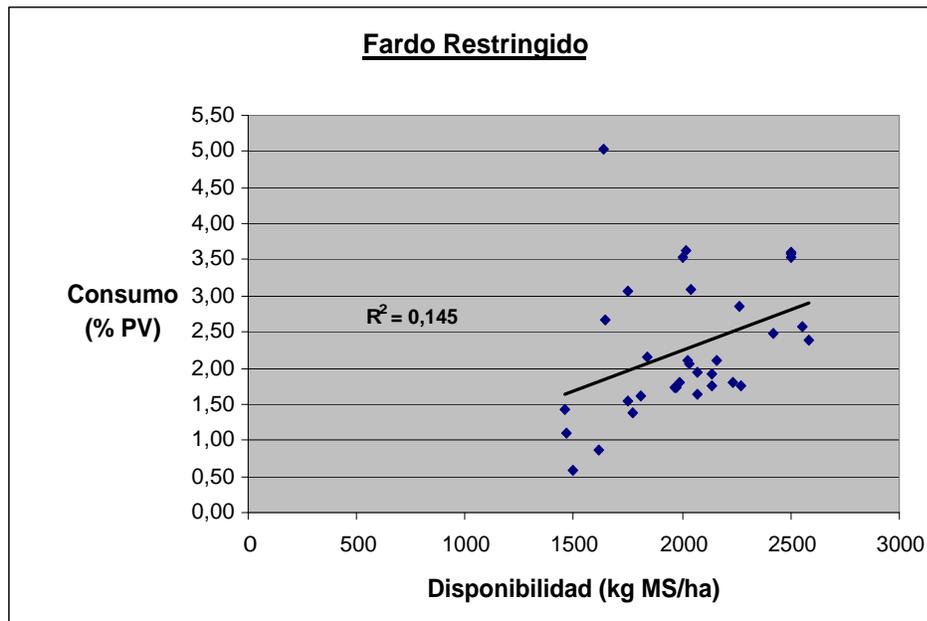
Relación entre disponibilidad de MS de la pastura a la entrada de la parcela y el consumo de MS.



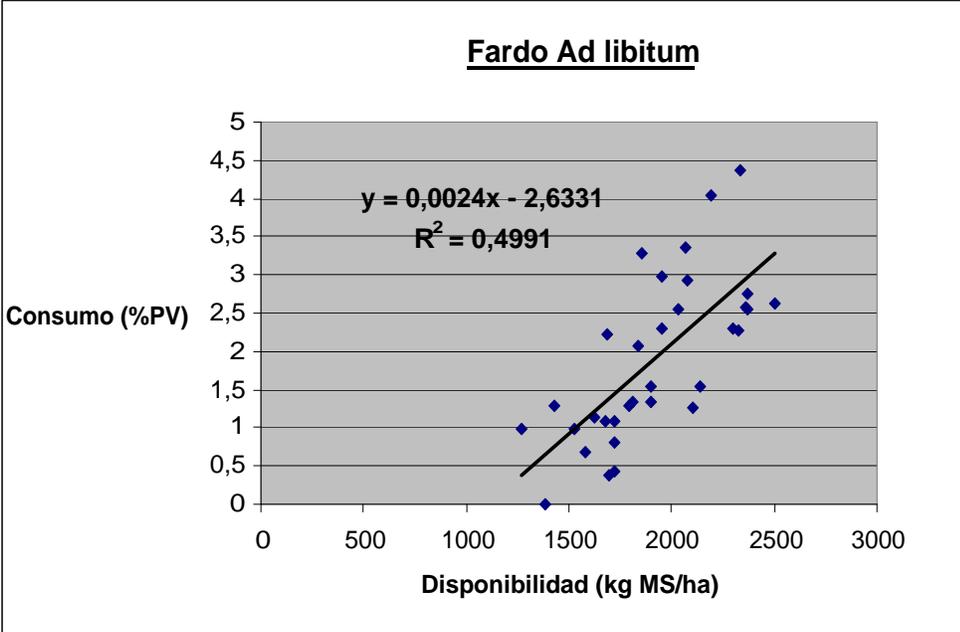
Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia.

Anexo 3:

Evolución de la altura del forraje.

ALTURA DE FORRAJE (cm) 6/6 - 14/6

		06-Jun	07-Jun	08-Jun	09-Jun	10-Jun	11-Jun	12-Jun	03-Jun	14-Jun
Grano	R1	25	21	18	18	16	12	11	10	10
	R2	25	22	18	18	16	14	14	10	11
	R3	23	21	16	16	14	11	14	8	8
	Promedio	24	21	18	17	15	13	13	9	10
Testigo	R1	24	19	16	16	13	11	11	9	8
	R2	19	17	13	15	12	11	10	8	7
	R3	22	20	14	14	12	10	9	8	7
	Promedio	22	19	14	15	12	11	10	8	8
F. rest	R1	26	22	17	15	13	10	10	8	8
	R2	25	22	17	15	13	10	12	7	8
	R3	24	23	16	15	14	11	10	7	6
	Promedio	25	23	17	15	13	11	11	7	7
F. Ad lib	R1	23	22	16	17	14	9	11	7	7
	R2	24	21	18	16	14	11	12	8	9
	R3	23	22	17	18	14	11	9	7	7
	Promedio	24	21	17	17	14	11	11	8	8

Fuente: elaboración propia

ALTURA DE FORRAJE (cm) 22/6 - 28/6

		22- Jun	23- Jun	24- Jun	25- Jun	26- Jun	27- Jun	28- Jun
Grano	R1	23	20	19	17	16	15	11
	R2	26	17	21	15	13	13	11
	R3	20	18	18	14	12	10	11
	Promedio	23	19	19	15	14	13	11
Testigo	R1	27	21	20	16	14	10	11
	R2	27	17	20	18	15	12	12
	R3	28	20	19	15	13	12	11
	Promedio	27	20	20	17	14	11	11
F. rest	R1	16	15	17	15	12	9	9
	R2	24	20	19	13	12	8	9
	R3	25	19	18	16	13	12	10
	Promedio	22	18	18	14	12	10	9
F. Ad lib	R1	22	17	19	14	11	9	9
	R2	20	16	12	11	9	7	6
	R3	22	17	17	13	10	7	9
	Promedio	21	17	16	13	10	8	8

Fuente: elaboración propia.

ALTURA DE FORRAJE (cm) 6/7 - 12/7

		06- Jul	07- Jul	08- Jul	09- Jul	10- Jul	11- Jul	12- Jul
Grano	R1	27	22	24	22	16	14	13
	R2	20	19	17	15	13	10	9
	R3	19	15	17	15	13	9	8
	Promedio	22	19	19	17	14	11	10
Testigo	R1	16	17	12	10	8	6	6
	R2	21	15	17	15	12	9	9
	R3	23	20	17	16	12	11	9
	Promedio	20	17	16	14	11	9	8
F. rest	R1	25	22	21	17	16	12	11
	R2	26	24	21	19	17	14	11
	R3	26	21	20	18	14	14	11
	Promedio	26	22	21	18	15	13	11
F. Ad lib	R1	27	20	20	17	17	13	10
	R2	28	24	21	18	16	13	12
	R3	25	21	18	17	16	12	11
	Promedio	27	22	20	17	16	13	11

Fuente: elaboración propia.

ALTURA DE FORRAJE (cm) 20/7 - 26/7

		20-Jul	21-Jul	22-Jul	23-Jul	24-Jul	25-Jul	26-Jul
Grano	R1	21	15	14	13	10	10	9
	R2	19	17	16	13	11	11	9
	R3	21	19	17	15	14	14	13
	Promedio	21	17	16	14	12	11	11
Testigo	R1	23	21	18	12	8	9	8
	R2	21	20	16	11	10	8	9
	R3	23	20	15	11	8	9	7
	Promedio	22	20	16	11	9	9	8
F. rest	R1	23	19	16	11	10	10	10
	R2	22	19	19	12	11	10	10
	R3	23	17	17	11	12	9	9
	Promedio	23	19	17	11	11	10	10
F. Ad lib	R1	27	23	18	15	11	11	12
	R2	23	22	16	13	10	10	10
	R3	23	21	18	15	11	10	9
	Promedio	24	22	17	14	11	10	10

Fuente: elaboración propia.

ALTURA DE FORRAJE (cm) 3/8 - 9/8

		03-Ago	04-Ago	05-Ago	06-Ago	07-Ago	08-Ago	09-Ago
Grano	R1	14	11	10	9	6	7	6
	R2	13	13	11	12	11	8	8
	R3	16	16	13	12	12	10	8
	Promedio	14	13	11	11	10	8	7
Testigo	R1	17	15	14	13	10	9	7
	R2	19	16	15	14	11	9	8
	R3	17	14	13	11	10	8	7
	Promedio	18	15	14	13	10	9	7
F. rest	R1	12	11	8	8	6	6	6
	R2	11	11	10	9	8	7	6
	R3	16	15	13	12	10	9	8
	Promedio	13	12	11	10	8	7	6
F. Ad lib	R1	13	10	9	8	7	5	5
	R2	13	10	10	9	7	6	6
	R3	19	18	14	14	12	11	9
	Promedio	15	13	11	10	8	8	7

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 4:

Disponibilidad de forraje a la entrada de cada cambio de parcela.

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	1.69	0.1932

Type 3 Tests of Fixed Effects

Num Effect	Den DF	DF	F Value	Pr > F
TRAT	3	8	3.88	0.0555
SEMana	10	80	36.16	<.0001
TRAT*SEM	30	80	4.51	<.0001

Disponibilidad de forraje a la salida de cada cambio de parcela.

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.47	0.4950

Type 3 Tests of Fixed Effects

Num Effect	Den DF	DF	F Value	Pr > F
TRAT	3	8	13.22	0.0018
SEMana	10	80	38.68	<.0001
TRAT*SEM	30	80	4.48	<.0001

% Utilización

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	1.95	0.1621

Type 3 Tests of Fixed Effects

Num Effect	Den DF	DF	F Value	Pr > F
TRAT	3	8	28.87	0.0001
SEMana	10	80	63.11	<.0001
TRAT*SEM	30	80	2.25	0.0022

Consumo de Pastura como kg MS / 100 kg PV

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.03	0.8681

Type 3 Tests of Fixed Effects

Num Effect	Den DF	DF	F Value	Pr > F
TRAT	3	8	17.46	0.0007
SEMana	10	80	31.61	<.0001
TRAT*SEM	30	80	1.58	0.0556

Consumo de Heno como g MS / 100 kg PV

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	7.89	0.0050

Type 3 Tests of Fixed Effects

Num Effect	Den DF	DF	F Value	Pr > F
TRAT	1	4	101.15	0.0005
SEMana	10	40	7.66	<.0001
TRAT*SEM	10	40	5.89	<.0001

Altura de Entrada a cada parcela (cm)

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.00	1.0000

Type 3 Tests of Fixed Effects

Num Effect	Den DF	DF	F Value	Pr > F
TRAT	3	8	0.88	0.4918
SEMana	4	32	30.14	<.0001
TRAT*SEM	12	32	3.34	0.0032

Altura de Salida de cada parcela (cm)

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.00	1.0000

Type 3 Tests of Fixed Effects

Num Effect	Den DF	DF	F Value	Pr > F
TRAT	3	8	2.65	0.1199
SEMana	4	32	11.59	<.0001
TRAT*SEM	12	32	2.43	0.0222

Consumo Total como kg MS / 100 kg PV

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.19	0.6651

Type 3 Tests of Fixed Effects

Num Effect	Den DF	DF	F Value	Pr > F
TRAT	3	8	3.07	0.0910
SEMana	10	80	32.46	<.0001
TRAT*SEM	30	80	1.74	0.0264

Ganancia diaria de peso

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	128.50	<.0001

Type 3 Tests of Fixed Effects

Num Effect	Den DF	DF	F Value	Pr > F
TRAT	3	7	0.78	0.5394
dias	1	116	343.35	<.0001
dias*TRAT	3	116	3.15	0.0276
PVI	1	7	8.40	0.0230

Tiempo de Pastoreo (%)

PARMS Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.00	1.0000

Type 3 Tests of Fixed Effects

Num Effect	Den DF	DF	F Value	Pr > F
TRAT	3	8	13.94	0.0015
SEMANA	3	24	12.22	<.0001
TRAT*SEMANA	9	24	2.11	0.0693
DIA_DENTROSE(SEMANA)	3	33	6.76	0.0011

Tiempo de Rumia (%)

PARMS Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.00	1.0000

Type 3 Tests of Fixed Effects

Num Effect	Den DF	DF	F Value	Pr > F
TRAT	3	8	2.55	0.1285
SEMANA	3	24	5.51	0.0051
TRAT*SEMANA	9	24	0.59	0.7947
DIA_DENTROSE(SEMANA)	3	33	2.02	0.1304

Tiempo de Descanso (%)

PARMS Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.00	1.0000

Type 3 Tests of Fixed Effects

Num Effect	Den DF	DF	F Value	Pr > F
TRAT	3	8	15.65	0.0010
SEMANA	3	24	5.36	0.0057
TRAT*SEMANA	9	24	0.30	0.9690
DIA_DENTROSE(SEMANA)	3	33	8.90	0.0002

Tiempo de Visita a Batea (%)

PARMS Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.00	1.0000

Type 3 Tests of Fixed Effects

Num Effect	Den		F Value	Pr > F
	DF	DF		
TRAT	2	6	2.11	0.2027
SEMANA	3	18	7.51	0.0018
TRAT*SEMANA	6	18	5.17	0.0030
DIA_DENTROSE(SEMANA)	3	24	3.61	0.0278

Tiempo dedicado al pastoreo de 8 a 10 horas

PARMS Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.00	1.0000

Type 3 Tests of Fixed Effects

Num Effect	Den		F Value	Pr > F
	DF	DF		
TRAT	3	8	3.47	0.0707
SEMANA	3	24	3.10	0.0455
TRAT*SEMANA	9	24	2.11	0.0704
DIA_DENTROSE(SEMANA)	3	33	3.69	0.0214

Tiempo dedicado al pastoreo de 10 a 12 horas

PARMS Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.00	1.0000

Type 3 Tests of Fixed Effects

Num Effect	Den		F Value	Pr > F
	DF	DF		
TRAT	3	8	0.50	0.6930
SEMANA	3	24	0.50	0.6868
TRAT*SEMANA	9	24	0.97	0.4895
DIA_DENTROSE(SEMANA)	3	33	6.37	0.0016

Tiempo dedicado al pastoreo de 12 a 14

PARMS Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.00	1.0000

Type 3 Tests of Fixed Effects

Num Effect	Den		F Value	Pr > F
	DF	DF		
TRAT	3	8	1.86	0.2147
SEMANA	3	24	2.15	0.1202
TRAT*SEMANA	9	24	0.66	0.7373
DIA_DENTROSE(SEMANA)	3	33	2.90	0.0498

Tiempo dedicado al pastoreo de 14 a 16.

PARMS Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.00	1.0000

Type 3 Tests of Fixed Effects

Num Effect	Den		F Value	Pr > F
	DF	DF		
TRAT	3	8	2.00	0.1927
SEMANA	3	24	2.31	0.1016
TRAT*SEMANA	9	24	0.66	0.7381
DIA_DENTROSE(SEMANA)	3	33	8.12	0.0003

Tiempo dedicado al pastoreo de 16 a 18.

PARMS Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.00	1.0000

Type 3 Tests of Fixed Effects

Num Effect	Den		F Value	Pr > F
	DF	DF		
TRAT	3	8	0.54	0.6677
SEMANA	3	24	10.97	<.0001
TRAT*SEMANA	9	24	5.28	0.0005
DIA_DENTROSE(SEMANA)	3	30	9.79	0.0001

Tasa de Bocado Promedio.

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	2.85	0.0911

Type 3 Tests of Fixed Effects

Num Effect	Den DF	DF	F Value	Pr > F
TRAT	3	8	6.80	0.0137
SEMANA	3	24	6.95	0.0016
TRAT*SEMANA	9	24	0.83	0.5956
DIA_DENTROSE(SEMANA)	3	27	0.69	0.5674

ANEXO 5:

Evolución de peso vivo de los novillos a lo largo del experimento

	Rep.	Peso vivo (kg)											
		08/6	15/6	22/6	29/6	06/7	13/7	20/7	27/7	03/8	10/8	17/8	24/8
G	1	350,5	344,0	361,3	364,8	375,3	384,5	388,5	402,3	408,8	420,3	428,5	430,3
	2	351,5	326,3	340,3	344,5	350,5	363,5	369,8	385,8	389,8	405,0	412,0	416,0
	3	336,0	348,5	353,3	366,0	381,0	390,7	401,0	412,7	414,3	426,7	442,0	445,0
	Trat.	346,0	339,6	351,6	357,7	368,9	379,6	386,4	400,2	404,3	417,3	427,5	430,4
T	1	358,8	351,5	351,0	366,3	371,8	379,0	385,8	397,0	399,0	412,0	421,5	419,0
	2	352,8	344,0	349,0	360,3	371,0	373,8	378,0	387,5	384,0	397,3	408,3	408,8
	3	328,0	321,5	331,3	343,0	348,8	354,5	360,8	375,0	375,0	382,8	392,5	395,0
	Trat.	348,5	341,1	345,6	358,2	365,9	370,9	376,6	388,4	387,5	398,9	409,1	409,1
HR	1	314,0	337,8	341,5	348,5	360,5	369,0	365,0	382,0	383,3	394,5	400,3	399,8
	2	336,0	341,8	338,0	352,8	365,8	373,8	370,8	384,3	390,8	401,0	411,5	407,3
	3	333,5	343,0	358,0	360,8	368,8	381,5	377,5	391,0	394,5	404,3	412,3	411,5
	Trat.	327,8	340,8	345,8	354,0	365,0	374,8	371,1	385,8	389,5	399,9	408,0	406,2
HA	1	314,5	334,5	344,3	343,0	351,5	365,3	356,5	372,3	375,5	390,5	396,3	388,0
	2	334,8	347,3	349,8	356,0	363,0	371,0	366,8	383,0	388,3	401,5	405,5	404,0
	3	365,5	362,0	365,5	374,3	385,3	393,5	391,5	400,0	408,0	420,5	430,8	428,0
	Trat.	338,3	347,9	353,2	357,8	366,6	376,6	371,6	385,1	390,6	404,2	410,8	406,7

Fuente: elaboración propia.

Las pesadas correspondientes al experimento son hasta el 17/8. La última pesada corresponde a el peso de los novillos previo al embarque.

G: Grano T: Testigo HR: Heno restringido HA: Heno *Ad libitum*

Trat: Promedio por tratamiento.

Anexo 6:

Disponibilidad, rechazo, utilización y consumo de forraje y suplemento.

Trat	Rep	Fecha	Sem	Disp. (kgMS/ha)	Rech. (kg MS/ha)	% Util.	Cons. (%PV)	Cons.heno (% PV)	Cons grano (% PV)
Grano	1	06-Jun	2	2504,6	1414,0	43,5	2,4	.	0,85
Grano	2	06-Jun	2	2772,4	1702,5	38,6	2,4	.	0,85
Grano	3	06-Jun	2	2370,7	1493,8	37,0	2,0	.	0,89
Testigo	1	06-Jun	2	2651,9	1154,6	56,5	2,9	.	.
Testigo	2	06-Jun	2	2651,9	1067,9	59,7	3,0	.	.
Testigo	3	06-Jun	2	2692,1	1154,6	57,1	2,5	.	.
H. rest.	1	06-Jun	2	2505,0	1154,6	53,9	3,5	0,20	.
H. rest.	2	06-Jun	2	2505,0	1154,6	53,9	3,6	0,26	.
H. rest.	3	06-Jun	2	2505,0	1154,6	53,9	3,6	0,24	.
H. ad lib	1	06-Jun	2	2370,7	1154,6	51,3	2,8	0,51	.
H. ad lib	2	06-Jun	2	2504,6	1328,0	47,0	2,6	0,47	.
H. ad lib	3	06-Jun	2	2370,7	1241,3	47,6	2,5	0,43	.
Grano	1	15-Jun	3	2016,7	937,3	53,5	2,8	.	0,92
Grano	2	15-Jun	3	1796,3	871,6	51,5	2,4	.	0,97
Grano	3	15-Jun	3	1777,1	909,1	48,8	2,3	.	0,96
Testigo	1	15-Jun	3	1892,1	579,1	69,4	3,5	.	.
Testigo	2	15-Jun	3	1949,6	693,5	64,4	3,3	.	.
Testigo	3	15-Jun	3	1892,1	871,6	53,9	2,7	.	.
H. rest.	1	15-Jun	3	1642,9	631,5	61,6	2,7	0,22	.
H. rest.	2	15-Jun	3	1748,3	575,7	67,1	3,1	0,24	.
H. rest.	3	15-Jun	3	2016,7	621,4	69,2	3,6	0,23	.
H. ad lib	1	15-Jun	3	2189,2	674,8	69,2	4,0	0,56	.
H. ad lib	2	15-Jun	3	1853,8	627,0	66,2	3,3	0,51	.
H. ad lib	3	15-Jun	3	2333,0	693,5	70,3	4,4	0,61	.
Grano	1	22-Jun	4	2507,5	1707,0	31,9	1,8	.	0,88
Grano	2	22-Jun	4	2072,1	1337,5	35,4	1,6	.	0,94
Grano	3	22-Jun	4	1854,4	992,0	46,5	1,9	.	0,85
Testigo	1	22-Jun	4	2531,7	1115,9	55,9	3,2	.	.
Testigo	2	22-Jun	4	2483,3	1358,7	45,3	2,5	.	.
Testigo	3	22-Jun	4	2725,2	1474,8	45,9	2,8	.	.
H. rest.	1	22-Jun	4	1637,3	979,5	40,2	5,0	0,26	.
H. rest.	2	22-Jun	4	2265,6	975,3	57,0	2,9	0,26	.
H. rest.	3	22-Jun	4	2023,7	1063,1	47,5	2,1	0,21	.
H. ad lib	1	22-Jun	4	2035,8	916,9	55,0	2,6	0,46	.

Trat	Rep	Fecha	Sem	Disp. (kgMS/ha)	Rech. (kg MS/ha)	% Util.	Cons. (%PV)	Cons.heno (% PV)	Cons grano (% PV)
H. ad lib	2	22-Jun	4	1687,9	704,2	58,3	2,2	0,43	.
H. ad lib	3	22-Jun	4	1951,1	1042,0	46,6	2,3	0,55	.
Grano	1	29-Jun	5	2072,9	1267,0	38,9	2,1	.	0,97
Grano	2	29-Jun	5	1683,1	1267,0	24,7	1,1	.	0,93
Grano	3	29-Jun	5	1891,6	1267,0	33,0	1,2	.	0,93
Testigo	1	29-Jun	5	1874,6	1086,3	42,1	2,1	.	.
Testigo	2	29-Jun	5	1931,3	1257,6	34,9	1,7	.	.
Testigo	3	29-Jun	5	2826,4	1045,2	63,0	4,6	.	.
H. rest.	1	29-Jun	5	2033,3	1224,8	39,8	2,1	0,25	.
H. rest.	2	29-Jun	5	1970,9	1313,8	33,3	1,7	0,24	.
H. rest.	3	29-Jun	5	1806,7	1178,0	34,8	1,6	0,25	.
H. ad lib	1	29-Jun	5	1795,3	1262,3	29,7	1,3	0,39	.
H. ad lib	2	29-Jun	5	1812,3	1295,0	28,5	1,3	0,35	.
H. ad lib	3	29-Jun	5	2135,2	1538,4	28,0	1,5	0,34	.
Grano	1	06-Jul	6	1968,7	1229,7	37,5	2,1	.	1,01
Grano	2	06-Jul	6	1720,4	476,6	72,3	3,5	.	1,01
Grano	3	06-Jul	6	1523,2	360,6	76,3	2,5	.	1,00
Testigo	1	06-Jul	6	1436,4	289,0	79,9	3,2	.	.
Testigo	2	06-Jul	6	1753,0	356,2	79,7	3,9	.	.
Testigo	3	06-Jul	6	1667,5	363,5	78,2	3,7	.	.
H. rest.	1	06-Jul	6	1838,4	1063,8	42,1	2,1	0,22	.
H. rest.	2	06-Jul	6	2037,9	948,9	53,4	3,1	0,21	.
H. rest.	3	06-Jul	6	2001,2	744,7	62,8	3,5	0,23	.
H. ad lib	1	06-Jul	6	1948,3	897,8	53,9	3,0	0,43	.
H. ad lib	2	06-Jul	6	2078,6	1051,0	49,4	2,9	0,28	.
H. ad lib	3	06-Jul	6	2070,4	859,5	58,5	3,4	0,38	.
Grano	1	13-Jul	7	2877,8	1793,4	37,7	2,2	.	0,95
Grano	2	13-Jul	7	2588,8	1876,0	27,5	1,5	.	0,96
Grano	3	13-Jul	7	2555,5	2022,9	20,8	0,8	.	0,96
Testigo	1	13-Jul	7	2633,3	1499,6	43,1	2,4	.	.
Testigo	2	13-Jul	7	2622,2	1986,2	24,3	1,3	.	.
Testigo	3	13-Jul	7	2722,2	1931,1	29,1	1,7	.	.
H. rest.	1	13-Jul	7	2066,4	1257,0	39,2	1,6	0,23	.
H. rest.	2	13-Jul	7	1988,6	1126,0	43,4	1,8	0,23	.
H. rest.	3	13-Jul	7	2233,1	1358,8	39,2	1,8	0,23	.
H. ad lib	1	13-Jul	7	1577,7	1247,3	20,9	0,7	0,39	.
H. ad lib	2	13-Jul	7	1899,7	1261,8	33,6	1,4	0,36	.
H. ad lib	3	13-Jul	7	2099,8	1499,6	28,6	1,3	0,41	.
Grano	1	20-Jul	8	1559,4	1290,0	17,3	0,7	.	1,01
Grano	2	20-Jul	8	1864,4	1210,1	35,1	1,6	.	1,01
Grano	3	20-Jul	8	1794,8	1553,3	13,5	0,5	.	1,01
Testigo	1	20-Jul	8	2081,8	1227,2	41,1	2,1	.	.
Testigo	2	20-Jul	8	1820,9	1165,9	36,0	1,7	.	.

Trat	Rep	Fecha	Sem	Disp. (kgMS/ha)	Rech. (kg MS/ha)	% Util.	Cons. (%PV)	Cons.heno (% PV)	Cons grano (% PV)
Testigo	3	20-Jul	8	1916,5	1155,7	39,7	1,9	.	.
H. rest.	1	20-Jul	8	2133,9	1446,0	32,2	1,8	0,16	.
H. rest.	2	20-Jul	8	2273,0	1572,8	30,8	1,8	0,16	.
H. rest.	3	20-Jul	8	1968,7	1260,8	36,0	1,7	0,22	.
H. ad lib	1	20-Jul	8	1725,3	1553,3	10,0	0,4	0,28	.
H. ad lib	2	20-Jul	8	1725,3	1407,0	18,4	0,8	0,29	.
H. ad lib	3	20-Jul	8	1725,3	1280,3	25,8	1,1	0,26	.
Grano	1	27-Jul	9	2064,0	1503,1	27,2	1,4	.	0,98
Grano	2	27-Jul	9	1728,0	1324,9	23,3	1,0	.	0,97
Grano	3	27-Jul	9	1756,0	1365,1	22,3	0,7	.	1,00
Testigo	1	27-Jul	9	1910,0	1198,4	37,3	1,8	.	.
Testigo	2	27-Jul	9	1952,0	1195,5	38,8	2,0	.	.
Testigo	3	27-Jul	9	1875,0	1178,3	37,2	1,8	.	.
H. rest.	1	27-Jul	9	2134,0	1376,6	35,5	1,9	0,21	.
H. rest.	2	27-Jul	9	2071,0	1327,8	35,9	1,9	0,23	.
H. rest.	3	27-Jul	9	2162,0	1342,1	37,9	2,1	0,24	.
H. ad lib	1	27-Jul	9	1529,0	1152,4	24,6	1,0	0,45	.
H. ad lib	2	27-Jul	9	1626,5	1175,4	27,7	1,1	0,41	.
H. ad lib	3	27-Jul	9	1903,0	1304,8	31,4	1,5	0,27	.
Grano	1	03-Ago	10	2274,6	1112,3	51,1	2,3	.	0,97
Grano	2	03-Ago	10	2457,2	1383,4	43,7	2,2	.	0,92
Grano	3	03-Ago	10	2566,6	1293,0	49,6	1,9	.	0,96
Testigo	1	03-Ago	10	1918,4	871,6	54,6	2,1	.	.
Testigo	2	03-Ago	10	2078,7	691,0	66,8	2,8	.	.
Testigo	3	03-Ago	10	2212,2	811,4	63,3	2,8	.	.
H. rest.	1	03-Ago	10	2581,5	1362,5	47,2	2,4	0,23	.
H. rest.	2	03-Ago	10	2556,6	1272,2	50,2	2,6	0,22	.
H. rest.	3	03-Ago	10	2417,5	1167,9	51,7	2,5	0,23	.
H. ad lib	1	03-Ago	10	2301,3	1149,4	50,1	2,3	0,36	.
H. ad lib	2	03-Ago	10	2362,8	1089,2	53,9	2,6	0,33	.
H. ad lib	3	03-Ago	10	2328,0	1202,7	48,3	2,3	0,27	.
Grano	1	10-Ago	11	1462,3	966,8	33,9	1,4	.	0,93
Grano	2	10-Ago	11	1523,6	1099,5	27,8	1,2	.	0,92
Grano	3	10-Ago	11	1619,0	1161,7	28,2	1,0	.	0,90
Testigo	1	10-Ago	11	1933,8	1062,2	45,1	2,5	.	.
Testigo	2	10-Ago	11	1948,1	1230,2	36,9	2,1	.	.
Testigo	3	10-Ago	11	1704,9	1005,0	41,0	2,0	.	.
H. rest.	1	10-Ago	11	1455,4	950,9	34,7	1,4	0,24	.
H. rest.	2	10-Ago	11	1469,1	1080,9	26,4	1,1	0,24	.
H. rest.	3	10-Ago	11	1747,8	1199,1	31,4	1,6	0,24	.
H. ad lib	1	10-Ago	11	1271,4	925,4	27,2	1,0	0,37	.
H. ad lib	2	10-Ago	11	1428,2	979,6	31,4	1,3	0,32	.
H. ad lib	3	10-Ago	11	1840,8	1099,5	40,3	2,1	0,29	.

Trat	Rep	Fecha	Sem	Disp. (kgMS/ha)	Rech. (kg MS/ha)	% Util.	Cons. (%PV)	Cons.heno (% PV)	Cons grano (% PV)
Grano	1	17-Ago	12	1585,9	1353,0	14,7	0,7	.	1,00
Grano	2	17-Ago	12	1585,9	1365,7	13,9	0,7	.	1,00
Grano	3	17-Ago	12	1585,9	1305,1	17,7	0,7	.	1,05
Testigo	1	17-Ago	12	1526,6	1190,0	22,1	1,1	.	.
Testigo	2	17-Ago	12	1336,6	1098,9	17,8	0,7	.	.
Testigo	3	17-Ago	12	1664,8	1257,1	24,5	1,3	.	.
H. rest.	1	17-Ago	12	1493,7	1309,8	12,3	0,6	0,26	.
H. rest.	2	17-Ago	12	1612,2	1333,8	17,3	0,9	0,25	.
H. rest.	3	17-Ago	12	1770,1	1329,0	24,9	1,4	0,25	.
H. ad lib	1	17-Ago	12	1380,3	1378,4	0,1	0,0	0,31	.
H. ad lib	2	17-Ago	12	1678,0	1324,2	21,1	1,1	0,30	.
H. ad lib	3	17-Ago	12	1691,1	1569,0	7,2	0,4	0,19	.

Fuente: elaboración propia.

Fecha: corresponde a la fecha de entrada a la franja de pastoreo de cada semana.

Anexo 7:

Formulas en base a CSIRO, 1994

Consumo potencial (p) = $a s z (1,7-z)$

p : consumo potencial (kg MS/día)

s : SRW (kg) peso estándar

z : tamaño relativo

a : constante

Nw : normal weight

k : constante de crecimiento

efecto de la digestibilidad: $1,0 - a (0,8-D) + 0,17 g$

q : digestibilidad de la MS

a : constante

g : proporción de leguminosas

f : efecto de la disponibilidad de forraje sobre el consumo relativo de forraje.

$f = (1,0 - e^{(-ah)}) * (1,0 + c e^{(-bh^2)})$

h = disponibilidad de forraje (t MS/ha)

a = constante

b = constante

c = constante