2020A

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON HENO SOBRE VERDEOS DE INVIERNO EN EL ENGORDE DE NOVILLOS

por

Ethel FERREIRA CHAVES ALZUGARAY
Cecilia Lucía FIGARES ESPÓSITO
Juan Francisco RODRÍGUEZ DI LEONI

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

FACULTAD DE AGRONOMIA
BIBLIOTECA

MONTEVIDEO
URUGUAY
2002

Tesis aprobada por:

Director: _____
Ing. Agr. Msc. Guillermo Pigurina.

_____
Ing. Agr. Paul Vergnes.

_____
Ing. Agr. Santiago da Cunda.

Fecha: _____

Autores: _____
Ethel Ferreira Chaves Alzugaray

_____
Cecilia Lucía Figares Espósito

_____
Juan Francisco Rodríguez Di Leoni

A NUESTRAS FAMILIAS Y AMIGOS

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a nuestras familias por el apoyo incondicional en todo momento, sin el cual hubiera sido imposible llevar a cabo este trabajo.

Al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) en particular a la Estación Experimental del Este, por permitirnos llevar a cabo el presente trabajo experimental.

Al personal de campo de la Unidad Experimental "Palo a Pique" de INIA Treinta y Tres, en particular a Gustavo Pereira y Daniel de Souza. Al personal técnico del Laboratorio de Pasturas de INIA Treinta y Tres y al Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela.

Al Ing. Agr. Msc. Guillermo Pigurina por haber aceptado la dirección del presente trabajo.

Al personal técnico de las bibliotecas de INIA Treinta y Tres, INIA Tacuarembó y Facultad de Agronomía.

A los Ing. Agr. Paul Vergnes y Santiago da Cunda, docentes de la Facultad de Agronomía.

Al Ing. Agr. Pablo Rovira por su apoyo constante y colaboración en la realización del trabajo y al Ing Agr. Iber Santamarina por sus aportes.

A los Ing. Agr. Msc. Juan Carlos Millot y Milton Carámbula por sus aportes en las correcciones del trabajo.

A todas aquellas personas que de una manera u otra colaboraron para que este trabajo fuera posible, en particular a Ana Lía, Santiago, Ignacio, Pedro, Laura y Natalia. En forma muy especial a Luis Casales.

Finalmente queremos agradecer en forma muy especial al Ing. Agr. Ms. Phil. Raúl Bermúdez por su cooperación y asesoramiento y al Ing. Agr PhD Walter Ayala por su invalorable apoyo, orientación y dedicación.

TABLA DE CONTENIDO

Página

PÁGINA DE APROBACIÓN.....II

AGRADECIMIENTOS.....IV

1. INTRODUCCIÓN.....1

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....2

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS VERDEOS.....2

2.1.1. Características del cultivo de avena.....5

2.1.2. Características del cultivo de raigrás.....8

2.1.3. Características de las mezclas.....10

2.1.4. Valor nutritivo.....12

2.1.5. Efectos del pastoreo.....18

2.2. SUPLEMENTACIÓN.....19

2.2.1. Definiciones.....19

2.2.2. Objetivos de la suplementación.....20

2.2.3. Los efectos del suplemento sobre el forraje y el tipo de relación resultante.....21

2.2.4. El rol de la suplementación en los sistemas de producción.....22

2.2.5. Factores que afectan la suplementación.....22

2.2.5.1. Factores inherentes al animal.....22

2.2.5.2. Factores inherentes a la pastura.....23

2.2.5.2.1. Factores que afectan la respuesta en pasturas de alta calidad.....24

2.2.5.2.2. Factores que afectan la respuesta en pasturas de baja calidad.....26

2.2.5.3. Factores inherentes al suplemento.....26

2.2.5.4 Interacción animal-pastura-suplemento.....26

2.2.6. Tipos de Suplemento.....29

2.2.6.1. Suplementación proteica.....29

2.2.6.2. Suplementación energética.....30

2.2.6.3. Suplementación con voluminosos.....31

2.2.6.3.1. Suplementación con heno.....33

2.2.6.3.1.1. Factores que afectan la calidad del heno.....33

2.2.6.3.1.2. Efecto de la suplementación con heno en la respuesta animal.....38

2.2.6.3.2. Utilización de residuos de cosecha: una alternativa de suplementación.....40

2.3. EL ANIMAL EN PASTOREO.....41

2.3.1. El sistema de pastoreo.....41

2.3.1.1. Dotación.....43

2.3.1.2. Utilización de pasturas.....45

2.3.1.3. Métodos de pastoreo.....47

2.3.2. Requerimientos nutricionales.....48

2.3.2.1. Influencia del clima sobre los requerimientos del ganado de carne.....48

2.3.2.2. Gasto energético por pastoreo.....49

2.3.2.3. Requerimientos de novillos.....50

2.3.2.3.1. Requerimientos energéticos.....50

2.3.2.3.2. Requerimientos proteicos.....52

2.3.3. Ganancias de peso.....52

2.3.4. Eficiencia energética de la producción de carne.....53

2.3.5. Dinámica ruminal.....55

2.4 CONSUMO Y COMPORTAMIENTO DE LOS ANIMALES EN PASTOREO.....57

2.4.1. Efecto de las condiciones ambientales del invierno.....57

2.4.2. Regulación del consumo.....57

2.4.2.1. Factores no nutricionales.....59

2.4.2.1.1. Asignación de forraje.....59

2.4.2.1.2. Altura del tapiz.....60

2.4.2.1.3. Densidad del tapiz.....63

2.4.2.2. Factores nutricionales.....63

2.4.2.2.1. Restricciones físicas.....63

2.4.2.2.1.1. Tamaño de partícula.....66

2.4.2.2.1.2. Densidad de partícula.....66

2.4.2.2.2. Restricciones metabólicas.....66

2.4.3. Consumo y selectividad.....67

2.4.4. Consumo de forraje y performance animal.....70

2.4.5. Comportamiento animal en pastoreo.....72

2.4.5.1. Pastoreo.....73

2.4.5.2. Rumia.....76

2.4.5.3. Descanso.....76

2.4.5.4. Tiempo empleado en caminar y beber agua.....77

2.4.6. Régimen de deyecciones.....77

3. MATERIALES Y MÉTODOS....81

3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES UTILIZADOS....81

3.1.1. Localización del experimento....81

3.1.2. Área experimental....81

3.1.3. Suelo....81

3.1.4. Clima....81

3.2. DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO....82

3.2.1. Pastura....82

3.2.2. Animales y tratamientos....83

3.2.3. Manejo sanitario....83

3.2.4. Suplemento....84

3.3. DETERMINACIONES REALIZADAS....86

3.3.1. En la pastura....86

3.3.1.1. Disponibilidad de forraje ofrecido y remanente....86

3.3.1.2. Altura del forraje disponible....86

3.3.1.3. Composición botánica....86

3.3.1.4. Valor nutritivo del forraje ofrecido y remanente....87

3.3.2 En los animales....87

3.3.2.1. Evolución de peso vivo....87

3.3.2.2. Conducta de pastoreo....87

3.3.2.3. Monitoreo de las heces....88

3.3.2.4. Características de la carcasa....88

3.3.3. En el suplemento....89

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....89

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....92

4.1. RESULTADOS DEL FORRAJE.....92

4.1.1. Forraje ofrecido.....92

4.1.1.1. Disponibilidad de forraje.....92

4.1.1.2. Altura del forraje ofrecido.....95

4.1.2. Forraje remanente.....96

4.1.2.1. Disponibilidad del forraje remanente.....96

4.1.2.2. Altura del forraje remanente.....98

4.1.3. Asociación entre altura y disponibilidad del forraje.....99

4.1.4. Composición botánica.....102

4.1.5. Valor nutritivo.....106

4.1.5.1. Valor nutritivo del forraje......106

4.1.5.1.1. Composición del valor nutritivo del forraje ofrecido utilizando dos métodos de análisis.....110

4.1.5.2. Valor nutritivo de los componentes botánicos del forraje ofrecido y remanente.....110

4.2 RESULTADOS DE PRODUCCIÓN ANIMAL.....113

4.2.1 Evolución del peso vivo animal.....113

4.2.2 Evolución de las ganancias diarias.....113

4.2.2.1. Ganancias promedio para todo el período experimental.....113

4.2.2.2. Ganancias promedios por período.....114

4.2.3 Suplementación.....115

4.2.3.1 Caracterización del suplemento utilizado.....115

4.2.3.2. Consumo estimado de fardo.....117

4.2.4. Interacción pastura-animal.....118

4.2.4.1. Relación entre asignación de forraje y carga animal.....118

4.2.4.2. Utilización del forraje.....119

4.2.4.3. Relación entre disponible y remanente.....120

4.2.4.4. Asociación entre forraje disponible y desaparecido.....121

4.2.4.5. Asociaciones entre ganancias de peso vivo y características cuantitativas de la pastura.....124

4.2.5 Conducta de pastoreo.....125

4.2.5.1 Conducta diaria del animal en pastoreo.....125

4.2.5.2 Conducta del animal en pastoreo en tres momentos del día.....127

4.2.5.3 Conducta del animal en pastoreo en dos momentos diferentes en la misma pastura.....128

4.2.6. Caracterización de las heces.....130

4.2.7. Productividad del sistema.....135

4.2.7.1. Productividad en el período experimental.....135

4.2.7.2. Eficiencia global del sistema.....136

4.2.8. Características de la carcasa.....137

4.2.8.1. Relación entre peso vivo lleno y vacío.....137

4.2.8.2. Efecto de la alimentación en las características y calidad de la carne.....137

5. CONCLUSIONES.....141

6. RESUMEN.....143

7. SUMMARY.....144

8. BIBLIOGRAFÍA.....145

9. ANEXOS.....157

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Página

CUADRO 1: Asociaciones entre la altura (cm) y disponibilidad (kg MS/ha) del forraje ofrecido y rechazado, en distintas mezclas invernales....4

CUADRO 2: Producción de forraje otoño-invernal de verdeos puros....6

CUADRO 3: Producción promedio de materia seca (MS) y tenor promedio de proteína cruda (PC) de avena y raigrás en la región de Coronel Pacheco, Minas Gerais....9

CUADRO 4: Recopilación de resultados experimentales de producción de forraje (kg MS/ha) de avena y raigrás....10

CUADRO 5: Producción total (kg MS/ha) y distribución de cultivos forrajeros anuales en kg MS/ha y como %....10

CUADRO 6: Tasa de digestibilidad de materia seca (%)....11

CUADRO 7: Variación del contenido y pared celular en función del desarrollo de la planta....13

CUADRO 8: Composición química de la avena en los distintos pastoreos y metabolismo proteico de los novillos que la pastorean. 15

CUADRO 9: Distribución vertical de las variables de calidad de forraje de dos cultivares de avena....16

CUADRO 10: Valor nutritivo del forraje ofrecido para distintas mezclas forrajeras invernales....16

CUADRO 11: Resumen de información, promedio de cinco años, sobre suplementación de novillos en dos presiones de pastoreo....24

CUADRO 12: Relación entre disponibilidad de forraje (DF), suplementación y su incidencia en la ganancia de peso en novillos....26

CUADRO 13: Digestibilidad de la Materia Orgánica (DMO), contenido de Proteína Cruda (PC), cenizas y Energía Metabolizable (EM) de henos de distintas especies....35

CUADRO 14: Digestibilidad en % de la Materia Orgánica (DMO) y de la Proteína Cruda (DPC)....37

CUADRO 15: Evolución de la calidad (% DMO y PC) de fardos cilíndricos almacenados a la intemperie, correspondientes a las zafras 87/88 y 88/89. 38

CUADRO 16: Parámetros que caracterizan la utilización de tres henos como suplemento de pastura a novillos en alta carga.....39

CUADRO 17: Equivalencias de la Unidad Ganadera (UG) 43

CUADRO 18: Evolución de parámetros físicos, sistema de producción agrícola-ganadero (1975-92).....45

CUADRO 19: Requerimientos de energía neta para ganado en engorde en crecimiento y finalización (Mcal/animal/día).....51

CUADRO 20: Requerimientos de proteína para novillos en crecimiento y terminación (gramos/día).....52

CUADRO 21: Características productivas de distintas pasturas en 75-90 días de invierno, bajo dos asignaciones de forraje con novillos.....53

CUADRO 22: Eficiencia de la utilización de la Energía Metabolizable (EM) para mantenimiento y ganancia de peso.....54

CUADRO 23: Forraje disponible, altura del forraje y comportamiento ingestivo.....62

CUADRO 24: Relación entre la calidad de la pastura y el máximo consumo probable por un vacuno.....64

CUADRO 25: Efecto de la disponibilidad sobre el comportamiento a pastoreo y consumo de forraje.....74

CUADRO 26: Rangos de valores de las variables de comportamiento ingestivo en vacunos y ovinos sobre pasturas templadas.....75

CUADRO 27: Temperaturas máximas, mínimas, medias mensuales (°C) y heladas (días) ocurridas en los meses del ensayo y promedio de los años 1973-2001.....82

CUADRO 28: Altura promedio del forraje disponible por potrero y para cada tratamiento.....95

CUADRO 29: Altura promedio del forraje remanente por potrero y para cada tratamiento.....98

CUADRO 30: Valor nutritivo para el forraje pre y post pastoreo, según verdeo y tipo de análisis.....107

CUADRO 31: Valor nutritivo para la fracción hoja del ofrecido y remanente según verdeo para el primer pastoreo.....111

CUADRO 32: Valor nutritivo para la fracción tallo del ofrecido y remanente según verdeo para el primer pastoreo.....111

CUADRO 33: Valor nutritivo para los restos secos del forraje ofrecido y remanente según verdeo para el primer pastoreo.....112

CUADRO 34: Ganancias diarias por animal corregidas y por tratamiento para todo el período experimental.....114

CUADRO 35: Comparación de las ganancias medias (kg/an/día) por período para los dos tratamientos.....114

CUADRO 36: Valor nutritivo para los fardos de limpieza de pradera con 8 meses de almacenamiento.....115

CUADRO 37: Largo de fibra de los fardos en porcentaje clasificados en tres tipos....116

CUADRO 38: Asignación de forraje diaria (kg MS/100 kg PV) y dotación instantánea (UG/ha) y para cada tratamiento según períodos de pastoreo.....119

CUADRO 39: Estimaciones de la utilización de forraje por parte del animal (%) por tratamiento, para el potrero de raigrás y avena-raigrás.....120

CUADRO 40: Forraje disponible (kg MS/ha) y ganancias (kg PV/animal/día) promedios según períodos por tratamientos.....125

CUADRO 41: Efecto de la suplementación con fardo y del tipo de pastura sobre la conducta animal medida en minutos en el total del período experimental.....125

CUADRO 42: Efecto de la suplementación con fardo sobre el comportamiento del animal según el momento del día (en minutos).....127

CUADRO 43: Comparación del comportamiento animal medido en minutos en dos momentos diferentes de la pastura.....128

CUADRO 44: Efecto del tratamiento y fecha de monitoreo en el número de heces por hectárea.....134

CUADRO 45: Efecto del tipo de heces y fecha de monitoreo en el número de heces por hectárea.....134

CUADRO 46: Resultados productivos por animal para el total del período.....135

CUADRO 47: Resultados productivos promedios para el total del período experimental.....136

CUADRO 48: Relación entre forraje desaparecido y kilogramos de carne producidos (promedios), por tratamiento para todo el período.....136

CUADRO 49: Peso vivo lleno y vacío (en ayuno de 24 horas) en kilogramos (kg), pérdidas de peso en kg y como porcentaje del peso vivo (%PV) al 20/9/01.....137

CUADRO 50: Resultados en producción de peso vivo y calidad de canal en los dos lotes de novillos correspondientes al tratamiento con suplementación con heno o sin ella.....138

CUADRO 51: Resultado del desosado de la canal y principales cortes.....140

FIGURA 1: Producción total de forraje y momento de entrega de forraje de avena, cebada, centeno, raigrás y cebadilla.....3

FIGURA 2: Producción otoño-invernal de verdeos asociados para los años 1991/92.....4

FIGURA 3: Evolución de altura de plantas.....7

FIGURA 4: Curvas de producción de avena, raigrás y la mezcla de ambas, obtenidas en La Estanzuela en 1973.....12

FIGURA 5: Cambios en la digestibilidad de componentes de plantas individuales al avanzar la madurez.....14

FIGURA 6: Cambios en las proporciones de hojas y tallos al avanzar la madurez en una pastura reproductiva. 17

FIGURA 7: Secuencias en el tiempo de la acumulación de forraje y recambio de tejido en una pastura cortada.....19

FIGURA 8: Relación entre Disponibilidad Forrajera (DF) y Ganancia de Peso Vivo (GPV) de los animales, en pastura de muy buena calidad.....25

FIGURA 9: Alimento suplementario: efectos de suplementación y sustitución.....28

FIGURA 10: Relación entre rendimiento de Materia Seca (MS), Materia Digestible (MD), y estadios de crecimiento.....32

FIGURA 11: Etapas en la producción de la planta y del animal en el sistema pastoril..42

FIGURA 12: Relación entre la dotación y la performance animal o producción animal por unidad de área de pastoreo.....44

FIGURA 13: Relaciones entre forraje ofrecido, utilizado y consumido en pastoreo.....47

FIGURA 14: Relación entre el consumo de MS y los requerimientos de mantenimiento (para vaca de 600 kg, que recibe distintas relaciones forraje: concentrado, 20:80, 60:40 y 100:0).....49

FIGURA 15: Relación entre la concentración de EM y su eficiencia de utilización según el destino.....55

FIGURA 16: Asociaciones entre consumo animal y características y métodos de asignación de pasturas gramíneas y leguminosas.....58

FIGURA 17: Relación entre disponibilidad y consumo de forraje.....60

FIGURA 18: Relaciones entre la altura del forraje y el consumo para diferentes tipos de pasturas.....61

FIGURA 19: Asociaciones entre altura de pastura y (a) consumo por bocado, (b) tasa de bocados,. (c) tiempo de pastoreo, y (d) consumo diario.).....62

FIGURA 20: Relación entre consumo y digestibilidad de la MS.....66

FIGURA 21: Mecanismos que operan en el pastoreo selectivo animal.....68

FIGURA 22: Variación en el valor nutritivo de avena INIA-Tucana expresado en términos de DMO y PC en relación a la altura del cultivo.....69

FIGURA 23: Influencia de la digestibilidad del forraje en el crecimiento del ganado...70

FIGURA 24: Relación entre ganancia de peso y cantidad de forraje remanente.....71

FIGURA 25: Relación entre consumo de forraje, tasa de crecimiento y eficiencia de conversión de alimento en ganancia de peso vivo (en corderos).....72

FIGURA 26: Componentes del comportamiento ingestivo.....74

FIGURA 27: Distribución en el tiempo de pastoreo.....75

FIGURA 28: Clasificación de los distintos tipos de heces.....80

FIGURA 29: Precipitaciones mensuales totales durante el período comprendido entre junio y setiembre de 2001 y promedio histórico (1991-2001) del período.....82

FIGURA 30: Croquis de los potreros del experimento y distribución de los tratamientos en él.....85

FIGURA 31: Evolución de la disponibilidad de forraje.....92

FIGURA 32: Evolución del forraje disponible en el verdeo de raigrás.....93

FIGURA 33: Evolución del forraje disponible en el verdeo mezcla de avena y raigrás.....94

FIGURA 34: Evolución de la disponibilidad del forraje remanente.....96

FIGURA 35: Evolución del forraje remanente en el verdeo de raigrás.....97

FIGURA 36: Evolución del forraje remanente en el verdeo mezcla de avena y raigrás.....97

FIGURA 37: Evolución de la disponibilidad y altura del forraje ofrecido para cada fecha de corte.....99

FIGURA 38: Asociación entre la altura y disponibilidad del forraje ofrecido, para el verdeo de raigrás y mezcla avena-raigrás.....100

FIGURA 39: Asociación entre la altura y disponibilidad del forraje remanente, para los verdeos de raigrás y mezcla avena-raigrás.....101

FIGURA 40: Evolución de los componentes de la pastura pre y post-pastoreo, por verdeos y tratamientos para todo el período experimental.....102

FIGURA 41: Evolución de la composición botánica del forraje pre y post-pastoreo por período para el verdeo de raigrás en diferentes parcelas.....104

FIGURA 42: Evolución de la composición botánica forraje pre y post-pastoreo por período para la mezcla de avena-raigrás en diferentes parcelas.....105

FIGURA 43: Comparación del valor nutritivo del forraje ofrecido y remanente según verdeo.....109

FIGURA 44: Comparación entre el valor nutritivo del forraje ofrecido obtenido mediante el método NIRS y el de Química húmeda, para los dos verdeos.....110

FIGURA 45: Evolución del Peso Vivo animal promedio para todo el período experimental, y para los dos tratamientos.....113

FIGURA 46: Consumo estimado de fardo por animal (kg/an/d) por período y promedio.....117

FIGURA 47: Regresión entre disponibilidad y remanente para todas las parcelas.....121

FIGURA 48: Regresión entre disponibilidad (kgMS/ha) y forraje desaparecido (kgMS/ha) promedios para todas las parcelas.....122

FIGURA 49: Asociación entre forraje desaparecido (kgMS/an/día) por animal y disponibilidad (kgMS/ha), como promedios.....123

FIGURA 50: Relación entre disponibilidad (gr MO/kg PV/día) y forraje desaparecido (gr MO/kg PV/día).....124

FIGURA 51: Clasificación utilizada para el tipo de heces.....132

FIGURA 52: Evolución del tipo de heces y proporción de cada una dentro de cada tratamiento y por fecha.....132

1. INTRODUCCIÓN

La producción de carne en Uruguay se realiza casi exclusivamente a partir del pastoreo directo del campo natural u otras pasturas, siendo consecuentemente el forraje verde, la fuente principal de nutrientes.

Las pasturas naturales de la Región Este presentan una marcada estacionalidad con un período bien definido de carencia de forraje invernal. Dado que este comportamiento constituye la principal causa de los bajos índices de producción animal registrados, resulta ineludible encontrar soluciones al mismo.

Los verdeos de invierno son una de las principales alternativas forrajeras de nuestro país, ya que brindan un volumen importante de forraje de muy buen valor nutritivo, en un período en el cual, generalmente, existe un marcado déficit como el que ocurre en la época otoño-invernal (Zanoniani y Ducamp, 2000).

Estos verdeos en etapa vegetativa o de activo crecimiento, en general presentan desbalances nutricionales que pueden afectar la eficiencia para la producción de carne. Presentan altos contenidos de agua, proteína cruda y muy bajos niveles de fibra. La digestibilidad de la materia orgánica es alta, lo cual resulta en un alto consumo por el animal. Estas características junto al bajo nivel de fibra de lenta degradabilidad, hacen que la tasa de pasaje sea muy alta, afectando negativamente la digestibilidad (disponibilidad de energía) y en consecuencia la función ruminal (tiempo de rumia, pH bajo, actividad microbiana), la ganancia de peso o la eficiencia de conversión.

La suplementación con heno de calidad media con fibra larga de lenta degradabilidad, permitiría corregir estos desbalances y mejorar la disponibilidad de energía para el animal. La mejora nutricional de los animales, como en el caso de novillos en engorde, permitiría lograr mayores tasas de ganancias que disminuyan el período de invernada y aumenten la eficiencia de utilización del forraje consumido en peso vivo.

El objetivo principal de este trabajo es evaluar el efecto de la suplementación con heno en la ganancia de peso vivo de novillos en terminación pastoreando verdeos de invierno.

Los objetivos secundarios son ampliar los conocimientos sobre utilización de verdeos invernales; estudiar el comportamiento en pastoreo y el efecto de la suplementación con heno durante el período de engorde de los novillos; definir indicadores prácticos del status nutricional en estas condiciones de pastoreo, por ejemplo, monitoreo y clasificación de heces y evaluar el efecto de dicha suplementación en las características de la res producida.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS VERDEOS

La baja producción de forraje que se presenta en el período invernal y fundamentalmente a fines de otoño y principios de invierno en condiciones de campo natural y praderas perennes cultivadas, es uno de los factores que limitan la producción ganadera del país. El uso de verdeos de invierno constituye una de las posibles soluciones para superar dicha crisis forrajera. Para ello, el productor debe recurrir a la elección de diferentes especies y cultivares, los cuales de acuerdo con sus características podrán suplir las necesidades de cada situación (Chiara, 1975; Carámbula, 1977; Carriquiry et al., 1992; Zanoniani y Ducamp, 2000).

Los cereales forrajeros presentan notables diferencias de oferta de forraje entre el crecimiento inicial y los rebrotes sucesivos, correspondiendo al primero alrededor del 50% del producido en el ciclo (Amigone y Kloster, 1997).

El aprovechamiento de los verdeos invernales debe realizarse en el momento que la planta se encuentra en pleno estado de macollaje, evitando hacerlo cuando algún nudo del tallo sea palpable. En general, durante el primer pastoreo el forraje tiene un alto contenido de agua, que puede llegar al 90% del peso fresco. Esto, junto con un desbalance de proteína y energía de rápida disponibilidad ruminal, suele provocar disturbios nutricionales y de llenado del rumen. Dichos trastornos pueden corregirse colocando a disposición de los animales heno de buena calidad o bien pastoreando alternadamente por horas para lograr un mayor porcentaje de materia seca. La condición de forraje poco sazonado, sumado a la alta producción del primer aprovechamiento, puede determinar una baja eficiencia de cosecha de la pastura, con altas pérdidas por pisoteo. Por eso debe prestarse especial atención al manejo de la carga animal y al tiempo de permanencia en cada parcela (Amigone y Kloster, 1997). Además de estas consideraciones, J.C. Millot (com. pers.) agrega la época de siembra, el momento del primer pastoreo (no menor a 45 días) y el intervalo entre pastoreos.

Los cultivos invernales anuales más utilizados son la avena y el raigrás, que proporcionan forraje desde mediados del otoño hasta la primavera inclusive, fluctuando su rendimiento entre 5000 y 7000 kg de MS/ha, presentando una alta digestibilidad entre 74 y 76 % (Rovira, 1996).

A modo de comparar las especies, en la figura 1 se muestra la producción total de forraje de avena, cebada, centeno, raigrás y cebadilla. Es clara la superioridad del raigrás que produjo en promedio de 3 años, 8250 kg/ha de MS frente a la menor producción de la avena, que rindió 3100 kg/ha de MS. Más importante que el rendimiento total es el momento en que éste es producido, y esto se visualiza en las curvas de producción de

cada especie en la figura 1, las cuales son representativas de los potenciales de las especies evaluadas (Chiara, 1975).

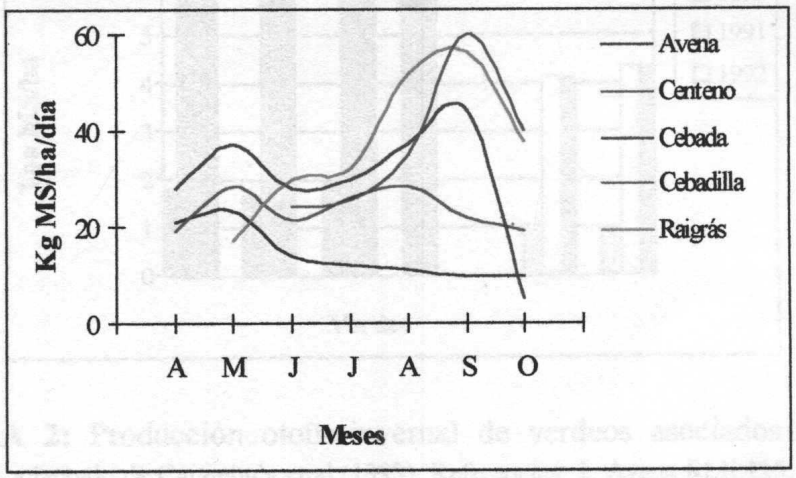


FIGURA 1: Producción total de forraje y momento de entrega de forraje de avena, cebada, centeno, raigrás y cebadilla. (Fuente: Chiara, 1975).

La avena, cebada y centeno presentan la mayor producción de forraje en otoño mientras que el raigrás y cebadilla superan ampliamente a las primeras en la producción a fin de invierno y primavera. En condiciones óptimas de fertilidad, la cebada y el centeno superan a la avena en la tasa de crecimiento diaria y dan su primera utilización más temprano. La avena presenta su máxima velocidad de crecimiento en mayo, manteniéndose luego con una producción diaria de 10 kg/ha de materia seca (Chiara, 1975).

Carámbula, et al. (1993) estudiaron el comportamiento de verdeos invernales (Avena 1095a y Raigrás LE 284) asociados a una pastura de Trébol Rojo, Lotus y Festuca. Como forma de lograr altas producciones en otoño-invierno es indispensable realizar siembras tempranas, esto es así en especial si se trata de avena, especie capaz de entregar una muy importante cantidad de forraje en esta época (figura 2).

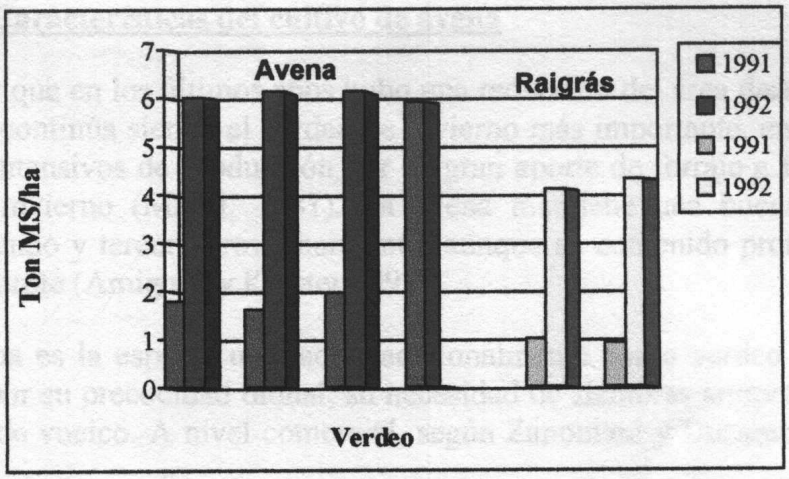


FIGURA 2: Producción otoño-invernal de verdeos asociados para los años 1991/92. Fuente: adaptado de Carámbula et al.(1993). Referencias: 1: Avena RLE 115; 2: Avena 1095 a; 3: Avena Negra; 4: Avena INIA Tucana; 5: Raigras LE 284; 6: Raigras Matador.

Como todas las gramíneas, los verdeos invernales son altamente dependientes del nivel de nitrógeno del suelo, lo que determina que en las condiciones naturales de nuestro país tengan una alta respuesta al agregado de este nutriente (Zanoniani y Ducamp, 2000).

En estudios nacionales, realizados sobre verdeos invernales, se encontraron las asociaciones existentes entre los parámetros cuantitativos de la pastura como la altura y disponibilidad del forraje (cuadro 1).

CUADRO 1: Asociaciones entre la altura (cm) y disponibilidad (kg MS/ha) del forraje ofrecido y rechazado, en distintas mezclas invernales.

	Disponible pre pastoreo				Disponible post pastoreo			
	Altura pre Pastoreo	Ecuación	R^2	R	Altura post Pastoreo	Ecuación	R^2	R
Exp. 1		77,73 x + 972,8	0,48	0,64		109,5 x + 590	0,47	0,76
Exp. 2		98,38 x + 222,9	0,54	0,74		141,39 x + 147	0,54	0,73
Exp. 3		-17,22 x2 + 735,1 x + 422,8	0,58			-19,6 x2 + 479,86 x + 629,52	0,66	
Exp. 4		107,95 x + 172,08	0,73	0,79		137,09 x + 388,17	0,86	0,88
Exp. 5		43,317 x - 21,4	0,59	0,77		59,2 x + 37,875	0,75	0,87

Referencias: Exp. 1 Guarino y Pittaluga (1999) mezcla triticale y raigrás
Exp. 2 Arocena y Dighiero (1999) mezcla avena y raigrás
Exp. 3 Correa et al. (2000) mezcla triticale y raigrás
Exp. 4 De Barbieri et al. (2000) avena
Exp. 5 Frizzi y Segredo (2001) mezcla avena y raigrás.

2.1.1. Características del cultivo de avena

A pesar que en los últimos años hubo una reducción del área destinada al cultivo de avena, ésta continúa siendo el verdeo de invierno más importante, en especial en los sistemas más intensivos de producción por su gran aporte de forraje a fines de otoño y principios de invierno (Millot, 1981). La avena mantiene una buena digestibilidad durante el segundo y tercer aprovechamiento, aunque su contenido proteico disminuye en el último rebrote (Amigone y Kloster,1997).

La avena es la especie utilizada tradicionalmente como verdeo en el Uruguay, destacándose por su precocidad otoñal, su necesidad de siembras tempranas en el otoño y su facilidad de vuelco. A nivel comercial, según Zanoniani y Ducamp (2000) existen tres especies:

- *bizantinas* o amarillas: son las que más se utilizaban antiguamente en el Uruguay, entre ellas se encuentran los cultivares LE 1095a y RLE 115. Se destacan por sus buenas virtudes para el pastoreo ya que combinan un ciclo largo, hábito de crecimiento semipostrado y un excelente macollaje. Su mayor virtud es un adecuado comportamiento doble propósito (buena producción de forraje y grano) en siembras tempranas de otoño (RLE 115).

- *sativas* o blancas: utilizadas tradicionalmente para la producción de grano cuando son sembradas en fechas apropiadas (julio). Se caracterizan por su ciclo más corto, más precocidad, hábito de crecimiento más semierecto, menor macollaje y cañas más gruesas, lo que determina que sean más apropiadas para grano que para forraje. También J.C. Millot (com. pers.) afirma que tienen menor adaptación al pastoreo y mayor susceptibilidad a roya de hoja y tallo. Entre estas se encuentran las variedades INIA Polaris e INIA Tucana (actualmente eliminada del registro de certificación por susceptibilidad a roya).

- *strigosas* o negras: son las de menor tamaño de grano, ciclo muy corto (floración temprana), escaso macollaje y hábito de crecimiento erecto. Esto determina que no posean buen comportamiento doble propósito, pero sí alto potencial de producción temprana de forraje. A nivel empresarial se está seleccionando materiales con mejor comportamiento doble propósito (Calprose Azabache).

Lo anteriormente descripto concuerda con Carámbula (1977) quién caracteriza a la avena como especie aconsejable para pastoreo, con ciclo largo, macolladoras y porte rastrero.

Desde el punto de vista sanitario el pulgón y enfermedades como la roya son la principal causa de pérdida de rendimiento, siendo el primero más notable en siembras

tempranas o condiciones secas, y en inviernos y primaveras lluviosas la segunda (Chiara, 1975; Carámbula, 1977; Amigone y Kloster, 1997; Zanoniani, y Ducamp, 2000). Terra et al. (1997) evaluando sistemas de intensificación del uso del suelo, mediante rotaciones de pasturas encontraron que en el período de invierno, ningún verdeo rindió de acuerdo a lo esperado. Entre las variedades sembradas se encontraba la avena 1095a, la cual estaba con un severo ataque de roya.

Una variedad de avena puede sembrarse para cumplir con los objetivos de : tener producción temprano de forraje (marzo-abril) en verdeos puros, ó una producción temprana de forraje como integrante de mezclas con otras especies como raigrás (Millot, 1981). La variedad LE 1095a por su variabilidad genética se adapta muy bien a diferentes situaciones aportando a los verdeos asociados, pastoreos tempranos y rendimientos aceptables de forraje para destinar a reservas forrajeras (Carámbula et al., 1996; Chiara, 1975).

También García y Peralta (1985) y Carriquiry et al. (1992) afirman que la avena presenta la mayor precocidad permitiendo un corte antes que los demás cultivos siendo su producción total una de las más altas (cuadro 2). Esto concuerda con Carámbula et al. (1996).

CUADRO 2: Producción de forraje otoño- invernal de verdeos puros.

Material		Producción (kg MS/ha)
Avena	1095a	1161
	RLE 115	1023
	Negra	1921
Raigrás	LE 284	510
	Matador	680

Fuente: adaptado de Carámbula et al. (1996)

La mayor parte del desarrollo de la avena se produce en primavera, cuando se alivia el pastoreo durante la elongación de los tallos (con 70% de la producción total), alcanzando tasas de crecimiento diario de hasta 150 kg MS/ha/día. En el otoño se produce un 20% del total, mermando la producción en invierno (10%) hasta llegar a 10 kg MS/ha/día. Cuando no se realiza el alivio correspondiente (para heno o grano), se compromete un 65% de la producción total (3560 kg MS/ha en pastoreo ininterrumpido) (Millot, 1981).

En un experimento realizado por Aunchaín et al. (1997) se evidenció un intenso macollaje en avena entre el día 40 y 62 post siembra. A partir del día 62 y en forma consistente, se vio una disminución en la población de tallos atribuible a fenómenos de dominancia apical y competencia por luz.

La altura de planta es un factor importante en determinar la accesibilidad de la pastura para el animal (figura 3).

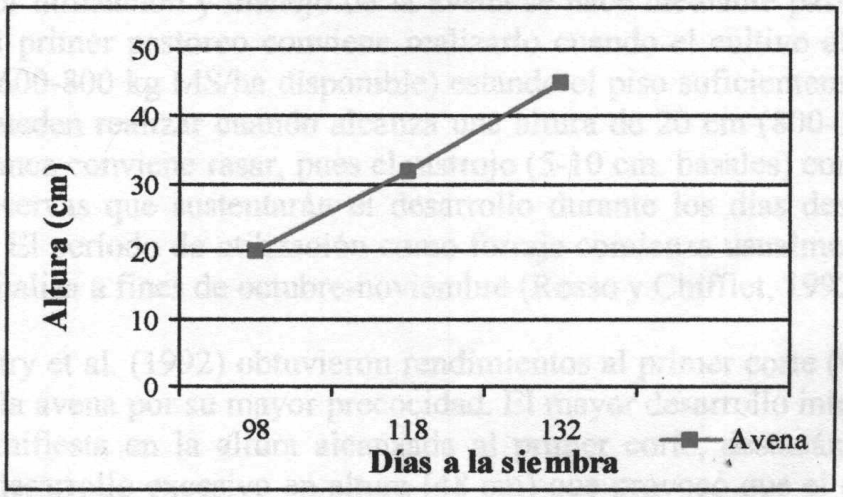


FIGURA 3: Evolución de altura de plantas. Fuente: adaptado de Aunchain et al. (1997)

En la figura 3 los días 98-131 se corresponden con el período de pastoreo e indican el momento posible de comienzo de pastoreo (Aunchaín et al., 1997). Cabe aclarar que el momento de entrada a pastoreo se contradice con lo expresado anteriormente por J.C. Millot (com. pers.) y Amigone y Kloster (1997) quienes consideran que el período de descanso no debiera ser inferior a los 45 a 50 días. El período de descanso entre aprovechamientos puede variar según la especie, el cultivar, el momento del primer pastoreo, las condiciones climáticas y el remanente. Este período de descanso mínimo deberá ser tenido en cuenta al establecer la planificación del número de franjas y el período de permanencia de los animales en cada una de ellas.

La variedad de Avena LE 1095a, a pesar de no tener un potencial de producción y capacidad para el doble propósito tan alto como la RLE 115, ha mostrado mayor especialización para ambientes más pobres (Millot, 1981).

En un ensayo llevado a cabo por Pigurina (1994b) la disponibilidad de avena al inicio fue superior a los 1800 kg MS/ha en todos los tratamientos (altura aproximada de 25 cm). La alta disponibilidad y la altura de la avena fueron muy importantes para lograr el máximo consumo posible en un tiempo de pastoreo restringido. El crecimiento de la avena registrado al inicio fue de 70 kg MS/ha/día, con tasas decrecientes hacia el final del período (30 kg MS/ha/día).

El rendimiento anual de materia seca estimado oscila entre 3100 y 4500 kg MS/ha (Leborgne, 1982), observándose una gran variación entre años con un promedio general de 4590 kg MS/ha (Rosso y Chifflet, 1992).

La mejor utilización y manejo de la avena se hace mediante pastoreos rotativos controlados. El primer pastoreo conviene realizarlo cuando el cultivo alcanzó unos 15 cm. de altura (600-800 kg MS/ha disponible) estando el piso suficientemente seco y los siguientes se pueden realizar cuando alcanza una altura de 20 cm (800-1000 kg MS/ha disponible). Nunca conviene rasar, pues el rastrojo (5-10 cm. basales) contiene la mayor parte de las reservas que sustentarán el desarrollo durante los días después del corte (Millot, 1981). El período de utilización como forraje comienza usualmente en marzo o abril-mayo y finaliza a fines de octubre-noviembre (Rosso y Chifflet, 1992).

Carriquiry et al. (1992) obtuvieron rendimientos al primer corte (60 días), en los que se destaca la avena por su mayor precocidad. El mayor desarrollo inicial de la avena también se manifiesta en la altura alcanzada al primer corte, destacándose la Avena Negra con un desarrollo excesivo en altura (48 cm) que provocó que el corte dejara un rastrojo de mala calidad. En evaluaciones de la producción al segundo corte, la Avena Negra no repitió la buena producción del corte anterior, al que había llegado con exceso de forraje. El resto de las avenas (entre ellas la 1095a), fueron más productivas y no existieron diferencias entre ellas.

2.1.2. Características del cultivo de raigrás

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 royas y pulgón verde de los cereales (Carámbula, 1977).

El raigrás es un verdeo de ciclo más largo que la avena. Presenta menor precocidad, menor tamaño de semilla, más macollaje, hábito más postrado y mayor respuesta al agregado de N. Tradicionalmente el raigrás que se siembra en Uruguay es de floración temprana. El prototipo de variedad es el LE 284 (raigrás anual), que es un material diploide de muy buena producción invernal y que encaña a principios de octubre. A partir de ese momento pierde calidad muy rápido y su aporte de forraje posterior a pastoreos de mediados de octubre es reducido (Rebuffo y García, 1997).

En los últimos años han aparecido en el mercado una gran cantidad de cultivares que se pueden clasificar según su requerimiento de frío para florecer y su ploidía (Zanoniani y Ducamp, 2000). Existen en el mercado algunos materiales de buen crecimiento invernal y ciclo más tardío, como Concord (2n), Maris Ledger (4n), y Matador (4n). Florecen de 15-20 días más tarde que LE 284, lo que les confiere algunas

ventajas como: mayor aporte de forraje en primavera y mayor calidad y un mayor período de aprovechamiento (Rebuffo y García, 1997)

Los materiales diploides y sin requerimientos de frío tienen un comportamiento anual. En el país existen materiales tetraploides, sin requerimientos de frío como Hércules, que presenta menor macollaje, macollas más gruesas, mayor porte y hojas gruesas. Por último, los materiales con requerimientos de frío y tetraploides son (junto con los diploides) los de mayor interés por selección en el Uruguay. Poseen menor macollaje, macollas más gruesas, hojas anchas, porte más semierecto, floración más tardía y aceptable producción de semilla. Los cultivares más conocidos son INIA Matador (actualmente fuera de mercado por deriva genética) y el INIA Titán (con menor largo de ciclo que el anterior y precocidad). La producción de estos cultivares y otros se muestran en el cuadro 4 (Zanoniani y Ducamp, 2000).

Tradicionalmente el raigrás anual fue usado en mezclas de pasturas perennes, pero últimamente ha adquirido importancia como verdeo de invierno. Posee un sistema radicular superficial, que lo hace vulnerable a condiciones de sequía. Es algo sensible al ataque de royas. Si bien proporciona forraje más tarde que los cereales de invierno tradicionales, esto se compensa con un mayor período de utilización, que se extiende hasta mediados de primavera (Amigone y Kloster, 1997).

El lento crecimiento inicial del raigrás y su ciclo tardío impiden que compita en precocidad con la avena (cuadro 2), presentando su mayor producción desde mediados de invierno (Chiara, 1975; Carámbula et al., 1996; Amigone y Kloster, 1997).

Alvim y Martins (no publicados) citados por Alvim (1987) reportaron rendimientos próximos a 5000 kg MS/ha para avena y 7000 kg MS/ha para raigrás. Se han reportado producciones de 2500-6000 kg MS/ha, dependiendo de los niveles de fertilización nitrogenada (Alvim,1987) (cuadro 3).

CUADRO 3: Producción promedio de materia seca (MS) y tenor promedio de proteína cruda (PC) de avena y raigrás en la región de Coronel Pacheco, Minas Gerais.

Especie	MS (kg/ha)	PC (%)
Avena	4650	16,9
Raigrás	4705	17

Fuente: adaptado de Mozzer et al. (1980), Alvim y Mozzer (1984) citados por Alvim (1987).

En condiciones de primavera favorables en temperatura y humedad, como para permitir un activo crecimiento de los cultivos, se destaca la producción del raigrás sobre los demás cereales. La producción del raigrás se situó en el entorno de dos veces y media el rendimiento de los demás materiales (Raigrás LE 284: 3800 kg MS/ha vs. Avena 1095a con 1535 kg MS/ha) (Ayala, 1992).

En cuanto a la producción total anual de forraje de verdeos puros, se destacan el raigrás LE 284 y Matador por su elevada entrega total de forraje. Sin embargo, dicho aporte correspondió mayoritariamente (87%) a primavera (Ayala, 1992) observado en el cuadro 4. Chiara (1975) también caracteriza en su evaluación de especies al raigrás LE 284 como el de mayor rendimiento, pudiéndose citar como el cultivo anual de invierno de mayor potencialidad de producción.

CUADRO 4 Recopilación de resultados experimentales de producción de forraje (kg MS/ha) de avena y raigrás.

Material	Producción de forraje (kg MS/ha)	Fuente
Avena 1095[a]	3176	Adaptado de INIA (1997/98/99) citado por Zanoniani y Ducamp (2000).*
Avena RLE 115	3463	
Avena INIA Tucana	3278	
Avena INIA Polaris	3585	
Raigrás LE 284	9387	
Raigrás INIA Cetus	9832	
Raigrás Hércules	10736	
Avena 1095[a]	2697	Adaptado de Ayala (1992).
Avena RLE 115	2896	
Raigrás LE 284	4310	
Raigrás Matador	4889	

Referencias: * = resultados experimentales de evaluación de cultivares, especies forrajeras 1997, 1998, 1999.

2.1.3. Características de las mezclas

Los verdeos de avena y raigrás cumplen exitosamente la función de reforzar la entrega de forraje en períodos críticos de invierno, cuando las especies perennes disminuyen su productividad (cuadro 5) (Carámbula, 1987).

CUADRO 5: Producción total (kg MS/ha) y distribución de cultivos forrajeros anuales en kg MS/ha y como %.

	Otoño		Invierno		Primavera		Total	
	Kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
Avena	1440	32	1080	44	1080	24	4500	100
Raigrás	1260	18	2800	40	2940	42	7000	100
Avena+Raigrás	1610	23	2730	39	2660	38	7000	100

Fuente: adaptado de Carámbula et al. (com. pers) citados por Carámbula (1987).

La mezcla de ambas especies, permite una entrega mas equilibrada en las tres estaciones, siendo este efecto tanto mayor cuanto más precoz sea el cultivar de avena utilizado (cuadro 5) (Millot, 1981; Carámbula, 1987). Comparando la avena y raigrás en

producción de materia orgánica digestible, se destaca la avena por su clara superioridad desde mayo hasta mediados de junio, época en que el raigrás eleva sus rendimientos para expresar una potencialidad mayor el resto del año. El uso de la avena se justifica cuando se requiere utilizar el verdeo en otoño, en cambio para invierno y primavera es aconsejable el raigrás (Chiara, 1975). Según J.C. Millot (com. pers) lo anteriormente expresado depende del nivel de nitrógeno y del manejo, de lo contrario el raigrás ser expresa más tardíamente.

El comportamiento complementario presentado por estas especies, ha permitido desarrollar la idea de obtener en una amplia gama de suelos, una producción de forraje más balanceada mediante la siembra de mezclas que las incluyan (Carámbula, 1977).

El cuadro 6 compara la digestibilidad de estos verdeos en dos momentos de siembra.

CUADRO 6: Tasa de digestibilidad de materia seca (%).

	Otoño	Invierno	Primavera
Raigrás y Avena temprana	76	74	68
Raigrás y Avena tardía	-	76	68

Fuente: adaptado de Carámbula (1987).

En los casos que se necesita forraje en los meses de otoño, invierno y primavera, el uso de mezclas forrajeras de avena y raigrás parecen ser las indicadas. Chiara (1975) y Carámbula (1977) indican que la producción diaria de materia seca de avena más raigrás es similar a la avena pura en otoño y equivalente a la de raigrás en invierno y primavera (figura 4)

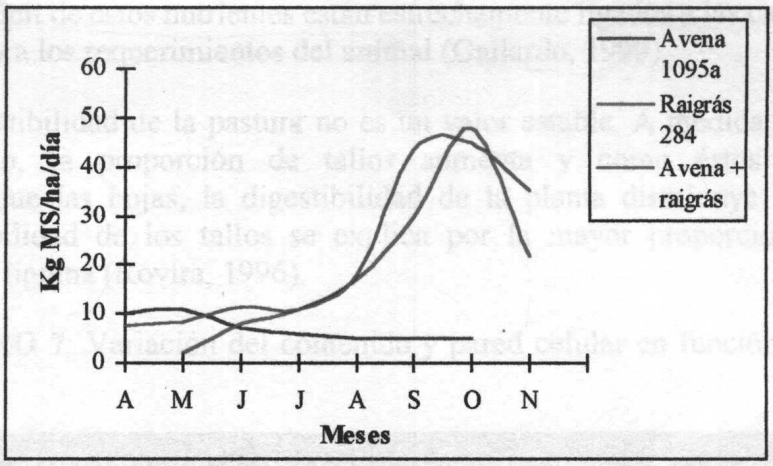


FIGURA 4: Curvas de producción de avena, raigrás y la mezcla de ambas, obtenidas en La Estanzuela en 1973. Fuente: Chiara (1975).

Una mezcla de 50 kg de avena y 15 kg de raigrás, rindió 5138 kg MS/ ha mientras que en siembras puras dichas especies rindieron 1748 y 4141 kg MS /ha, respectivamente (Chiara 1975; Carámbula, 1977).

Según Carámbula (1993) la vida corta de los verdeos hace que éstos tengan que ser amortizados en el año de implantación. Por ello, debe obtenerse de los mismos los máximos rendimientos en cantidad y calidad de forraje que hagan rentable la inversión realizada. La principal forma de alcanzar dicha entrega de forraje, durante un período amplio de tiempo desde otoño temprano hasta fines de primavera, es mediante las mezclas de Avena-Raigrás. J.C. Millot (com. pers) agrega que puede ser conveniente mezclar una avena más temprana o cebada, más una avena más invernal y doble propósito como por ejemplo la RLE 115. Esta mezcla constituye el ejemplo más sencillo y práctico de utilizar la combinación para aprovechar en forma más eficiente el ambiente (Carámbula,1993).

La producción de una mezcla de Avena 1095a y Raigrás LE 284, fertilizados con 100 kg/ha de urea y pastoreada de agosto a octubre con terneros de destete, fue de 500 kg/ha de carne (Chiara, 1975; Allegri et al., 1979).

2.1.4. Valor nutritivo

Las principales características del otoño en las pasturas son el cambio de la calidad de las mismas y por ello se ha recurrido a la incorporación de suplementos en base a forrajes conservados. Entre los nutrientes más importantes de la dieta que pueden estar limitando la productividad, están la fibra, proteína y el agua (intra y extracelular).

FACULTAD DE AGRONOMIA
DOCUMENTACION Y
BIBLIOTECA

El exceso ó déficit de estos nutrientes están estrechamente ligados a las características de cada alimento y a los requerimientos del animal (Gallardo, 1999).

La digestibilidad de la pastura no es un valor estable. A medida que las plantas van madurando, la proporción de tallos aumenta y como éstos tienen menor digestibilidad que las hojas, la digestibilidad de la planta disminuye (cuadro 7). La menor digestibilidad de los tallos se explica por la mayor proporción de celulosa, hemicelulosa y lignina (Rovira, 1996).

CUADRO 7: Variación del contenido y pared celular en función del desarrollo de la planta.

	C.Celular (%)	P.Celular (%)	Proteína (%)	Hemicel (%)	Celulosa (%)	Lignina (%)	Digestib (%)
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). Referencias: C. Celular=contenido celular; P. Celular=pared celular, Hemicel=hemicelulosa; digestib=digestibilidad.

El aumento de pared celular a medida que la planta envejece, es más sustancial. Al mismo tiempo el contenido celular decrece, y dentro de éste lo que disminuye más es la proteína. El mayor contenido de fibra al avanzar la madurez de la planta, trae como consecuencia un descenso pronunciado en la digestibilidad de la planta (Rovira,1996).

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. La digestibilidad de la fibra detergente neutra (FDN) en los forrajes varía de 20 a 80% dependiendo de la especie de forraje y el estado fisiológico. La fibra cruda aumenta al madurar la planta pero no siempre refleja con precisión su contenido energético; subestima los forrajes de buena calidad y sobrestima los de pobre calidad. Esta fracción está asociada con el consumo y con el llenado ruminal (García, 1994b).

A mayor calidad del forraje mayor será la eficiencia de transformación de la energía metabólica (EM) en productos. La energía en los análisis de calidad está representada por la digestibilidad ó Fibra Detergente Ácido (FDA). La digestibilidad (expresada en porcentaje) de un forraje es la diferencia entre lo que el animal ingiere menos lo excretado en las heces. La FDA está asociada con lo más indigestible del forraje, mientras más alto sea su valor, peor será la calidad del mismo. La concentración de EM está estrechamente relacionada a la digestibilidad de la materia orgánica, y la digestibilidad del forraje tiene una importante influencia en la cantidad consumida (Hodgson, 1990; Bruno et al., 1997).

Los verdeos invernales en otoño-invierno tienen algunas limitantes desde el punto de vista nutricional para el animal. Entre ellas están los altos contenidos de agua intracelular que presentan naturalmente y agua extracelular (rocío, lluvias). En estas circunstancias el valor energético de las pasturas se diluye y baja el consumo voluntario. En los rebrotes invernales se concentran altos niveles de nitrógeno no proteico y proteínas de elevada degradabilidad ruminal. En los crecimientos tempranos de otoño las paredes celulares de los forrajes son muy frágiles y tienen niveles sumamente bajos en fibra. Por lo tanto la velocidad de tránsito de las partículas es muy rápida y no alcanzan a ser fermentadas en el rumen. Por esta razón, las actividades de masticación y rumia disminuyen significativamente (Gallardo, 1999).

En pasturas jóvenes la proporción de celulosa más hemicelulosa es menor que en pasturas maduras. Un incremento de lignina reduciría la digestibilidad de toda las fracciones de celulosa y hemicelulosa y el total de energía disponible para el animal resultaría en un nivel más bajo de producción (Scollan et al., 1998).

El forraje es raramente una dieta balanceada, en el sentido que sus constituyentes orgánicos e inorgánicos estén presentes en las concentraciones y proporciones que mejor cubran las necesidades de los animales. Para la mayoría de las formas de producción animal, hay a menudo un exceso de componentes nitrogenados en forraje joven, y una deficiencia en el forraje maduro (Hodgson, 1990).

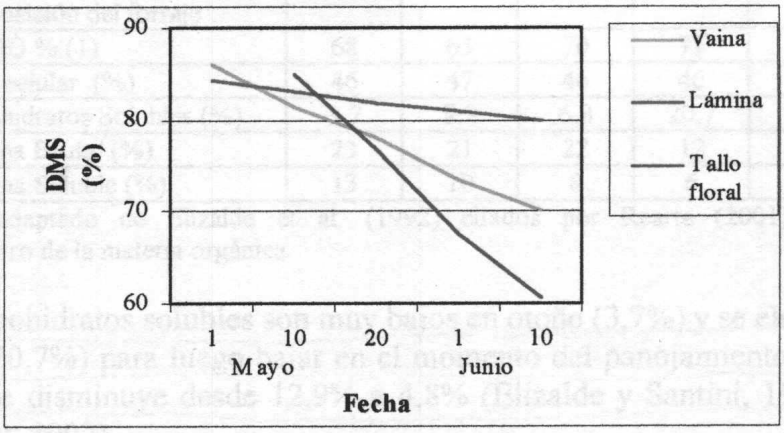


FIGURA 5: Cambios en la digestibilidad de componentes de plantas individuales al avanzar la madurez. Fuente: adaptado de Terry y Tilley (1964) citados por Hodgson (1990). Referencias: DMS = Digestibilidad de la Materia seca.

En la figura 5 se observan los cambios en digestibilidad en el raigrás perenne durante un período de crecimiento ininterrumpido en la primavera. Se producen cambios en la digestibilidad al avanzar la madurez en la parcela completa, reflejando cambios en las proporciones relativas de las diferentes partes de la planta, así como en su digestibilidad (Hodgson, 1990).

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

La digestibilidad de la avena en estado vegetativo está entre el 70% y 85%, y el valor mínimo encontrado es de 56,3% con el cultivo en grano pastoso. El nivel de proteína varía de 25% en estado vegetativo a 8% en grano pastoso (Chifflet et al., 1978, Aello et al. 1984, Elizalde y Santini, 1992 citados por Rosso y Chifflet, 1992).

En trabajos realizados por Elizalde et al (1992) citados por Rearte (2001) (cuadro 8) se observa que una pastura a pesar de mantener su digestibilidad, puede variar su valor nutritivo en las distintas épocas del año según sea su contenido de proteína y de carbohidratos solubles. En otoño el forraje tiene alto contenido proteico y mayor porcentaje de proteína soluble que en primavera.

CUADRO 8: Composición química de la avena en los distintos pastoreos y metabolismo proteico de los novillos que la pastorean.

Períodos Fechas	I 20/5	II 25/6	III 9/8	IV 20/9	V 22/10
Composición del forraje					
DIVMO % (1)	68	65	70	71	56
Pared celular (%)	46	47	46	46	57
Carbohidratos Solubles (%)	3,7	8,2	6,8	20,7	10,6
Proteína Bruta (%)	23	21	22	12	10
Proteína Soluble (%)	13	10	8	6	5

Fuente: adaptado de Elizalde et al. (1992) citados por Rearte (2001). Referencias:(1): Digestibilidad in vitro de la materia orgánica.

Los carbohidratos solubles son muy bajos en otoño (3,7%) y se elevan hasta fines de setiembre (20,7%) para luego bajar en el momento del panojamiento (cuadro 8). La proteína soluble disminuye desde 12,9% a 4,8% (Elizalde y Santini, 1992 citados por Rosso y Chifflet, 1992).

En otoño y en menor medida en invierno, suelen producirse desbalances en la proporción de ciertos componentes del forraje que determinan como consecuencia, una baja performance animal. Ciertas particularidades intrínsecas del forraje de crecimiento otoñal (bajo contenido de materia seca, de carbohidratos solubles y elevado contenido proteico fácilmente degradable) se destacan con consistente repetibilidad entre años, otorgando seguridad a obtener una buena respuesta a la suplementación estratégica con heno de buena calidad (Kloster et al., 1997).

El valor nutritivo de la avena presenta variaciones en un mismo momento dependiendo de la distribución vertical, esta variación en la composición química de los estratos provoca diferencias en las dietas cosechadas, según cuál sea la profundidad de pastoreo que el animal realice (Montossi et al., 1994). Los valores del cuadro 9, se corresponden a un forraje acumulado desde la siembra de más de 7,5 toneladas para Tucana y 7 toneladas para RLE 115.

CUADRO 9: Distribución vertical de las variables de calidad de forraje de dos cultivares de avena.

Avena, cultivares	Estratos (cm)	DMO (%)	PC (%)	FDN (%)
RLE 115	0-20	61,51	6,78	67,17
RLE 115	20-40	70,41	8,97	67,27
RLE 115	+ 40	74,19	11,04	59,66
TUCANA	0-20	58,82	4,89	68,43
TUCANA	20-40	68,2	10,4	59,38
TUCANA	+ 40	75,11	16,4	58,91

Referencias: DMO = Digestibilidad de la Materia Orgánica; PC = Proteína Cruda; FDN = Fibra Detergente Neutro. Fuente: Montossi et al. (1994)

Los cambios en la composición química de la avena a través de su ciclo de producción y en el perfil son factores a tener en cuenta a fin de implementar medidas de manejo que mejoren la eficiencia de utilización de este cultivo (cuadro 9) (Montossi et al., 1994).

En estudios nacionales realizados sobre verdeos invernales, se registraron diferentes valores de la calidad de los mismos presentados en el cuadro 10.

CUADRO 10: Valor nutritivo del forraje ofrecido para distintas mezclas forrajeras invernales.

Variables (%)	Exp 1	Exp 2	Exp 3
PC	18,9	18,7	20
DMO	68,6	71,9	72
FDA	35,2	30,4	33
FDN	59,5	72,6	69

Referencias: Exp. 1 Arocena y Dighiero (1999) mezcla avena y raigrás
Exp. 2 De Barbieri et al. (2000) avena
Exp. 3 Frizzi y Segredo (2001) mezcla avena y raigrás.

En gramíneas se ha demostrado que en etapas inmaduras de crecimiento, el tallo es más digestible que la vaina, ó la hoja, en ese orden, pudiendo presentar por ello mayor calidad. Sin embargo a medida que la planta madura, la digestibilidad del tallo decae en forma abrupta (Langer, 1973; Van Soest, 1982).

La relación vaina-lámina ó tallo-hoja se incrementa rápidamente con el tiempo en una pastura en estado reproductivo en primavera (figura 6). Esto, acompañado con los cambios en cada uno de los componentes, resulta en el característico patrón de descenso de la digestibilidad al aumentar la madurez en las pasturas. Una vez que la fase reproductiva se ha completado, los cambios en digestibilidad al aumentar la madurez, son menos marcados (Hodgson, 1990).

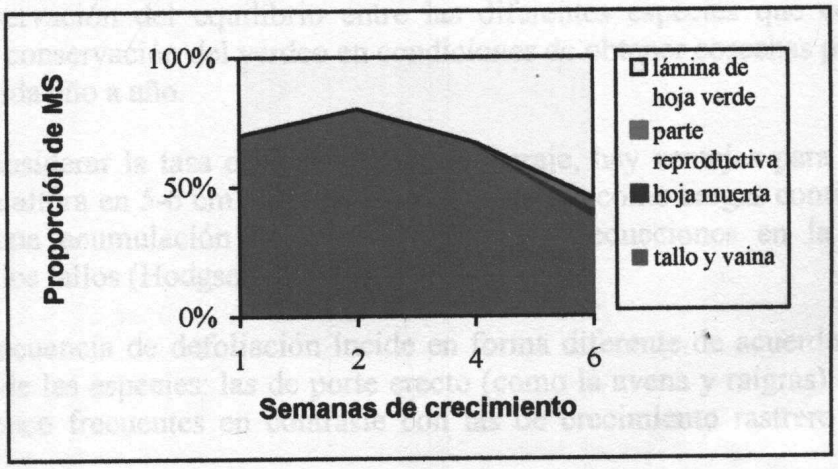


FIGURA 6: Cambios en las proporciones de hojas y tallos al avanzar la madurez en una pastura reproductiva. Fuente: William et al. (1976) citados por Hodgson (1990).

El patrón de la distribución de la digestibilidad dependerá de la forma en la cual la pastura ha sido manejada. En pasturas pastoreadas regularmente, el material senescente se acumula por debajo de la altura de defoliación. Los cambios en la digestibilidad del forraje al avanzar la madurez son paralelos a cambios en el contenido de nitrógeno (N) (Hodgson, 1990).

El contenido de agua disminuye con el aumento de la madurez. La performance de animales pastoreando pasturas de similar composición botánica y digestibilidad, es a menudo menor en otoño que en primavera. Esto puede ser debido a bajas cantidades de forraje consumidas en otoño, debido a la contaminación por estiércol dado por un menor contenido de materia seca, pero el valor nutritivo por unidad de forraje digestible consumido puede también ser afectado adversamente por estos factores y por la baja relación entre energía fácilmente disponible y N en el forraje en ese período del año (Hodgson, 1990).

El contenido de materia seca del cultivo de avena varía desde 16% en mayo hasta 32% en agosto (López Menéndez y Villarreal, 1972, Aello et al. 1984 citados por Rosso y Chifflet, 1992). En el forraje disponible oscila desde 12% a 18% de MS al estado vegetativo y más de 20% en estados avanzados de madurez (J. C. Millot, com. pers).

Cuando la concentración es menor a 22% se afecta el consumo voluntario de los animales en pastoreo (Elizalde y Santini, 1992 citados por Rosso y Chifflet, 1992).

2.1.5. Efectos del pastoreo

El manejo del pastoreo no debería estar apartado de los objetivos indicados por Carámbula (1977): a) producción máxima de forraje nutritivo y apetecible a lo largo del año; b) preservación del equilibrio entre las diferentes especies que constituyen la pradera; y c) conservación del verdeo en condiciones de obtener cosechas productivas en forma sostenida año a año.

Al considerar la tasa de crecimiento de forraje, hay ventajas para manejos que mantienen la altura en 5-6 cm tanto en pastoreo rotativo como cargas continuas, con los riesgos de una acumulación de material muerto y reducciones en la población y actividad de los tallos (Hodgson, 1990).

La frecuencia de defoliación incide en forma diferente de acuerdo al hábito de crecimiento de las especies: las de porte erecto (como la avena y raigrás) se benefician con cortes poco frecuentes en contraste con las de crecimiento rastrero (Carámbula, 1977).

El patrón de acumulación del forraje creciendo luego de haber sido pastoreado y cerrado hasta un nivel máximo de acumulación, se observa en la curva de la figura 7. Esta tiene una lenta fase inicial de acumulación, una fase de acumulación acelerada y una fase en la cual la tasa de acumulación declina a cero cuando la pastura se aproxima a la producción techo. Para la producción máxima, el forraje debe ser mantenido en el medio de la fase de rápida acumulación. Esto implicaría evitar defoliaciones muy frecuentes o severas, e intervalos de descanso demasiado largos entre defoliaciones. En la realidad, variaciones sustanciales en la frecuencia y severidad de defoliación tienen un pequeño efecto en la tasa promedio de acumulación de forraje sobre el tiempo (Hodgson, 1990).

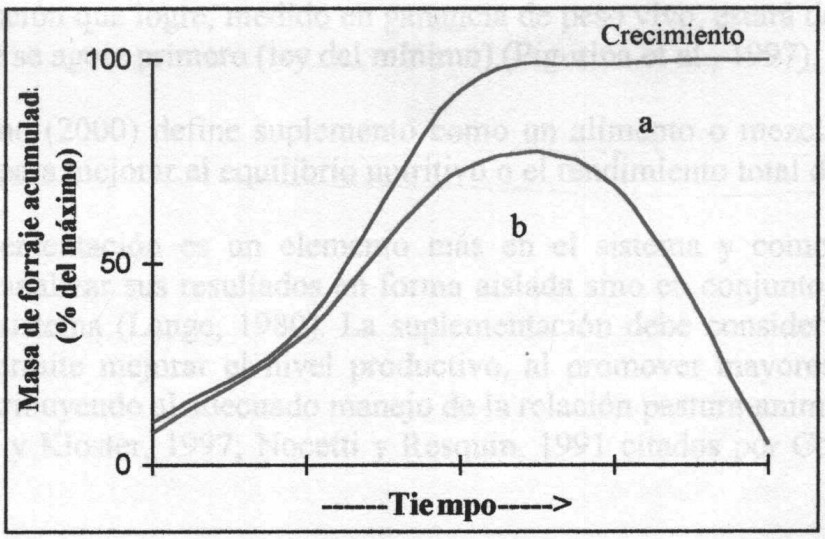


FIGURA 7: Secuencias en el tiempo de la acumulación de forraje y recambio de tejido en una pastura cortada. Fuente: adaptado de Hodgson (1990). Referencias: a=pérdidas por senescencia y descomposición, b=acumulación neta.

La razón para esta aparente discrepancia entre la teoría y la práctica, puede ser por el hecho de que la tasa a la cual el forraje se acumula en ausencia de animales pastoreando (producción neta de forraje) representa la diferencia entre la tasa de crecimiento de nuevos tejidos de la planta (a menudo descriptos como producción total) y la tasa de pérdida de tejidos establecidos, por senescencia y descomposición, los que ocurren casi continuamente en una pastura normal. En la figura 7 inicialmente ambas tasas (de crecimiento y pérdida) son bajas; la tasa de crecimiento luego se acelera pero es a lo último balanceada por la aceleración tardía de la tasa de pérdida por senescencia a medida que el forraje maduro se acumula (Hodgson, 1990).

El pisoteo animal es otro de los efectos del pastoreo, destruyendo los puntos de crecimiento, hojas, tallos y raíces de las plantas del tapiz. Este efecto depende de la carga animal, humedad y estructura del suelo y de la estructura, hábito y capacidad de macollaje de la planta (Frame, 1982).

2.2. SUPLEMENTACIÓN

2.2.1. Definiciones

Suplementación se define como el suministro de alimentos adicionales al forraje pastoreado (cuando este es escaso o está inadecuadamente balanceado), con el objetivo de aumentar el consumo de nutrientes y alcanzar determinados objetivos de producción (Pigurina, 1994a). Consiste en agregar el nutriente que hace falta para lograr el nivel de producción que se requiere. El animal para vivir requiere de agua, energía, proteína, minerales y vitaminas, que los obtiene de la digestión de la pastura que consume. El

nivel de producción que logre, medido en ganancia de peso vivo, estará determinado por el nutriente que se agote primero (ley del mínimo) (Pigurina et al., 1997).

Cozzolino (2000) define suplemento como un alimento o mezcla de alimentos que se utilizan para mejorar el equilibrio nutritivo o el rendimiento total de un animal.

La suplementación es un elemento más en el sistema y como tal no puede planificarse ni analizar sus resultados en forma aislada sino en conjunto, con todos los elementos del sistema (Lange, 1980). La suplementación debe considerarse como una práctica que permite mejorar el nivel productivo, al promover mayores consumos de nutrientes, contribuyendo al adecuado manejo de la relación pastura-animal (Risso et al., 1991; Latimori y Kloster, 1997; Nocetti y Resquin, 1991 citados por Cozzolino, 2000; Rearte, 2001).

Se puede suplementar con: minerales, pasturas diferidas y/o verdeos específicos o doble propósito, concentrados energéticos y/o proteicos, y voluminosos ó forrajes conservados (heno o silo). Los suplementos pueden suplir las deficiencias de algunos nutrientes, sustituir parte de la dieta o aumentar el consumo de forraje (Pearson e Ison, 1994).

La disponibilidad de forraje en invierno es usualmente la principal limitante nutricional de la producción ganadera nacional. La suplementación invernal es una alternativa que permite atenuar o corregir esta limitante (Orcasberro, 1993). Para suplementar se debe conocer: que es lo que requiere el animal, cuánto está consumiendo de forraje y los nutrientes que aporta, qué suplemento utilizar que agregue lo que hace falta para el nivel productivo esperado y cuál es la respuesta agregada y cuánto dinero nos cuesta (Pigurina, 1997).

2.2.2. Objetivos de la suplementación

Mediante la suplementación se procura obtener uno o varios de los siguientes efectos: aumentar el nivel de la producción individual; una mayor utilización de la producción forrajera y un manejo racional de las pasturas (aumentando la capacidad de carga y evitando situaciones de sobre y subpastoreo); mejorar la eficiencia de utilización del alimento sobre todo en forrajes de baja calidad; y prevenir enfermedades nutricionales (Lange, 1980; Orcasberro, 1994; Mieres, 1997).

Según Rovira (1996) la suplementación puede ser encarada con diferentes objetivos según las circunstancias y los fines específicos que se pretenden lograr a través de ella:

- Formar parte de una planificación alimenticia que integre la estrategia anual en forma permanente (suplementación sistemática).

- Suplementación de carácter coyuntural o circunstancial, según el clima, la cantidad de forraje y el estado de algunas categorías del ganado.

En sistemas de producción extensivos la suplementación puede ser una buena opción al considerarla como instrumento para mantener peso o lograr pequeñas ganancias durante el invierno, ó para que en primavera se potencialice el crecimiento acorde con la disponibilidad forrajera excedente. Se observa generalmente que en condiciones más intensivas el objetivo de la suplementación es maximizar la performance animal, lográndolo a través de altas tasas de ganancia (Risso et al., 1989).

En nuestro país, el suministro de suplemento con el objetivo de maximizar la performance animal se ha orientado fundamentalmente a mejorar la ganancia de peso durante el invierno de novillos en engorde pastoreando praderas o verdeos (Risso et al., 1989). Lo que se busca es que los animales estén mejor alimentados al disponer de mayor cantidad de nutrientes para su consumo en momentos de escasez de forraje (Rovira, 1996).

Según Josifovich (1995) el objetivo de la suplementación en invernada debe ser el de lograr una mayor carga animal, una mayor velocidad de crecimiento y un menor tiempo en el proceso de terminación.

En pastoreos sobre verdeos tiernos, en los cuales el engorde es escaso debido a una insuficiente ingestión de materia seca, agravado por el efecto laxante (causado por el elevado contenido de agua de estos forrajes, la alta proteína y la baja fibra) se plantea la suplementación con el objetivo de mejorar los aumentos de peso, aumentando como consecuencia la capacidad de carga de la pastura (Lange, 1980).

La suplementación es una posibilidad concreta de diversificar la producción e incrementar el valor agregado al producto agrícola mejorando la eficiencia global del sistema agrícola-ganadero (Cozzolino, 2000).

2.2.3. Los efectos del suplemento sobre el forraje y el tipo de relación resultante

Éstos dependen de distintos factores y de su interacción: la estructura del tapiz, la disponibilidad y calidad del forraje, el tipo, nivel y hora de suplementación, procesado del suplemento y del forraje, la frecuencia de alimentación, el fotoperíodo y las características del animal (especie y categoría) (Franco et. al., 1991; Pigurina, 1994a).

Todos estos factores tienen una relación de dependencia que afectan la digestibilidad del forraje y la del suplemento, y como consecuencia de esto el consumo, determinando la respuesta animal (Pigurina, 1994a).

La suplementación puede afectar la respuesta en el comportamiento animal en condiciones de pastoreo aumentando el consumo del forraje disponible cuando éste se encuentra limitado por deficiencias de nutrientes específicos y mejorando la eficiencia de utilización de las pasturas, aún en condiciones de exceso, variando su uso según la calidad y disponibilidad de éstas (Pigurina, 1989).

2.2.4. El rol de la suplementación en los sistemas de producción

La marcada estacionalidad de las pasturas en el Uruguay, determina un fuerte desbalance entre la disponibilidad forrajera y los requerimientos del animal. Estos desfasajes entre la oferta y la demanda son cuantificables y potencialmente corregibles mediante estrategias adecuadas de alimentación como es la suplementación (Viglizzo, 1981 citado por Cozzolino, 2000).

El uso estratégico de concentrados, granos, heno y silo es una de las alternativas para enfrentar períodos de crisis forrajera invernal, permitiendo además incrementar dotaciones para obtener una mayor producción por hectárea. La suplementación invernal no solo tiene como objetivo aumentar el suministro de nutrientes que se ve limitado con el pastoreo exclusivo sino también mantener durante el invierno una carga animal alta.

En nuestro país, las bajas ganancias de peso vivo y la alta edad de faena de los novillos, son consecuencia de la alimentación. El uso de la suplementación constituye una alternativa adicional para corregir las deficiencias nutricionales e incrementar la eficiencia de los procesos de producción (Astori, 1979 citado por Franco et. al., 1991).

Una suplementación estratégica pretende maximizar el uso de forrajes y también maximizar la ingestión y digestión del forraje pero no debería reemplazar los nutrientes en exceso del requerimiento animal (Lange, 1980).

2.2.5. Factores que afectan la suplementación

Dentro de los factores a considerar en una estrategia de suplementación están los relativos al animal, a la pastura, al suplemento y a la interacción animal-pastura-suplemento (Pigurina, 1994a).

2.2.5.1. Factores inherentes al animal

La suplementación debe tener en cuenta el tipo de animal, el estado corporal y el nivel de reservas y los requerimientos nutricionales en función del objetivo previamente definido, de mantenimiento o aumento de la producción (Pigurina, 1994a).

Mediante tablas de requerimientos nutritivos para cada tipo de animal y nivel de producción, es posible definir la cantidad y calidad de alimento necesario, descontando el aporte de la pastura. La repuesta animal puede ser medida en efectos directos

(aumento de peso vivo), efectos indirectos como consecuencia de la suplementación ó efectos en el ámbito productivo (aumento de la carga animal) (Pigurina, 1994a). La respuesta en producción de animales en pastoreo al uso de suplementos es influenciada por las características de la pastura así como del tipo de suplemento y la forma de uso y también por el potencial productivo de los animales (Hodgson, 1990).

2.2.5.2. Factores inherentes a la pastura

La oferta de pastura puede ser deficiente en calidad (baja digestibilidad o bajo contenido proteico) o en cantidad (insuficiente disponibilidad para que el animal coseche según sus necesidades diarias) (Pigurina, 1994a).

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).

Es importante el manejo del pastoreo por ser un factor que afecta la suplementación. El tamaño de la franja y el tiempo que los animales permanecen en ella son dos mecanismos a manejar para tener éxito con la suplementación. Resultados obtenidos con novillos de sobreaño sobre dos pasturas de distinta calidad, mostraron que las ganancias de peso fueron superiores en la pastura de mayor calidad y una relación directa entre ganancia de peso vivo y frecuencia de cambio de la franja (Dumestre y Rodriguez, 1995 citados por Vaz Martins, 1997).

En trabajos con pasturas y verdeos de alta calidad (30% de leguminosas) y cantidad (más de 15 cm. de altura) se estudió presión de pastoreo y tres rangos de suplementación (0,5 a 1% por 100 kg de P.V). Los suplementos usados fueron afrechillo de trigo, sorgo, cebada y maíz. No se encontró respuesta al suplemento cuando la pastura se ofrecía al 3% y se ratificó en cada ensayo un estrecho rango de respuesta al agregado de suplemento (entre 1,5 a 3%) (cuadro 11) (Cibils et al., 1997).

CUADRO 11: Resumen de información, promedio de cinco años, sobre suplementación de novillos en dos presiones de pastoreo

	Presión de pastoreo (% PV)			
	1,5		3	
	Promedio	Rango	Promedio	Rango
Utilización (%)	80	63-94	66	55-83
Ganancia diaria solo pastura (kg)	0,226	0,173-0,287	1,023	0,904-1,262
	Pastura	Verdeo	Pastura	Verdeo
Magnitud	Alta		0	
Rango de suministro (Eficiencia)	2-3 kg 0,5 a 1 % PV		---	
Eficiencia (kg supl/kg peso vivo)	3 a 8			

Fuente: adaptado de Cibils et al. (1997)

2.2.5.2.1. Factores que afectan la respuesta en pasturas de alta calidad

Pasturas de calidad son aquellas de alta digestibilidad, baja fibra y alta proteína. Pasturas con altos contenidos proteicos pero bajas concentraciones de carbohidratos solubles son alimentos desbalanceados para el animal. En el otoño disminuyen los carbohidratos solubles y aumentan las fracciones solubles de la proteína, determinando bajas ganancias de peso, incluso con forrajes de alta degradabilidad (Santini y Rearte, 1997).

No se conocen las causas que originan los trastornos digestivos y nutricionales en los verdeos invernales. Intervienen varios factores en la composición del forraje: elevado contenido de proteína cruda (35%), bajo contenido de fibra cruda (20%), bajo contenido de azúcares y elevado contenido de agua, características que provocan menores consumos y diarrea. Debido a este desconocimiento la suplementación de los verdeos no cuenta con bases firmes (Lange, 1980).

Para determinar la cantidad y características del suplemento a utilizar, es fundamental tener la idea de la cantidad y calidad de los nutrientes que los animales están consumiendo de la pastura. Sobre pasturas de buena calidad, la cantidad de forraje disponible por hectárea es uno de los principales factores que afecta la performance de los animales. Esta relación entre disponibilidad forrajera y ganancia de peso está representada en la figura 8. Por debajo de una determinada disponibilidad la ganancia de peso comienza a disminuir, siendo en estas circunstancias cuando se obtienen respuestas a las suplementaciones (Santini y Rearte, 1997).

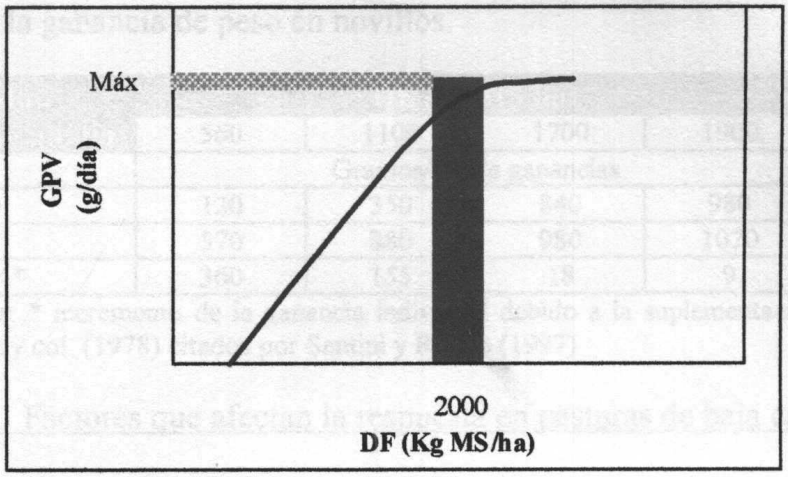


FIGURA 8. Relación entre Disponibilidad Forrajera (DF) y Ganancia de Peso Vivo (GPV) de los animales, en pastura de muy buena calidad. Fuente: adaptada de Santini y Rearte (1997).

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).

Para el caso de forrajes de buena calidad, con alta asignación de forraje por animal es la disponibilidad de forraje el principal factor que determina la respuesta a la suplementación (Cronjé, 1990).

En pasturas de buena calidad, por encima de los 2000 kg MS/ha, no se obtienen respuestas individuales al grano. Con menos de 2000 kg MS/ha la respuesta individual a la suplementación dependerá de la cantidad de forraje disponible por unidad de superficie, siendo mayor a medida que la disponibilidad forrajera disminuye (Santini y Rearte, 1997). En estos ensayos se obtuvo como resultado que con 1900 kg MS/ha no se obtiene ninguna ganancia adicional suministrando 3 kg de maíz por animal y por día. En cambio a medida que la disponibilidad forrajera disminuye, la respuesta a la suplementación se incrementa notablemente (cuadro 12).

CUADRO 12: Relación entre disponibilidad de forraje (DF), suplementación y su incidencia en la ganancia de peso en novillos.

Maíz	DF (kg MS/ha)			
kg an/día	560	1100	1700	1900
	Gramos/día de ganancias			
0	120	350	840	980
3	570	880	980	1070
%*	360	155	18	9

Referencias: * incremento de la ganancia individual debido a la suplementación (en %). Fuente: adaptado de Gómez y col. (1978) citados por Santini y Rearte (1997).

2.2.5.2.2. Factores que afectan la respuesta en pasturas de baja calidad

En pasturas de baja calidad, los animales no consumen lo necesario como para lograr una ganancia de peso adecuada, aún teniendo acceso a pasturas con disponibilidad de forraje mayores a 2000 kg MS/ha. En estas condiciones, es factible aumentar la ganancia de peso de los animales mediante la suplementación. Ésta causa un efecto indirecto que repercute sobre la producción por hectárea a través de la calidad de forraje verde que los animales dejan de comer debido al suplemento que están ingiriendo (Santini y Rearte, 1997).

Los suplementos proteicos incrementan la tasa de digestión, la velocidad de pasaje y el consumo en forrajes de baja calidad. Por el contrario, la suplementación con concentrados energéticos (bajos niveles de proteína cruda y elevados de carbohidratos solubles), produce efectos negativos sobre la digestión del forraje de baja calidad (Orcasberro, 1994).

2.2.5.3. Factores inherentes al suplemento

Se debe considerar el tipo de suplemento, el valor nutritivo y el costo relativo. Es importante además la forma física, la palatabilidad, los problemas y las limitantes de consumo y la velocidad de degradación a nivel ruminal (Pigurina, 1994a).

Es imprescindible conocer las materias primas o alimentos utilizados para la formulación de una dieta o suplemento, los aportes de nutrientes (energía y proteína) que hace el suplemento y el costo que tiene la unidad de energía ó de proteína por kilogramo de materia seca de un alimento para ser utilizado en la suplementación (Cozzolino, 2000).

2.2.5.4 Interacción animal-pastura-suplemento

La suplementación comúnmente no resulta en la performance que podría esperarse de la simple adición de nutrientes del suplemento a los que el animal ya

consume del forraje. El suplemento interacciona con el forraje y la respuesta puede ser menor ó en algunos casos mayor a lo que resultaría de la suma de los nutrientes que se espera que el animal consuma del forraje y el concentrado (Orcasberro, 1993).

La suplementación del pastoreo puede modificar la ingestión total de nutrientes, la cantidad de forraje que el animal obtiene de la pastura y su receptividad (Lange, 1980).

El efecto de la suplementación no es siempre aditivo. Se definen cinco tipos de relaciones posibles (Lange, 1980; Pigurina, 1994a).

Adición: se da cuando el aporte de nutrientes de parte de la pastura es insuficiente (forraje poco apetecible, de baja digestibilidad, escaso tiempo de pastoreo restringido). La deficiencia hace que un pequeño aporte de nutrientes vía suplemento, se sume a los de la pastura bajo pastoreo. Habría respuesta creciente al uso de suplementos hasta cierto límite dependiendo de la cantidad y calidad del suplemento. Con niveles de consumo de forraje por debajo de 1,5 kg de MS/100 kg PV los efectos son aditivos; por encima de éste son sustitutivos (Lange, 1980; Pigurina, 1994a).

Adición con estímulo: ocurre en casos en que el suplemento suministra nutrientes y a su vez estimula el consumo de forraje de baja calidad. Es frecuente en la suplementación proteica ó con nitrógeno no proteico en animales que pastorean una pradera muy madura. El suplemento adiciona proteína y energía, estimula un mayor consumo de forraje de bajo valor nutritivo, se eleva el nivel nutricional, y permanece igual o disminuye la capacidad de carga (Lange, 1980; Pigurina, 1994a).

Sustitución: ocurre cuando la pastura cubre los requerimientos del animal y se manifiesta cuando el suplemento suministrado es de mayor palatabilidad y calidad que la pastura. La tasa de sustitución de pastura por suplemento aumenta a medida que aumenta la oferta de suplemento y se generan excedentes de forraje. Con la sustitución, el nivel nutricional permanece igual, y aumenta la capacidad de carga (Lange, 1980; Pigurina, 1994a).

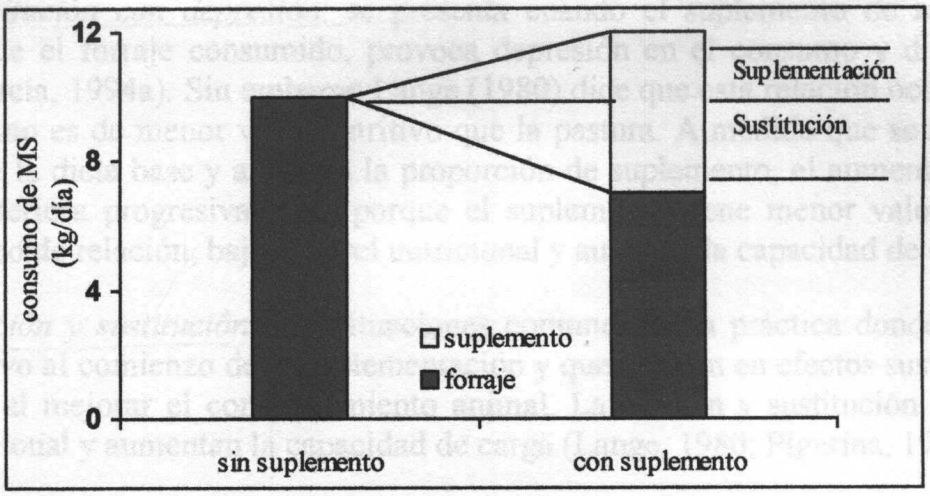


FIGURA 9: Alimento suplementario: efectos de suplementación y sustitución. Fuente: Hodgson (1990).

En la figura 9 se muestra el efecto de suministrar 4 kg de un concentrado a animales pastoreando 10 kg de forraje (base seca).El forraje consumido se deprime a 7 kg de MS, y el efecto de sustitución es 75% (10-7 / 4 * 100); el total de MS consumida aumenta a 11 kg, y el efecto del suplemento es 25% (11-10/4 * 100).

El pastoreo de forraje es usualmente una forma más económica de suministrar nutrientes que alguno de los suplementos convencionales, entonces el beneficio del uso de éstos depende del grado de sustitución. En muchos casos el uso de suplementos voluminosos es poco probable que produzcan más beneficios marginales en performance animal (Hodgson, 1990).

Cuando en verdeos de invierno tiernos se suplementa con el objetivo de mejorar las ganancias de peso, esta sustitución provoca menor ingestión del verdeo "laxante", una dieta más equilibrada en nutrientes y una menor velocidad de pasaje del alimento por el tracto digestivo, con la posibilidad de que la digestión y la asimilación sean más completas (Lange, 1980).

La tasa de sustitución depende de algunos factores como el nivel nutritivo, calidad del suplemento y calidad del alimento básico. Cuando el nivel nutritivo del alimento base está por debajo de las necesidades de mantenimiento de los animales, la sustitución es muy pequeña o no existe. Por encima de este nivel la sustitución adquiere importancia. La mayor tasa de sustitución ocurre cuando la calidad del suplemento es alta, alcanzando valores entre 0,5 y 0,7 kg de reducción en el consumo de materia seca del alimento base por cada kilogramo de materia consumida del suplemento (Ulyatt y col., 1985 citados por Rovira, 1996).

Sustitución con depresión: se presenta cuando el suplemento de mayor valor nutritivo que el forraje consumido, provoca depresión en el consumo y digestión del mismo (García, 1994a). Sin embargo Lange (1980) dice que esta relación ocurre cuando el suplemento es de menor valor nutritivo que la pastura. A medida que se restringe el pastoreo de la dieta base y aumenta la proporción de suplemento, el aumento diario de peso se deteriora progresivamente porque el suplemento tiene menor valor nutritivo. Con este tipo de relación, baja el nivel nutricional y aumenta la capacidad de carga.

Adición y sustitución: son situaciones comunes en la práctica donde existe un efecto aditivo al comienzo de la suplementación y que derivan en efectos sustitutivos de la pastura, al mejorar el comportamiento animal. La adición y sustitución mejoran el nivel nutricional y aumentan la capacidad de carga (Lange, 1980; Pigurina, 1994a).

En todos los casos la respuesta productiva a la suplementación dependerá de la disponibilidad de la pastura, y a su vez de la carga que es determinante del grado de utilización de la misma (Pigurina, 1994a).

2.2.6. Tipos de Suplemento

Los suplementos pueden ser henos, ensilajes, residuos de cosechas, tubérculos, residuos de la industria de alimentos y granos, además de los suplementos tradicionales en base a granos, energéticos y proteicos. También los mejoramientos extensivos, las praderas sembradas permanentes y los verdeos de invierno ó verano pueden considerarse como suplementación del campo natural (Rovira, 1996).

2.2.6.1. Suplementación proteica

Se define suplemento proteico a todo alimento que contenga más de 20% de proteína cruda en base seca (NRC, 1984). Ejemplos de ellos son las harinas de la industria aceitera, cárnica, pesquera, los brotes de malta, el farello de cervecería y el nitrógeno no proteico (NRC, 1978, 1996 citados por Cozzolino, 2000).

Los requerimientos proteicos de los animales de invernada generalmente se ven satisfechos con el aporte de proteína de la digestión ruminal más la proteína dietaria proveniente de pasturas y verdeos, y cuando el suplemento no supera el 30-35% de la dieta total. El silo de maíz es un excelente alimento para engorde de animales pero es deficitario en proteína por lo que es indispensable adicionar al mismo el suplemento proteico (Santini et al., 1997 citados por Rearte, 2001).

La suplementación proteica mejora la performance de vacunos consumiendo forrajes de baja calidad a través de la estimulación del consumo voluntario (Kartchner, 1980, McCollum y Galyean, 1985 y Del Curto et al., 1990 citados por Vanzant y Cochran 1994).

2.2.6.2. Suplementación energética

Los alimentos energéticos son aquellos que contienen menos de 18% de fibra cruda y menos de 20% de proteína cruda en base seca. Son ejemplos los granos de cereales, subproductos de molinería, frutas, raíces, melaza, grasas y aceites (NRC, 1984).

Proporcionan la energía a través de su contenido de carbohidratos fácilmente digestibles, como son los azúcares y el almidón, ó contenidos variables de grasa (Cozzolino, 2000).

En términos generales se pueden separar aquellos concentrados que aportan energía en base a pared celular de alta digestibilidad (subproductos industriales como la pulpa de citrus y remolacha), de los concentrados que aportan energía en base a almidón (granos de cereales) (Chilibroste, 1998a).

Cuando el objetivo es balancear la dieta a nivel ruminal en animales consumiendo pasturas de alto contenido proteico, la fuente energética óptima la constituyen los hidratos de carbono de rápida digestión en el rumen (VanVuuren, 1986 citado por Rearte, 2001).

La suplementación energética de las pasturas es necesaria para mejorar el balance ruminal entre la energía y proteína disponible y permitir un crecimiento microbiano óptimo (Beever y Siddons, 1986 citados por Chilibroste, 1998a).

Las mejores respuestas individuales a la suplementación energética se obtienen en otoño-invierno cuando la dieta base presenta sus mayores deficiencias en cantidad o calidad (Kloster et al., 1997).

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 (VanVuuren, 1993 citado por Chilibroste, 1998a). Sin embargo la inclusión de una fuente de energía de alta degradabilidad disminuye el pH ruminal y la digestibilidad de la fibra, derivando en reducciones en el consumo de MS. En base a estas observaciones es que se ha propuesto el uso de subproductos industriales de alta degradabilidad en rumen como fuentes de energía más apropiadas para la complementación de forrajes de alta calidad (Chilibroste, 1998a).

Fuentes de fibra fácilmente digestible suministradas como suplemento energético aumentan el consumo de forraje, y aumentan el total de materia orgánica digestible (Caton et al., 1988, Martens y Hibberd, 1990 y Freeman et al., 1992 citados por Carey et al., 1993). Suplementar con fibra fácilmente digestible, usualmente tiene un efecto

menos negativo en el consumo del forraje que la suplementación basada en granos, resultando en un aumento en el consumo total (Caton y Dhuyvetter, 1997).

2.2.6.3. Suplementación con voluminosos

Según la clasificación de la NRC (1978, 1996) citados por Cozzolino (2000) se incluye a los voluminosos entre los forrajes y alimentos groseros, integrado por aquellos alimentos con un valor de fibra cruda mayor al 18% en base seca. Son pobres en energía neta por unidad de peso, debido a su alto contenido de fibra ó de agua. Ejemplos de ellos son los forrajes secos, henos, residuos de cosecha de cereales, pajas, cáscara de granos y tallos.

Los métodos de reserva de forraje se pueden dividir en dos: los que conservan el mismo convirtiéndolo en heno o los que lo convierten en ensilado. Para el primero, se busca reducir la humedad del cultivo verde hasta un nivel lo suficientemente bajo para inhibir la actividad de las enzimas vegetales y microbianas, mientras que para el segundo se busca inhibir esa actividad mediante el uso controlado de la fermentación anaeróbica (Reid, 1973 citado por Van Soest, 1982; McDonald et al., 1986; Pearson e Ison, 1994.

Los forrajes conservados (henos, silos) representan la principal fuente de fibra, pero la mayoría son de regular a baja digestibilidad (Gallardo, 1999). Pueden ser una opción de suplemento más económico que los concentrados. Aunque estos últimos tienen ventajas interesantes: su composición química y contenido energético se puede ajustar con flexibilidad a la base forrajera, categoría animal y objetivo de producción (Orcasberro, 1993).

En pasturas invernales de alta calidad, el consumo se limita por saciedad. El pasto tiene mucho agua y alto contenido de proteína (más del 18%), pero le falta energía y fibra para lograr una correcta digestión. La fibra enlentece 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 y col, 1997).

La importancia de la fibra se debe a que ésta es uno de los nutrientes más importantes para suplementar las pasturas de otoño. Los requerimientos de la misma para el ganado se expresan normalmente en términos de fibra detergente neutro (FDN). Para ponderar la importancia de la fibra se deben contemplar al menos tres aspectos (Gallardo, 1999):

- Cantidad: son las necesidades mínimas y máximas que se deben aportar diariamente para no afectar 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).

- Características físicas: inherente al tamaño de partícula, como resultado de los procesamientos aplicados al forraje (largo, trozado, picado, molido, peleteado).

Las características físicas de la fibra que consumirá el animal ejercen una marcada influencia en el rendimiento animal, independientemente de la cantidad de fibra total cuantificada como FDN de la dieta. Algunas recomendaciones sugieren que la mezcla final particular (silo, heno o pastura fresca) debería tener al menos un 20% de partículas mayores a 2,5 centímetros, en vacas lecheras de alta producción. El suministro de pequeñas cantidades de heno largo de buena calidad (1,5 a 2 kg/vaca/día) en mezclas de silajes y concentrados de partículas muy pequeñas ha demostrado mejorar la performance animal (Gallardo, 1999).

El objetivo de la conservación del forraje es preservar los nutrientes digestibles lo más eficientemente posible. Existen dos problemas básicos: recuperación de nutrientes y el más importante, la producción de productos de calidad. Los nutrientes son máximos a cosecha, generalmente a punto crítico de floración incipiente (figura 10) (Van Soest, 1982).

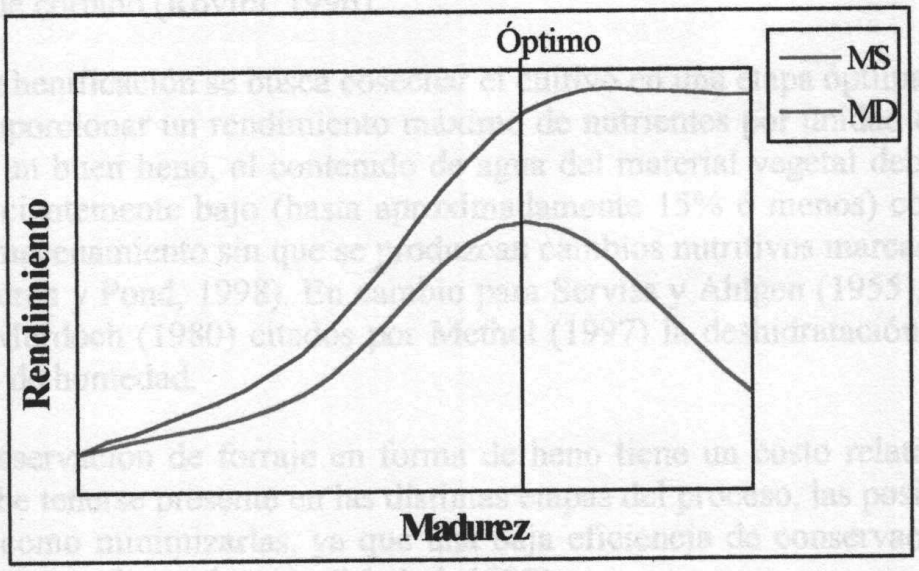


FIGURA 10: Relación entre rendimiento de Materia Seca (MS), Materia Digestible (MD), y estadios de crecimiento. Fuente: VanSoest (1982).

El descenso en la digestibilidad con la madurez hace que el momento de máxima MD ocurra antes de la máxima producción de MS. Los métodos de conservación

dependen del clima: silo en estaciones húmedas y fardos en condiciones secas (Van Soest, 1982).

2.2.6.3.1. Suplementación con heno

La suplementación con heno, si bien 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).

El heno permite un mejor manejo de pasturas en el período de máximo crecimiento en primavera, evitando acumulación de excesos, disminución de la calidad y tasa de rebrote. Esto sumado a proporcionar seguridad en el manejo de dotaciones invernales más altas, contribuye a mayores eficiencias de producción de los sistemas (Risso et al., 1997).

Cualquiera sea el sistema de conservación utilizado, éste no mejora la calidad del material original. Por lo tanto, la prioridad debe ser transformar un forraje recién cortado (muy inestable) lo más rápidamente posible y con las menores pérdidas, a un estado que permita la conservación prolongada del producto (estable), disminuyendo al mínimo las pérdidas en cantidad y calidad de la materia seca (Bruno et al.,1997). La calidad (Mcal EM/kg de MS) de un heno, generalmente es de 5 a 20% más baja que el de la pastura en pie del cual fue cortado (Rovira, 1996).

Con la henificación se busca cosechar el cultivo en una etapa óptima de madurez, que podrá proporcionar un rendimiento máximo de nutrientes por unidad de superficie. Para fabricar un buen heno, el contenido de agua del material vegetal debe reducirse a un punto suficientemente bajo (hasta aproximadamente 15% ó menos) como para que permita su almacenamiento sin que se produzcan cambios nutritivos marcados (Bruno et al., 1997; Church y Pond, 1998). En cambio para Serviss y Ahlgen (1955), Raymond et al. (1977) y Murdoch (1980) citados por Methol (1997) la deshidratación debe ocurrir hasta 20-22% de humedad.

La conservación de forraje en forma de heno tiene un costo relativamente alto por lo que debe tenerse presente en las distintas etapas del proceso, las posibles pérdidas de calidad y como minimizarlas, ya que una baja eficiencia de conservación hace que aumenten los costos de producción (Methol, 1997).

2.2.6.3.1.1. Factores que afectan la calidad del heno

Los factores que inciden sobre la calidad del heno se pueden clasificar en:

a) condiciones climáticas

b) especie forrajera y momento de corte

c) proceso de confección

d) almacenamiento

a) Condiciones climáticas: variaciones entre zonas o regiones, época del año, durante el momento de corte y el proceso de secado.

El agua de lluvia es responsable de grandes pérdidas del valor nutritivo de henos expuestos en el campo, debido al "lavado" de nutrientes. Dichas pérdidas adquieren mayor importancia cuando las células están muertas, por arrastre de los nutrientes solubles y más digestibles, dejando en el campo un forraje de inferior valor nutritivo (Bruno et al., 1997).

El efecto de la lluvia producirá muy poco daño en el heno recién cortado, pero cuando está parcialmente seco, el daño es mayor. En muchos casos el heno cortado en forma prematura es con frecuencia de baja calidad debido a la lluvia y al consiguiente daño por lixiviación y pérdida de hojas. Es normal una pérdida promedio del 15 al 20% para los henos de leguminosas (Church y Pond, 1998).

b) Especie forrajera y momento de corte:

Manejando el momento de corte, se puede manipular la cantidad y calidad del forraje ó las situaciones intermedias donde se pretende balancear cantidad con calidad. En gramíneas la incidencia del momento de corte es importante sobre la producción de materia seca cosechada y el valor nutritivo del heno (Bruno et al., 1997).

Si el heno se prepara a partir de plantas moderadamente maduras, tendrá niveles mucho más bajos de proteína y de energía digestible que el que proviene de un forraje joven, pero puede ser mucho mejor que el que proviene de forrajes demasiado maduros (Church y Pond, 1998).

El tipo de especie o mezcla determina en gran medida la calidad del heno. En el cuadro 13 se presentan la composición química y digestibilidad de fardos de distintas especies (Methol, 1997).

CUADRO 13: Digestibilidad de la Materia Orgánica (DMO), contenido de Proteína Cruda (PC), cenizas y Energía Metabolizable (EM) de henos de distintas especies.

Especie	DMO %	PC %	Cenizas %	EM Mcal/kg MS
Alfalfa	63,6	16,5	9,5	2,2
Lotus	57,3	14,5	9,1	1,9
Tr + Tb + F	48,1	12	8,2	1,6
Tr + Rg	50,4	13,8	11,1	1,6
Tr	55,7	13,8	7,0	1,9
Lotus + Rg	46,6	11,1	9,2	1,5
Avena	43,9	5,8	8,2	1,4

Fuente: Pigurina y Methol (1991) citados por Methol (1997). Referencias: Tr = Trébol Rojo; Tb = Trébol blanco; F = Festuca; Rg = Raigrás

El valor nutritivo del heno está muy influenciado por el estado de desarrollo de la pastura en el momento del corte, debido a la progresiva declinación de la digestibilidad y del contenido de proteína, en cambio el rendimiento del forraje va aumentando, y surgirá la duda en cuanto a la conveniencia de resignar calidad para obtener mayor rendimiento ó viceversa (Lange, 1980).

Los henos mezcla (gramíneas y leguminosas) en comparación con los puros, presentan una menor calidad, probablemente debido a que es más fácil obtener un buen heno de una especie pura que de mezclas. Además, en éstas siempre alguna se cortará demasiado tarde o temprano, debido a que los estados de crecimiento son en general distintos. La variación en el grosor y contenido de humedad de las distintas partes de las plantas, hace que el secado sea menos uniforme en las mezclas (Bennetts, 1985 citado por Methol, 1997). Debido a la baja disponibilidad de energía de estas mezclas, se podrían usar sólo para cubrir requerimientos de mantenimiento de animales (Methol, 1997).

En general puede decirse que existe mayor diferencia en composición química entre los distintos estados de crecimiento de una misma especie, que entre especies distintas a un mismo estado de crecimiento. También se observa que a medida que avanza la madurez, la calidad disminuye más rápido en gramíneas que en leguminosas. Esto es debido en parte a que en gramíneas hay una mayor lignificación de los tallos a medida que se hacen más maduros (Church, 1986 citado por Methol, 1997).

c) Proceso de confección:

Parte de las pérdidas de henificación son inevitables y otras dependen del cuidado y habilidad del productor en la ejecución de las distintas etapas que requiere el proceso. Las causas de pérdidas de campo, según su importancia son:

- Pérdidas por respiración: éstas ocurren desde el momento del corte hasta que el contenido de humedad no baje hasta un nivel tal (40%), en que la respiración cesa y la planta muere (Wolf y Carson, 1973 citados por Methol, 1997). La energía requerida para este proceso se obtiene de la oxidación de las reservas de la planta (carbohidratos solubles), que son altamente digestibles y al ser utilizados baja la digestibilidad inicial. Por esto, cuanto más largo sea el período de secado, mayores serán las pérdidas de calidad por respiración (Murdoch y Bare, 1963 citados por Methol, 1997). Con óptimas condiciones para el secado, las pérdidas por respiración fluctúan alrededor del 10% (Rees,1982 y Rotz y Abrans, 1988 citados por Methol, 1997).

- Pérdidas mecánicas, principalmente hojas: éstas ocurren durante el hilerado y aún durante el enfardado, sobre todo cuando el material se ha secado en exceso. Al contener las hojas mayor porcentaje de proteína que los tallos, se da una pérdida importante de este componente en la calidad final del heno obtenido (Methol, 1997).

- Pérdidas por lixiviación o lavado: es el lavado del material soluble y desprendimiento de hojas. Puede causar pérdidas del orden del 20% ó más según la intensidad de lluvias (Rotz y Abrams, 1988 citados por Methol, 1997).

Debería secarse rápidamente el heno, tal que no se acompañe de temperaturas excesivamente elevadas, produciendo el menor número de cambios en los componentes químicos del forraje. Si el secado es lento en el campo, se pueden producir cambios apreciables como resultado de la actividad de las enzimas vegetales y de los microorganismos, ó debido a la oxidación, acompañado de un crecimiento excesivo de hongos, que disminuye la aceptabilidad y el valor nutritivo del heno (Church y Pond, 1998).

En fardos el corte, marchitado y secado a campo producen pérdidas a través de respiración de plantas, actividad microbiana y acción mecánica resultando en pérdidas selectivas de los componentes más nutritivos (Reid, 1973 citado por Van Soest,1982).

El valor alimenticio del fardo puede ser bajo debido a pérdidas fermentativas de nutrientes y palatabilidad por olor desagradable. Una cantidad limitada de calor en la proteína es beneficioso para la mantener calidad por la coagulación; pero un excesivo calor produce reacción de Maillard resultando en pérdidas de carbohidratos y proteínas digestibles (Van Soest, 1982).

d) Almacenamiento:

Cuando se almacena heno lo suficientemente seco y se lo protege de la lluvia, las pérdidas que se producen hasta su utilización son escasas. Se deben extremar los

cuidados en el almacenamiento de henos cosechados con menos del 70% de materia seca y evitar henificar cultivos con malezas de tallos gruesos y jugosos, que requieren un tiempo muy superior al que necesita la especie principal o predominante. Otro factor de pérdida durante el almacenaje es el tiempo transcurrido entre la confección y la utilización, influenciado además por la forma de recolección (fardos y/o rollos). Además se pueden producir pérdidas en rollos cuando el material está en contacto con el suelo. Éstas se pueden evitar si los rollos son colocados sobre elementos que eviten el contacto con el piso o se almacenan en galpones. En una situación extrema, rollos sin tapar y en contacto con el suelo, tuvieron pérdidas de materia seca del orden del 23%, mientras que en los tapados y sin contacto con el suelo éstas fueron sólo de 6% (Bruno et al., 1997).

En fardos almacenados a galpón la magnitud de las pérdidas solamente dependen del porcentaje de humedad de los fardos al entrar en almacenaje, las cuales aumentan con el contenido de humedad del mismo (Murdoch, 1980 citado por Methol, 1997).

En nuestro país se ha generalizado el uso de fardos cilíndricos por una simplificación en las operaciones de recolección y acarreo, ya que pueden ser manipulados mecánicamente. Además, dada la densidad con que se hacen pueden almacenarse a la intemperie. Sin embargo se produce deterioro de las capas expuestas, que en muchos casos puede ser importante. En el cuadro 14 se comparó la calidad de fardos cilíndricos almacenados durante 6 meses en diferentes condiciones (Methol, 1997).

CUADRO 14: Digestibilidad en % de la Materia Orgánica (DMO) y de la Proteína Cruda (DPC).

Almacenamiento	DMO (%)	DPC (%)
Intemperie, sin protección	51,0 a	52,7 a
Intemperie, con nylon	52,9 b	54,4 a
Bajo techo	56,7 c	63,9 b

Fuente: adaptado de Cortabarria y Verdier (1989) citados por Methol (1997).Referencias: letras distintas dentro de columnas tienen diferencia significativa ($P<0.05$).

A partir de Methol (1997) surgen datos de evolución de calidad de fardos almacenados a la intemperie, presentados en el cuadro 15.

CUADRO 15: Evolución de la calidad (% DMO y PC) de fardos cilíndricos almacenados a la intemperie, correspondientes a las zafras 87/88 y 88/89.

Tiempo de enfardado	1987/88 (1)		1988/89 (2)	
	DMO	PC	DMO	PC
	%		%	
0	57,9	11,4	62,7	15,2
4 meses	47,8	11,1	56,5	13,6
6 meses	45,4	11,6	53,3	16,8

Fuente: Methol (1997). Referencias: (1) adaptado de Augsburger (1989), (2) Augsburger y Methol (sin publicar).DMO = Digestibilidad Materia Orgánica; PC = Proteína Cruda.

Se observa una disminución en la DMO a medida que avanzan los meses, mientras que la proteína se mantuvo constante, pero a los seis meses se aprovecharía solamente alrededor de 53% del total de la proteína cruda (cuadro 15) (Methol, 1997).

2.2.6.3.1.2. Efecto de la suplementación con heno en la respuesta animal

La calidad de las reservas forrajeras y la disponibilidad de la pastura tienen influencia directa en la respuesta animal (Bruno et al., 1997).

Los henos empleados como único alimento "a voluntad" con frecuencia proporcionan mayores aumentos de peso que los respectivos silajes, por un mayor consumo voluntario del heno (Lange, 1980).

Los cambios observados a nivel ruminal serían los responsables del mayor consumo de forrajes en los animales suplementados en base a fibra (Mattiauda et al., 1997, Van Vuuren et al, 1986 citados por Chilibroste, 1998a).

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. La respuesta animal estará en función de la calidad del heno. Cuando éste es de superior calidad que la pastura ofrecida, la respuesta en ganancia de peso será positiva. En caso contrario, el consumo total de nutrientes digestibles se verá disminuido y con ello las ganancias de peso. Lo recomendable en situación de pastoreo *ad libitum*, es lograr el mínimo de sustitución, aumentando el consumo total de materia seca y 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 será 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 estado avanzados de

crecimiento la calidad no es la óptima como para garantizar importantes ganancias de peso (Lange, 1980).

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

Respecto a las cantidades de alimento a proporcionar, varía en función de la categoría, el estado y del período de tiempo a suplementar. Como una orientación muy general, se debería considerar: terneras y sobreaños alrededor de 0,5 a 1 kg de concentrado, ó 2 kg de heno de buena calidad y animales adultos de 1 a 1,5 kg de concentrado ó 3 a 4 kg de heno de mediana a buena calidad (Rovira, 1996).

Se realizaron dos evaluaciones de distintos forrajes conservados como heno, para suplemento de novillos en pastoreo de alta carga sobre praderas de tercer año. Se trabajó con disponibilidad promedio de 1,4 toneladas de materia seca de forraje verde por hectárea y suministro *ad libitum* de fardos cilíndricos, presentados en el cuadro 16 (Risso et al., 1997).

CUADRO 16: Parámetros que caracterizan la utilización de tres henos como suplemento de pastura a novillos en alta carga.

	HENOS		
Parámetros	Pradera	Rastrojo Maíz	Rastrojo Sorgo
Asignación de pastura (kg MS/100 kg PV)	0,7	0,7	0,7
Dotación (animales/ha)	18	18	18
Heno ofrecido (kg MS/día)	7,7	7,0	6,7
Heno desaparecido (kg MS/dia)	6,9	5,6	5,5
Utilización (%)	89	80	82
Incremento. PV (kg/animal/día)	0,79a	0,10b	0,38b

Fuente: Risso et al. (1997). Referencias: PV = peso vivo; valores con distinta letra difieren al 10% (DMS = 0,212)

La utilización del heno de pradera fue mayor, asociada seguramente a un mayor consumo lo que resultó en ganancias diarias importantes, siendo significativamente superior a los dos rastrojos. El valor nutritivo medio a alto de estas pasturas se adecua a una suplementación con diversos tipos de forrajes conservados, aún de baja calidad (rastrojos) (Risso et al., 1997).

Picando el heno no aumenta el consumo ni mejora su digestibilidad; la razón para hacerlo es reducir el desperdicio, que puede ser alto cuando el heno es de mala calidad, y especialmente cuando se dispone de pocos fardos para cubrir las necesidades. Los

animales prefieren el heno picado largo (5-10 cm) al molido. Al picar ó moler el heno se impide que los animales seleccionen las partes de mayor valor nutritivo, y que los aumentos de peso se depriman si el heno constituye una parte importante del alimento (Lange, 1980).

Con heno de baja calidad, equivalente a una paja de cebada, se obtuvieron consumos de 4 a 5 kg/día, que no evitaron pérdidas de peso en invierno. En otro trabajo se suplementó heno de campo natural con una hora/día de pastoreo de avena al 3% del peso vivo en vaquillonas de 250 kg de peso inicial y en buen estado. El consumo de heno de campo natural aumentó de 4,5 kg/día a 6,5 kg/día a los 45 días (Pigurina, 1994b; Bemhaja et al.,1994). El uso de heno de campo natural podría tener un lugar en la alimentación invernal, al igual que en otros países, especialmente en categorías adultas (Pigurina, 1994b).

2.2.6.3.2. Utilización de residuos de cosecha: una alternativa de suplementación

Los residuos de cosecha se refieren al material vegetal maduro que permanece en pié o acumulado después de la cosecha de granos. Incluyen tallos muertos, hojas, chalas y envolturas vegetales. Su utilidad depende de su calidad inicial y de la tecnología disponible para mejorar ésta. Pueden ser usados para complementar el uso de henos, silos o pasturas. Dependiendo de su calidad y balance mineral también se los puede usar como suplementos (Pearson e Ison, 1994).

Los residuos de cosecha fibrosos son en general de baja calidad debido al elevado contenido de fibra altamente lignificada, bajo contenido de proteína cruda y un contenido desbalanceado de minerales, presentando una baja digestibilidad (menor al 50%) y lenta tasa de degradabilidad ruminal. Ésto trae limitaciones en el consumo que no permiten cubrir los requerimientos de nutrientes (McDonald, 1986; Jackson, 1978 citado por Methol, 1991; Pearson e Ison, 1994).

Existen diferentes alternativas para mejorar la utilización y el valor nutritivo de los residuos de cosecha como manejar los factores que afectan la calidad final del residuo, producir rastrojos de mayor calidad y finalmente existe la alternativa de procesar el residuo, con el fin de aumentar el nivel de consumo y/o la digestibilidad (Methol, 1991).

La utilización de los rastrojos por los animales es baja. Mulholland et al. (1984) citados por Pearson e Ison (1994) otorgan un máximo nivel de utilización del material muerto disponible del 36% equivalente al 25% del total de la paja disponible al inicio del pastoreo.

2.3. EL ANIMAL EN PASTOREO

En las condiciones del Uruguay, la producción de rumiantes se basa en la cosecha directa del forraje por parte del animal. No obstante, los sistemas pastoriles tienen en el aporte de las pasturas la limitación de la estacionalidad de la producción, así como de ser un alimento variable y frecuentemente desbalanceado en nutrientes. Tanto los campos naturales como las praderas sembradas tienen un marcado descenso en la producción durante el período de invierno, utilizándose los verdeos y la suplementación para paliar este déficit (DIEA, 1988 citado por Favre et al., 1991) y mantener una carga animal que permita utilizar en forma eficiente el pico primaveral de producción de las pasturas. A su vez el uso de la suplementación permite mejorar la eficiencia de cosecha del forraje sin afectar la performance animal (Lange, 1980 citado por Favre et al., 1991).

El animal como recurso disponible para el pastoreo, se puede describir en tres formas: la demanda en condiciones de pastoreo para alcanzar adecuados niveles de consumo de forraje, la habilidad para tolerar consumos limitados y el patrón de variación estacional en el consumo de forraje para alcanzar la producción objetivo (Hodgson, 1990).

El manejo de la pastura tiene su efecto sobre el nivel de consumo. La forma en que se utiliza su crecimiento por los animales, en gran medida está determinada por el nivel de consumo que exijan éstos (Rovira, 1996).

Se requiere que las pasturas mantengan niveles deseados de consumo de nutrientes y performance por parte de los animales, las cuales pueden ser definidas en términos de valor nutritivo (digestibilidad) y cantidad (altura de la pastura). Animales de alto potencial de producción tienen mayor consumo de forraje en cualquier pastura dada, que los de bajo potencial (Hodgson, 1990).

2.3.1. El sistema de pastoreo

Los sistemas de pastoreo y su manejo son diseñados para maximizar la eficiencia de conversión de la energía solar o de crecimiento de forraje, en producto animal (Pearson e Ison, 1994).

En los sistemas de producción animal hay dos etapas: 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, y junto con esa eficiencia determinan la producción obtenida (figura 11) (Hodgson, 1990).

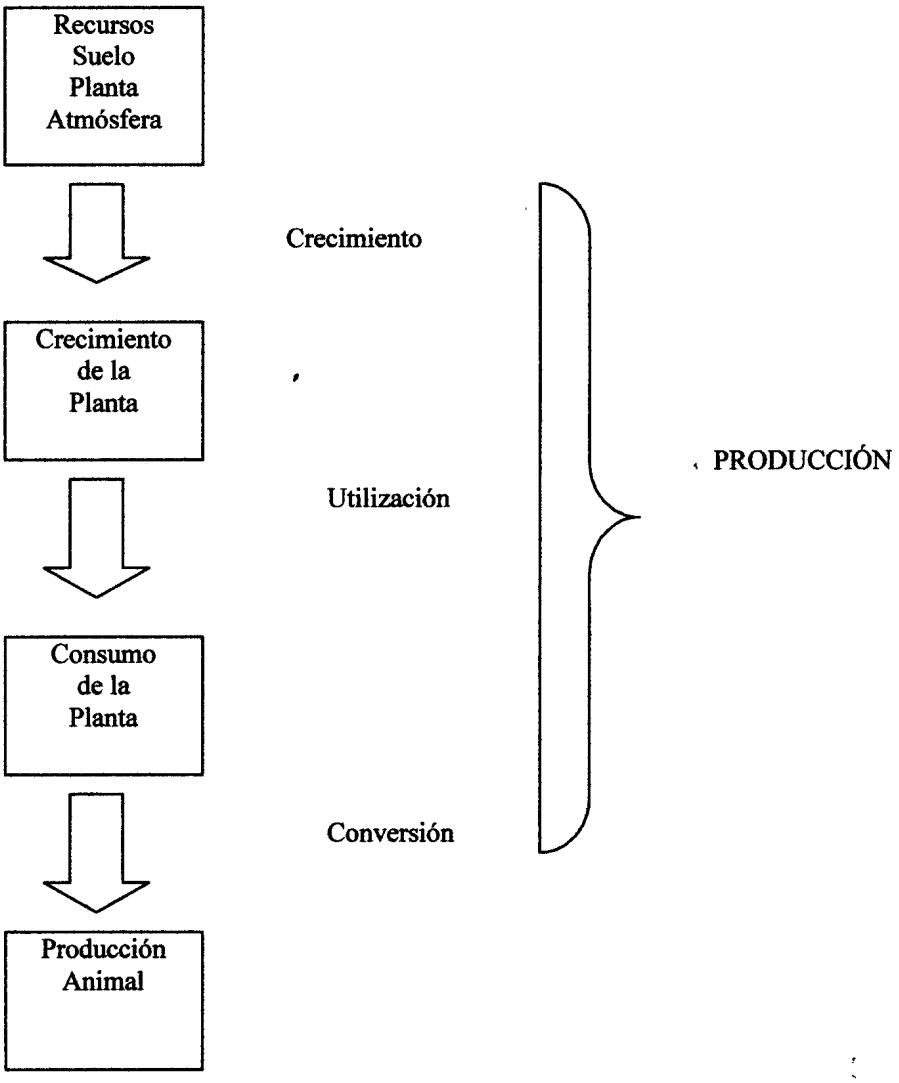


FIGURA 11: Etapas en la producción de la planta y del animal en el sistema pastoril. Fuente: Hodgson (1990).

En los sistemas de pastoreo, las etapas crecimiento del cultivo y su utilización no pueden ser separadas ya que la interacción entre ellas ejerce una influencia importante en las salidas de producción animal. El pastoreo animal afecta la tasa de crecimiento del forraje por la remoción del material de la planta, por daño directo a la planta o suelo y por el reciclaje de nutrientes a la planta a través de la excreción de heces y orina. La

esencia del manejo del pastoreo está en obtener un balance efectivo entre las eficiencias de las tres etapas principales de producción presentadas en la figura 11 (Hodgson, 1990).

2.3.1.1. Dotación

La dotación se define como la cantidad promedio de animales por unidad de superficie, cubriendo generalmente un período largo de tiempo (Hodgson 1990; Rovira, 1996).

La dotación tiene sus limitaciones como un índice de medida. Ello se debe a que no tiene en cuenta el potencial productivo de la pastura o el potencial de consumo de forraje por la población de animales y resulta ser totalmente inútil si no se expresa qué tipos de animales son los que pastorean. Tal vez sea más útil expresar la dotación como los kilogramos de peso vivo por unidad de superficie (Hodgson, 1990; Rovira, 1996).

En el pastoreo rotativo, se define densidad de carga como el número de animales por unidad de área en una parcela de pastoreo en algún momento de tiempo; mientras que la tasa de dotación es el número de animales por unidad de área total disponible para el pastoreo (Hodgson, 1990).

Se define carga como la relación entre los kilogramos de animal a pastoreo y los kilogramos de forraje disponible y producido por hectárea, medidos como materia seca en un período de tiempo (Berrutti et al., 1993).

La unidad ganadera (UG), se usa como un factor para hacer equivalencias en diferentes categorías de bovinos y ovinos, y para establecer dotaciones. En el caso de Uruguay, DIEA estableció que esta unidad está representada por una vaca de 380 kg. en mantención (cuadro 17) (Crempien, 1983).

CUADRO 17: Equivalencias de la Unidad Ganadera (UG).

Bovinos	150-250 kg	0,6 UG
	250-350 kg	0,8 UG
	350-450 kg	1,0 UG
	450-550 kg	1,2 UG
	550 +	1,4 UG
	Cría al pie	0,2 UG
Ovinos		
	Corderos	0,10 UG
	Borregos	0,15 UG
	Capones	0,20 UG
	Ovejas	0,20 UG
	Carneros	0,20 UG

Fuente: Charlone y García Pica citados por Crempien (1983).

La calidad de la pastura, la tasa de producción de materia seca y la disponibilidad por animal son factores que directamente responden al manejo de la carga. Las cargas elevadas mantienen la pastura en etapas iniciales de crecimiento con una muy buena calidad (digestibilidad), mientras que la disponibilidad de materia seca se reduce. Mediante alivios de la carga, la pastura puede alcanzar etapas de mayor madurez y producción de MS, pero su calidad (digestibilidad) disminuye (Hodgson, 1990).

El éxito del manejo animal medido en función de su productividad se basa, en el éxito del manejo del forraje; lo que permite asociar en forma permanente la cantidad de forraje con los requerimientos nutritivos (Rovira, 1996).

La producción animal depende de la cantidad de forraje que pueda consumir y del grado de selección de lo que consume. Altas cargas aseguran el mantenimiento de una alta proporción de hojas, pero deprimen la digestibilidad del forraje consumido resultado de una corta densidad de pastura que reduce la oportunidad de selección, tal que empieza a disminuir la performance individual (Hodgson, 1990; Rovira, 1996).

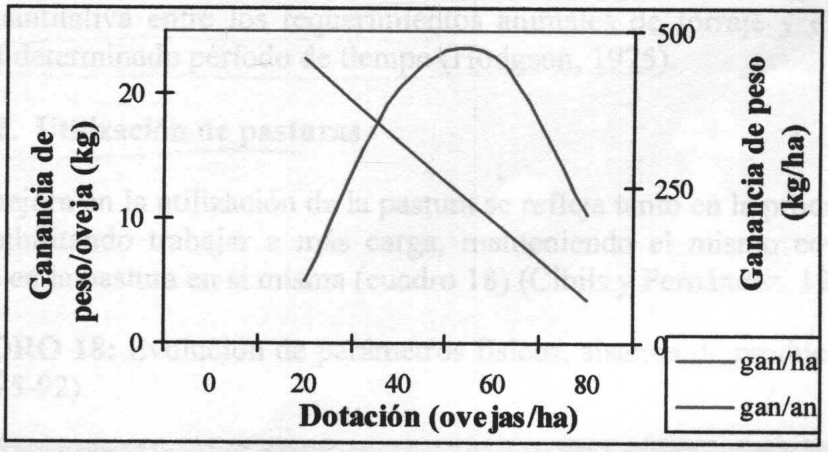


FIGURA 12: Relación entre la dotación y la performance animal o producción animal por unidad de área de pastoreo. Fuente: adaptado de Hodgson (1990). Referencias. Gan/ha= ganancia por hectárea; gan/an= ganancias por animal.

Los resultados del experimento de la figura 12 se obtuvieron con ovinos, pero se sugiere que éstos serían muy similares con vacunos. Ganancia por hectárea (ganancia de peso/animal por número de animales/ha) cae a la misma tasa en ambos lados de la máxima dotación (aproximadamente 45 ovejas/ha). Con dotaciones bajas (izquierda), se logran altas ganancias individuales y bajas por hectárea, lo que resulta de la baja eficiencia de utilización de forraje debido a la baja dotación. Con altas dotaciones (derecha), se logran bajas ganancias individuales y por hectárea, lo que es consecuencia de la baja eficiencia de conversión del alimento debido a la pobre performance animal.

Los cambios acerca de la carga son relativamente lentos, los cuales maximizan la producción por unidad de área (Hodgson, 1990; Pearson e Ison, 1994).

Este antagonismo entre máxima producción de carne por hectárea y máxima producción por animal puede superarse mediante la suplementación, pues al estar limitado el consumo de pastura, el suplemento tendrá un efecto aditivo (Lange, 1980).

Así, se puede hacer un buen aprovechamiento de las pasturas cuando durante los períodos de producción limitada se logra mantener una dotación tal que sea capaz de consumir la mayor parte de la pastura producida en los períodos picos de producción (Rovira, 1996).

En sistemas con alto nivel de intensificación se manejan otros conceptos como presión de pastoreo y asignación de forraje (Viglizzo, 1981). La presión de pastoreo es el número de animales de una clase específica por unidad de peso de forraje; y asignación de forraje es el peso de forraje asignado por unidad de peso vivo animal (g/kg ó %PV). Tanto la presión de pastoreo como la asignación de forraje proveen una estimación cuantitativa entre los requerimientos animales de forraje y el aporte de la pastura, en un determinado período de tiempo (Hodgson, 1975).

2.3.1.2. Utilización de pasturas

Una mejora en la utilización de la pastura se refleja tanto en la producción animal obtenida (posibilitando trabajar a más carga, manteniendo el mismo comportamiento animal) como en la pastura en sí misma (cuadro 18) (Cibils y Fernández, 1997).

CUADRO 18: Evolución de parámetros físicos, sistema de producción agrícola-ganadero (1975-92).

	1975		1992
Producción MS total (tt)	8	9	10,5
Utilización (%)		60	
Presión de pastoreo (% PV)		6,0	5
Carga (UG/ha)	1,2	1,8	2,4
Carne (kg/ha)	200	400	550
Ganancia promedio (g/animal/día)	570	600	650
Ganancia invernal (g/animal/día)	170	240	300

Fuente: adaptado de Cibils y Fernández (1997).

La alta utilización de una pastura consiste en el aprovechamiento máximo de la cantidad de forraje producido y de su transformación eficiente en producto animal. Para lograr una alta utilización y una alta productividad de las pasturas, se deben tener en cuenta tres principios básicos (Rovira, 1996):

- Producir una gran cantidad de forraje de alta calidad nutritiva, manejando frecuencia e intensidad de pastoreo con estos objetivos.

- Cosechar una alta proporción de dicho forraje directamente por el animal, mediante la aplicación de diferentes sistemas de pastoreo (continuo, diferido, rotativo) y la dotación a usar.

- Transformar con alta eficiencia el forraje consumido en producto animal, lo cual depende de la edad, del estado fisiológico y del tipo o raza del animal.

El porcentaje de utilización es una medida indirecta del forraje consumido por los animales, existiendo mayor porcentaje de utilización a medida que aumenta el tiempo del pastoreo. Con la información de forraje disponible, el forraje rechazado y el crecimiento de la pastura durante el período considerado, se puede estimar el grado de utilización de la pastura (Vaz Martins et al., 1998).

El porcentaje de utilización del forraje está directa y positivamente relacionado con la intensidad de manejo. A igual intensidad de manejo, con presiones de pastoreo de 1,5% del peso vivo en materia seca se obtienen niveles de utilización del 90%; mientras que con presiones de pastoreo del 2,5%, los niveles de utilización son del 75-80%. La utilización es mayor en la pastura de menor calidad (Dumestre et al., 1998).

Un aspecto muy importante en la utilización de las pasturas para calcular la disponibilidad de forraje por animal es la estimación de la cantidad de forraje por hectárea en un momento dado. Esta estimación es fácil de realizar en pasturas uniformes y con una ó pocas especies (Rovira, 1996).

La utilización del forraje por parte del animal está relacionada con la presión de pastoreo. Cuando la presión de pastoreo aumenta (menor cantidad de forraje disponible por kilogramos de peso vivo animal), la proporción de forraje que es utilizado aumenta y el consumo por animal declina lentamente, se llega a un punto de máxima utilización a partir del cual el consumo se ve afectado y cae más abruptamente (figura 13). El porcentaje de utilización con mayores presiones de pastoreo declina rápidamente (Norbis, 1994).

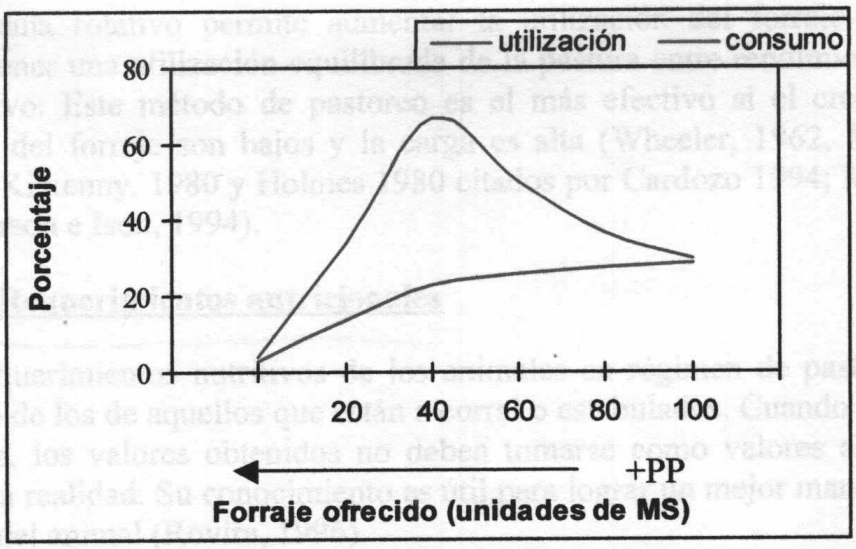


FIGURA 13: Relaciones entre forraje ofrecido, utilizado y consumido en pastoreo. Fuente: Leaver (1976) citado por Norbis (1994).Referencias. pp= presión de pastoreo.

La baja eficiencia de utilización del forraje con bajas cargas resulta en acumulación de cantidades sustanciales de tallo y material muerto y una marcada reducción en la proporción de hoja viva en la pastura, lo cual no significa de forraje que haya sido consumido por los animales (Hodgson, 1990).

Para planificar adecuadamente el manejo de una pastura por un período anual, se debe conocer la tasa promedio de crecimiento estacional de la misma, y los requerimientos nutritivos estacionales de las diversas categorías de ganado; teniendo en cuenta que los animales no disponen todo el año de la misma cantidad y calidad de forraje (Rovira, 1996).

2.3.1.3. Métodos de pastoreo

Al respecto, Hodgson (1990) clasifica los distintos métodos de pastoreo en:

- Pastoreo continuo: los animales están continuamente presentes en la pastura por varias semanas o en la estación.

- Pastoreo intermitente: un área de pastoreo es pastoreada rápidamente antes de que los animales sean movidos a una nueva área.

- Carga fija: un número fijo de animales permanece en un área específica por un período prolongado de tiempo.

El pastoreo intermitente involucra secuencias de pastoreos regulares y descansos en secuencias de parcelas (pastoreo rotativo) (Hodgson, 1990).

El sistema rotativo permite aumentar la utilización del forraje, disminuir el rechazo, y obtener una utilización equilibrada de la pastura entre rendimiento de MS/ha y valor nutritivo. Este método de pastoreo es el más efectivo si el crecimiento y la disponibilidad del forraje son bajos y la carga es alta (Wheeler, 1962, Morley, 1974, 1978, Allen y Kilkenny, 1980 y Holmes 1980 citados por Cardozo 1994; Milligan, 1984 citado por Pearson e Ison, 1994).

2.3.2. Requerimientos nutricionales

Los requerimientos nutritivos de los animales en régimen de pastoreo, difieren marcadamente de los de aquellos que están a corral o estabulados. Cuando se determinan requerimientos, los valores obtenidos no deben tomarse como valores absolutos, sino ajustados a una realidad. Su conocimiento es útil para lograr un mejor manejo tanto de la pastura como del animal (Rovira, 1996).

2.3.2.1. Influencia del clima sobre los requerimientos del ganado de carne

El viento frío, las lluvias y las bajas temperaturas tienden a incrementar las pérdidas de calor por parte de los animales y por lo tanto se incrementan los requerimientos para mantenimiento (Rovira, 1996).

Los requerimientos del ganado de carne pueden ser alterados por el estrés ambiental. En tal sentido, el consumo voluntario de alimento puede ser alterado por temperaturas ambientes efectivas fuera del ambiente ó zona termoneutral de 15 a 25°C. Dentro de este rango el animal no necesita aumentar su gasto energético para calentar o enfriar su cuerpo. La temperatura crítica es aquella en la cual un animal debe aumentar su producción de calor para evitar que la temperatura corporal descienda. Ésta, para novillos es alrededor de 18 a 20°C (figura 14) (NRC, 1981 citado en NRC, 1984; Church y Pond, 1998).

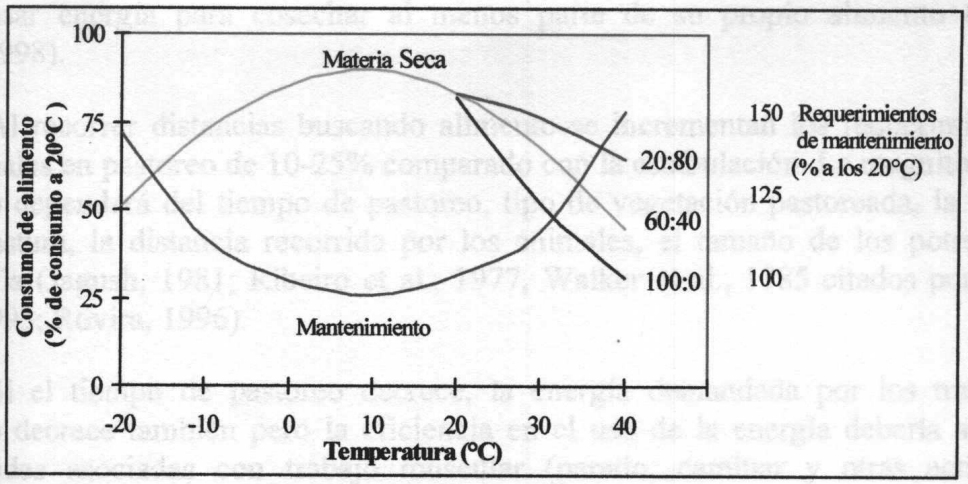


FIGURA 14: Relación entre el consumo de MS y los requerimientos de mantenimiento (para vaca de 600 kg, que recibe distintas relaciones forraje: concentrado, 20:80, 60:40 y 100:0) Fuente: Gallardo et al. (1996).

Con temperaturas y humedades altas, el consumo puede bajar hasta más de un 30%, lo que indica una alta asociación entre el consumo, la temperatura y la humedad. El estrés por alta temperatura puede ser reducido si hay baja humedad ó condiciones nocturnas confortables. Con bajas temperaturas, el consumo puede aumentar por encima de un 30% (NRC, 1984).

Frente a un estrés por un frío agudo, el gasto energético para mantenimiento aumenta de acuerdo con la exposición a temperaturas más bajas a la temperatura crítica menor (TCM). Este límite, depende del aislamiento y la producción de calor de cada animal. La TCM varía mucho para los diferentes tipos raciales y de acuerdo con el ambiente. El incremento en los requerimientos de energía metabolizable, por cada grado centígrado de temperatura por debajo de la TCM, es de 1 a 3% (NRC, 1981 citado en NRC, 1984).

2.3.2.2. Gasto energético por pastoreo

La energía requerida para arrancar el forraje de la biomasa del suelo es una parte insignificante de la requerida para mantenimiento, pero el costo energético de las actividades asociadas con el pastoreo han sido estimadas en un 25-50% de la energía animal requerida diariamente para mantenimiento (Osuji, 1974 y Stobs, 1975 citados por Krysl y Hess, 1993).

Para la perspectiva energética del animal, las prácticas de manejo que reducen el trabajo muscular asociadas con alimentos adquiridos, pueden reducir la energía perdida y levantar la eficiencia energética del animal. En pastoreos extensivos, los animales

deben usar energía para cosechar al menos parte de su propio alimento (Caton y Hidari,1998).

Al recorrer distancias buscando alimento se incrementan los requerimientos de los animales en pastoreo de 10-25% comparado con la estabulación. La magnitud de este aumento dependerá del tiempo de pastoreo, tipo de vegetación pastoreada, la densidad de la pastura, la distancia recorrida por los animales, el tamaño de los potreros y la topografía (Jagush, 1981; Ribeiro et al., 1977, Walker et al., 1985 citados por Krysl y Hess, 1993; Rovira, 1996).

Si el tiempo de pastoreo decrece, la energía demandada por los trabajos de pastoreo decrece también pero la eficiencia en el uso de la energía debería aumentar. Actividades asociadas con trabajo muscular (parado, caminar y otras actividades) pueden gastar aproximadamente 33% de la energía usada por el músculo (Caton y Dhuyvetter, 1997; Caton y Hidari,1998).

Suponiendo que el animal come durante 8 horas/día, que rùmia 4 horas/día y que camina 5 km/día, le demandaría una exigencia adicional de 4 Mcal EM/día, valor que incrementaría en un 30% las necesidades de mantenimiento (Rovira, 1996).

2.3.2.3. Requerimientos de novillos

Las necesidades de mantenimiento son aquellas que permiten que un animal no gane ni pierda peso, es decir está en equilibrio energético (NRC, 1984; Rovira, 1996; Church y Pond, 1998).

La energía para mantenimiento gastada es definida como la energía necesaria para procesos basales, más algunas cantidades mínimas para trabajo; ó como la cantidad de energía necesaria para mantener el balance energético durante la formación de productos (Caton y Hidari,1998).

Los requerimientos nutritivos de mantenimiento, se estiman utilizando el peso metabólico, porque los mismos están más directamente relacionados con el peso metabólico que con el peso vivo. El peso metabólico se calcula elevando el peso vivo a la potencia 0,75 (Rovira, 1996).

Las necesidades nutrimentales por unidad de peso corporal o del valor del metabolismo son mayores en animales jóvenes, disminuyendo a medida que se acerca a la madurez (Church y Pond, 1998).

2.3.2.3.1. Requerimientos energéticos

Cerca del 70% de la energía gastada puede ser asociada con el mantenimiento y aproximadamente el 55% de toda la energía usada en el cuerpo es consumida por los

tejidos viscerales. Los tejidos adiposos y músculo consumen alrededor del 27% del total de la energía gastada por el total del cuerpo (Caton y Hidari, 1998).

La energía metabolizable (EM), es la cantidad de nutrientes metabolizables expresados como energía. Si a la EM se le resta la energía perdida como Incremento Calórico (IC), queda la Energía Neta (EN), que es la disponible para mantenimiento y producción. La producción animal ocurre si el consumo de energía es suficiente para cubrir los costos de mantenimiento y permite un margen por encima de éstos para producción (VanSoest, 1982).

Los requerimientos de energía neta de crecimiento o ganancia (Eng) son estimados como la cantidad de energía depositada en materia orgánica no grasa (mayormente proteína) más la depositada como grasa (NRC, 1984).

Las evaluaciones de los requerimientos de NRC (1984) del cuadro 19, para mantenimiento predicen las necesidades de los animales estabulados, pero cuando se trabaja con animales en pastoreo, las estimaciones asociadas a los requerimientos tomados en esas condiciones no se ajustarían a las respuestas en producción. Por consiguiente, habría que considerar y agregarle el gasto por pastoreo.

CUADRO 19: Requerimientos de energía neta para ganado en engorde en crecimiento y finalización (Mcal/animal/día).

Peso corporal kg	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Enm necesaria	2,43	3,30	4,10	4,84	5,55	6,24	6,89	7,53	8,14
Ganancia diaria, kg.....ENg necesaria.....									
Novillos									
0,1	0,17	0,23	0,28	0,34	0,39	0,43	0,48	0,52	0,56
0,2	0,34	0,46	0,57	0,68	0,78	0,88	0,97	1,06	1,14
0,3	0,52	0,70	0,87	1,03	1,18	1,33	1,47	1,61	1,74
0,4	0,70	0,95	1,18	1,40	1,60	1,80	1,99	2,17	2,34
0,5	0,89	1,20	1,49	1,77	2,02	2,27	2,51	2,74	2,97
0,6	1,08	1,46	1,81	2,15	2,46	2,76	3,05	3,33	3,60
0,7	1,27	1,73	2,14	2,53	2,90	3,26	3,60	3,93	4,25
0,8	1,47	2,00	2,47	2,93	3,36	3,77	4,17	4,55	4,92
0,9	1,68	2,27	2,82	3,33	3,82	4,29	4,74	5,18	5,60
1,0	1,88	2,55	3,16	3,75	4,29	4,82	5,33	5,82	6,29
1,1	2,10	2,84	3,52	4,17	4,78	5,36	5,93	6,47	7,01
1,2	2,31	3,13	3,88	4,60	5,27	5,92	6,54	7,14	7,73
1,3	2,53	3,43	4,26	5,04	5,77	6,48	7,16	7,83	8,47
1,4	2,76	3,74	4,63	5,49	6,29	7,06	7,80	8,52	9,22
1,5	2,99	4,05	5,02	5,95	6,81	7,65	8,46	9,23	9,98

Fuente: NRC (1984). Referencias: ENm= energía neta de mantenimiento, ENg =energía neta de ganancias.

2.3.2.3.2. Requerimientos proteicos

La proteína no sería el nutriente limitante en condiciones de pastoreo, a no ser que la proteína cruda (%) sea menor al 15% para ganado joven ó 12% para ganado adulto (Nicol, 1989).

Los microorganismos del rumen (bacterias anaeróbicas, protozoos y hongos), son los responsables de proveer cerca de la mitad de la proteína (aminoácidos) que necesitan los rumiantes. Para ello, las bacterias usan variadas fuentes de nitrógeno y energía. Si alguno de estos factores limita el crecimiento bacteriano, reduce la digestión de la materia orgánica, lo cuál a su vez puede disminuir el consumo. La otra parte de la proteína es provista por la fracción no degradada en el rumen (NRC, 1984; Pearson e Ison, 1994).

La síntesis de proteína constituye una gran proporción del total de los costos energéticos en animales en crecimiento y comparado con animales maduros éste es en promedio 23% (cuadro 20) (Caton y Hidari, 1998).

CUADRO 20: Requerimientos de proteína para novillos en crecimiento y terminación (gramos/día).

Peso Vivo (kg)	150	200	250	300	350	400	450	500	550
Novillos de frame medio									
Ganancias diarias (kg)									
0,2	343	399	450	499	545	590	633	675	715
0,4	428	482	532	580	625	668	710	751	790
0,6	503	554	601	646	688	728	767	805	842
0,8	575	621	664	704	743	780	815	849	883
1,0	642	682	720	755	789	821	852	882	911
1,2	702	735	766	794	822	848	873	897	921

Fuente: adaptado de NRC (1984).

2.3.3. Ganancias de peso.

Las ganancias de peso vivo serán alcanzadas si los animales pueden satisfacer sus requerimientos energéticos (Nicol, 1989).

Mediante la práctica de un pastoreo controlado con cargas instantáneas importantes y sobre la base de disponibilidad de ingreso y salida, se pueden obtener buenas tasas de ganancias (y por lo tanto alta producción de carne) con un adecuado rebrote de la pastura (Risso, 1997).

A bajas disponibilidades de forraje, las ganancias por animal se explican por la disponibilidad total de materia seca. A altas disponibilidades, la fracción verde del

forraje presente explica mejor la ganancia de peso (Murtagh, 1975 citado por Norbis, 1994).

Evaluaciones realizadas a lo largo de diez años en verdeos invernales, con una alta dotación, una asignación de forraje entre 1,5 y 3% del peso vivo animal, con promedio de ocupación máximo de 14 días, dio los resultados presentados en el cuadro 21 (Risso,1997).

CUADRO 21: Características productivas de distintas pasturas en 75-90 días de invierno, bajo dos asignaciones de forraje con novillos.

Parámetro considerado	Asignación de forraje	
	1,5%	3%
Carga instantánea (animales/ha)	37-45	20-22
Utilización (%)	65-94	57-83
Ganacia (kg/animal/día)		
Pastura*	0,173	0,904
Verdeo (trigo doble propósito)	0,287	1,262
Producción (PV kg/ha)		
Pastura*	120	290
Verdeo (trigo doble propósito)	250	380

Fuente: Risso et. al. (1989), Risso et al. (1991), Cibils et al. (1993) citados por Risso (1997).
Referencias: * = Festuca/Falaris + Trébol rojo/blanco + Lotus (como ejemplo de las pasturas evaluadas).

En los rechazos bajos, la alta proporción de material muerto y tallos, con menor digestibilidad, afectan el consumo voluntario y deprimen la calidad de la dieta de los animales en pastoreo (Blaser y col., 1973, Scott y col., 1976, Nicol y col., 1977 citados por Norbis, 1994). Es por esto que las ganancias de peso de los animales que dejan rechazos de baja altura, serán menores a aquellas de animales retirados dejando una mayor altura de forraje residual (Norbis, 1994).

En un experimento con vaquillonas de raza británica, pastoreando avena con una disponibilidad de 2462 +/- 1313 kg/ha ofrecida en cantidad como para obtener una eficiencia de cosecha de 70%, se reportaron consumos de 10,2 +/- 7,3 kg MS/an/día y ganancias de 946 +/- 60 g/a/d (Pavan et al., 1998).

Por otra parte, en un ensayo con novillos Hereford pastoreando una mezcla avena-raigrás, Carriquiry et al. (2002) reportaron ganancias de 0,267 kg/animal/día.

2.3.4. Eficiencia energética de la producción de carne

La eficiencia energética de la producción es determinada primariamente por la partición de la energía metabolizable, entre la producción de calor y la de energía retenida en el cuerpo como proteína y grasa (Scollan et al., 1998).

La eficiencia de utilización de la energía se expresa en términos de unidades de producción/unidades de alimento requerido (Church y Pond, 1998). Ésta aumenta con el consumo de EM para conseguir un valor máximo estimado cercano al consumo *ad libitum* (Ketelaars y Tolkamp,1992 citados por Scollan et al., 1998).

Un aspecto muy importante a tener en cuenta es la eficiencia con que se utiliza la energía metabolizable por parte del animal en los diferentes procesos productivos, lo cual se evidencia en el cuadro 22 (Rovira, 1996).

CUADRO 22: Eficiencia de la utilización de la Energía Metabolizable (EM) para mantenimiento y ganancia de peso.

Mcal EM/kg MS	Disponibilidad	Eficiencia de utilización de EM	
		Mantenimiento	Ganancia peso
1,95	0,44	0,657	0,349
2,2	0,50	0,678	0,396
2,44	0,56	0,697	0,435
2,68	0,61	0,717	0,482
2,93	0,67	0,738	0,529
3,17	0,72	0,755	0,568

Fuente: adaptado de Tsyupko y Pronina (1989) citados por Rovira (1996).

La eficiencia calórica es mayor para mantenimiento, después para producción de leche y luego para crecimiento y engorde (Church y Pond, 1998).

La disponibilidad de energía metabolizable (EM) varía en función de la calidad del alimento. Así, mientras que con altas calidades se llega al 70% de la Energía Bruta (EB) y a altas concentraciones de EM/kg de MS, con bajas calidades se llega a alrededor del 50%. La eficiencia de utilización de la EM en función de la calidad del forraje, varía muy poco para mantenimiento, pero sí para ganancia de peso. Esto significa que los alimentos de alta calidad compensa utilizarlos para crecimiento y engorde, ya que la respuesta en la eficiencia es muy grande (figura 15) (Rovira, 1996).

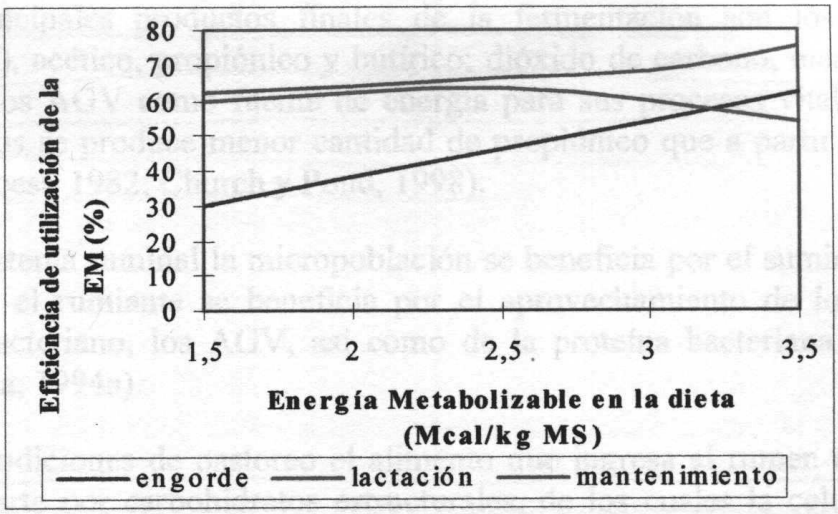


FIGURA 15: Relación entre la concentración de EM y su eficiencia de utilización según el destino. Fuente: adaptado de Preston y Willis (1970) citados por Rovira (1996).

El método más efectivo de mejorar la eficiencia de la producción de carne es maximizar la partición de la conversión de la energía metabolizable (EM) en tejido magro durante el crecimiento, evitando que se dirija hacia grasa (Webster, 1989 citado por Scollan et al., 1998).

La eficiencia de uso de la EM para mantenimiento (km) y producción (kg) tiende a ser más baja con forrajes, que con fuentes de almidón (Scollan et al., 1998). Sin embargo, Church y Pond (1998) afirman que comparar ganancias producidas por un concentrado respecto a forraje, no sería muy buena en términos de utilización de la energía disponible, debido a que el forraje contiene normalmente una cantidad de energía disponible mucho más baja que un concentrado.

Se considera en forma separada la energía neta para mantenimiento (ENm), de la energía neta para engorde (ENg), debido a que el mantenimiento es un procedimiento más eficaz desde el punto de vista energético, de lo que es la ganancia de peso (Church y Pond, 1998).

2.3.5. Dinámica ruminal

El sistema ruminal es isotermal y está regulado por el metabolismo homeotérmico del animal hospedero. Hay un flujo relativamente constante de agua y alimentos, cuya fermentación aporta una considerable cantidad de ácidos. El pH (6-7) permanece relativamente constante, por la remoción de los ácidos a través de la pared ruminal y neutralizados por el buffer salival (VanSoest, 1982). Las características de la fibra están relacionadas con su forma física y mecanismos que favorecen la motilidad ruminal y las actividades de masticación y rumia, aspectos básicos para una adecuada producción de saliva (Gallardo, 1999).

Los principales productos finales de la fermentación son los ácidos grasos volátiles (AGV), acético, propiónico y butírico; dióxido de carbono, metano y calor. El animal utiliza los AGV como fuente de energía para sus procesos vitales. A partir de glúcidos fibrosos se produce menor cantidad de propiónico que a partir de glúcidos no fibrosos (VanSoest, 1982; Church y Pond, 1998).

En el sistema ruminal la micropoblación se beneficia por el suministro constante de alimentos y el rumiante se beneficia por el aprovechamiento de los desechos del metabolismo bacteriano, los AGV, así como de la proteína bacteriana que ingresa al intestino (García, 1994a).

Bajo condiciones de pastoreo el alimento que ingresa al rumen está constituido en su mayor parte por carbohidratos estructurales, de los cuales la celulosa es el más abundante, luego la proteína y finalmente los lípidos, minerales y vitaminas (García, 1994a).

Hemicelulosa y celulosa son la mayor fuente de energía e importantes en el mantenimiento de la proporción de los AGV para los rumiantes y la microflora del rumen. Por lo tanto, los factores que influyen en la digestibilidad de estas fracciones en el rumen, como lignificación, forma física y concentración de la suplementación, influirá en la disponibilidad de la energía para propósitos productivos (VanSoest, 1982; Scollan et al., 1998). El aumento de la hemicelulosa, celulosa y lignina, aumenta los niveles de ácido acético dentro del rumen, utilizado con una eficiencia relativamente baja por el animal (McDonald et al., 1975 citados por Pearson e Ison, 1994).

La población presente en el rumen depende de la dieta. Con carbohidratos de fácil digestión (pasturas en estado vegetativo) predominan los protozoarios, y en dietas ricas en carbohidratos estructurales (pasturas maduras, rastrojos) las bacterias, ya que son sus enzimas las responsables de la degradación de la celulosa. Los hongos anaeróbicos rompen los enlaces entre celulosa, hemicelulosa y lignina y son importantes en dietas en que predominan los forrajes de difícil degradación (García, 1994a).

Para degradar los carbohidratos estructurales las bacterias necesitan, nitrógeno y una fuente de energía, lo que explica la respuesta de cantidades pequeñas de concentrados energéticos sobre la degradación del forraje y la respuesta asociada del consumo (Preston y Leng, 1987 citados por García, 1994a).

Pequeñas cantidades de energía y nitrógeno rápidamente solubles hacen mejorar la digestión del forraje de muy baja calidad. Pero la adición del mismo forraje conteniendo ya cantidades sustanciales de energía disponible puede deprimir la digestión de los componentes estructurales de la dieta (Hodgson, 1990).

Una alimentación con forrajes de baja calidad podría favorecer el desarrollo de una flora ruminal con mayor habilidad degradativa de los substratos fibrosos, y ésta se mantendría al incorporar a la dieta con posterioridad un forraje de buena calidad, sin verse afectado el aprovechamiento de este último (Saluzzi et al., 1998).

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. Las pérdidas más sencillas de controlar son las derivadas de las heces y luego las de los gases de fermentación. Ambas pueden disminuir a través de dietas equilibradas (relación energía y 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).

La eficiencia de utilización de los nutrientes digeridos dependerá de lo balanceado que resulte la dieta en términos de energía y proteína. Las elevadas concentraciones amoniacales registradas con animales consumiendo pasturas templadas, si bien satisfacen los requerimientos bacterianos, afectan la eficiencia de utilización de los compuestos nitrogenados por parte del animal (Beever, 1984 citado por Rearte, 2001).

2.4 CONSUMO Y COMPORTAMIENTO DE LOS ANIMALES EN PASTOREO

2.4.1. Efecto de las condiciones ambientales del invierno

En condiciones de pastoreo, la temperatura ambiente, la radiación solar y la humedad relativa elevadas disminuyen el consumo, mientras que las temperaturas bajas lo elevan. (NRC, 1981 citado por Krysl y Hess, 1993; Weston ,1981 citado por Montossi et al. 1996; Church y Pond, 1998). Adams et al. (1986) 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.

2.4.2. Regulación del consumo

El consumo es uno de los determinantes más importantes de la producción, y permite estimar la performance animal (Norbis, 1994; Chilibroste, 1998b). Son cuatro los factores que afectan al 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 (Pearson e Ison, 1994; Rearte, 2001).

La estructura y la composición botánica de la pastura pueden ejercer un efecto directo sobre el consumo de forraje, además de la influencia que implica la composición química y contenido de nutrientes del forraje (Hodgson, 1990).

La productividad animal dada cierta dieta, depende en más de un 70% de la cantidad de alimento que pueda consumir y en menor proporción de la eficiencia con que digiera y metabolice los nutrientes consumidos. Esto es afectado por la proporción de la oferta que es consumida y por su digestibilidad (Raymond, 1963 citado por Norbis, 1994; Waldo, 1986 citado por Chilibroste, 1998b).

El consumo se limita por dos motivos: por sensación de llenado (fibra) o por saciedad (concentración de nutrientes en sangre) (Pigurina y col., 1997; Forbes, 1995 citado por Chilibroste, 1998b).

Las teorías de control metabólico y físico del consumo han sido criticadas (Hodgson, 1977, 1981, 1985, 1990, Burlison, 1987, Poppi et al., 1987 citados por Montossi et al., 1996) por no considerar las características de pasturas y animales que influyen en la selectividad y consumo.

Poppi et al. (1987) citados por Montossi et al. (1996) sugirieron que el consumo animal en pastoreo está regulado principalmente por dos grupos de factores: no nutricionales y nutricionales (figura16).

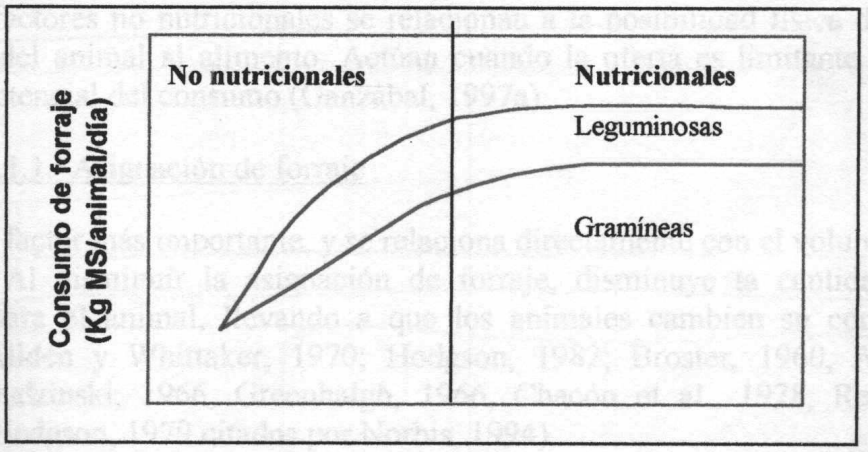


FIGURA 16: Asociaciones entre consumo animal y características y métodos de asignación de pasturas gramíneas y leguminosas. Fuente: adaptado de Poppi et al. (1987) citados por Montossi et al. (1996).

El consumo animal y forraje disponible están relacionados generalmente en forma curvilineal, distinguiéndose dos secciones en la curva: i) en la parte ascendente los

factores no nutricionales relacionados a la habilidad de los animales para cosechar la pastura aparecen como determinantes del consumo, siendo los factores de mayor importancia la estructura de la pastura, la conducta de pastoreo (consumo por bocado, tasas de bocados y tiempo de pastoreo) y selección, mientras que en la sección asintótica de la curva ii) factores nutricionales como la digestibilidad de la pastura, el tiempo de permanencia en rumen y la concentración de productos finales de la digestión ruminal adquieren considerable importancia en determinar el consumo (Poppi et al., 1987 citados por Montossi et al., 1996).

El consumo de forraje ó la performance animal se incrementan a medida que aumenta la disponibilidad ó la altura de la pastura, asociado a la facilidad con que los animales pueden cosechar el forraje maximizando la tasa de consumo, siendo esta relación afectada por el tipo de pastura donde los animales pastorean. El máximo consumo se alcanza cuando el animal en pastoreo tiene acceso al 50% del forraje disponible (Greenhalgh et al., 1966, Gordon y col., 1966 citados por Norbis 1994; Montossi et al., 1996; Reed, 2001 citado por French, 2001).

2.4.2.1. Factores no nutricionales

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

2.4.2.1.1. Asignación de forraje

Es el factor más importante, y se relaciona directamente con el volumen de forraje consumido. Al disminuir la asignación de forraje, disminuye la cantidad de forraje disponible para el animal, llevando a que los animales cambien su comportamiento ingestivo (Allden y Whittaker, 1970; Hodgson, 1982; Broster, 1960, Arnold, 1962, Arnold y Dudzinski, 1966, Greenhalgh, 1966, Chacón et al., 1978, Reardon, 1977, Jamieson y Hodgson, 1979 citados por Norbis, 1994).

El forraje consumido se aproxima al máximo sólo con niveles de disponibilidad diaria equivalente a cuatro veces la cantidad consumida y declina rápidamente cuando la disponibilidad cae a menos de 40 gramos de MO/kg PV/día. Esto resulta del aumento en la dificultad de capturar la pastura cuando el pastoreo es restringido. Los incrementos en el consumo se producen a tasas decrecientes con el aumento en la disponibilidad, y una reducción del 50% en la oferta del forraje, desde el valor al cual se llegó al máximo consumo, sólo deprime al mismo en un 10% aproximadamente (figura 17) (Hodgson, 1975).

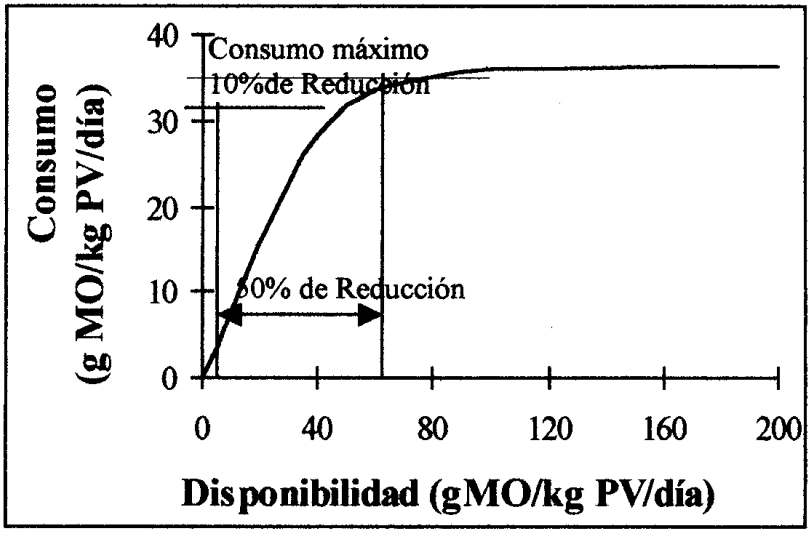


FIGURA 17: Relación entre disponibilidad y consumo de forraje. Fuente: Hodgson (1975).

La asignación de forraje explica el 40% de la variación del consumo, pero considerada junto con la digestibilidad, el largo de hoja y la densidad de la pastura explica el 86% de dicha variación (Arnold y Dudzinski, 1966 citados por Jagush, 1979).

El consumo se resiente cuando la presión de pastoreo resulta en disponibilidades menores de 2000-2500 kg de MO/ha (Hodgson et al., 1971, Taylor, 1974 citados por Norbis, 1994).

2.4.2.1.2. Altura del tapiz

Los animales responden más a las variaciones en la altura de la pastura que al volumen. Volumen es definido como el peso de pastura en MS por unidad de área (kg/ha), y la altura es la altura a la superficie más alta de las hojas en la canopia (Hodgson, 1990).

La altura del tapiz está estrechamente relacionada con la tasa de consumo de los animales en pastoreo; cuanto más dificultad de cosecha encuentre el animal, menor será el nivel de consumo. Al aumentar la altura de los tallos, el tamaño de bocado aumenta casi linealmente, y la tasa de bocado luego de un pequeño incremento, decrece (figura 18) (Allden y Whittaker, 1970; Willoughby, 1958, Arnold, 1962 citados por Norbis, 1994).

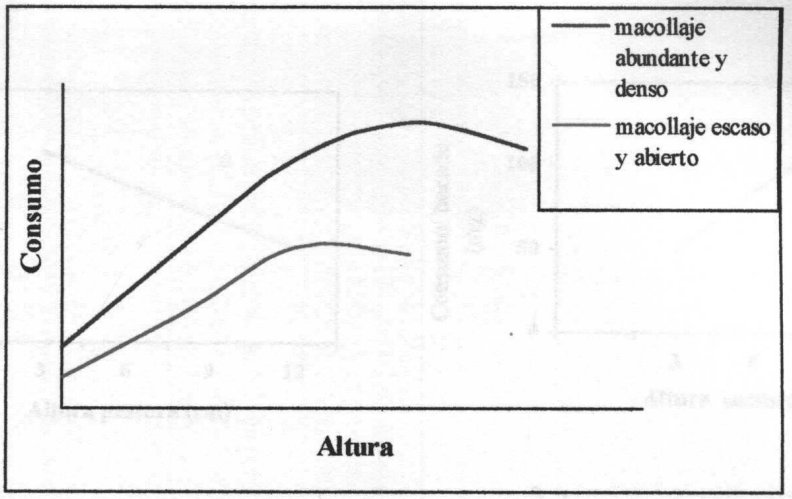


FIGURA 18: Relaciones entre la altura del forraje y el consumo para diferentes tipos de pasturas. Fuente: Marchi (1978) citado por Norbis (1994).

El máximo consumo de forraje de un animal en pastoreo se logra cuando la pastura tiene 10 a 15 cm. de altura y la disponibilidad no es menor de 2500 kg de MS/ha (Rovira, 1996). Datos reportados por Morris et al. (1993) encontraron que requieren de 12 a 15 cm. de altura para lograr la máxima performance animal en pasturas de trébol blanco y raigrás ($r^2 = 0,84$).

Los animales mediante el ajuste de los componentes del comportamiento intentan lograr un adecuado nivel de consumo frente a restricciones asociadas a la estructura y composición de la pastura, siendo la densidad de la pastura un factor importante. Los tres componentes de comportamiento animal son principalmente afectados por la altura de la pastura (figura 19). A valores críticos para vacunos de 8-10 cm de altura de la pastura, el incremento en el tiempo de pastoreo y en la tasa de bocados no son suficientes para compensar las reducciones en el consumo por bocado resultando en una disminución en el consumo diario de forraje. Estas son particularmente serias a alturas inferiores a 3-4 cm (Hodgson, 1977 citado por Montossi et al., 1996).

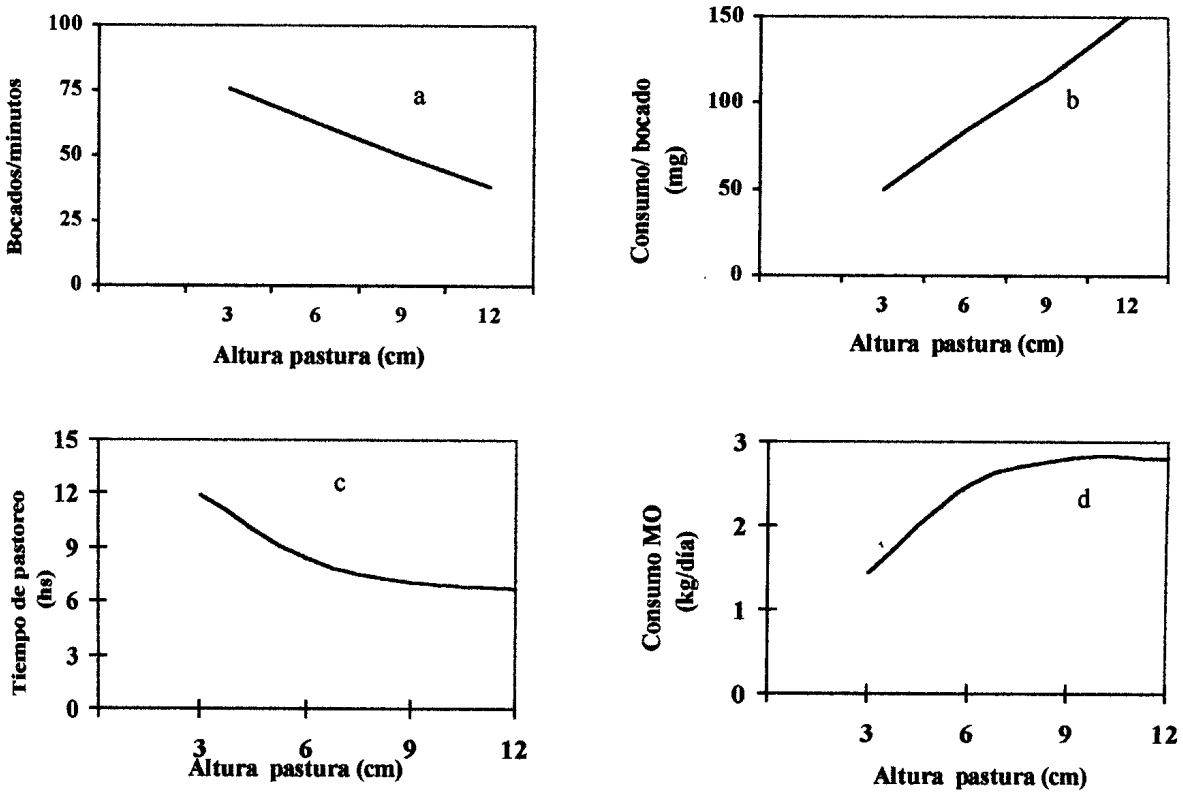


FIGURA 19: Asociaciones entre altura de pastura y (a) consumo por bocado, (b) tasa de bocados, (c) tiempo de pastoreo, y (d) consumo diario. Fuente: Hodgson (1990).

Se ha identificado a las vainas de la hoja como un límite físico por debajo del cual los animales evitan pastorear, siendo la altura de éstas una fuente de resistencia al consumo de forraje (Hodgson, 1990; Wade, 1991 citado por Chilibroste, 1998b).

Las mediciones de cantidad de forraje en peso por unidad de superficie y la altura de la pastura serían pobres predictoras del consumo animal y poco adecuadas para explicar las variaciones del consumo de los animales en pastoreo (Norbis, 1994).

La altura del forraje se relaciona positivamente al tamaño de bocado, con R^2=0,60 (cuadro 23) (Milne et al.,1982 citados por Norbis, 1994).

CUADRO 23: Forraje disponible, altura del forraje y comportamiento ingestivo.

Disponibilidad (kg MS / ha)	1758	2050	2196
Altura (cm)	5,1	7,5	10,5
Bocados/minuto	64	56	52
Consumo/Bocado (mg)	123	142	165

Fuente: Milne et al. (1982) citado por Norbis (1994).

2.4.2.1.3. Densidad del tapiz

Al aumentar la densidad del tapiz se incrementa marcadamente el consumo. Sin embargo, los valores muy altos pueden tener incluso efectos depresivos debido a que pueden provocar dificultades en la accesibilidad, dependiendo del tipo (ovino, vacuno), ó tamaño del animal (novillo, ternero) (Allden y Whittaker, 1970).

Los animales con acceso a la pastura de mayor densidad de macollos vivos hacen una mejor utilización del forraje disponible, logrando un mayor consumo de materia seca (Fisher et al., 1996 citados por Chilibroste, 1998b).

2.4.2.2. Factores nutricionales

Los factores de origen nutricional están relacionados a las propiedades nutritivas de los alimentos (digestibilidad, proteína) y actúan cuando la oferta se aproxima al máximo que el animal puede consumir (altas asignaciones de forraje). En estas condiciones actúan dos mecanismos principales de regulación de consumo: físicos (capacidad del rumen) y químicos (metabolitos en la sangre) (Norbis, 1994; Ganzábal, 1997a; Chilibroste, 1998b).

En pasturas de baja calidad, el consumo no sería explicado por la disponibilidad del forraje total, sino que la calidad adquiere mayor importancia y en particular la proporción de material verde en el forraje disponible (Aello, 1979, Gómez et al., 1983 citados por Norbis, 1994).

El consumo de alimento aumenta a una tasa más o menos constante sobre el amplio rango de valores de digestibilidad probables de ser encontrados en la práctica. Un mejoramiento en la digestibilidad del forraje confiere una doble ventaja en el animal pastoreando: resulta en un aumento de la concentración de nutrientes de la dieta y al mismo tiempo un aumento de la cantidad consumida (Ganzábal, 1997a).

2.4.2.2.1. Restricciones físicas

Cuando los animales consumen forrajes como principal componente de la dieta "el llenado" o "regulación física" ha sido el mecanismo más comúnmente aceptado como primer limitante al consumo de materia seca, siendo el volumen y no el peso lo determinante en el llenado (Chilibroste, 1998b). La fibra ha sido relacionada con las propiedades de llenado de los animales porque fermenta y pasa del retículo-rumen más lentamente que los constitutivos no fibrosos de los alimentos. Existen otros factores que inciden, como tamaño de partícula, fragilidad de éstas, proporción y digestibilidad de la FDN (Jung y Sahlu, 1989; Van Soest, 1965, Waldo, 1986, Mertens, 1994b citados por Allen, 1996).

La facilidad con que la materia orgánica (MO) del forraje puede ser evacuada del rumen es la característica más importante de la dieta que determina el consumo. La capacidad del rumen es limitada y la velocidad con que entra MO al rumen no puede exceder a la velocidad con que sale el mismo. La consecuencia es que los forrajes fibrosos y groseros (de baja digestibilidad), hacen disminuir el consumo al permanecer mucho tiempo en el rumen. Esta es la razón de que a mayor digestibilidad aumenta el consumo. Para cubrir los requerimientos de mantenimiento serían suficientes digestibilidades entre 50 y 55%, pero para mantenimiento y producción no deberían bajar de 60% (cuadro 24) (Rovira, 1996).

CUADRO 24: Relación entre la calidad de la pastura y el máximo consumo probable por un vacuno.

Mcal EM/kg MS	Tipo de forraje	Digestibilidad (%)	Máx. consumo de MS como % del PV
3,0	Excelente (vegetativo tierno)	> 75	3,1-3,3
2,9			
2,8			
2,7	Muy Bueno (previo a la floración)	66-74	2,6-3,0
2,6			
2,5			
2,4			
2,3	Bueno (floración)	58-65	2,1-2,5
2,2			
2,1			
2,0	Regular (postfloración)	50-57	1,6-2,0
1,9			
1,8			
1,7	Mala (madurez avanzada)	< 50	1,2-1,5
1,6			
1,5			

Fuente: adaptado de Rovira (1996). Referencias: EM = Energía Metabolizable; MS = Materia Seca; Mcal = Megacalorías; P V = Peso Vivo.

El consumo de materia seca es afectado por la rapidez con que son digeridos los forrajes, lo que a su vez afecta la velocidad a la cual los mismos pasan a través del tracto intestinal, lo que aumenta el alimento que el animal consume (García, 1994b).

El consumo voluntario puede estar restringido por distensión de las paredes ruminales que activan los receptores mecánicos, quienes señalarían el cese del consumo resultando en una restricción del flujo de la digesta a través del tracto gastrointestinal. La capacidad de llenado de los animales depende del peso y volumen de la digesta, que provoca distensión y de la tasa de flujo de la digesta. La presión sobre las paredes del rumen es aumentada por el consumo de materia seca y aliviada por dos procesos

simultáneos y competitivos: degradación del contenido ruminal por la microflora fermentativa, y pasaje de las fracciones insolubles. De esta manera el estímulo sobre los receptores desaparece y el consumo puede reiniciarse (Lehman, 1941 citado por Allen, 1996; Chilibroste, 1998b).

Podría considerarse a la fibra detergente neutro (FDN) como una caracterización adecuada de la calidad del forraje, que junto con la digestibilidad de la materia seca explican similares variaciones del consumo voluntario de materia seca (CVMS). Éste decae cuando el contenido de FDN del forraje aumenta, porque el CVMS es limitado por el llenado en gran medida para forrajes de baja digestibilidad y alto contenido de fibra (Jung y Allen, 1995; Minson, 1963, Van Soest, 1965 citados por Allen, 1996; Gunter et al., 1997).

La concentración de pared y la tasa de pasaje son los parámetros más determinantes del llenado ruminal. La primera limita el consumo cuando su proporción se incrementa a más de 55-60% de la materia seca (Robles et al., 1981 citados por Acosta et al., 1993; Norbis, 1994; Griffin y Jung, 1983, Albrecht et al., 1987, Jung y Vogel, 1992 citados por Jung y Allen, 1995).

La relación entre el consumo y la digestibilidad es positiva en el rango de digestibilidades en que la regulación del consumo es por "llenado" y cero en el rango en que el control depende de los requerimientos energéticos del animal. Una vez superado las limitantes físicas al consumo (digestibilidades de 66%) el consumo de energía se mantiene constante y baja el consumo de materia seca al aumentar la digestibilidad ó concentración energética de la dieta, momento a partir del cual las condiciones fisiológicas del animal limitan el consumo (figura 20) (Bruno et. al., 1997; Luginbhul et al., 1994; Conrad et al.,1964 citados por Chilibroste, 1998b).

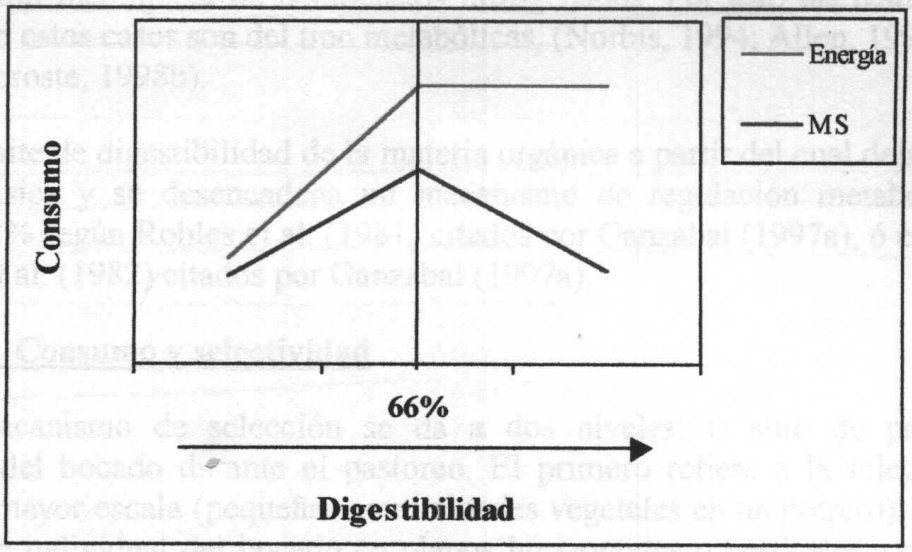


FIGURA 20: Relación entre consumo y digestibilidad de la MS. Fuente: Conrad et. al., citados por Chilibroste (1998b).

2.4.2.2.1.1. Tamaño de partícula

La reducción del tamaño de partículas del forraje, mediante la masticación incrementa la tasa de fermentación debido al incremento en la superficie específica (Allen, 1996).

Para hojas, el ancho de una partícula es disminuido tanto por la masticación como por la digestión, mientras que el largo de una partícula decrece solo por la masticación (Wilson, 1989 citado por Luginbuhl et al., 1994).

2.4.2.2.1.2. Densidad de partícula

Existe una relación negativa entre la densidad de partícula y tiempo de retención en el rumen (Allen, 1996). El volumen del alimento consumido aumenta a medida que disminuye la densidad y el consumo energético también disminuye al bajar la densidad (Kellems y Church, 1981 citados por Church y Pond, 1998).

2.4.2.2.2. Restricciones metabólicas

En la predicción del consumo la mayor incertidumbre no se da en los casos en que el consumo voluntario está limitado por factores físicos, pero sí en el caso en que se regula o limita el consumo debido a factores metabólicos (Illius y Jessop, 1996).

Los bajos consumos de nutrientes observados en pasturas de buena calidad y disponibilidad no limitante, pueden explicarse por: presión osmótica y cambios en el pH ruminal, concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) y acumulación de productos de

la fermentación incompleta de compuestos nitrogenados. Por ésto las restricciones que aparecerán en estos casos son del tipo metabólicas, (Norbis, 1994; Allen, 1996; Ganzábal, 1997b; Chilibroste, 1998b).

El límite de digestibilidad de la materia orgánica a partir del cual deja de actuar la regulación física y se desencadena un mecanismo de regulación metabólica, estaría situado en 67% según Robles et al. (1981) citados por Ganzábal (1997a), ó en 70% según Orcasberro et al. (1982) citados por Ganzábal (1997a).

2.4.3. Consumo y selectividad

El mecanismo de selección se da a dos niveles: i) sitio de pastoreo y ii) localización del bocado durante el pastoreo. El primero refiere a la selección a nivel horizontal a mayor escala (pequeñas comunidades vegetales en un potrero), y el segundo a la selección individual del bocado en planos horizontales o verticales a nivel de cada pequeña comunidad (Hodgson, 1982, Milne, 1991, Gordon y Lascano, 1993 citados por Montossi et al., 1996).

La selectividad está influida por características de la pastura y del animal, pero el grado en que se ejerce está determinado por la disponibilidad y estructura del forraje (Meyer, et al., 1957 citados por Blaser et al., 1960).

Un incremento en la disponibilidad de pasturas durante el período de otoño, permite que los animales realicen mayor grado de selección en la pastura consumida, maximizando el consumo de pastura y minimizando la depresión estacional en la performance animal (French et al., 2001).

En el diagrama de la figura 21 se ilustran los mecanismos que operan en el pastoreo selectivo animal.

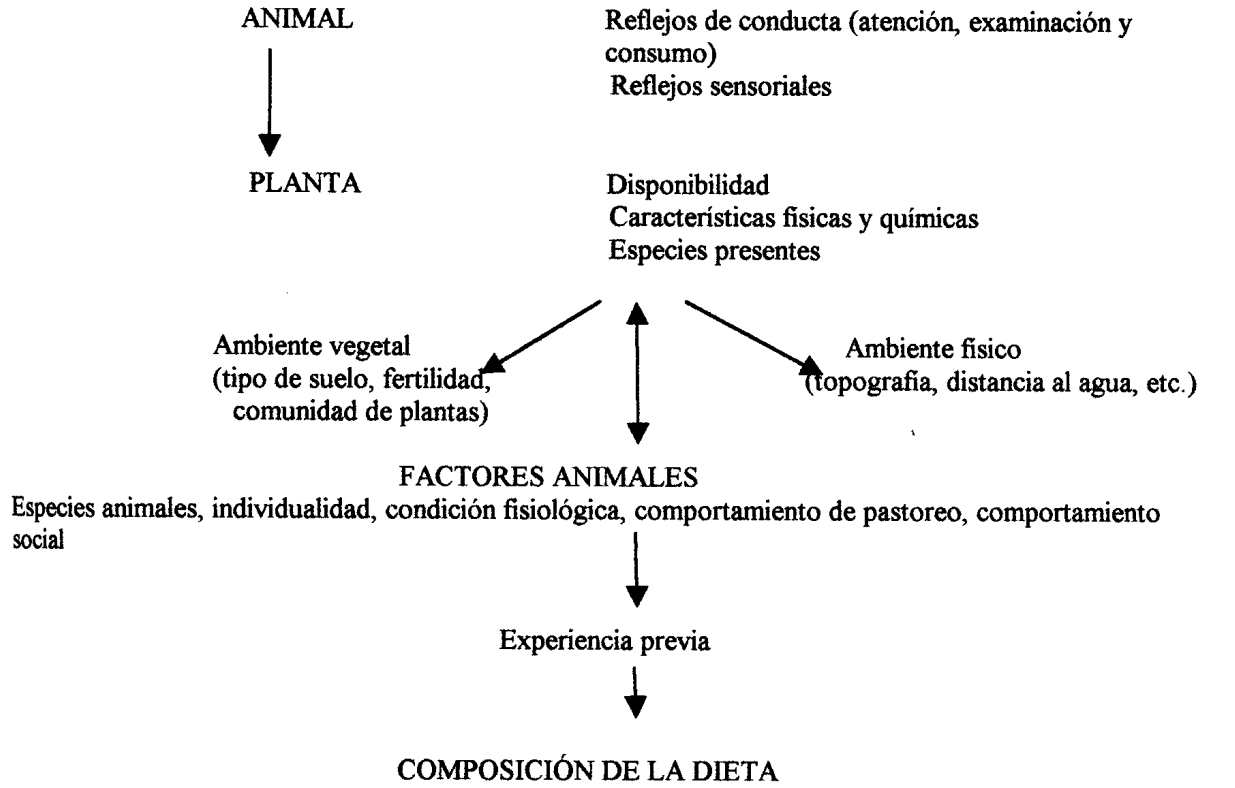


FIGURA 21: Mecanismos que operan en el pastoreo selectivo animal. Fuente: Arnold y col. (1964) citados por Norbis (1994).

La dieta consumida por los animales en pastoreo contiene mayores proporciones de hoja y componentes vivos de la pastura y bajas de tallos y material muerto, que lo que es ofrecido en la pastura. La selección animal depende de las proporciones relativas de cada uno de los componentes de las pasturas y la distribución vertical de los mismos en el perfil (Arnold, 1981; Hodgson, 1981, L'Hullier et al., 1984, Vallentine, 1990, Montossi, 1995 citados por Montossi et al., 1996).

El animal en pastoreo selecciona dentro del forraje disponible una dieta compuesta principalmente de material verde, aún cuando la disponibilidad del mismo en el tapiz sea baja. Los rumiantes prefieren material vivo (en crecimiento) a muerto (senescente), joven a viejo; hojas a tallos y leguminosas respecto a gramíneas (Hodgson, 1990; Norbis, 1994; Krysl y Hess, 1993; Gunter et al., 1997; Risso, 1997).

Cuando el animal se acostumbra a elegir hoja, aún con muy poca cantidad de ésta, la sigue buscando y resiente el consumo aún con altos niveles de disponibilidad (Minson, 1982 citado por Norbis, 1994).

El material muerto es rechazado por los animales debido a su baja preferencia y accesibilidad en la base de las pasturas. Lo contrario ocurre con el material verde, donde altas proporciones de hoja verde aparecen en la dieta dada la facilidad de cosecha y de masticación de la misma. Los componentes nutritivos más importantes (hojas verdes), se distribuyen en los estratos más altos de la pastura (figura 22) (Hodgson, 1990; Poppi et al., 1987, Vallentine,1990, Montossi et al., 1994 citados por Montossi et al., 1996).

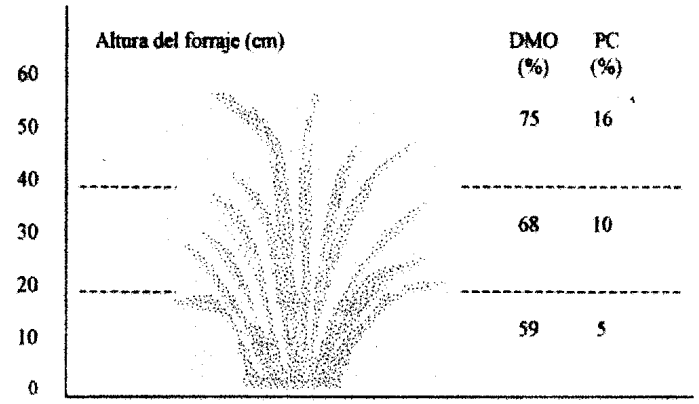


FIGURA 22: Variación en el valor nutritivo de avena INIA-Tucana expresado en términos de DMO y PC en relación a la altura del cultivo. Fuente: Montossi et. al. (1996).

El pastoreo selectivo cambia las características de la pastura al promover la desaparición de las hojas y partes más activas en la función fotosintetizante, provocando un menor aprovechamiento de la luz incidente (Walkin y Clements, 1978 citados por Norbis, 1994).

El consumo de los animales sobre un tapiz maduro declina debido a la disminución en digestibilidad de hojas y tallos y en la proporción de hojas, que acompaña la madurez. El animal probablemente no tomará la pastura madura, a menos que sean puestos a altas cargas (Hodgson, 1990; Minson, 1975, Stobbs, 1975, Chacon et al., 1978 citados por Norbis, 1994).

El forraje no puede ser excesivo luego de un pastoreo, pues la mayoría de las hojas verdes que quedan en un macollo luego de la defoliación es probable que estén senescentes para el próximo pastoreo (Hodgson, 1990).

Cuando la presión de pastoreo es baja aumenta la selectividad, el ganado se concentra sobre el rebrote joven y deja grandes áreas sin pastorear que se vuelven viciosas y poco palatables. Con presión de pastoreo alta se reduce la selectividad y por lo tanto la calidad de la dieta, deteriorándose la producción individual pudiéndose incrementar la producción por hectárea al lograrse una mayor eficiencia de utilización (Frame, 1982; Hodgson, 1990; Blaser.1960 citado por Norbis, 1994).

2.4.4. Consumo de forraje y performance animal

La relación entre disponibilidad y performance animal es esencialmente la misma que entre disponibilidad y consumo. Las restricciones en el consumo de nutrientes es probablemente, el mayor factor en la producción de animales a pastoreo (Hodgson, 1975; Hodgson, 1982).

La relación disponibilidad-producto animal se verá influenciada por el tipo, la calidad, la composición botánica y la estructura física de la pastura. La utilización de forraje por parte de los animales declina con el aumento de disponibilidad de materia seca. La ganancia de peso vivo por animal está relacionada positivamente con la disponibilidad y hay respuesta hasta 10 kg de MS/100 Kg PV (Willoughby, 1958, Marsh, 1979 citados por Norbis, 1994).

Hay una estrecha relación entre el consumo de nutrientes y la performance animal en pastoreo. Por esto, las variaciones en condiciones de la pastura afectan el consumo de forraje y la performance animal de manera similar (figura 23) (Hodgson, 1990).

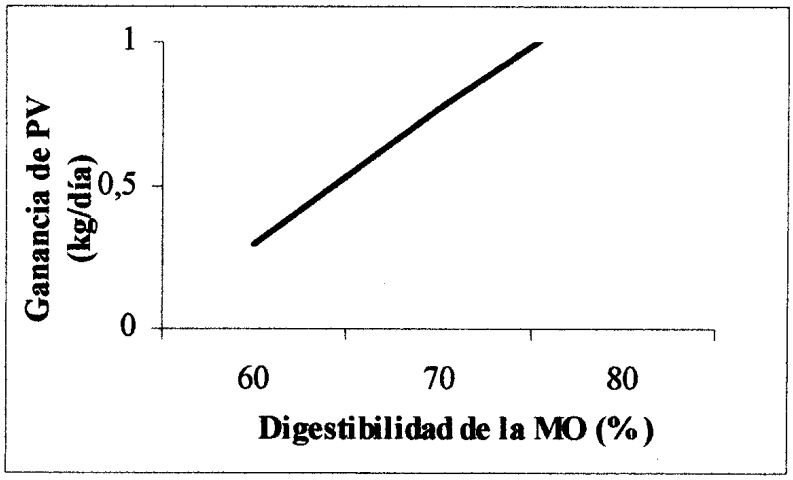


FIGURA 23: Influencia de la digestibilidad del forraje en el crecimiento del ganado. Fuente: Hodgson (1990).

La correlación encontrada por Risso y Zarza (1981) entre tasa de ganancia de peso y disponibilidad de forraje en el rechazo, confirma que con disponibilidades próximas a 600-650 kg MS, no hay aumento en el peso vivo de novillos a pastoreo y que los incrementos son constantes hasta disponibilidades de 1800-2000 kg MS/ha, punto a partir del cual no se detecta mayor influencia de la cantidad de forraje presentes sobre la ganancia de peso Ese rango de cantidad de forraje se corresponde con buenas posibilidades de selección por animal y cantidades no limitantes para el consumo. Mientras que disponibilidades más bajas actuarían reduciendo el consumo en cantidad y calidad por menores posibilidades de selección animal. En el otro extremo se produce un desperdicio de forraje y pérdida de calidad por exceso de madurez (figura 24).

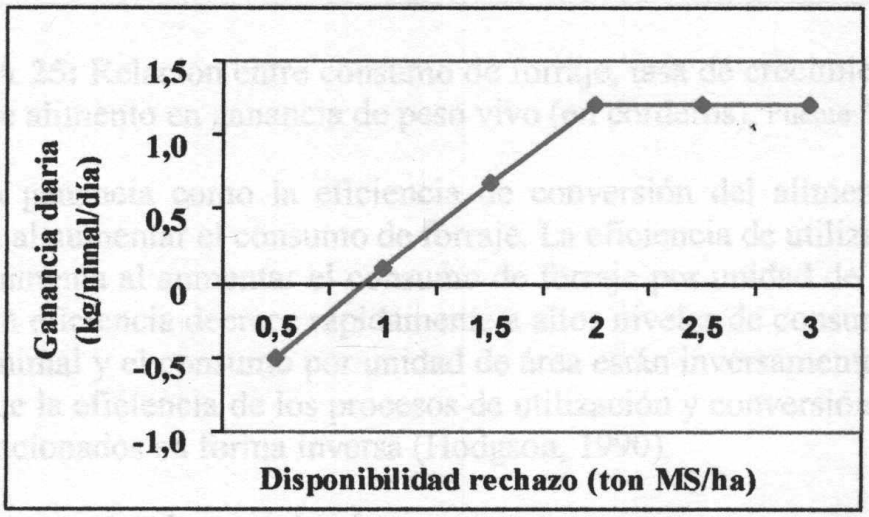


FIGURA 24: Relación entre ganancia de peso y cantidad de forraje remanente. Fuente: Risso y Zarza (1981)

La performance individual de los animales mejora progresivamente al aumentar el consumo de un alimento, aunque usualmente a tasas decrecientes, hasta el límite genético de performance. Animales con un alto potencial de producción tienen mayor consumo de forraje y mayor eficiencia de conversión del alimento respecto a animales de bajo potencial. La eficiencia digestiva de los rumiantes tiende a declinar a medida que la cantidad de un alimento consumido aumente, y hay también un aumento progresivo en el costo de nutrientes para sucesivos aumentos en producción (figura 25) (Hodgson, 1990).

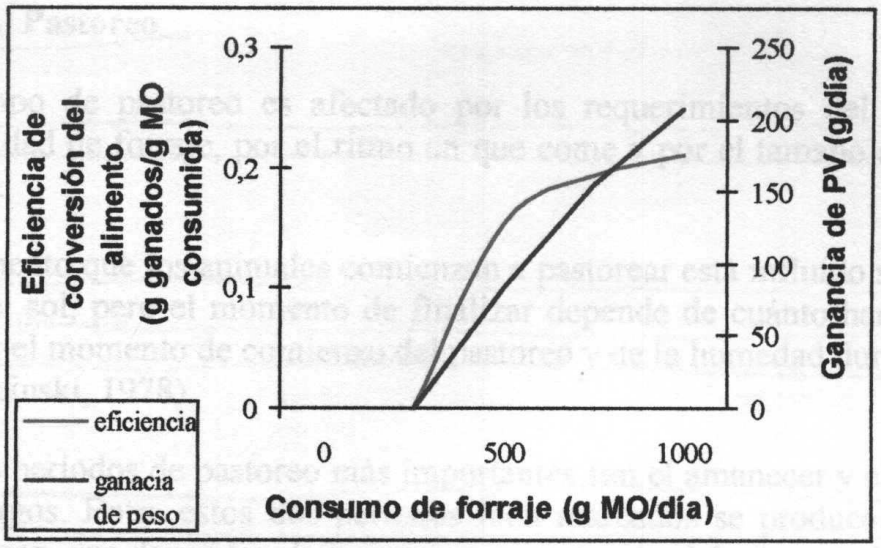


FIGURA 25: Relación entre consumo de forraje, tasa de crecimiento y eficiencia de conversión de alimento en ganancia de peso vivo (en corderos). Fuente: Hodgson (1990).

Tanto la ganancia como la eficiencia de conversión del alimento en producto animal aumenta al aumentar el consumo de forraje. La eficiencia de utilización de forraje, por otro lado, aumenta al aumentar el consumo de forraje por unidad de área. La tasa de mejoramiento en eficiencia decrece rápidamente a altos niveles de consumo. El consumo de forraje por animal y el consumo por unidad de área están inversamente relacionados y esto significa que la eficiencia de los procesos de utilización y conversión probablemente son también relacionados en forma inversa (Hodgson, 1990).

2.4.5. Comportamiento animal en pastoreo

La actividad del rumiante sobre pasturas comprende periodos alternativos de pastoreo, rumia y descanso. La cantidad, valor nutritivo y distribución de la vegetación a la que el animal tiene acceso inciden en su comportamiento y consumo (Arnold, 1981; Hodgson, 1982; Stobbs, 1974, Legendre y Fortin, 1989, Fryxell, 1991 citados por Montossi et al., 1996).

Muchos factores influencian la conducta en pastoreo, entre ellos variables ambientales como la temperatura del aire y la velocidad de viento, alterando la actividad de pastoreo invernal (Malecheck y Smith, 1976, Ruckebusch y Bueno, 1978, Beverlin et al, 1989 citados por Krysl y Hess, 1993).

Generalmente, los descansos entre pastoreos decrecen a medida que los días se van acortando, hasta mediados de invierno algunos animales se los encontrará siempre pastoreando durante las horas de luz. En invierno, el ganado pastorea menos tiempo durante la noche. El ganado descansa más y pastorea menos intensamente durante el clima frío (Culley, 1938, Rutter, 1968 citados por Arnold y Dudzinski, 1978).

2.4.5.1. Pastoreo

El tiempo de pastoreo es afectado por los requerimientos del animal, por la cantidad y calidad de forraje, por el ritmo en que come y por el tamaño de cada bocado (Rovira, 1996).

El momento que los animales comienzan a pastorear está influido solo por la hora a la que sale el sol, pero el momento de finalizar depende de cuánto han pastoreado la noche anterior, el momento de comienzo del pastoreo y de la humedad durante la mañana (Arnold y Dudzinski, 1978).

Los dos períodos de pastoreo más importantes son el amanecer y el atardecer, por ser los más largos. Entre estos dos períodos bien marcados se producen dos períodos cortos de pastoreo, que dependen de factores como estación del año, estado de la pastura, estado del tiempo, ubicación de las aguadas. El 70% del tiempo de pastoreo se cumple durante el día y el restante 30% en la noche. Pero con temperaturas mayores a 25°C el pastoreo nocturno adquiere mayor importancia (Arnold y Dudzinski, 1978; Krysl y Hess, 1993; Rovira, 1996).

La cantidad de forraje consumido diariamente es el producto del tiempo de pastoreo y la tasa de consumo de forraje durante el pastoreo (figura 26). Ésta es el producto de la tasa de bocado y la cantidad de forraje de cada bocado individual (Allden y Whittaker, 1970; Hodgson, 1990).

El consumo de forraje refleja el peso del forraje cosechado por bocado, dado que bajos consumos por bocado no pueden ser adecuadamente compensados por un incremento en la tasa de bocados o un aumento en el tiempo de pastoreo (Hodgson, 1990; Hodgson, 1985, Black, 1990, Burlison et al., 1991, Mitchel et al., 1991, Illius et al., 1992 citados por Montossi et al., 1996; Chilibroste, 1998b).

Tasa de bocado y tiempo de pastoreo frecuentemente tienden a aumentar cuando disminuye el consumo por bocado, pero es raro que sean lo suficientemente grandes como para prevenir una caída en el consumo diario de forraje (figura 26, cuadro 25) (Hodgson, 1975; Hodgson, 1990, Chilibroste, 1998b).

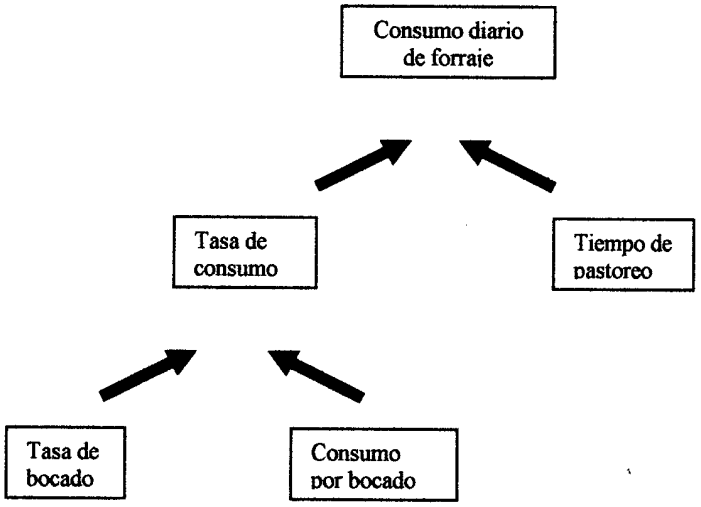


FIGURA 26: Componentes del comportamiento ingestivo. Fuente: Hodgson (1990).

El tamaño de bocado es muy sensible a las variaciones en la altura de la pastura. Existen relaciones lineales entre tamaño de bocado y altura de la pastura para un amplio rango de situaciones productivas (Hodgson, 1990; Chilibroste, 1998b).

CUADRO 25: Efecto de la disponibilidad sobre el comportamiento a pastoreo y consumo de forraje

Disponibilidad (kgMO/ha)	3580	2490	2190
Consumo (gMO/kgPV/dia)	26,6	20,8	20,1
Tamaño bocado (mgMO)	272	125	92
Tasa bocado (bocados/minutos)	43	52	64
Tiempo pastoreo (horas)	8,5	9,2	9,7

Fuente: Hodgson (1975).

El tiempo de pastoreo para el ganado vacuno oscila en un rango de 4,5 a 14,5 horas (Arnold, 1981). Para nuestras condiciones los valores que se pueden considerar normales se encuentran entre 7 y 10 horas/día. Milne y col. (1982) citados por Norbis (1994) resumen los valores de comportamiento ingestivo en el cuadro 26.

CUADRO 26: Rangos de valores de las variables de comportamiento ingestivo en vacunos y ovinos sobre pasturas templadas

Variable	Ovinos	Vacunos
Tiempo pastoreo (horas)	9,1-12,3	5,8-10,1
Tasa bocados (bocados/minutos)	31-49	21-66
Total bocados/día (10^3)	17-34	8-36
Consumo/bocados (mgMO/kgPV)	0,6-1,5	0,3-4,1
Consumo (mgMO/kgPV/min)	33-54	13-204

Fuente: Milne y col. (1982) citados por Norbis (1994).

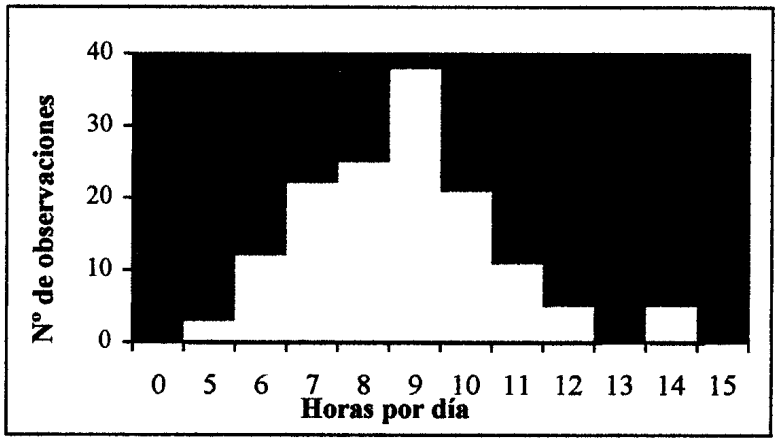


FIGURA 27: Distribución en el tiempo de pastoreo. Fuente: Arnold (1981).

Cuando el forraje es escaso, el tiempo de pastoreo y el número de bocados aumentan, disminuyendo el consumo por hora (figura 27). Esto es debido a que los bocados son más chicos y el ritmo de pastoreo es más lento porque el animal gasta más tiempo en seleccionar la comida. Cuando la disponibilidad de forraje es de 1300 kg MS/ha, el consumo diario difícilmente supere los 4,5 kg de MS por animal. En pastoreos rotativos en el primer día las horas de pastoreo son de 7,7; subiendo en el segundo día a 9,4 horas (Castle y Watkins, 1979 citados por Rovira, 1996).

Existe una influencia en el consumo total de materia seca, la cual es la limitante más importante para la producción de carne. Esta limitación puede deberse a la baja disponibilidad de forraje o a la baja calidad del mismo. Disponibilidades menores a dos veces el consumo de materia seca afectan el consumo y las ganancias de peso. En condiciones de forraje no limitante, el consumo está determinado por calidad, especialmente por el contenido de fibra (Santini y Rearte, 1997).

2.4.5.2. Rumia

La rumia se realiza principalmente en horas de la noche y la mayor intensidad se alcanza al anochecer. El pasaje de la rumia al pastoreo puede ser inmediato, pero en cambio el de pastoreo al de rumia no se efectúa sino después de un tiempo de reposo. No hay diferencias en patrones diarios de rumia como los hay en el pastoreo porque el tiempo cuando ocurre la rumia está ampliamente influenciado por el patrón de pastoreo. Una pequeña parte del pastoreo es realizada de noche, sin embargo la mayoría de la rumia toma lugar luego de éste (Arnold y Dudzinski 1978; Rovira, 1996).

Ésta es la segunda actividad que más tiempo consume en los rumiantes. El tiempo empleado en rumiar es alrededor de las tres cuartas partes del de pastoreo variando entre 5 y 9 horas por día, y en promedio cada período de rumia dura 30 minutos (Arnold y Dudzinski, 1978; Arnold, 1981; Rovira, 1996).

El tiempo de rumia depende del contenido de fibra detergente neutro (FDN) del forraje y de la estructura física del alimento. Cada kilogramo de FDN como heno entero provoca 4 horas de rumia. Las pasturas tiernas provocan 12-15 minutos de rumia por kilogramo de materia seca ingerida mientras que una pastura madura provoca 100 minutos de rumia. El tiempo total de rumia en animales pastoreando pasturas tiernas es entre 300 y 500 minutos diarios, lo que es inferior a los 600-800 minutos considerados suficientes para una rumia correcta, con una buena producción de saliva y capacidad amortiguadora (Bartaburu 1995; Rovira, 1996).

Entre el 62 y 83% de la rumia se realiza cuando los animales se echan a descansar. El descanso tiene lugar entre períodos de pastoreo y usualmente los animales se echan más del 70% de su tiempo de descanso (Wagnon, 1963 citado por Arnold y Dudzinski, 1978; Arnold, 1981; Rovira, 1996).

2.4.5.3. Descanso

En la noche la mayoría del descanso el animal lo realiza echado, pero durante el día las condiciones climáticas tienen una fuerte influencia. En días cálurosos se mantienen descansando más tiempo de pie que echados (Dwyer, 1961 citado por Arnold y Dudzinski, 1978).

En condiciones de invierno moderadas el ganado ocupa una mayor proporción de su tiempo de descanso parado respecto al verano. Esto parece ser para minimizar las pérdidas de calor por estar echado en piso frío y húmedo (Rutter, 1968, Malechek y Smith, 1976 citados por Arnold y Dudzinski, 1978).

2.4.5.4. Tiempo empleado en caminar y beber agua

La superficie de pastoreo es uno de los factores que influyen en lo que camina un animal por día bajo régimen de pastoreo (cuanto mayor sea, más camina). La disponibilidad de forraje también influye, especialmente cuando es menor de 2000 kg MS/ha. Cuánto menor sea ésta, mayor camino recorre buscando más forraje. El mismo efecto se produce cuando el forraje es de menor calidad. Alrededor del 60% del total recorrido por día corresponde a lo que camina mientras come (Rovira, 1996).

La ubicación de la fuente de agua influye sobre lo que camina diariamente cada animal. El ganado para carne puede beber agua 2 a 5 veces por día, dependiendo de la estación del año y de la calidad del forraje consumido. No existe un momento preciso para beber, pero es normal que la gran mayoría de los animales lo hagan entre mediodía y media tarde (Rovira, 1996).

El consumo de agua depende del patrón de alimentación, temperatura ambiental, la calidad y disponibilidad de agua. Si se alimenta con pasturas o alimentos con alto contenido de agua, el ganado no beberá con tanta frecuencia como cuando consume alimentos secos con alto contenido de materia seca. Animales que se alimentan un variado número de veces al día, beben siguiendo los picos de consumo de materia seca (Arnold y Dudzinski, 1978, Rovira, 1996; Nocek y Braund, 1985 citados por Albright y Arave, 1997).

2.4.6. Régimen de deyecciones.

El mayor efecto de las heces en la utilización de la pastura, es que originan áreas de rechazo del forraje (10 a 45% según la carga animal). Esto puede causar un cambio en la composición botánica, en crecimiento desigual del forraje y estructura de la pastura, pastoreo selectivo, encontrándose áreas sub-pastoreadas y sobrepastoreadas (Marsh y Campling, 1970 citados por Frame, 1982; Hodgson, 1990).

El efecto de las deyecciones en el rechazo del forraje puede persistir de 3 a 5 meses, dependiendo de las circunstancias, siendo la duración del efecto usualmente más largo en condiciones secas que húmedas. Éste puede disminuir bajo competencia a altas presiones de pastoreo ya que el ganado se acostumbra al mismo (Frame, 1982; Hodgson, 1990).

El número de deyecciones promedio por animal es entre 11 y 13 veces por día. La defecación es más frecuente cuando el ganado come forraje verde que cuando consume forraje seco (Arnold y Dudzinski, 1978).

El estiércol está compuesto por residuos de alimentos que no fueron utilizados, ya sea porque son indigestibles (fibra muy lignificada) ó porque pasan rápidamente sin

tiempo para ser digeridas, como algunas secciones de fibra del forraje, partículas muy finas y/o granos enteros (Gallardo, 2000).

Realizar un monitoreo a campo con observaciones rutinarias de la forma y consistencias física de la materia fecal del animal pueden ayudar a interpretar y corregir problemas en la alimentación. Se efectúa el conteo de las deposiciones clasificándolas según su tipo, calculando la proporción de cada una sobre el total monitoreado. Luego, éste sirve para realizar un diagnóstico de la situación (Gallardo, 2000).

En función de la consistencia (grado de humedad) y características físicas (aspecto general) es posible distinguir cuatro tipos de bosta :

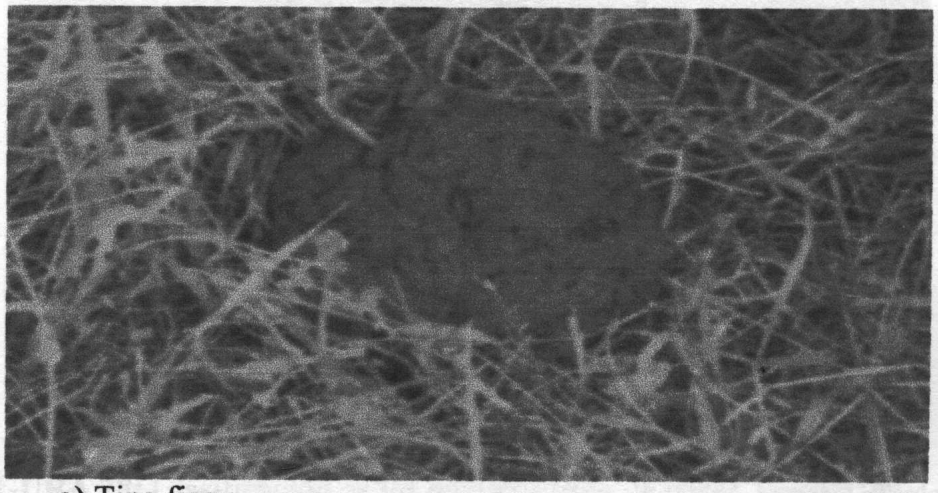
- Consistencia FIRME: son duras y la deposición tiene forma piramidal (figura 28 a), son relativamente secas (bajo contenido de humedad). No poseen olor intenso y al tacto son ásperas, con abundantes partículas de fibras gruesas. Indican un consumo de demasiada fibra entera de regular calidad con alto grado de lignificación y largo tiempo de retención en rumen, escaso nivel de proteína en la dieta. Esto provoca el efecto "llenado ruminal", que conduce a menores consumos. Generalmente el pH ruminal es de 7 o levemente superior.

- Consistencia IDEAL: es menos firme que la anterior, suavemente redondeada, con una leve depresión en el centro donded según algunos expertos "podría colocarse una flor de margarita" (figura 28 b). Al tacto es suave y homogénea, no se visualizan fácilmente partículas de fibra larga. Estas deposiciones reflejan un correcto balance de la dieta con adecuada cantidad y calidad de fibra detergente neutro y suficiente nivel de fibra detergente neutro efectiva (FDNef). A nivel ruminal, se forma un entramado fibroso en la capa superior que promueve una adecuada masticación, rumia e insalivación. Indica buena sincronización de nutrientes.

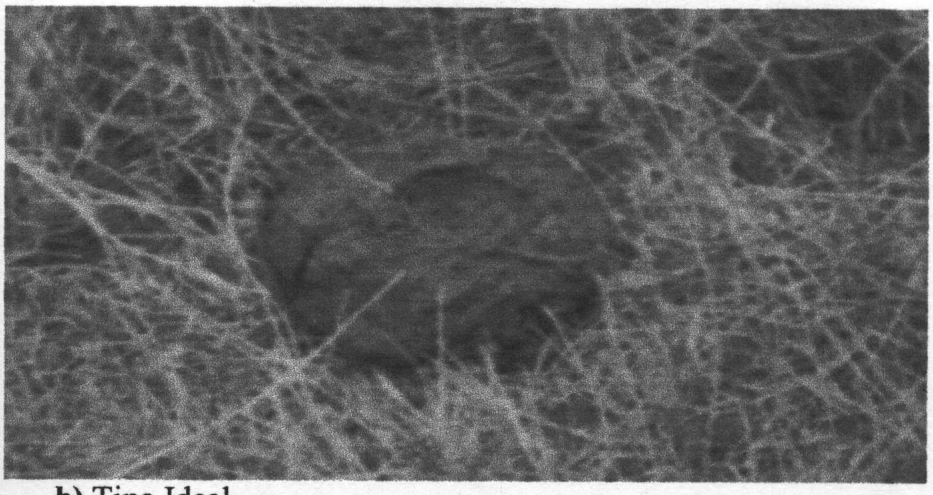
- Consistencia BLANDA: forma aplanada y al caer salpica (figura 28 c). Es acuosa y de olor penetrante, inconsistente y resbaladiza al tacto, notándose la presencia de mucus del tracto gastrointestinal que es transportado por la rápida tasa de pasaje de la dieta. Se distinguen partículas aisladas de finas fibras largas. El rumen se presenta ácido, con pH inferior a 6. Indica déficit de fibra, principalmente FDNef. Se asocia a altos consumos voluntarios y muy rápidas tasas de digestión y pasaje. Es una condición común en pastoreos de forrajes tiernos y dietas con altos contenidos de proteína degradable.

- Consistencia CHIRLE: deposición plana, muy acuosa y que cae en "chorros". Contiene abundante mucus intestinal, muy resbaladiza al tacto. Los garrones y cola generalmente están muy sucios con materia fecal. Esto es producto de un severo desbalance nutricional, con déficit pronunciado de fibra y

FDNef, excesos de proteína de alta degradabilidad ruminal. Hay disturbios en el metabolismo mineral que provoca graves alteraciones en el balance hídrico corporal. Es también signo de déficit de magnesio en la dieta. (Gallardo, 1999; Gallardo, 2000).



a) Tipo firme



b) Tipo Ideal



c) Tipo Blando

FIGURA 28: Clasificación de los distintos tipos de heces. Fuente: Gallardo (2000).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES UTILIZADOS

3.1.1. Localización del experimento

El experimento fue realizado en la Unidad Experimental "Palo a Pique" (UEPP) perteneciente a la Estación Experimental del Este del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), localizada sobre la ruta 19, a 12 Km de la ciudad de Treinta y Tres, séptima Seccional Policial del departamento de Treinta y Tres. La UEPP se encuentra localizada a 33° 13' 40 " de latitud Sur, 54° 26' 00" de longitud Oeste y a 477 metros de altitud sobre el nivel del mar. Dicho experimento tuvo una duración de 83 días, comenzando el 28 de junio y finalizando el 19 de setiembre de 2001.

3.1.2. Área experimental

El área experimental fue de 12 hectáreas correspondiendo a dos potreros de seis hectáreas cada uno (potreros nueve y once). Cada potrero fue dividido en 4 parcelas de 1,5 hectáreas mediante alambrado eléctrico (figura 30).

3.1.3. Suelo

Los suelos predominantes fueron Brunosoles subéutricos lúvicos y Argisoles éutricos melánicos abrúpticos correspondientes a la Unidad Alférez del mapa de reconocimiento de suelos a escala 1:1.000.000 de la Dirección de Suelos (MGAP, 1979). El origen de dichos suelos son sedimentos limo arcillosos de la formación Libertad, apoyada sobre Basamento Cristalino. El grupo CONEAT al cual pertenece la unidad es el 10.7. El relieve se caracteriza como lomadas suaves y fuertes con interfluvios aplanados.

3.1.4. Clima

En la figura 29 se presentan las precipitaciones totales mensuales para el período experimental, de junio a setiembre de 2001 y el promedio histórico (1991-2001) para todo el período para la UEPP. El promedio registrado para el período fue 19 % mayor al promedio histórico de dichos meses.

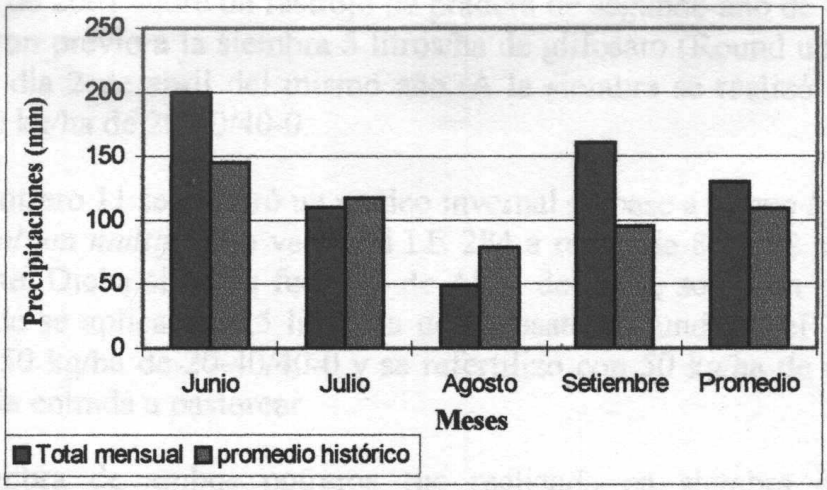


FIGURA 29: Precipitaciones mensuales totales durante el período comprendido entre junio y setiembre de 2001 y promedio histórico (1991-2001) del período. Fuente: J. Gorosito; R. Méndez (comunicación personal)

En el cuadro 27 se presentan los datos de temperaturas promedios mensuales y número de días con heladas para los meses que transcurrió el experimento. Los registros de temperaturas y heladas fueron tomados en la Unidad Experimental Paso la Laguna (UEPL) de INIA Treinta y Tres. La temperatura promedio fue 16 % mayor al promedio histórico y hubieron menos días con heladas.

CUADRO 27: Temperaturas máximas, mínimas, medias mensuales (°C) y heladas (días) ocurridas en los meses del ensayo y promedio de los años 1973-2001.

Meses	Temp	Temp.	Temp	Temp med (°C)	Heladas	Heladas (días)
(2001)	Max (°C)	Min (°C)	Med (°C)	(1973-2001)	(días)	(1973-2001)
Junio	18,1	9,0	13,5	11,0	0	3,6
Julio	16,8	5,7	11,3	10,7	3	4,1
Agosto	21,2	10,0	15,6	11,9	0	1,8
Setiembre	18,9	9,5	14,1	13,4	0	1,1
Promedio	18,7	8,5	13,6	11,7	0,75	2,6

Fuente: J. Gorosito; R. Méndez (comunicación personal) Referencias: Temp Max= temperatura máxima; Min= mínima y Med = media mensual; 1977-2001= promedio histórico.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.2.1. Pastura.

La pastura utilizada en el potrero 9 fue un verdeo invernal en base a *Lolium multiflorum* variedad LE 284, sembrada a razón de 15 kg/ha de semilla. La siembra fue

el 16 de Abril de 2001 sobre un rastrojo de pradera de segundo año de trébol rojo, en el cual se aplicaron previo a la siembra 5 litros/ha de glifosato (Round up) para el control de malezas el día 2 de abril del mismo año. A la siembra se realizó una fertilización inicial con 150 kg/ha de 20-40/40-0.

En el potrero 11 se sembró un verdeo invernal en base a *Avena byzantina* cultivar LE 1095a y *Lolium multiflorum* variedad LE 284 a razón de 80 y 12 kg/ha de semilla, respectivamente. Dicha siembra fue el 5 de Abril de 2001, sobre un rastrojo de sorgo forrajero, donde se aplicaron 4,5 litros/ha de glifosato (Round up) el 13 de marzo. Se fertilizó con 150 kg/ha de 20-40/40-0 y se refertilizó con 50 kg/ha de urea (46-0-0) 11 días previos a la entrada a pastorear.

La siembra de ambos potreros fue realizada en siembra directa con una sembradora Semeato TDA de 15 líneas (17 centímetros entre líneas) de doble disco. La aplicación de glifosato (en los dos potreros) se llevó a cabo con una pulverizadora Jacto de 2000 litros de 35 boquillas (18 metros de ancho).

A cada tratamiento se le asignó una parcela (1,5 has) pasando luego a otra igual, realizándose así un pastoreo rotativo (figura 30). Los períodos de ocupación variaron en función del estado de la pastura, con un promedio de ocupación de 12 días (rango entre 9 y 14 días).

Luego del pastoreo de cada parcela de cada potrero, el área fue fertilizada con 50 kg/ha de urea utilizando una sembradora pendular.

3.2.2. Animales y tratamientos

Se utilizaron 20 novillos cruza Hereford x Aberdeen Angus, de 2 años y medio de edad, de 2 a 4 dientes, nacidos en la primavera de 1998 (entre octubre y noviembre).

Los animales fueron distribuidos al azar en dos grupos de 10 animales cada uno (con similares características). El peso vivo inicial promedio para ambos lotes fue de 408 kg.

Los tratamientos evaluados consistieron en la suplementación *ad libitum* en pastoreo a un grupo de novillos con heno, mientras el otro grupo no contó con dicho suplemento.

3.2.3. Manejo sanitario

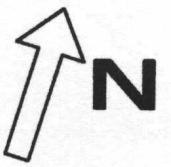
El mismo consistió en la aplicación de ivermectina (al 1% inyectable) para el control de parásitos gastrointestinales y externos llevada a cabo el 11 de julio.

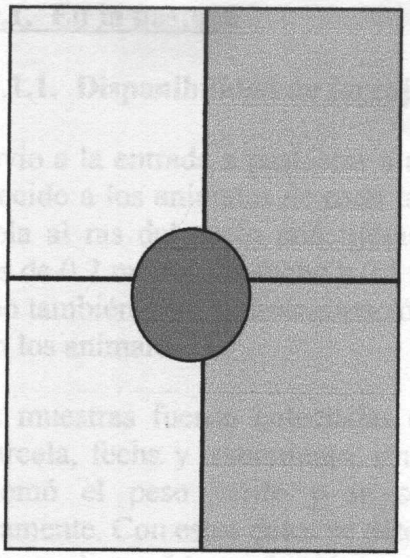
3.2.4. Suplemento

Se utilizó como suplemento un heno de limpieza de pradera, confeccionado en rollos en el verano de 2000, con un peso promedio de 392 kg. El mismo fue colocado dentro de un aro de protección. Al comienzo del experimento, al igual que cuando se retiraron, se pesaron los rollos de heno. El heno fue colocado a la entrada del pastoreo de cada parcela y retirado a la salida del mismo. Por lo tanto los animales contaron con el suplemento de forma *ad libitum.*

El suministro de agua fue también *ad libitum* en bebederos, durante todo el período de duración del ensayo.

Croquis Potrero 9, Raigrás





Croquis Potrero 11,
Avena – Raigrás

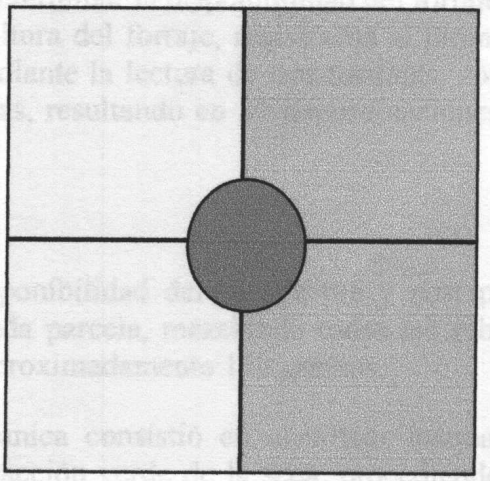


FIGURA 30: Croquis de los potreros del experimento y distribución de los tratamientos en él. Referencias:

Tratamiento con fardo

Tratamiento sin fardo

Bebederos

3.3. DETERMINACIONES REALIZADAS

3.3.1. En la pastura

3.3.1.1. Disponibilidad de forraje ofrecido y remanente

Previo a la entrada a pastorear a una parcela, se determinó la disponibilidad del forraje ofrecido a los animales de cada tratamiento. Para ello se realizaron 10 cortes de cada parcela al ras del suelo con tijeras de aro. Los cortes se efectuaron al azar en rectángulos de 0,2 metros de ancho y 0,5 metros de largo ($0,1 m^2$). Este procedimiento se llevó a cabo también para la determinación del forraje remanente en la parcela de la cual se retiraron los animales.

Las muestras fueron colectadas en bolsas de nylon con la identificación del potrero, parcela, fecha y tratamiento. En el Laboratorio de Pasturas de INIA Treinta y Tres se tomó el peso verde y se secaron a estufa a 60°C durante 48 horas aproximadamente. Con estos datos se determinó el porcentaje de materia seca y cantidad de materia seca disponible por hectárea.

3.3.1.2. Altura del forraje disponible

Cuando se realizó el corte para determinar la disponibilidad del forraje ofrecido y remanente, se tomaron medidas de la altura del forraje, registradas al promedio de las hojas de la canopia. Esto se realizó mediante la lectura de tres medidas, con una regla graduada en cada una de las 10 muestras, resultando en 30 determinaciones totales en cada fecha de muestreo.

3.3.1.3. Composición botánica

A partir de las muestras de disponibilidad del forraje pre y post pastoreo, se tomaron muestras representativas de cada parcela, mezclando todas las submuestras y extrayendo una muestra compuesta de aproximadamente 120 gramos.

El análisis de composición botánica consistió en clasificar manualmente las muestras, separando primeramente la fracción verde de la seca, procediéndose a pesar cada una. Luego, a la fracción verde se la separó en raigrás y/o avena y raigrás (para el caso del potrero mezcla) malezas y leguminosas. Finalmente, se separó dentro de la fracción verde de raigrás y avena, las estructuras morfológicas (tallo y hoja) obteniendo las fracciones: restos secos; hoja de raigrás; tallo de raigrás; hoja de avena y tallo de avena. Estas fueron llevadas a estufa igual a las muestras de disponibilidad, para determinar el porcentaje de materia seca.

3.3.1.4. Valor nutritivo del forraje ofrecido y remanente

De las mismas muestras tomadas para disponibilidad, y secadas de igual forma, se realizó una muestra compuesta juntando las correspondientes a las parcelas de ambos tratamientos, tanto para ofrecido como remanente y para las dos pasturas. Se tomó las del primer pastoreo de cada potrero, para realizarle el análisis de calidad.

Las muestras identificadas fueron enviadas al Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela, donde se determinaron los valores de: Digestibilidad de la Materia Orgánica (DMO); Proteína Cruda (PC); Cenizas; Fibra Detergente Acida (FDA) y Fibra Detergente Neutro (FDN). Estos valores fueron estimados por ecuaciones NIRS y los valores de FDA y FDN (componentes de la pared celular por el Método de los Detergentes desarrollado por Van Soest (1982)) fueron analizados también por química húmeda.

Las ecuaciones NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) ó Espectroscopía de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano son un método rápido de análisis químico de muestras (Cozzolino, 2001).

También fueron enviadas a dicho Laboratorio, las muestras correspondientes a la composición botánica de la pastura (del ofrecido y remanente) para estimar su valor nutritivo, mediante los procedimientos anteriormente descriptos.

3.3.2 En los animales

3.3.2.1. Evolución de peso vivo

Cada 14 días se determinó el peso vivo lleno de todos los animales (con y sin fardo) con una balanza electrónica.

Al finalizar el experimento se llevó a cabo la última pesada (peso vivo lleno) y a las 24 horas, manteniendo los animales en ayuno, se determinó el peso vivo vacío (el peso descontando el contenido del tracto digestivo).

3.3.2.2. Conducta de pastoreo

Se registraron las conductas en pastoreo de los animales de ambos tratamientos en cinco momentos diferentes en el transcurso del experimento (12 de Julio; 2; 15; 21 y 28 de Agosto) con el fin de evaluar el comportamiento del animal en pastoreo. El procedimiento consistió en anotar cada 15 minutos durante el período de luz del día (7:30 a 18:15) la actividad que estuviera desarrollando cada animal. Para esto se debió identificarlos previamente mediante la numeración con pintura. Se utilizaron binoculares y planillas previamente confeccionadas. Las variables de comportamiento consideradas

fueron: bebiendo agua (A), pastoreando (P), tiempo dedicado al fardo (F), descansando (D), rumiando (R), y otras actividades (O).

3.3.2.3. Monitoreo de las heces

En cada tratamiento, en siete oportunidades (3 y 23 de Julio; 6; 13 y 23 de Agosto; 10 y 18 de Setiembre) y luego del pastoreo de la parcela, se realizó los monitoreos de las heces, que consistió en contar el número de heces, observar la forma y consistencia física. Fueron clasificadas según el tipo, calculando la proporción de cada una sobre el total monitoreado. El sistema de mapeo consistió en recorrer toda la superficie de pastoreo, para abarcar la superficie ocupada por los animales. La clasificación se basó en lo establecido por Gallardo (2000) quién determinó cuatro tipos de heces: firme, ideal, blanda y chirle.

3.3.2.4. Características de la carcasa

Los animales fueron faenados en el Frigorífico Tacuarembó el 17 de noviembre de 2001. El objetivo fue evaluar las características de la carcasa de los animales por el efecto de la alimentación, pero dadas las condiciones sanitarias por Fiebre Aftosa, éstos no se pudieron enviar al Frigorífico luego de finalizado el experimento (19 de setiembre). Por lo tanto las mediciones correspondieron a dos meses después de terminado el ensayo, y se tomaron solo como descriptivas.

En la planta frigorífica se tomaron los registros de peso vivo final de los animales y luego de la faena se determinaron los de la canal caliente. Luego éstas fueron enviadas a cámaras de frío, a aproximadamente 4°C por 24 horas, obteniéndose así los pesos de las canales frías. También se estimaron los rendimientos y las mermas ocurridas por el enfriado.

En el frigorífico también se tomaron las medidas del largo de carcasa, lo cual consistió en medir cada una de las medias reses (a los efectos del experimento se promediaron las dos medidas). El área de ojo de bife (AOB) se midió trazando el contorno del mismo (sección transversal del músculo *Longissimus dorsi*) en una transparencia a la altura de la 10ª costilla, determinando la superficie enmarcada en centímetros cuadrados. Además se midió el pH final (después de 24 horas) el peso de los cortes delanteros, traseros y pistola. Se realizó el desosado para obtener los cortes y luego de pesados cada uno de ellos, fueron envasados. Se extrajeron muestras para medir terneza como fuerza de corte en kilogramos. Todas las mediciones fueron realizadas en la media canal izquierda.

3.3.3. En el suplemento

Se pesó el heno al inicio del experimento y al retirar los animales. También se tomaron los pesos diarios del remanente del fardo, para estimar el consumo del mismo.

Al colocar el heno en el aro en la parcela correspondiente, se tomó una muestra de la periferia y otra del centro del mismo con la finalidad de estimar el porcentaje de materia seca y evaluar su valor nutritivo. El cálculo de materia seca se realizó de igual forma que la descripta para forraje disponible y para la calidad se enviaron las muestras (de la periferia solamente) al Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela, donde se le determinó las mismas características que para la pastura.

Además, se tomó una muestra de aproximadamente 25 gramos, de la cual se clasificaron sus fibras según su largo. El criterio fue el siguiente:

Fibra corta: aquella comprendida entre 0,5 y 10 cm de largo.

Fibra media: aquella comprendida entre 11 y 25 cm de largo

Fibra larga: aquella con más de 26 cm de largo.

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El forraje disponible y remanente, así como la altura del mismo, se analizó comparando los tratamientos con y sin fardo en cada fecha de muestreo utilizando un diseño de parcelas al azar (tomando cada submuestra como una repetición) del tipo:

$$Yij = \mu + \alpha i + \varepsilon ij$$

donde:

Yij = disponibilidad y/o altura del forraje con (i = tratamiento 1, 2; j = repeticiones 1,...10)

μ = media general, normalmente distribuidos con media 0 y varianza σ_α^2

αi = efecto del tratamiento (i = tratamiento 1, 2)

εij = error experimental o residual con distribución Normal $(0, \sigma_\alpha^2)$

Se estudió la asociación entre la altura y disponibilidad del forraje utilizando un modelo de regresión lineal del tipo:

$$y = a + b\,x$$

donde; y = forraje disponible

x = altura del forraje

En el animal, se ajustaron las ganancias de peso individual de los animales, ganancias corregidas (entre períodos y general) utilizando un modelo del tipo:

$y = a + b\,x$

donde; y = peso vivo

b = ganancia

x = días entre pesadas

La ganancia diaria (basándose en las ganancias corregidas) y el comportamiento animal se analizaron utilizando un modelo de parcelas al azar, tomando a cada animal como una repetición del tratamiento. El modelo utilizado para las ganancias diarias fue:

$Yij = \mu + \alpha i + \varepsilon ij$

donde:

Yij = ganancias de peso vivo (i = tratamiento 1, 2; j = repeticiones 1,...10)

μ = media general del efecto de la suplementación, normalmente distribuidos con media 0 y varianza σ_α^2

αi = efecto del tratamiento (i = tratamiento 1, 2)

εij = error experimental o residual con distribución Normal $(0, \sigma_\alpha^2)$

El modelo utilizado para el comportamiento animal fue:

$Yij = \mu + \alpha i + \beta j + \varepsilon ij$

donde:

Yij = tiempo dedicado a las actividades (i = tratamiento 1, 2; j = pasturas 1, 2)

μ = media general del efecto de la suplementación y del tipo de pastura, normalmente distribuidos con media 0 y varianza σ_α^2

αi = efecto del tratamiento (i = tratamiento 1, 2)

αi = efecto del tratamiento (i = tratamiento 1, 2)

βj = efecto del tipo de pastura (j = 1, 2)

εij = error experimental o residual con distribución Normal (0, $\sigma_\alpha{}^2$)

Los registros de cada una de las actividades del comportamiento animal fueron transformados a minutos, para cada animal.

Para el análisis estadístico de la información sobre las heces, los datos fueron transformados a raíz cuadrada, para cumplir con los requisitos de normalidad, independencia y homogeneidad de varianza. El modelo utilizado fue:

$Yijk = \mu + \alpha i + \beta j + \alpha\beta ij + \rho k + \alpha\rho ik + \beta\rho jk + \varepsilon ijk$

donde:

Yijk = número de diferentes tipos de heces (i = tratamiento 1, 2; j = tipo de heces 1,...4; k = fecha 1,...6)

μ = media general del efecto de la suplementación y de las diferentes fechas, normalmente distribuidos con media 0 y varianza $\sigma_\alpha{}^2$

αi = efecto del tratamiento (i = tratamiento 1, 2)

βj = efecto del tipo de heces (j = 1,.... 4)

ρk = efecto de las diferentes fechas (k = 1,... 6)

$\alpha\beta ij$ = efecto de la interacción entre tratamiento y tipo de heces

$\alpha\rho ik$ = efecto de la interacción entre tratamiento y fecha

$\beta\rho jk$ = efecto de la interacción entre tipo de heces y fecha

εijk = error experimental o residual con distribución Normal (0, $\sigma_\alpha{}^2$)

La información fue analizada a través de los procedimientos PROC GLM y PROC REG del paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc., 1996), utilizándose el test de LSD para la comparación de medias.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS DEL FORRAJE

4.1.1. Forraje ofrecido

4.1.1.1. Disponibilidad de forraje

A lo largo del período experimental no se constató una clara superioridad en disponibilidad del tratamiento de suplementación respecto al otro, siendo la disponibilidad promedio de 2963 y 2935 kg MS/ha para el tratamiento con fardo y sin fardo, respectivamente. Se observó una leve tendencia a una disminución en la disponibilidad de forraje a través del tiempo, aunque con valores siempre superiores a 2500 kg MS/ha (figura 31).

La disponibilidad en ningún caso fue limitante para obtener máximos consumos, dado que los valores obtenidos superan los 2000 kg MS/ha para todas las parcelas y tratamientos (Hodgson, 1981; Cangiano y Gómez, 1985; Dougherty et al., 1989). Sin embargo, Rovira (1996) asigna el valor de disponibilidad no menor a 2500 kg MS/ha para lograr máximos consumos; tomando este criterio igualmente las del experimento no fueron limitantes.

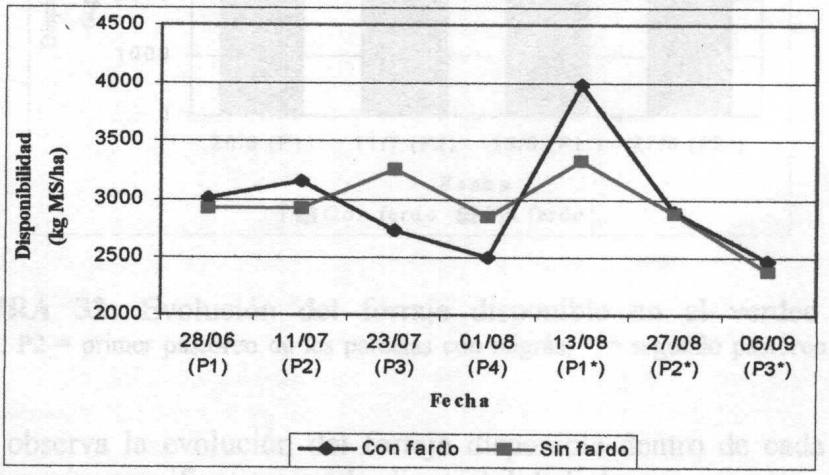


FIGURA 31: Evolución de la disponibilidad de forraje. Referencias: P1, P2 = primer pastoreo del verdeo de raigrás; P3, P4 = primer pastoreo del verdeo mezcla avena–raigrás; * segundos pastoreos de los mismos verdeos.

Cuando se analizó la evolución del disponible en los diferentes verdeos (figuras 32 y 33), se observó una ventaja en disponibilidad de forraje del verdeo de raigrás (3136 kg MS/ha) con respecto al verdeo mezcla de avena y raigrás (2698 kg MS/ha), lo cual contradice experiencias anteriores donde las mezclas de avena y raigrás superaron

la producción otoño-invernal del raigrás (Chiara, 1975; Carámbula, 1987). Los posibles motivos podrían ser que el potrero mezcla de avena y raigrás presentó ciertas limitantes como ser suelo con mayor grado de erosión y zonas de poco crecimiento de forraje, lo que provocó un tapiz más ralo y de menor producción. La avena estuvo en el potrero con el peor drenaje y escurrimiento, condiciones en que ésta no se adapta, perjudicando así su producción (J.C. Millot, com. pers). Estas características se asocian a una historia previa del potrero de 6 años de implantación de verdeos de invierno y verano en forma continua, sin la inclusión de una fase de pasturas que recupere el contenido de materia orgánica del suelo y las propiedades físicas. Por otro lado, durante el período experimental la avena presentó un severo ataque de roya así como un mayor estrés por exceso hídrico, todo lo cual afectó su rendimiento. Terra et al. (1997) habían registrado valores similares de producción de forraje en el mismo potrero y con la misma variedad de avena (1095a) en un período de tiempo similar. También Chiara (1975) atribuye el bajo rendimiento en ensayos con avena a ataques de roya (figura 1), y Amigone y Kloster (1997) la señalan como muy susceptible a esta enfermedad.

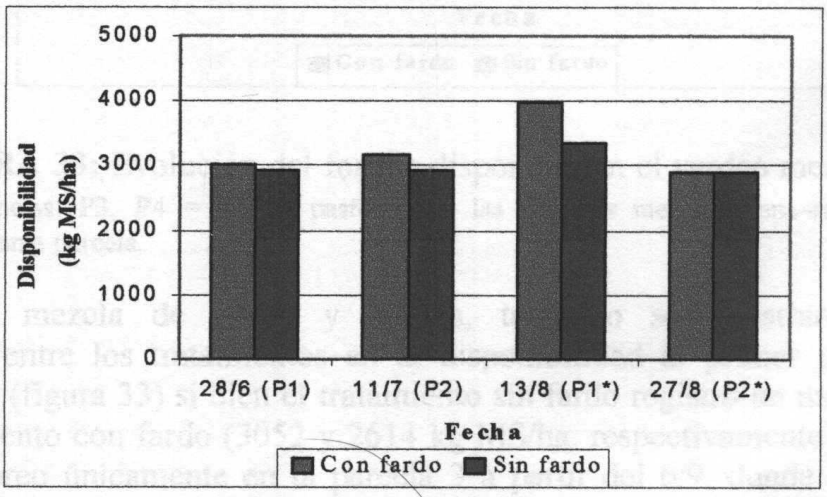


FIGURA 32: Evolución del forraje disponible en el verdeo de raigrás. Referencias: P1, P2 = primer pastoreo de las parcelas con raigrás; * = segundo pastoreo de las mismas parcelas.

Si se observa la evolución del forraje disponible dentro de cada pastura, no hubieron diferencias significativas en la disponibilidad al primer pastoreo del raigrás (figura 32) entre ambos tratamientos, tanto en el pastoreo de la primer parcela (28/6) como en el de la segunda parcela (11/7). El promedio fue de 3080 y 2924 kg MS/ha, para los tratamientos con fardo y sin fardo, respectivamente. Esto era de esperar teniendo en cuenta la homogeneidad de la pastura al estar compuesta por una sola especie. Al momento de realizarse el segundo pastoreo del verdeo el 13/8 (parcela 1) y el 27/8 (parcela 2) tampoco se registraron diferencias significativas entre los tratamientos. El promedio fue de 3439 y 3105 kg MS/ha para los tratamientos con fardo y sin fardo, respectivamente.

El período de descanso entre pastoreos para la primer parcela fue de 43 días, mientras que para la segunda fue de 49 días. Este período es considerado adecuado para asegurar un buen volumen de forraje, ya que Amigone y Kloster (1997) recomiendan que dicho período no debiera ser inferior a los 45 a 50 días. Aunque éste depende más del rastrojo, caracterizado como demasiado alto (J.C. Millot, com.pers).

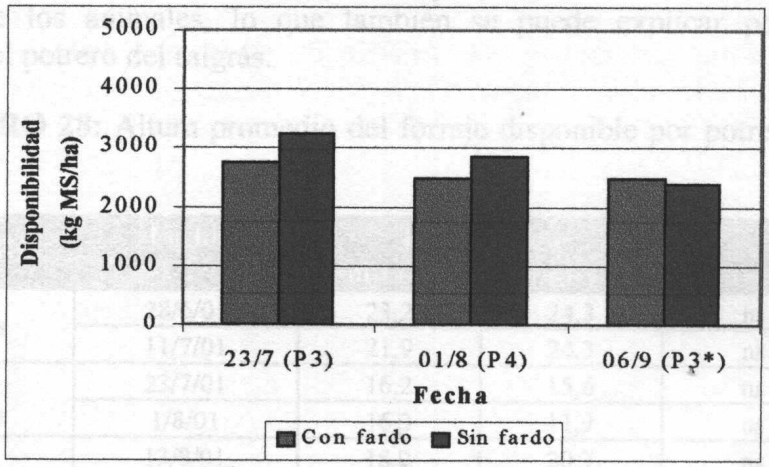


FIGURA 33: Evolución del forraje disponible en el verdeo mezcla de avena y raigrás. Referencias: P3, P4 = primer pastoreo de las parcelas mezcla avena–raigrás; * segundo pastoreo de la misma parcela.

En la mezcla de avena y raigrás, tampoco se registraron diferencias significativas entre los tratamientos en la disponibilidad al primer pastoreo de las parcelas 3 y 4 (figura 33) si bien el tratamiento sin fardo registró un mayor disponible que el tratamiento con fardo (3052 y 2614 kg MS/ha, respectivamente). Se realizó un segundo pastoreo únicamente en la parcela 3 a partir del 6/9, donde se registró una disponibilidad promedio de 2429 kg MS/ha, no habiéndose registrado diferencias significativas entre los tratamientos. En ese momento la avena ya presentaba los problemas sanitarios anteriormente mencionados, siendo su contribución prácticamente insignificante en la mezcla, además de que su ciclo productivo había declinado. Esta declinación productiva se apoya en lo expuesto por diversos autores (Chiara, 1975; Millot, 1981; García y Peralta, 1985; Carriquiry et al., 1992; Carámbula et al., 1996). Si bien se esperaba una mayor contribución del raigrás en la mezcla en setiembre (Chiara, 1975; Carámbula, 1977,1987, 1993; Millot, 1981; Carriquiry et al., 1992; Amigone y Kloster, 1997) debido a su ciclo más tardío y mayor oferta de forraje invierno-primaveral, las características del potrero ya mencionadas limitaron el crecimiento del verdeo.

4.1.1.2. Altura del forraje ofrecido

La altura del forraje disponible (cuadro 28) se comportó de forma similar a las disponibilidades para los verdeos y tratamientos, no existiendo diferencias significativas entre tratamientos de suplementación. Se cumplió el mismo patrón, observándose para el raigrás una mayor altura que para la mezcla en las distintas fechas de entrada de los animales, lo que también se puede explicar por las mejores condiciones del potrero del raigrás.

CUADRO 28: Altura promedio del forraje disponible por potrero y para cada tratamiento.

Potrero	Fecha	Tratamientos		
		Sin fardo	Con Fardo	Significancia
Raigrás	28/6/01	23,2	24,3	ns
	11/7/01	21,9	24,3	ns
Avena-Raigrás	23/7/01	16,2	15,6	ns
	1/8/01	16,3	11,9	ns
Raigrás	13/8/01	18,2	20,7	ns
	27/8/01	24,5	19,4	ns
Avena-Raigrás	6/9/01	17,8	17,0	ns
Promedio		19,73	19,0	

Referencias: fecha = correspondiente a cada cambio de parcela.

La altura promedio para el experimento, en general superó los 15 cm. Para Millot (1981) el primer pastoreo debe realizarse cuando el cultivo alcanza dicha altura, y los siguientes se pueden realizar cuando alcanza una altura de 20 cm. Aunchaín et al. (1997) coinciden en que a los 20 cm es un momento posible de comienzo del pastoreo.

La altura de la pastura es un factor importante en determinar la accesibilidad de la pastura para el animal (Aunchaín et al., 1997). La misma está relacionada positivamente al tamaño del bocado, con R^2 de 0,60 (Milne et al., 1982 citados por Norbis, 1994). La altura del forraje afecta el consumo a través del tamaño del bocado, el cual es el principal determinante del mismo, ya que al aumentar la altura el tamaño del bocado aumenta linealmente (Allden y Whittaker, 1970; Hodgson, 1981; Hodgson, 1990). Esto concuerda con Hodgson (1985), Forbes (1988), Demment et al. (1995) citados por Chilibroste (1998b) que reportan relaciones lineales entre tamaño de bocado y altura de la pastura. Al igual que con la disponibilidad, la altura no limitaría el consumo, ya que superó en todos los casos los 15 cm, nivel por debajo del cual en el otoño se limitaría el consumo (Morris et al., 1993). Esto también concuerda con lo establecido por Rovira (1996) quién afirma que el máximo consumo se logra cuando la pastura tiene de 10 a 15 cm de altura.

4.1.2. Forraje remanente

4.1.2.1. Disponibilidad del forraje remanente

En el forraje remanente se observó una tendencia a una disminución a través del tiempo, lo que también ocurre con las mismas parcelas del ofrecido (figura 34). La disponibilidad promedio del remanente fue de 1776 y de 1681 kg MS/ha para el tratamiento sin fardo y con fardo, respectivamente. Se observó que el remanente no superó los 2500 Kg MS/ha y en la mayoría de los casos no fue menor a 1300 kg MS/ha, valor por debajo del cual, el consumo diario del animal se reduce (Rovira, 1996).

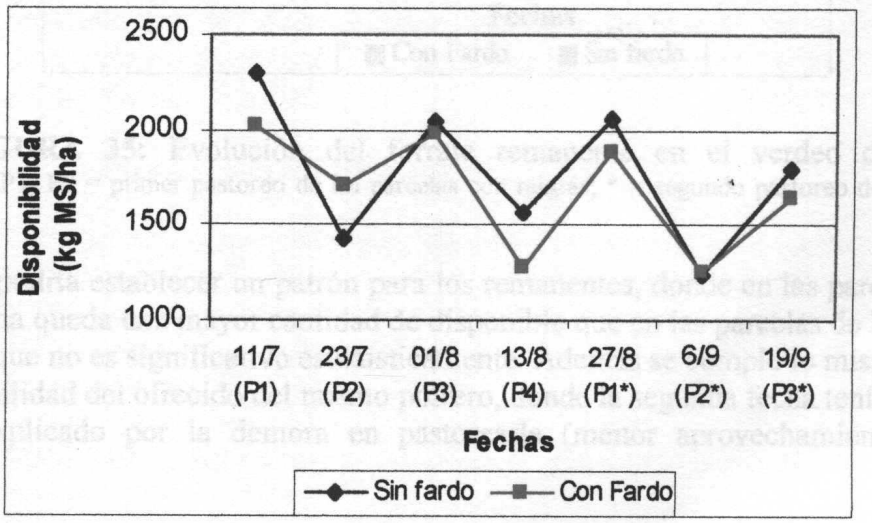


FIGURA 34: Evolución de la disponibilidad del forraje remanente. Referencias: P1, P2 = primer pastoreo del verdeo de raigrás; P3, P4 = primer pastoreo de la mezcla avena–raigrás; * = segundos pastoreos de los mismos verdeos.

Se observó una gran variación, tanto entre tratamientos como entre fechas, por lo que no se pudo definir ningún patrón claro, aunque hubo una tendencia a que los tratamientos sin fardo superen en disponibilidad a los con fardo.

En la evolución del remanente (figura 35) se observó que no hubo diferencias significativas en el remanente del primer pastoreo del raigrás entre tratamientos, dándose tanto para la primer parcela (11/7) como para la segunda (23/7). El promedio de los remanentes fue semejante (1860 kg MS/ha) para los tratamientos sin y con fardo en el primer pastoreo de la parcela. Cuando se realizó el segundo pastoreo el 27/8 (parcela 1) y el 6/9 (parcela 2) tampoco se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Se obtuvo un remanente promedio de 1805 y 1629 kg MS/ha, para sin y con fardo, respectivamente.

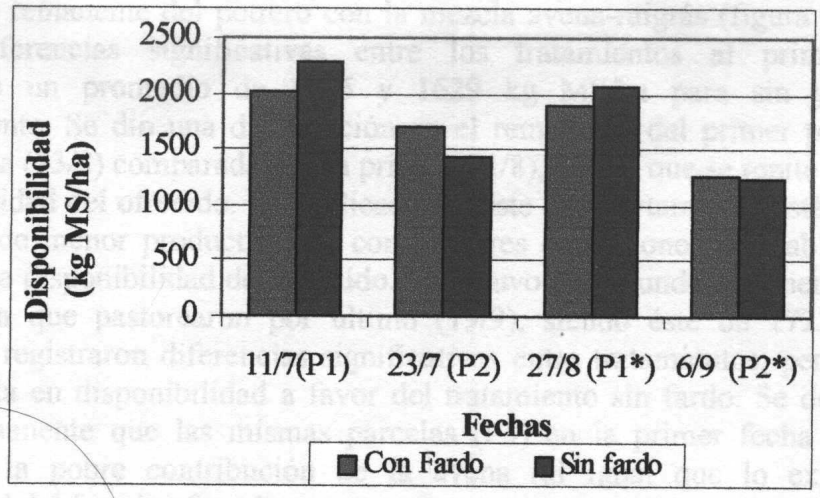


FIGURA 35: Evolución del forraje remanente en el verdeo de raigrás. Referencias: P1, P2 = primer pastoreo de las parcelas con raigrás; * = segundo pastoreo de las mismas parcelas.

Se podría establecer un patrón para los remanentes, donde en las parcelas de la primer fecha queda una mayor cantidad de disponible que en las parcelas de la segunda fecha, aunque no es significativo estadísticamente. Además se cumple lo mismo que en la disponibilidad del ofrecido del mismo potrero, donde la segunda fecha tenía menores valores, explicado por la demora en pastorearla (menor aprovechamiento y más vuelco).

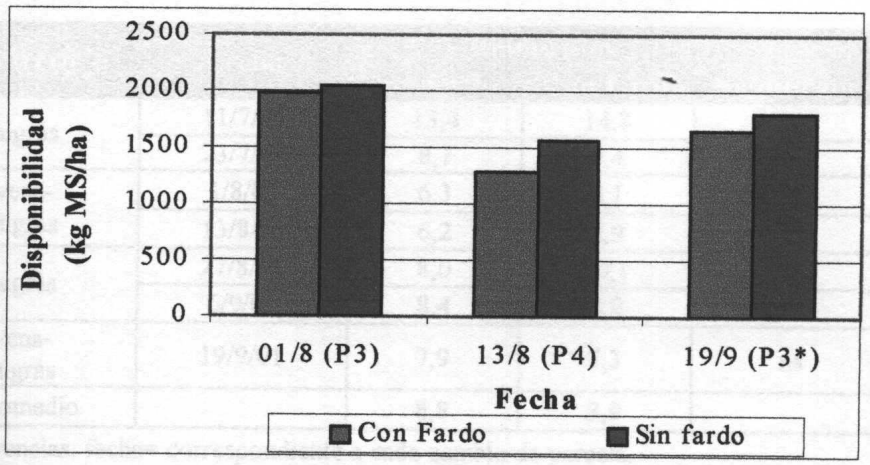


FIGURA 36: Evolución del forraje remanente en el verdeo mezcla de avena y raigrás. Referencias: P3, P4 = primer pastoreo de las parcelas mezcla avena–raigrás; * segundo pastoreo de la misma parcela

En el remanente del potrero con la mezcla avena-raigrás (figura 36), tampoco hubieron diferencias significativas entre los tratamientos al primer pastoreo, registrándose un promedio de 1805 y 1629 kg MS/ha para sin y con fardo, respectivamente. Se dio una disminución en el remanente del primer pastoreo en la segunda fecha (13/8) comparada con la primera (1/8), patrón que se repite en el análisis de disponibilidad del ofrecido. La explicación a este comportamiento está dada por ser una parcela de menor productividad, con menores condiciones favorables como fue indicado en la disponibilidad del ofrecido. Se obtuvo un segundo remanente solamente de la parcela que pastorearon por último (19/9), siendo éste de 1723 kg MS/ha. Tampoco se registraron diferencias significativas entre tratamientos, pero se observó una diferencia en disponibilidad a favor del tratamiento sin fardo. Se destaca menor valor de remanente que las mismas parcelas (P3) en la primer fecha de pastoreo, atribuible a la pobre contribución de la avena (al igual que lo explicado para disponibilidad del forraje ofrecido.

4.1.2.2. Altura del forraje remanente

La altura del remanente en ningún momento fue inferior a los 5 cm (cuadro 29). Para obtener un buen manejo de la pastura y considerando la tasa de crecimiento del forraje hay ventajas para manejos que mantienen la altura de la pastura de 5 a 6 cm (Hodgson, 1990). Aunque se debe tener en cuenta que éste hace referencia a una pastura y no a un verdeo.

CUADRO 29: Altura promedio del forraje remanente por potrero y para cada tratamiento.

Potrero	Fecha	Tratamientos		Significancia
		Sin fardo	Con Fardo	
Raigrás	11/7/01	13,4	14,8	ns
	23/7/01	8,7	9,4	ns
Avena-Raigrás	1/8/01	6,3	6,1	ns
	13/8/01	6,2	5,9	ns
Raigrás	27/8/01	8,0	10,1	ns
	6/9/01	8,4	8,9	ns
Avena-Raigrás	19/9/01	7,9	7,3	ns
Promedio		8,8	8,9	

Referencias: fecha= correspondiente a cada cambio de parcela.

La altura del forraje remanente (cuadro 29) presentó una evolución similar al de la disponibilidad del remanente. Se observa que se conservaron las tendencias, ya que el raigrás que presentaba mayor altura en el ofrecido, también lo hizo para el

remanente. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para una misma fecha.

Millot (1981) sostiene que para avena 1095a no conviene pastorearla dejando un rastrojo menor de 5-10 cm, ya que es la parte basal la que contiene la mayor proporción de reservas que sustentarán el próximo desarrollo.

4.1.3. Asociación entre altura y disponibilidad del forraje

La evolución de la disponibilidad y la altura del forraje a través del tiempo se observa en la figura 37. Se visualiza que altura y disponibilidad del forraje ofrecido evolucionaron de forma conjunta (figura 37). Esto se aprecia mejor en el tratamiento con fardo.

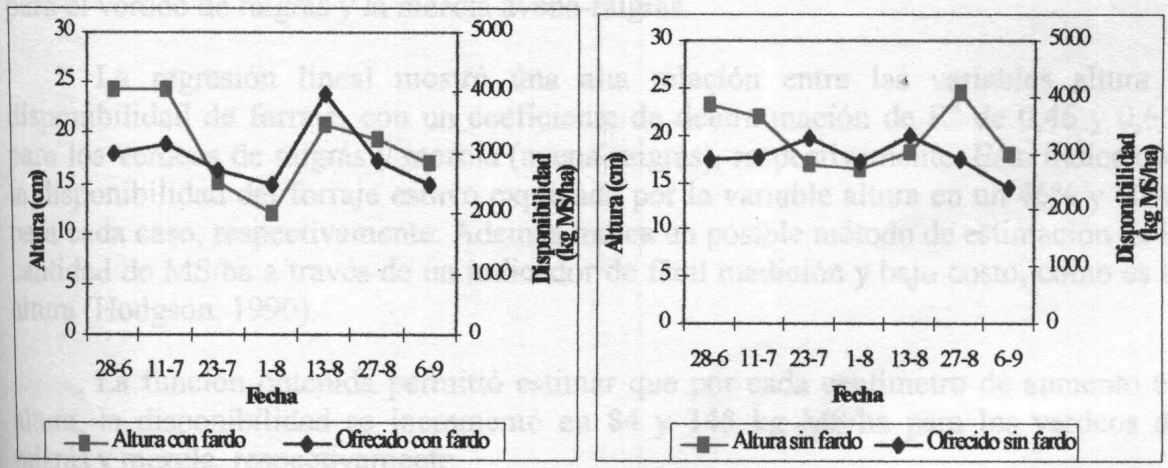


FIGURA 37: Evolución de la disponibilidad y altura del forraje ofrecido para cada fecha de corte.

Los resultados analizados muestran una variación de forma conjunta para las variables altura y disponibilidad del forraje a través del tiempo. Por este motivo se recurrió a cuantificar dicha asociación mediante el uso del método de regresión. A continuación se presentan los resultados obtenidos primeramente para el forraje ofrecido y luego para el remanente (figuras 38 y 39).

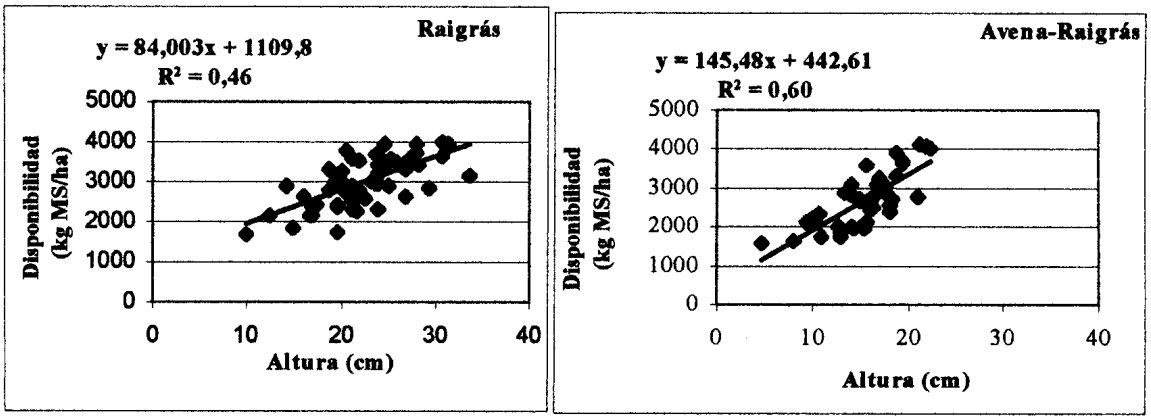


FIGURA 38: Asociación entre la altura y disponibilidad del forraje ofrecido, para el verdeo de raigrás y la mezcla avena-raigrás.

La regresión lineal mostró una alta relación entre las variables altura y disponibilidad de forraje, con un coeficiente de determinación de R^2 de 0,46 y 0,60, para los verdeos de raigrás y mezcla (avena-raigrás), respectivamente. Esto indica que la disponibilidad del forraje estuvo explicada por la variable altura en un 46% y 60%, para cada caso, respectivamente. Además indica un posible método de estimación de la cantidad de MS/ha a través de un indicador de fácil medición y bajo costo, como es la altura (Hodgson, 1990).

La función obtenida permitió estimar que por cada centímetro de aumento en altura, la disponibilidad se incrementó en 84 y 145 kg MS/ha para los verdeos de raigrás y mezcla, respectivamente.

Los valores de asociación encontrados para la mezcla son similares a los de Frizzi y Segredo (2001) mientras que Arocena y Dighiero (1999) encontraron un valor levemente inferior para la misma pastura. De Barbieri et al. (2000) trabajando en avena obtuvieron una asociación superior. Por otro lado, Guarino y Pittaluga (1999) registraron para triticale y raigrás un valor similar al raigrás. En cambio, Correa et al. (2000) manejando la mezcla de triticale y raigrás determinaron valores similares a los de la mezcla avena-raigrás (cuadro 1).

El coeficiente de regresión estimado para la mezcla fue superior al encontrado por Frizzi y Segredo (2001) y al de Arocena y Dighiero (1999) para avena y raigrás. Para De Barbieri et al. (2000) dicho valor fue intermedio respecto a los del presente ensayo. Guarino y Pittaluga (1999) manejando una pastura diferente obtuvieron un valor menor al de este experimento (cuadro 1).

A continuación se presentan los resultados del análisis de regresión para el forraje remanente (figura 39). Como resultado de éste se obtuvo mayor ajuste de los datos, con un $R^2 = 0,51$ y 0,66, para los verdeos puros y mezcla, respectivamente.

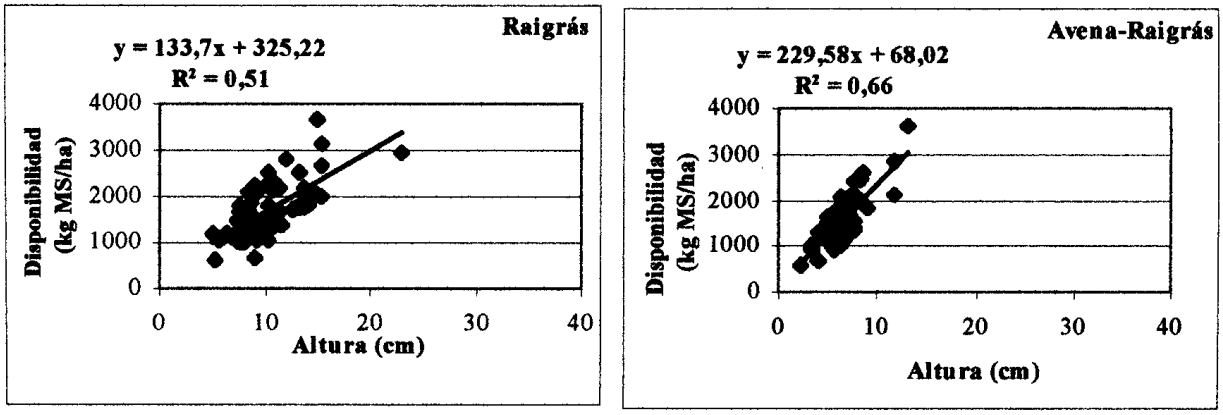


FIGURA 39: Asociación entre la altura y disponibilidad del forraje remanente, para los verdeos de raigrás y mezcla avena-raigrás.

En la función obtenida, por cada centímetro de aumento en la altura la disponibilidad del remanente lo hizo en 133,7 kg MS/ha para el raigrás, mientras que para la mezcla dicho incremento fue de 229,6 kg MS/ha. Estos valores fueron mayores que los encontrados para el forraje ofrecido, lo cual podría estar explicado por la mayor concentración de materia seca en los estratos inferiores del remanente que contenían mayor fracción tallo y restos secos.

El grado de asociación estimado para la pastura mezcla de avena y raigrás del experimento fue menor que el obtenido por Frizzi y Segredo (2001) y mayor al de Arocena y Dighiero (1999). De Barbieri et al. (2000) encontraron un valor muy superior de asociación entre estos parámetros. Por otro lado Guarino y Pittaluga (1999) registraron un valor levemente inferior al del raigrás; mientras que el valor de Correa et al. (2000) concordó con el de la mezcla (cuadro 1).

Comparando los coeficientes de regresión anteriormente mencionados, con los encontrados para la misma pastura evaluada por Frizzi y Segredo (2001) y Arocena y Dighiero (1999) aparecen resultados contrastantes de 59,2 y 141,4 kg MS/ha, respectivamente. De Barbieri et al. (2000) alcanzaron un valor similar al verdeo de raigrás de 137,1 kg MS/ha. En cambio, para Guarino y Pittaluga (1999) el incremento en disponibilidad (109,5 kg MS/ha) fue inferior al de los dos verdeos. Estos resultados ilustran la variación en densidad, composición botánica, estado fisiológico, momento climático y suelo entre otros.

Una alta disponibilidad y altura es muy importante para lograr el máximo consumo posible en el tiempo de pastoreo restringido (Pigurina, 1994b). Montossi et al. (1996) también afirman que el consumo de forraje aumenta a medida que aumenta la disponibilidad ó la altura de la pastura.

4.1.4. Composición botánica

Los resultados de composición botánica se presentan en forma descriptiva, ya que no se pudo realizar análisis estadístico por no contar con datos suficientes.

A continuación se presentan las gráficas de la composición botánica en forma porcentual para el total del período experimental. En ellas se observan los resultados en el forraje ofrecido y en el remanente (figuras 40, 41 y 42).

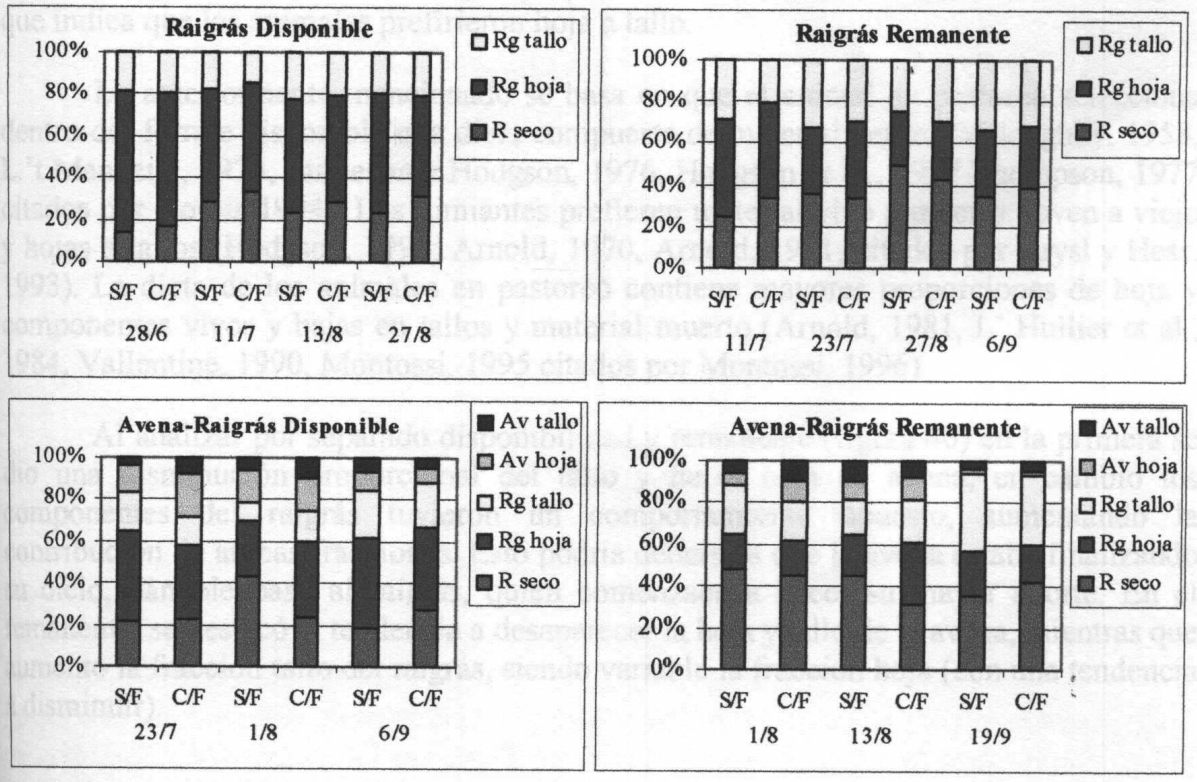


FIGURA 40: Evolución de los componentes de la pastura pre y post-pastoreo, por verdeos y tratamientos para todo el período experimental.

En una pastura homogénea, formada sólo por raigrás y comparando el forraje disponible con el remanente, se observa que la fracción que desapareció mayormente fue la verde, y dentro de ella la hoja. Este descenso estuvo acompañado de un aumento proporcional en los restos secos (figura 40). Las hojas senescentes son generalmente

inaceptables por los animales en pastoreo y por lo tanto son evitadas (Hodgson, 1990). Esto refleja el comportamiento selectivo del animal, el cual prefiere verde a seco y hoja a tallo. A este comportamiento se adiciona el hecho de que la hoja está más al alcance a ser cosechada por los animales.

En cuanto al verdeo más heterogéneo formado por avena y raigrás, se conservó el patrón de preferencia de verde a seco, visualizado en el aumento porcentual de los restos secos en el remanente. Era de esperarse que en el transcurso del experimento, disminuyera proporcionalmente la avena (ciclo otoño-invernal) y aumentara el raigrás (ciclo inverno-primaveral), según lo expresado por Millot (1981) quién define la avena para pastoreos tempranos (marzo-abril) aún sembrada en mezclas. Esto se demuestra en la figura 40, donde se visualiza la disminución de la contribución de avena y el aumento del raigrás. Tomando la fracción tallo como la suma de tallo de avena más tallo de raigrás, en general se observó mayor proporción de dicha fracción en el remanente, lo que indica que los animales prefirieron hoja a tallo.

Lo anteriormente mencionado se basa en que el animal en pastoreo selecciona dentro del forraje disponible una dieta compuesta de material verde (Willoughby, 1958, L.'t Mannetje, 1974, Jamieson y Hodgson, 1976, Hodgson et al., 1977 Thompson, 1977 citados por Norbis 1994). Los rumiantes prefieren material vivo a muerto, joven a viejo y hojas a tallos (Hodgson, 1990; Arnold, 1970, Arnold, 1981, citados por Krysl y Hess, 1993). La dieta de los animales en pastoreo contiene mayores proporciones de hoja y componentes vivos y bajas en tallos y material muerto (Arnold, 1981, L' Hullier et al., 1984, Vallentine, 1990, Montossi, 1995 citados por Montossi, 1996)

Al analizar por separado disponibilidad y remanente (figura 40) en la primera se dio una disminución proporcional del tallo y de la hoja de avena, en cambio los componentes del raigrás tuvieron un comportamiento opuesto, aumentando la contribución de ambas fracciones. Esto podría deberse a que la avena estaba finalizando su ciclo, dándole paso al raigrás, quien comenzaba a hacer su mayor aporte. En el remanente, se destacó la tendencia a desaparecer la hoja y tallo de la avena, mientras que aumentó la fracción tallo del raigrás, siendo variable la fracción hoja (con una tendencia a disminuir).

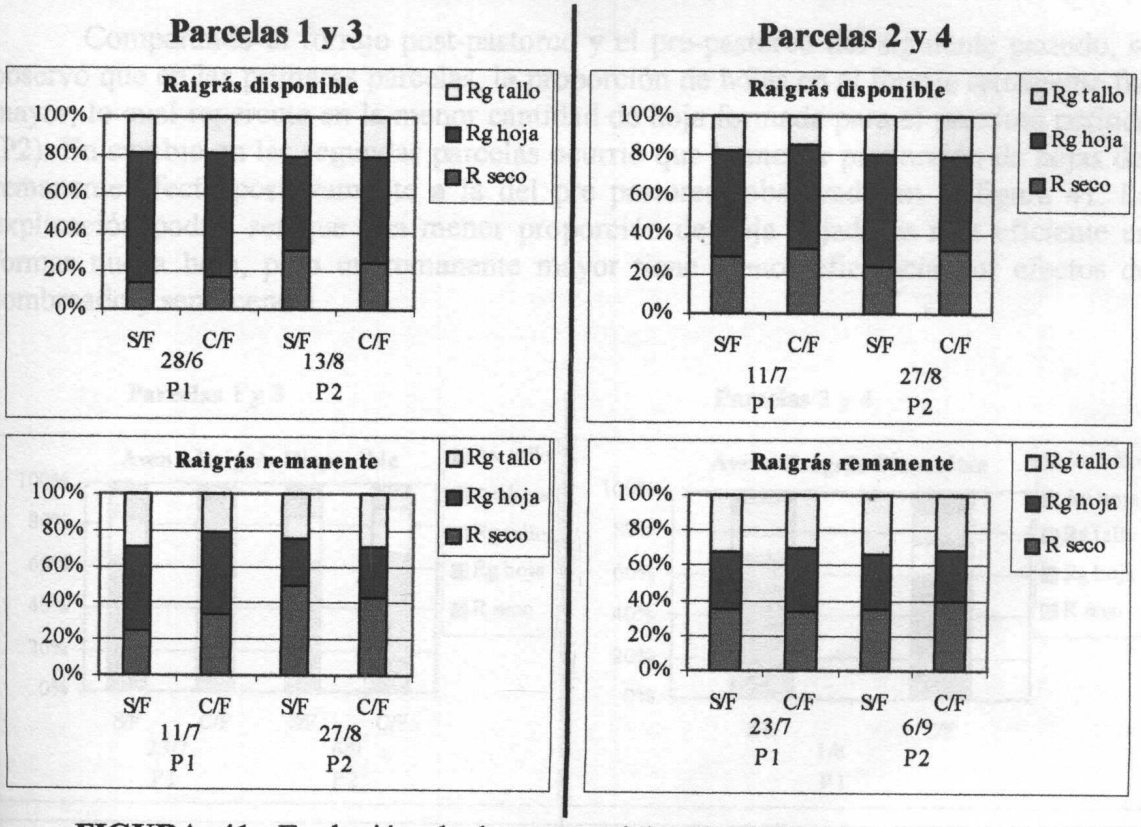


FIGURA 41: Evolución de la composición botánica del forraje pre y post-pastoreo por período para el verdeo de raigrás en diferentes parcelas. Referencias: P1 y P2 = primer y segundo pastoreo de las mismas parcelas.

En el verdeo de raigrás comparando la disponibilidad de una misma pastura en dos momentos de tiempo (P1 y P2), se observó en el P2 una disminución en la proporción de la fracción hoja y un aumento de los restos secos. En cuanto a tallo, no hubieron diferencias apreciables. En el remanente ocurrió lo mismo respecto a la composición botánica, pero en forma más pronunciada (figura 41). Esto podría deberse a que con el transcurso del tiempo la pastura fue avanzando en su ciclo, representado con el aumento de los restos secos, lo cual corresponde a la senescencia del material vegetal. Respecto al descenso de la proporción de la hoja, éste estaría explicado por ser la parte más apetecible por los animales, siendo el nuevo crecimiento el removido con mayor frecuencia.

Este comportamiento concuerda con lo afirmado por Hodgson (1990); Pearson e Ison (1994) que con el transcurso del tiempo en una pastura, la relación tallo/hoja se incrementa. Estos cambios van acompañados de un descenso de la digestibilidad al aumentar la madurez de la pastura. Al avanzar la madurez de una pastura, disminuye la

proporción de hojas, además baja la digestibilidad de hojas y tallos (Minson, 1975, Stobbs, 1975, Chacon et al., 1978 citados por Norbis, 1994).

Comparando el forraje post-pastoreo y el pre-pastoreo del siguiente período, se observó que en las primeras parcelas, la proporción de hojas en el forraje remanente fue mayor, lo cual repercute en la menor cantidad de hoja formada para el próximo período (P2). En cambio en las segundas parcelas ocurrió que la menor proporción de hojas del remanente afectó positivamente a la del pre pastoreo, observado en la figura 41. La explicación podría ser que una menor proporción de hoja dejada es más eficiente en formar nueva hoja, pero un remanente mayor tiene menor eficiencia por efectos de sombreado y senescencia.

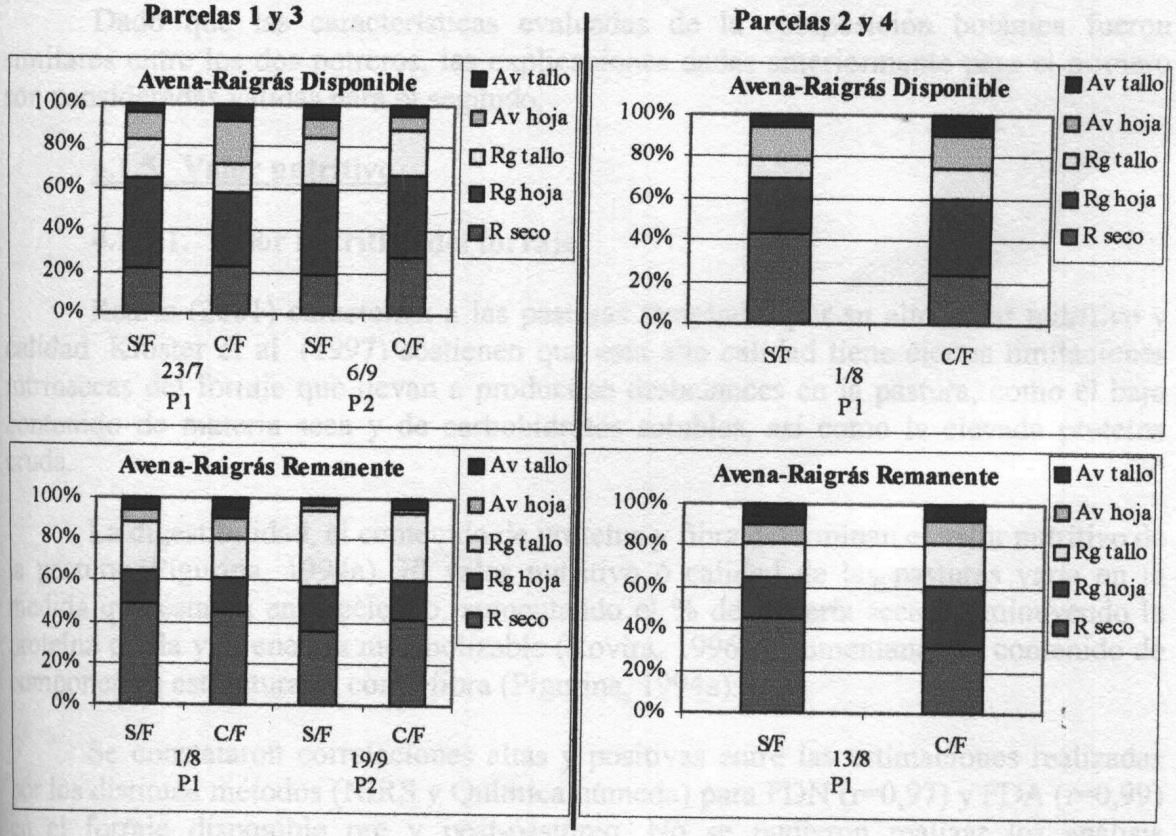


FIGURA 42: Evolución de la composición botánica forraje pre y post-pastoreo por período para la mezcla de avena-raigrás en diferentes parcelas. Referencias: P1 y P2 = primer y segundo pastoreo de una misma parcela.

En el verdeo de la mezcla, respecto a la disponibilidad del forraje ofrecido se observó una disminución de la avena y un aumento del raigrás. Los restos secos no presentaron variaciones. El descenso de la avena en el P2 fue más pronunciado en el

componente hoja. El raigrás aumentó en ambos componentes, siendo más visible en tallo (figura 42).

El remanente presentó un comportamiento similar al forraje disponible, tendiendo a desaparecer la avena (en ambas fracciones) y aumentar el raigrás (proporcionalmente más en tallo). En los restos secos no se apreciaron variaciones entre los períodos (figura 42).

De forma similar que en el verdeo de raigrás, al comparar el forraje post y pre pastoreo siguiente, aumentó la proporción de hoja respecto a los otros componentes, siendo mayor en el raigrás respecto a la avena (figura 42). La menor cantidad de hojas del remanente significó un importante aporte foliar para el rebrote siguiente.

Dado que las características evaluadas de la composición botánica fueron similares entre los dos potreros, las explicaciones dadas anteriormente para el primero son consideradas válidas para el segundo.

4.1.5. Valor nutritivo

4.1.5.1. Valor nutritivo del forraje

Rearte (2001) caracteriza a las pasturas templadas por su alto valor nutritivo y calidad. Kloster et al. (1997) sostienen que esta alta calidad tiene ciertas limitaciones intrínsecas del forraje que llevan a producirse desbalances en la pastura, como el bajo contenido de materia seca y de carbohidratos solubles, así como la elevada proteína cruda.

La digestibilidad, el contenido de proteína y fibra determinan el valor nutritivo de la pastura (Pigurina, 1994a). El valor nutritivo ó calidad de las pasturas varía en la medida que ésta va envejeciendo, aumentando el % de materia seca, disminuyendo la proteína cruda y la energía metabolizable (Rovira, 1996) y aumentando el contenido de componentes estructurales como fibra (Pigurina, 1994a).

Se constataron correlaciones altas y positivas entre las estimaciones realizadas por los distintos métodos (NIRS y Química húmeda) para FDN (r=0,97) y FDA (r=0,99) en el forraje disponible pre y post-pastoreo. No se pudieron realizar los análisis estadísticos correspondientes a los distintos verdeos ni entre tratamientos, por no contar con datos suficientes.

CUADRO 30: Valor nutritivo para el forraje pre y post pastoreo del primer pastoreo, según verdeo y tipo de análisis.

Valor Nutritivo	Ofrecido		Remanente	
Potrero	Raigrás	Avena-Raigrás	Raigrás	Avena-Raigrás
NIRS				
DMO*	62,9	61,6	58,7	56,4
PC*	15,4	13,4	13,4	9,6
Ceniza*	11,7	11,2	12,3	15
FDA*	30,3	32,3	36,6	40
FDN*	52,9	53	60,6	59
Química húmeda				
FDA	28,6	30,5	35,5	39,6
FDN	46,8	47,5	53,4	57,2
MS prom calulada	17	21,3	18,5	23,1

Referencias: * Datos expresados en base Materia Seca; DMO = digestibilidad de la materia orgánica; PC = proteína cruda; FDA= fibra detergente ácida; FDN = fibra detergente neutro; MS = materia seca en %.

Al realizar el análisis químico de la pastura, se tomaron las muestras de las dos parcelas de forma conjunta (pertenecientes a los tratamientos con y sin fardo). Se analizaron las muestras separadas sólo por verdeo, ya que se partió del supuesto de que no existían diferencias en las pasturas de cada parcela, entre tratamientos (homogeneidad de la pastura, tamaño, composición y por lo tanto calidad).

Los valores de materia seca fueron promedialmente de 19% para disponibilidad y de 21% para remanente (cuadro 30) y según Josifovich (1995) se acepta que por debajo de un 15-18% el forraje presenta déficit de materia seca y esta carencia imposibilita que el animal consuma la cantidad necesaria para su normal producción. Estos mayores valores de materia seca obtenidos en el remanente, reflejaron una vez más la selectividad de la dieta.

La digestibilidad de la materia orgánica (DMO) del forraje ofrecido presentó valores promedio de 62% (cuadro 30). Estos valores obtenidos estarían situados, de acuerdo a Pearson e Ison (1994); Ulyatt et al. (1980), Robles y col. (1981) citados por Ganzábal (1997a), por debajo del umbral a partir del cuál comienzan a preponderar los mecanismos de regulación metabólica sobre los mecanismos de regulación física del consumo. La DMO de este experimento fue menor a las encontradas por Arocena y Dighiero (1999); De Barbieri et al. (2000); y Frizzi y Segredo (2001) (cuadro 9). Carámbula (1987) y Rovira (1996) caracterizan al raigrás (solo y en mezcla con avena) como un verdeo de alta digestibilidad con valores situados entre 74 y 76% (valores superiores a los obtenidos en el presente experimento).

La proteína cruda (PC) para el forraje disponible presentó un valor promedio de 14,4% (cuadro 30). Estos valores se encuentran por debajo de los citados por Alvim (1987) para avena y raigrás (cuadro 3). Lo mismo ocurre con otros autores como Rosso y Chifflet (1982) y Rearte (2001) que establecen valores de 25% y 22% de proteína cruda, respectivamente para avena en estado vegetativo. Los valores para PC obtenidos por De Barbieri et al. (2000) son coincidentes a los obtenidos por Arocena y Dighiero (1999) mientras que Frizzi y Segredo (2001) registraron un 20% promedio de PC (cuadro 9).

La fibra detergente ácido (FDA) presentó un valor promedio de 31,3%, valor que es considerado normal para el tipo y momento del ciclo en que se encontraba la pastura (cuadro 30). Estos niveles de FDA demostraron que la pastura era de buena calidad, ya que no presentaron valores tan bajos de FDA (menor a 20-21%) que pudieran provocar disturbios digestivos, especialmente a nivel del rumen (Acosta, 1993). Comparando con los valores obtenidos por Arocena y Dighiero (1999), De Barbieri et al. (2000); Frizzi y Segredo (2001) éstos son coincidentes con los obtenidos en el presente experimento.

La fibra detergente neutro (FDN) presentó niveles cercanos a 53% (cuadro 30), es decir que no superaron el valor crítico (55% de FDN) por encima del cual podrían existir limitaciones en el consumo voluntario máximo y por lo tanto podrían no lograrse satisfacer los requerimientos previstos (Acosta, 1993). El porcentaje de FDN de este experimento fue menor al de Arocena y Dighiero (1999); De Barbieri et al. (2000); Frizzi y Segredo (2001) (cuadro 9).

En el valor nutritivo del forraje remanente no se constataron diferencias entre los verdeos. La calidad del forraje remanente para todo el período experimental difirió sensiblemente al compararse con la calidad del forraje disponible, evidenciándose para todas las variables la selección en el pastoreo.

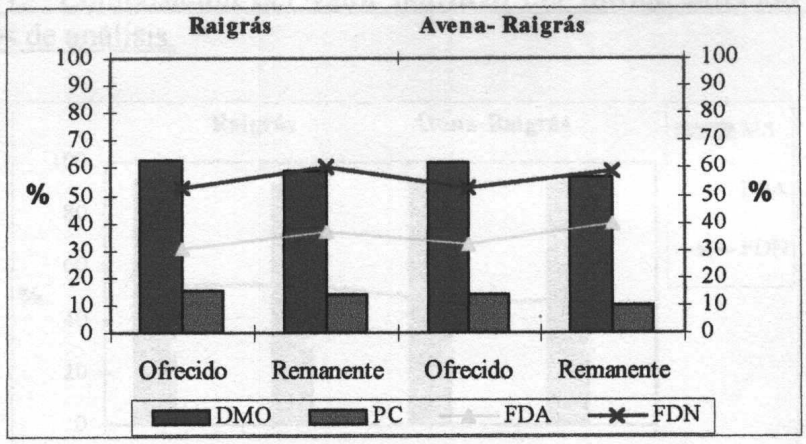


FIGURA 43: Comparación del valor nutritivo del forraje ofrecido y remanente según verdeo. Referencias: DMO = digestibilidad de la materia orgánica; PC = proteína cruda; FDA = fibra detergente ácida; FDN = fibra detergente neutra.

Comparando el valor nutritivo del forraje ofrecido y remanente por verdeo, se observó que los remanentes poseen valores menores de digestibilidad de la materia orgánica (DMO) y proteína cruda (PC) y mayores contenidos de fibra detergente ácido (FDA) y fibra detergente neutro (FDN) (figura 43). Esto estaría explicado principalmente por la remoción de los componentes de las fracciones verdes, que poseen mayor proporción de PC y DMO, así como menor FDN y FDA. También por la mayor proporción relativa de restos secos post pastoreo que son los que presentan más componentes estructurales. Estas diferencias estarían asociadas al efecto de la selección preferencial del componente verde frente al seco por parte de los animales, particularmente en aquellos tratamientos y ciclos de pastoreo en los cuales existieron mayores oportunidades de expresar la selectividad animal.

Los valores encontrados por De Barbieri et al. (2000) referentes a la calidad del remanente son similares a los del presente experimento, a excepción de la FDN que presenta valores muy superiores (74,17% vs 59,8%).

4.1.5.1.1. Composición del valor nutritivo del forraje ofrecido utilizando dos métodos de análisis.

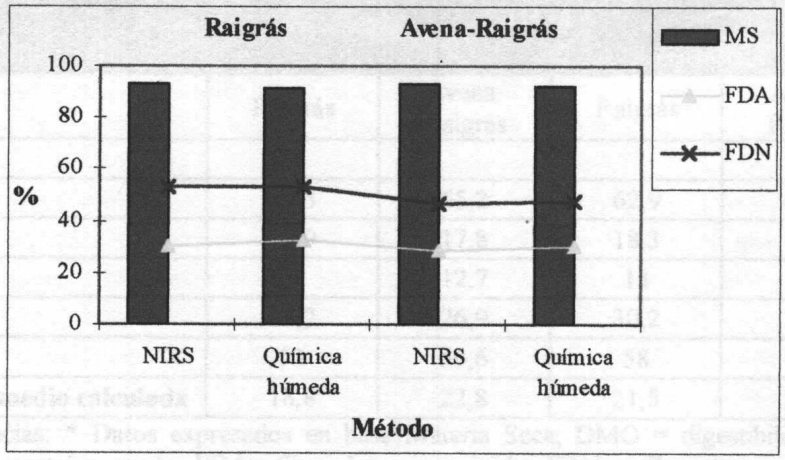


FIGURA 44: Comparación entre el valor nutritivo del forraje ofrecido obtenido mediante el método NIRS y el de Química húmeda, para los dos verdeos. Referencias: MS= materia seca; FDA = fibra detergente ácido; FDN = fibra detergente neutro.

En la comparación del valor nutritivo del forraje ofrecido utilizando los dos métodos de análisis: el NIRS y el de Química húmeda (figura 44) se observó que no hay diferencias entre los valores encontrados. Por esto y la alta correlación existente entre los métodos, a continuación se hará referencia solamente al método NIRS.

4.1.5.2. Valor nutritivo de los componentes botánicos del forraje ofrecido y remanente

La materia seca promedio calculada para la parcela con raigrás en el ofrecido y remanente fue de 18,8% y 21,5%, respectivamente, siendo para la mezcla de 22,8% y 25,7%, respectivamente (cuadro 31).

Al analizar los datos del valor nutritivo de la hoja (DMO, FDA, FDN) se observó que en promedio la hoja disponible en el forraje ofrecido tuvo mayor calidad que en el remanente (cuadro 31). Por lo tanto, esto indicaría que los animales estarían consumiendo la parte de la hoja de mayor valor nutritivo, removiendo las hojas más tiernas.

CUADRO 31: Valor nutritivo para la fracción hoja del ofrecido y remanente según verdeo para el primer pastoreo.

HOJA				
Valor Nutritivo	Ofrecido		Remanente	
Potrero	Raigrás	Avena-Raigrás	Raigrás	Avena-Raigrás
NIRS				
DMO*	64,3	65,2	62,9	63,5
PC*	17,9	17,8	18,3	14,7
Ceniza*	12	12,7	13	11,6
FDA*	28,2	26,9	30,2	29,5
FDN*	53	50,6	58	53,1
MS promedio calculada	18,8	22,8	21,5	25,7

Referencias: * Datos expresados en base Materia Seca; DMO = digestibilidad de la materia orgánica; PC = proteína cruda; FDA= fibra detergente ácida; FDN = fibra detergente neutra; MS = materia seca.

En los remanentes de baja altura, hay alta proporción de material muerto y tallos con menor digestibilidad, lo que afecta el consumo voluntario y deprimen la calidad de la dieta de los animales en pastoreo (Blaser y col., 1973, Scott y col., 1976, Nicol y col., 1977 citados por Norbis, 1994); por esto las ganancias de peso de los animales que dejan remanentes de baja altura, serán menores (Norbis, 1994).

CUADRO 32: Valor nutritivo para la fracción tallo del ofrecido y remanente según verdeo para el primer pastoreo.

TALLO				
Valor Nutritivo	Ofrecido		Remanente	
Potrero	Raigrás	Avena-Raigrás	Raigrás	Avena-Raigrás
NIRS				
DMO*	68,2	68	64,6	65
PC*	10,1	8,1	10,7	9,6
Ceniza*	7,4	6,5	8,3	9,4
FDA*	22,4	22,7	27,8	27,2
FDN*	43,8	40,8	50,4	43,3
MS promedio calculada	20	26	17,8	21,6

Referencias: * Datos expresados en base Materia Seca; DMO = digestibilidad de la materia orgánica; PC = proteína cruda; FDA= fibra detergente ácida; FDN = fibra detergente neutra; MS = materia seca.

Al comparar el valor nutritivo para el componente tallo entre el forraje ofrecido y remanente, se observó similar comportamiento al encontrado para la fracción hoja. Es decir que en promedio la fracción tallo pre pastoreo presentó mayor calidad que el post

pastoreo, visualizado en el mayor valor de FDA y FDN en el remanente, así como la menor DMO. En cuanto a la proteína, al igual que en la hoja, no se detectaron diferencias entre el ofrecido y remanente (cuadro 32). Nuevamente se comprueba que los animales se llevaron dentro de la fracción verde, las partes de mayor valor nutritivo.

Analizando en forma conjunta el valor nutritivo de la hoja y el tallo, se constató que la fracción tallo presentó mayor calidad que la fracción hoja, dado por su mayor DMO y menores tenores de FDA y FDN, mientras que en PC los mayores valores los presentó la hoja. Esto estaría explicado por el estadio vegetativo temprano en que fueron tomadas las muestras, momento en el cual el tallo puede presentar mayores valores de DMO que la hoja. Esto concuerda con Langer (1973) y Van Soest (1982), quienes afirman que en una etapa inmadura de crecimiento el tallo es más digestible (y por lo tanto mayor calidad) que la vaina, o la hoja, en ese orden. M. Carámbula (com.pers) también afirma que es normal que en los primeros momentos del estadio fenológico del verdeo el tallo presente mayor calidad que la hoja.

CUADRO 33: Valor nutritivo para los restos secos del forraje ofrecido y remanente según verdeo para el primer pastoreo.

RESTOS SECOS				
Valor Nutritivo	Ofrecido		Remanente	
Potrero	Raigrás	Avena-Raigrás	Raigrás	Avena-Raigrás
NIRS				
DMO*	49,6	46	47	44,1
PC*	11,9	9,7	12,1	8
Ceniza*	11	9	13	19
FDA*	50,1	54	54,1	58,5
FDN*	74	72	76,3	76,2
MS promedio calculada	29	32,3	37	44,6

Referencias: *Datos expresados en base Materia Seca; DMO = digestibilidad de la materia orgánica; PC = proteína cruda; FDA= fibra detergente ácida; FDN = fibra detergente neutra; MS = materia seca.

Al igual que para las fracciones analizadas anteriormente, comparando el valor nutritivo de los restos secos del forraje ofrecido y remanente, hubo una disminución de la calidad en el post pastoreo, aumentando las fracciones fibrosas (FDN y FDA) y descendiendo la DMO (cuadro 33).

4.2 RESULTADOS DE PRODUCCIÓN ANIMAL

4.2.1 Evolución del peso vivo animal

En la figura 45 se presentan los pesos promedios para todo el período experimental, diferenciados en tratamiento con y sin fardo. El peso inicial promedio para ambos tratamientos fue el mismo (408 kg). No se detectaron diferencias significativas en los pesos finales de ambos grupos (523 y 518 kg de peso vivo con y sin fardo, respectivamente).

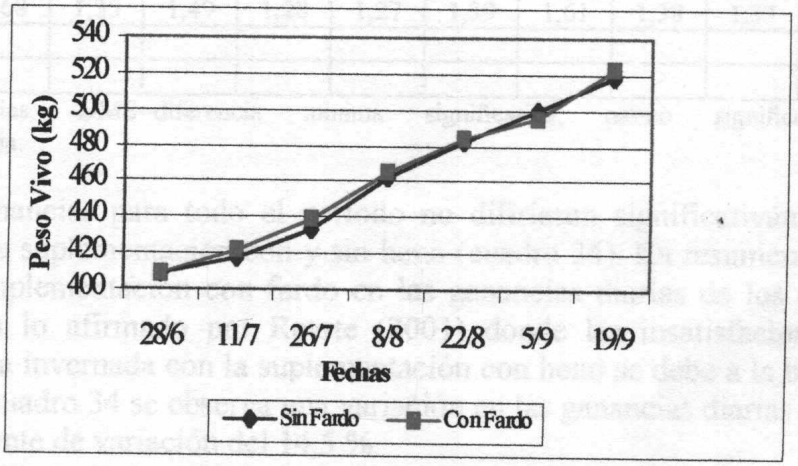


FIGURA 45: Evolución del Peso Vivo animal promedio para todo el período experimental, y para los dos tratamientos. Referencias: Fecha= correspondiente a las pesadas.

De la figura 45 se destaca la evolución creciente y conjunta en los pesos de los animales de ambos tratamientos a través del tiempo. Este comportamiento se podría aproximar a una tendencia lineal, lo cual es un objetivo deseable en novillos en terminación.

4.2.2 Evolución de las ganancias diarias

4.2.2.1. Ganancias promedio para todo el período experimental

En el cuadro 34 se presentan las ganancias diarias promedios corregidas (kg/an/día) por tratamiento y para todo el período experimental.

Para la estimación de la evolución de las ganancias diarias, se ajustó para cada animal un modelo de regresión lineal del tipo $y = a + bx$ (para todo el período). Del mismo se extrae el coeficiente de regresión, que indica la ganancia diaria promedio del animal para todo el período (cuadro 34). El motivo por el cual se utilizó dicho modelo de regresión fue para considerar no solo los pesos iniciales y finales, sino las medidas

intermedias, indicando posibles variaciones en la respuesta animal a lo largo de todo el período.

CUADRO 34: Ganancias diarias por animal corregidas y por tratamiento para todo el período experimental.

	Número de animal										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom
Trat											
Con fardo	1,09	1,65	1,35	1,28	1,20	1,68	1,32	1,54	1,30	1,43	1,38
Sin fardo	1,68	1,35	1,49	1,28	1,27	1,39	1,61	1,38	1,33	1,16	1,39
Signif											ns
DMS											0,20

Referencias: DMS=diferencia mínima significativa; ns=no significativa al 0,05; Signif=significancia.

Las ganancias para todo el período no difirieron significativamente entre los tratamientos de suplementación con y sin heno (cuadro 34). En resumen, no se registró efecto de la suplementación con fardo en las ganancias diarias de los animales. Esto concuerda con lo afirmado por Rearte (2001) donde las insatisfactorias respuestas logradas para la invernada con la suplementación con heno se debe a la baja calidad del mismo. En el cuadro 34 se observa una variación en las ganancias diarias entre animales con un coeficiente de variación del 14,5 %.

4.2.2.2. Ganancias promedio por período

En el cuadro 35 se presentan los resultados de las ganancias promedio por tratamientos, analizadas por períodos entre pesadas. En ningún caso se registraron diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo en los períodos P1 y P6 existieron tendencias de los animales suplementados a tener un comportamiento superior.

CUADRO 35: Comparación de las ganancias medias (kg/an/día) por período para los dos tratamientos.

Fechas	28/6-11/7	11/7-26/7	26/7-8/8	8/8-22/8	22/8-5/9	5/9-19/9
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Con fardo	1,069	1,073	2,092	1,250	0,914	1,935
Sin fardo	0,7	1,073	2,246	1,414	1,192	1,335
Significancia	ns	ns	ns	ns	ns	ns
DMS (kg)	0,599	0,818	1,068	0,271	0,626	0,893

Referencias: DMS= diferencia mínima significativa; ns= no significativa al 0,05; P1, P2, P3, P4, P5, P6 = períodos consecutivos entre pesadas.

Los valores encontrados de ganancias diarias en el presente experimento fueron altos y superiores a los reportados por Pavan et al. (1998) y a las de Carriquiry et al. (2002) de 946 g/an/día y 0,267 kg/an/día, respectivamente. Por otro lado Risso (1997) en evaluaciones en verdeos invernales con novillos en dos asignaciones de forraje (1,5 y 3% del PV) registró ganancias de 0,287 y 1,262 kg/an/día, respectivamente similares a los de Cibils et al. (1997) para las mismas asignaciones (0,226 y 1,023 kg /an/día).

4.2.3 Suplementación

4.2.3.1 Caracterización del suplemento utilizado

Para realizar el análisis químico de los fardos, se tomaron muestras de la periferia de cada uno, y los resultados se presentan en el cuadro 36.

CUADRO 36: Valor nutritivo para los fardos de limpieza de pradera con 8 meses de almacenamiento.

Valor Nutritivo	Número de fardos analizados						
(%)	1	2	3	4	5	6	Prom
NIRS							
DMO*	46,4	46,7	42,0	47,0	46,8	43,2	45,3
PC*	9,6	9,4	11,3	8,9	8,2	8,0	9,2
Ceniza*	9,4	10,9	17,5	11,3	11,5	13,1	12,3
FDA*	54,9	54,5	64,8	54,1	54,4	59,6	57,0
FDN*	78,3	78,2	81,3	81,1	82,6	79,0	80,1
MS promedio calculada	80,1	78,3	82,5	65,8	72,6	58,2	72,9

Referencias: *datos expresados en base Materia Seca; DMO = digestibilidad de la materia orgánica; PC = proteína cruda; FDA = fibra detergente ácida; FDN = fibra detergente neutra; MS = materia seca.

El porcentaje promedio de materia seca de los fardos analizados fue de 72,9%. Según los criterios de Methol (1997) (humedad máxima del heno de 20 a 22%) así como de Bruno et al. (1997); Church y Pond (1998) (15%) la materia seca promedio del heno utilizado estuvo fuera de estos rangos.

El valor de digestibilidad de la materia orgánica (DMO) promedio del heno fue bajo comparado con algunos de los presentados en el cuadro 13, pero estaría acorde al encontrado para una mezcla de trébol blanco, rojo y festuca al igual que en el cuadro 15 (fardos con 6 meses de almacenamiento). Al comparar con los del cuadro 14, para fardos almacenados a la intemperie sin protección, estaría por debajo de dichos valores.

Para el análisis de la proteína cruda (PC) y en referencia a los valores de los cuadros mencionados anteriormente, para este caso, los niveles de proteína fueron inferiores.

La fibra del material enfardado fue alta (FDN), lo cual teniendo en cuenta que fue confeccionado de limpieza de pradera, sería considerado acorde para estados avanzados de madurez. Esto es afirmado por García (1994b) quién sostiene que la fibra aumenta al madurar la planta.

Es importante tener en cuenta, que cualquiera sea el sistema de conservación utilizado, éste no mejora la calidad del material original (Bruno et al., 1997). La calidad del heno está dada por el contenido de MS, DMO, PC, FDA y FDN ya que la calidad del material original (entre otras ya mencionadas) es el que determina la del fardo. Además, los henos mezcla presentan menor calidad, probablemente debido a que es más fácil obtener un buen heno de una especie pura que de mezcla (Methol, 1997).

Gallardo (1999) define a los forrajes conservados como la principal fuente de fibra, pero la mayoría son de regular a baja digestibilidad. Son varios los factores que inciden en la calidad del heno, como condiciones climáticas, especie forrajera y momento de corte, proceso de confección y almacenamiento (Bruno et al., 1997).

En el cuadro 37 se presenta una clasificación del largo de la fibra de los fardos utilizados en el experimento, en tres tipos: corta (0,5-10 cm), media (11-25 cm) y larga (+ de 26 cm). Existió mucha variabilidad entre fardos, ya que para algunos (1, 3 y 4) predominó el tipo de fibra corta, mientras que para otros (2, 5 y 6) fueron las fibras largas las mayoritarias. En cuanto a las de término medio, representaron entre un 24 y 35% del total de fibras.

CUADRO 37: Largo de fibra de los fardos en porcentaje clasificados en tres tipos.

	Fibra Corta	Fibra Media	Fibra Larga
	%		
Fardo 1	54,1	25,4	20,5
Fardo 2	23,7	35,3	41,0
Fardo 3	40,2	33,3	26,5
Fardo 4	41,5	30,6	27,9
Fardo 5	23,9	27,2	48,9
Fardo 6	24,6	24,1	51,3
Promedio	34,7	29,3	36,0

Gallardo (1999) establece que para vacas lecheras de alta producción, el heno debería tener al menos un 20% de partículas mayores a 2,5 centímetros para lograr una buen performance animal. Según este criterio todos los fardos cumplen con ésta característica, porque sólo con fibra media y larga superan este límite mínimo

4.2.3.2. Consumo estimado de fardo

A partir de los datos de pesos de fardo al inicio, fin y rechazos periódicos, se llegó a una estimación de la cantidad consumida por período y por fardo, por animal y promedio (figura 46).

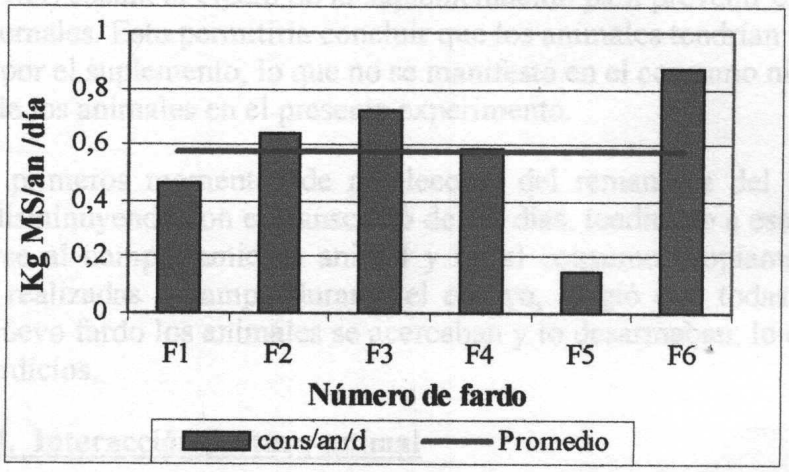


FIGURA 46: Consumo estimado de fardo por animal (kg/an/día) por período y promedio. Referencias: F1 al F6= número de los fardos utilizados; cons/an/día= consumo por animal y por día.

Si se analizan los consumos presentados en la figura 46, se desprende que en general, para todo el período los consumos estimados por animal fueron bajos (0,57 kg/an/día promedio) comparados con datos de Rovira (1996) quién asigna consumos de 3 a 4 kg/an/día. El consumo estimado de fardo fue muy variable. Al principio tendió a aumentar, luego decayó, incrementándose notablemente en el último fardo.

De los resultados presentados anteriormente, se podría concluir que la baja calidad del suplemento podría estar determinando el bajo consumo del mismo, y esto en conjunto explicaría el nulo efecto de la suplementación en las ganancias de los animales. Esto coincide con Lange (1980) que dice que no cualquier forraje fibroso y seco sería un buen suplemento para un verdeo, ya que si bien permite aumentar la receptividad del verdeo, poco ó nada mejorará los aumentos de peso por ser de bajo valor nutritivo y por bajo consumo animal.

Además se debe considerar el hecho de que los animales tuvieron acceso a una pastura de alta disponibilidad y calidad, la cual permite cubrir los requerimientos de los mismos. Esto concuerda con Santini y Rearte (1997) quienes afirman que en pasturas de buena calidad y por encima de 2000 kg MS/ha de disponibilidad, no se esperan respuestas a la suplementación.

Según Amigone y Kloster (1997) los verdeos invernales tienen un alto contenido de agua, lo que junto con un desbalance de proteína y energía de rápida disponibilidad ruminal, suele provocar disturbios nutricionales. Estos pueden corregirse colocando a disposición de los animales heno de buena calidad. Gallardo (1999) a estas características, le suma el bajo contenido de fibra de las paredes celulares, y también establece la importancia de la suplementación con fibra a este tipo de pasturas. Por otro lado, Lange (1980) señala el efecto de la suplementación para prevenir el efecto laxante de verdeos invernales. Esto permitiría concluir que los animales tendrían necesidad de la fibra aportada por el suplemento, lo que no se manifestó en el consumo ni en el efecto en las ganancias de los animales en el presente experimento.

En los primeros momentos de recolección del remanente del fardo, éste fue siempre alto, disminuyendo con el transcurso de los días, tendiendo a estabilizarse. Ésto podría atribuirse al comportamiento animal y no al consumo propiamente dicho. De observaciones realizadas a campo durante el ensayo, surgió que todas las veces que ingresaba un nuevo fardo los animales se acercaban y lo desarmaban, lo cual provocaba mayores desperdicios.

4.2.4. Interacción pastura-animal

4.2.4.1. Relación entre asignación de forraje y carga animal

La asignación de forraje se relaciona directamente con el volumen de forraje consumido (Allden y Whittaker, 1970; Hodgson, 1982). Según Arnold y Dudzinski (1966) citados por Jagush (1979) ésta explica el 40% de la variación del consumo. Se determinó la asignación de forraje y la dotación tomando en cuenta los períodos de pastoreo de los animales (cuadro 38).

El cálculo de la dotación se realizó basándose en la tabla de equivalencias de la unidad Ganadera (UG) de Crempien (1983).

CUADRO 38: Asignación de forraje diaria (kg MS/100 kg PV) y dotación instantánea (UG/ha) y para cada tratamiento según períodos de pastoreo.

	Asignación de Forraje diaria (kg MS/100 kg PV)		Dotación instantánea UG/ha		Dotación promedio UG/ha	
	Con fardo	Sin fardo	Con fardo	Sin fardo	Con fardo	Sin fardo
P1	8,5	8,3	6,7	6,7	1,7	1,7
P2	9,3	9,0	6,7	6,7	1,7	1,7
P3	10,5	12,7	6,7	6,7	1,7	1,7
P4	6,4	8,0	8,0	6,7	2,0	1,7
P5	9,1	7,6	8,0	8,0	2,0	2,0
P6	8,9	8,9	8,0	8,0	2,0	2,0
P7	5,7	5,5	8,0	8,0	2,0	2,0
Promedio	8,2	8,3	7,4	7,4	1,9	1,9

Referencias: P1 a P7 = períodos de pastoreos sucesivos; PV = peso vivo.

Los valores de la asignación de forraje (cuadro 38) fueron elevados en comparación con las manejadas por Risso (1997). Es decir que en ningún período de pastoreo la oferta de forraje fue limitante para el consumo animal. Al disminuir la asignación, disminuye el forraje disponible por animal y por lo tanto cambia el comportamiento ingestivo (Allden y Whittaker, 1970; Hodgson, 1982).

En general la dotación presentó una evolución ascendente, lo que se explica por el aumento de peso con el tiempo, manteniendo constante el área de las parcelas. La dotación instantánea promedio manejada fue de 7,4 UG/ha y la dotación de todo el período de 1,9 UG/ha, valores similares a los presentados por Cibils y Fernández (1997) para una presión de pastoreo del 6% de peso vivo.

4.2.4.2. Utilización del forraje

A continuación se presenta el cuadro 39, en el cual se presenta la utilización del forraje por período y promedio para todo el período del ensayo con el objetivo de evaluar la relación entre la pastura y el animal. Con la información de forraje disponible, forraje remanente y crecimiento de la pastura durante el período considerado se puede estimar el grado de utilización de la pastura (Vaz Martins et al., 1998).

CUADRO 39: Estimaciones de la utilización de forraje por parte del animal (%) por tratamiento, para el potrero de raigrás y avena-raigrás.

Raigrás	Tratamiento	Utilización %
Parcela 3	Con Fardo	36
Parcela 1	Sin Fardo	23
Parcela 4	Con Fardo	47
Parcela 2	Sin Fardo	53
Parcela 3*	Con Fardo	54
Parcela 1*	Sin Fardo	39
Parcela 4*	Con Fardo	58
Parcela 2*	Sin Fardo	58
Promedio		46
Avena-Raigrás		
Parcela 1	Con Fardo	31
Parcela 3	Sin Fardo	39
Parcela 2	Con Fardo	49
Parcela 4	Sin Fardo	47
Parcela 1*	Con Fardo	41
Parcela 3*	Sin Fardo	28
Promedio		39

Referencias: * = segundo pastoreo de una misma parcela.

Los valores de utilización encontrados fueron bajas y menores que los registrados por Risso (1997), por Cibils et al. (1997) lo cual puede ser atribuido a las altas disponibilidades de forraje. En general, estas altas disponibilidades determinaron las bajas utilizaciones. Esto lleva a que el desperdicio también sea alto, lo que concuerda con lo expresado por Marsh (1979) citado por Norbis (1994) de que la utilización declina con el aumento de disponibilidad de materia seca.

En general el porcentaje de utilización del forraje se incrementó al aumentar el forraje desaparecido por animal y por día. Este concepto es afirmado por Hodgson (1990) quien dice que la eficiencia de utilización del forraje se incrementa al aumentar el consumo de forraje por unidad de área.

4.2.4.3. Relación entre disponible y remanente

Con el objetivo de estudiar la interrelación entre disponibilidad y remanente, se procesaron los datos utilizándose el método de regresión. El mejor ajuste alcanzado se logró con una función lineal con un $R^2 = 0,69$, lo que se observa en la figura 47.

A partir de la disponibilidad se podría estimar el remanente mediante esta función, donde por cada kg MS/ha de aumento del forraje pre pastoreo, el forraje remanente se incrementa en 0,62 kg MS/ha. La magnitud del grado de asociación entre los parámetros evaluados es del 83%, esto confirma lo anteriormente mencionado que a mayor ofrecido menor sería la utilización y por lo tanto mayor el remanente.

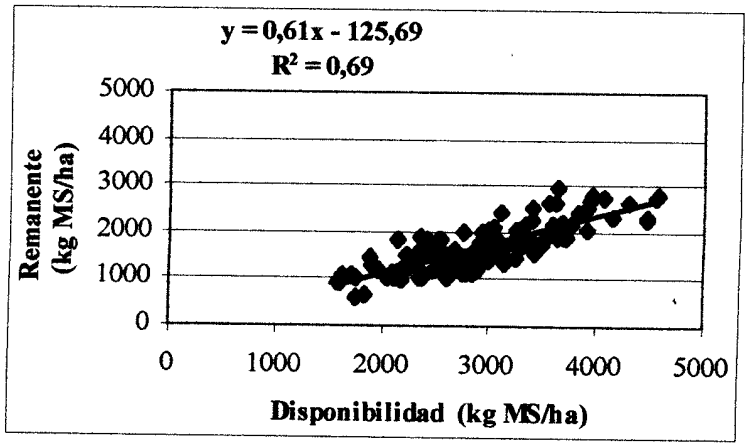


FIGURA 47: Regresión entre disponibilidad y remanente para todas las parcelas.

4.2.4.4. Asociación entre forraje disponible y desaparecido

Analizando la asociación entre el forraje desaparecido (kg MS/ha) y la disponibilidad del mismo, se observó que es creciente y positiva (figura 48). El coeficiente de determinación estaría indicando que el 59% del forraje desaparecido estaría explicado por la disponibilidad de forraje ofrecido. Si se asumiera la variable dependiente como estimador del consumo, se podría cuantificar éste según el forraje disponible pre pastoreo, por haberse encontrado un coeficiente de correlación de 0,77. La ecuación indica que ante aumentos de una unidad de forraje disponible, el desaparecido aumenta 0,67 kg MS/ha.

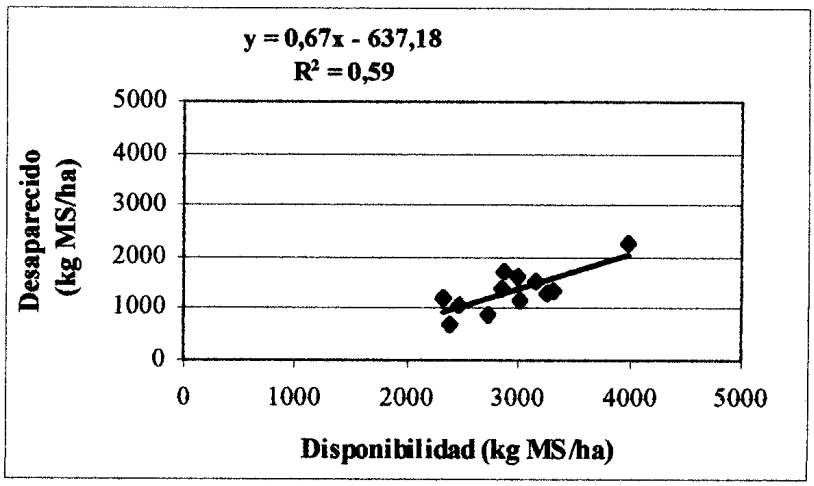


FIGURA 48: Regresión entre disponibilidad (kgMS/ha) y forraje desaparecido (kgMS/ha) promedio para todas las parcelas.

Al relacionar la disponibilidad por hectárea con el forraje desaparecido por animal y por día (figura 49) éste aumentó en forma decreciente a medida que aumentó la disponibilidad de la pastura. Estos resultados coinciden con lo expresado por Poppi et al. (1987) citados por Montossi et al. (1996) donde se establece la misma tendencia en curvas de consumo de forraje ante incrementos de factores tales como forraje disponible (figura 16). Si se asumiera que en este ensayo, la oferta de forraje fue elevada, se podría asumir que la curva de la figura 49 se encuentra muy cercana a la parte asintótica de la curva de la figura 16, donde comienzan a regular el consumo los factores nutricionales, tales como digestibilidad y tenor proteico del alimento ofrecido.

Si se asumiera el desaparecido como estimación del consumo, el disponible no sería limitante para obtener máximos consumos según Hodgson (1981); Cangiano y Gómez (1985); Dougherty et al. (1989); Rovira (1996) (ver 4.1.1.1.).

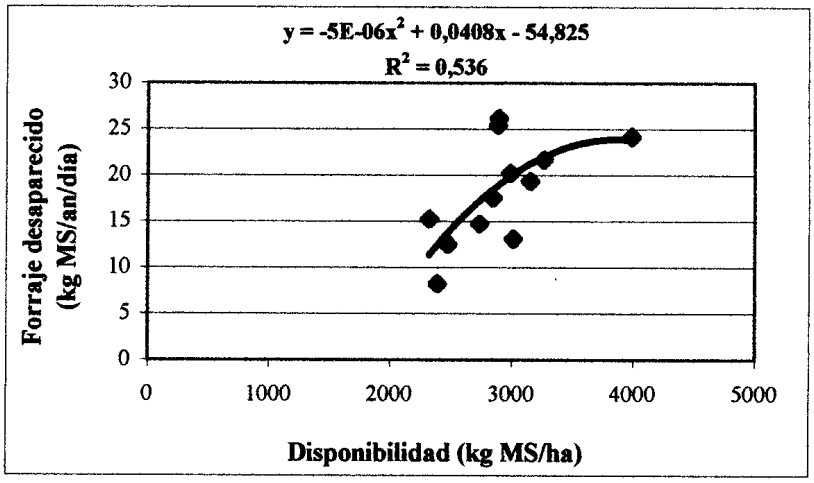


FIGURA 49: Asociación entre forraje desaparecido (kgMS/an/día) por animal y disponibilidad (kg MS/ha), como promedios.

Se constató la existencia de una relación positiva y curvilínea entre disponibilidad de forraje y desaparecido, al expresarlo de diferente manera y mantenerse la misma relación en las figuras 49 y 50. Por lo tanto, la oferta forrajera sería uno de los factores más importantes que afectan el consumo en condiciones de pastoreo (Broster, 1960, Arnold, 1962, Arnold y Dudzinski, 1966, Greenhalgh, 1966, Chacón et al., 1978, Reardon, 1977, Jamieson y Hodgson, 1979 citados por Norbis, 1994). También Reed (2001) citado por French (2001) sostiene que al aumentar la disponibilidad diaria de forraje, aumenta el consumo.

A modo de cuantificar la relación existente entre forraje desaparecido y disponible en términos de gramos de materia orgánica (MO) por kilogramo de peso vivo animal y por día, se presenta la figura 50.

De la función obtenida surgió una asociación entre las variables analizadas del 87% y también queda de manifiesto que el forraje desaparecido está explicado por el forraje disponible en un 75,5%. Por cada gramo de materia orgánica que aumentó el forraje ofrecido por kilogramo animal y por día, el forraje que desaparece lo hizo en 1,76 gramos. Es decir que a medida que aumentó el forraje pre pastoreo también aumentó el desaparecido, pero con incrementos decrecientes, ya que llega un momento (próximos a 60 gr MO/kg PV/día) a partir del cual el desaparecido permaneció constante.

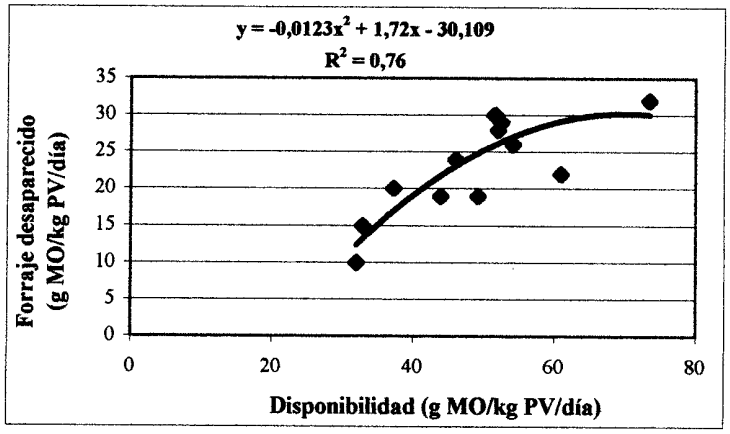


FIGURA 50: Relación entre disponibilidad (gr MO/kg, PV/día) y forraje desaparecido (gr MO/kg PV/día).

Greenhalgh et al. (1966) y Gordon y col (1966) citados por Norbis (1994) encontraron la misma relación curvilínea entre consumo y oferta de forraje, mientras que Hodgson (1975) establece que los incrementos del consumo se producen a tasas decrecientes ante aumentos en el disponible (figura 17 y cuadro 23).

Varios trabajos relacionan disponibilidad de la pastura y consumo en términos de Materia Orgánica y concuerdan que cuando la disponibilidad es menor de 2000-2500 kg MO/ha el consumo se resiente (Hodgson et al., 1971, Taylor, 1974 citados por Norbis, 1994). Según estos datos en el presente ensayo en ningún momento la disponibilidad limitaría el consumo, ya que en general los valores superaron dicho límite.

4.2.4.5. Asociaciones entre ganancias de peso vivo y características cuantitativas de la pastura.

Con el objetivo de establecer un análisis conjunto entre la ganancia animal y el forraje disponible se dividió el período total del ensayo en cuatro, tomando como referencia las fechas de las pesadas. Se tomó este criterio por no coincidir las fechas de pesadas con las de los muestreos del disponible. Los datos del forraje disponible son promedios de los períodos correspondientes, excepto el del primero y último. Los resultados se muestran en el cuadro 40.

CUADRO 40: Forraje disponible (kg MS/ha) y ganancias (kg PV/animal/día) promedios según períodos por tratamientos.

	Tratamiento	Disponible (kg MS/ha)	Ganancia (kg PV/an/día)
P1	Con Fardo	3010	1,1
	Sin Fardo	2920	0,7
P2	Con Fardo	2735	1,6
	Sin Fardo	3032	1,7
P3	Con Fardo	3439	1,1
	Sin Fardo	3106	1,3
P4	Con Fardo	2475	1,9
	Sin Fardo	2384	1,3

Referencias: Períodos separados por pesadas comprendidos entre P1= 28/6 - 11/7; P2 = 11/7 - 8/8; P3 = 8/8 - 5/9; P4 = 5/9 - 19/9.

Se puede observar que no existió una tendencia establecida a la variación conjunta entre estos dos parámetros. Esto estaría explicado por las altas disponibilidades presentes en el experimento, que son todas superiores a 2000 kg MS/ha. Este valor según Santini y Rearte (1997) sería el crítico a partir del cual no se registran incrementos en las ganancias diarias (figura 8).

4.2.5 Conducta de pastoreo

4.2.5.1 Conducta diaria del animal en pastoreo

En el cuadro 41 se presenta el tiempo (en minutos sobre el total del tiempo de observación: 660 minutos), dedicado por los animales a las actividades de pastoreo, rumia, descanso, consumo de agua y suplemento de fardo y otras (caminar, tiempo ocioso, entre otros) para todo el período del ensayo.

CUADRO 41: Efecto de la suplementación con fardo y del tipo de pastura sobre la conducta animal medida en minutos en el total del período experimental.

	Suplementación con fardo		Significancia	Tipo de pastura		Significancia
	No	**Si**		**Av + Rg**	**Rg**	
Tiempo de pastoreo	287	305	ns	271	311	*
Tiempo de rumia	101	89	P = 9,6%	86	101	ns
Tiempo de descanso	193	162	**	190	156	**
Tiempo de beber agua	13	12	ns	17	7	**
Otras actividades	66	66	ns	70	59	P = 7,4%
Tiempo en el fardo	0	26		26	26	

Referencias: ns = no significativo; * = (P < 0,05); ** = (P< 0,01); Av+Rg = avena- raigrás; Rg= raigrás.

La información presentada referente a la actividad de consumo de fardo es solamente descriptiva, no realizándose estudios estadísticos por ser un único dato.

En general y teniendo en cuenta que las observaciones se realizaron en horas de día, las tres actividades principales para el animal fueron, en orden de importancia, el pastoreo, el descanso y por último la rumia. Esto concuerda con lo afirmado por Stobs (1970), Strickling et al. (1976), Stockdale y King (1983) citados por Krysl y Hess (1993) quienes afirman que entre 65-100% del pastoreo diario ocurre entre las 06:00 y 19:00 horas. Mientras que Rovira (1996) dice que el 70% del tiempo de pastoreo se cumple durante el día y el resto en la noche. La rumia, en cambio, se realiza principalmente en horas de la noche (Arnold y Dudzinski, 1978) explicando de esta manera la menor rumia respecto a las otras dos actividades.

La suplementación con fardo redujo significativamente el tiempo de descanso de los animales (cuadro 41). Para las demás variables no hubo efecto, a excepción de la rumia, en la que existió una tendencia ($p = 0,096$) a que el tratamiento sin fardo tuviera mayor tiempo dedicado a ésta.

El primer efecto notorio causado por la suplementación con fardo en el comportamiento del animal en pastoreo, fue la sustitución en el tiempo dedicado al descanso por el tiempo dedicado al consumo del heno.

Otro efecto registrado como tendencia fue en la rumia, donde los animales redujeron el tiempo dedicado a ésta a cambio del tiempo de consumo de fardo. Esta observación no debe tomarse como absoluta, ya que no se tiene en cuenta el tiempo total de rumia al no considerar el período nocturno (momento principal de esta actividad). Además, si bien hay 26 minutos dedicados al fardo, no necesariamente significan tiempo consumiendo éste, ya que como fue analizado anteriormente, el consumo de fardo fue muy bajo. Por lo tanto aunque era esperable que animales consumiendo pasturas toscas o henos dedicaran más tiempo a la rumia (Bartaburu, 1995) en este caso el bajo consumo del mismo, no permitió expresar lo anteriormente esperado.

En cuanto al tipo de pastura, la mezcla avena-raigrás, aumentó muy significativamente el tiempo de descanso y de beber agua. Cabe destacar el alto coeficiente de variación que presentó esta última variable (144%), lo cual pone en duda la validez de esta significancia. En cambio el raigrás tuvo efecto significativo aumentando el tiempo de pastoreo. Por otro lado, no se registraron diferencias en el tiempo de rumia ni en otras actividades, aunque en esta última existe una tendencia ($p=0,074$) a ser mayor en la mezcla. A modo descriptivo, el tiempo dedicado al fardo fue el mismo para los dos tipos de pasturas.

Si bien era esperable que en la pastura de raigrás (con mayor disponibilidad) el tiempo de pastoreo fuera menor (Hodgson, 1975; Castle y Watkins, 1979 citados por

Rovira, 1996) los resultados mostraron una tendencia inversa, con menor tiempo de pastoreo de la pastura mezcla. Esta observación podría atribuirse a una limitación del tipo físico de llenado ruminal, o de digestión más lenta ya que la pastura de avena y raigrás presentaba mayor contenido de materia seca y la avena se encontraba en estado avanzado de su ciclo.

El aumento registrado en el tiempo de descanso en la pastura mezcla podría explicarse por el mayor tiempo disponible en el período de observación debido a las restricciones del consumo anteriormente mencionadas. Además, a esto se adiciona la no significancia en el tiempo de rumia.

4.2.5.2 Conducta del animal en pastoreo en tres momentos del día

Para el siguiente análisis se dividió el día en tres momentos: mañana, mediodía y tarde, a los efectos de evaluar el comportamiento del animal en dichos períodos, en un total de 660 minutos de observación (cuadro 42). Dicho análisis se realizó en forma descriptiva y no estadística.

CUADRO 42: Efecto de la suplementación con fardo sobre el comportamiento del animal según el momento del día (en minutos).

Tratamiento	Con fardo			Sin fardo		
Actividad	Mañana	Mediodía	Tarde	Mañana	Mediodía	Tarde
Pastoreo	109,3	75,1	135,43	106,9	68,4	126,87
Rumia	32,7	36	23,05	29,3	50,4	24,57
Descanso	31,2	76,3	41,4	53,9	75,3	52,28
Otras	13,3	16,2	33,5	18,4	11,4	33,29
Agua	1,9	3,7	3,63	1,5	4,5	2,99
Fardo	21,6	2,7	2,99			

Referencias: Mañana = 7:30 a 11:00 hs; Mediodía = 11:15 a 14:30 hs; Tarde = 14:45 a 18:15 hs.

Para ambos tratamientos se observó que el pastoreo se concentró en horas de la mañana y tarde, registrándose en esta última el mayor pico de esta actividad (cuadro 42). Esto concuerda con lo afirmado por Rovira (1996) de que los dos períodos más importantes en que el ganado efectúa el pastoreo son el amanecer y atardecer. También los resultados obtenidos por Hodgson (1990) confirman que a lo largo del día se registran de 3 a 5 períodos de pastoreo concentrados.

Al mediodía el animal disminuyó su tiempo dedicado al pastoreo y fue cuando se registraron los máximos tiempos dedicados a la rumia y al descanso. Este incremento fue más notorio para el descanso. Es decir que luego de un período intenso de pastoreo, el animal comenzó a rumiar parte de lo consumido hasta el momento, pero por sobre todo este momento lo dedicó a descansar. Arnold (1981); Rovira (1996) sostienen que

entre el 62 y 83% de la rumia se realiza cuando los animales se echan a descansar. El descanso se da entre períodos de pastoreo.

En general pudo observarse que hubo poco tiempo dedicado al consumo del agua. Esto pudo ser atribuido al tipo de pastura en la que se encontraban pastoreando los animales, caracterizadas por su alto contenido de agua. Por lo tanto se podría decir que la misma aportó suficiente agua para cumplir los requerimientos del animal. Lo anterior es concordante con lo expresado por Nocek y Braund (1985) citados por Albright y Arave (1997) quienes concluyen que si el ganado se alimenta con pasturas con alto contenido de agua, no beberá con tanta frecuencia. Existió una tendencia a concentrarse el mayor consumo de agua en horas del mediodía. Este patrón de comportamiento coincide con lo descripto por Rovira (1996) que si bien no existe un momento preciso para beber, es normal que la gran mayoría de los animales lo hacen entre mediodía y media tarde.

En cuanto al tiempo dedicado al fardo, se destacó que éste fue mayor en la mañana, mientras que en el resto del día se repartió en igual forma. Se podría considerar que el animal necesitaría un aporte adicional de fibra (fardo) en este momento del día debido a que es cuando la pastura presenta mayor contenido de agua (sobre todo externa, por ejemplo: rocío).

4.2.5.3 Conducta del animal en pastoreo en dos momentos diferentes en la misma pastura

Con el objetivo de evaluar el comportamiento animal en condiciones diferentes de la pastura, se tomaron dos momentos (15/8 y 21/8) los cuales representan el inicio (15/8) y días previos al fin del pastoreo del raigrás (21/8). En el cuadro 43 se presentan los resultados del tiempo de las distintas actividades en un total de observación de 660 minutos, de una forma descriptiva.

CUADRO 43: Comparación del comportamiento animal medido en minutos en dos momentos diferentes de la pastura.

	15-Agosto		21-Agosto	
Actividad	Con fardo	Sin fardo	Con fardo	Sin fardo
Pastoreo	293,16	262,47	404,46	338,46
Rumia	116,65	95,16	59,23	113,38
Descanso	151,95	221,02	93,08	104,92
Otras	69,07	69,07	81,23	101,54
Agua	10,74	12,28	8,46	1,69
Fardo	18,43		13,54	

Referencias: 15 agosto; 21 agosto = momentos diferentes en la misma parcela.

Comparando el tiempo de pastoreo, se observaron grandes diferencias entre los dos momentos analizados. Al inicio del pastoreo donde la disponibilidad del forraje era buena, el tiempo dedicado a esta actividad es considerablemente menor que en el final del pastoreo. La explicación está dada en que en el segundo momento la disponibilidad y la altura del mismo fueron menores, el animal llevaba pastoreando la misma parcela 11 días, por lo tanto debió compensar esa menor oferta forrajera aumentando el tiempo de pastoreo para la búsqueda de alimento de buena calidad. Castle y Watkins (1979) citados por Rovira (1996) observaron que en un pastoreo rotativo, a medida que aumentan los días en la misma parcela el tiempo de pastoreo se incrementa.

Según Rovira (1996) el aumento en el tiempo de pastoreo se debe a que el ritmo de pastoreo es más lento porque el animal gasta más tiempo en seleccionar la comida. Esta mayor selección estaría acompañando los cambios en la composición botánica descriptos en la figura 6 (Hodgson, 1990).

También Montossi et al.(1996) encontraron que los animales a través del ajuste de los componentes del comportamiento, intentan lograr un adecuado nivel de consumo cuando se enfrentan a restricciones asociadas a las características de las pasturas. El tiempo de pastoreo se incrementa cuando la altura y disponibilidad del forraje disminuyen (Hodgson, 1977, citado por Montossi et al., 1996). Por otro lado Hodgson (1990) afirma que el consumo de forraje es muy sensible a las características de la pastura, pero los animales responden más a variaciones en la altura de la pastura que al volumen (Kg MS/ha) de la misma.

Otro efecto observado fue en el tiempo de descanso, el cual tuvo reducciones importantes hacia el final del período de pastoreo. Este cambio podría estar relacionado con lo analizado previamente, ya que al aumentar el pastoreo, la reducción más importante se dio en el descanso. O sea, el animal redujo el tiempo de descanso a cambio de incrementar el de pastoreo.

En cuanto a otras actividades, también éstas se incrementaron comparado con el inicio del pastoreo. Se debe tener en cuenta que dentro de éstas se encuentra la actividad de caminar. Por lo tanto se podría considerar que al disminuir la disponibilidad de forraje, el animal caminó más (dentro de otras actividades) en busca de su alimento. Afirmando este concepto Rovira (1996) sostiene que cuanto menor es la cantidad de forraje, mayor camino recorre buscando más forraje. Además debe considerarse que el 60% del total recorrido por día corresponde a lo que camina mientras consume (Rovira, 1996).

En referencia a la rumia, del cuadro 43 se desprende que por un lado para el tratamiento con fardo ésta se redujo considerablemente, mientras que para el otro tratamiento aumentó. La explicación a estos resultados podría estar asociada con el tiempo de consumo de fardo, ya que coincidió que para la primer fecha hubieron más

minutos en el fardo y más rumia. Estos conceptos son afirmados por Bartaburu (1995). Pero sin embargo, en el final se redujo el tiempo de ambas actividades.

Otra explicación referente a la rumia para el tratamiento sin fardo, podría estar basada en lo afirmado por Rovira (1996) que establece que el forraje talludo, con alto contenido de fibra cruda, aumenta el tiempo de rumia. Al avanzar el período de pastoreo en las parcelas se dio un aumento en la proporción de tallo, restos secos y material fibroso (ver sección 4.1.4.) por lo que se cumpliría lo anteriormente mencionado.

4.2.6. Caracterización de las heces

Para realizar un diagnóstico de la situación alimenticia del animal, se llevó a cabo un monitoreo a campo con observaciones de la forma y consistencia física de las heces, basado en la clasificación asignada por Gallardo (2000). Luego de efectuada la clasificación según el tipo (figura 51), se realizó el conteo de las deposiciones, y se calculó la proporción dentro de cada tratamiento (figura 52).



a) Tipo de heces Firme.



b) Tipo de heces Ideal.



b) Tipo de heces Blanda.



d) Tipo de heces Chirle.

FIGURA 51: Clasificación utilizada para el tipo de heces.

En la figura 52 se presenta la evolución de tipo de heces a través del tiempo y la proporción relativa de cada una dentro de cada tratamiento.

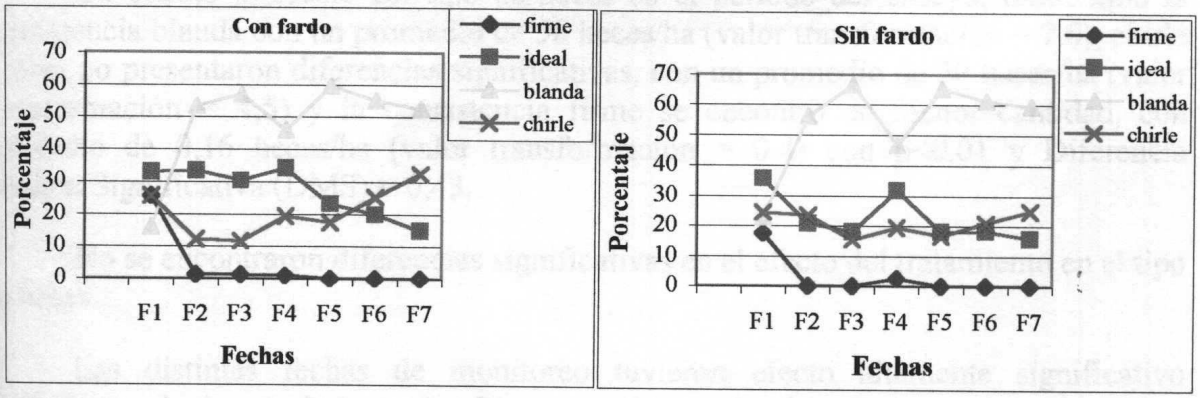


FIGURA 52: Evolución del tipo de heces y proporción de cada una dentro de cada tratamiento y por fecha. Referencias: F1= 3/7, F2= 23/7, F3= 6/8, F4= 13/8, F5= 23/8, F6= 10/9, F7= 18/9.

En general se visualizaron para ambos tratamientos el mismo patrón, al inicio del experimento se encontraron mayores proporciones de las consistencias más secas (ideal

y firme). Esto pudo atribuirse al tipo de alimentación previa al pastoreo de los verdeos del ensayo.

A medida que avanza el experimento, se dio un cambio en las proporciones relativas, tendiendo a desaparecer el tipo firme y predominando la consistencia blanda. Se asumió que este cambio en las deyecciones se debió a la dieta base de los animales caracterizada por su alto contenido de agua, lo que provocaría modificaciones en el metabolismo ruminal, debidas a deficiencias en fibra. Según Gallardo (2000) las pasturas de otoño tienen niveles sumamente bajos en fibra, provocando una velocidad de tránsito de las partículas muy rápida, no alcanzando a ser fermentadas en el rumen.

Era esperable que los animales que consumieron fardo presentaran mayor proporción de heces firme, ya que según Gallardo (2000) dicha consistencia indica un consumo de demasiada fibra entera y largo tiempo de retención en el rumen, provocando el efecto de llenado ruminal. Con el transcurso del tiempo, este tipo de heces desapareció, no observándose al final del ensayo, lo que pudo deberse a que el consumo de heno para todo el ensayo fue prácticamente despreciable.

No se encontró efecto del tratamiento en el número de heces por hectárea, siendo éste en promedio para los dos tratamientos de 18,5 heces/ha. Cabe aclarar que para el análisis estadístico, no se tomó en cuenta la primer fecha de monitoreo, por haberse realizado los primeros días del ensayo, lo cual pudo reflejar efectos de la alimentación previa al mismo.

En cuanto al efecto del tipo de heces en el período del ensayo, predominó la consistencia blanda con un promedio de 58 heces/ha (valor transformación = 7,6), chirle e ideal no presentaron diferencias significativas, con un promedio de 20 heces/ha (valor transformación = 4,5) y la consistencia firme se encontró en menor cantidad, con promedio de 0,16 heces/ha (valor transformación = 0,4) con $p<0,01$ y Diferencia Mínima Significativa (DMS) = 0,43.

No se encontraron diferencias significativas en el efecto del tratamiento en el tipo de heces.

Las distintas fechas de monitoreo tuvieron efecto altamente significativo ($p<0,01$) en el número de heces/ha. El mayor número de observaciones correspondió al 23/8 con 32 heces/ha (5,6), para el 10/9 y 13/8 no se encontraron diferencias significativas con un promedio de 20 heces/ha (4,5). El número de heces para el 13/8 y 23/7 fue menor que para el grupo anterior, pero no difirieron significativamente entre ellos, con un promedio de 18 heces/ha (4,2). El monitoreo para el 6/8 y 18/9 presentó los menores valores, siendo iguales entre ellos, con un promedio de 12 heces/ha (3,4). El DMS para este análisis fue de 0,52.

En lo referente al efecto de la fecha de monitoreo, ésta influyó en el número de heces según el tratamiento, detectándose una interacción significativa entre ellos ($p<0,05$, SEM = 0,246), presentándose los valores en el cuadro 44.

CUADRO 44: Efecto del tratamiento y fecha de monitoreo en el número de heces por hectárea.

	Fecha											
	1		2		3		4		5		6	
Trat	n°/ha	Transf	n°/ha	Transf	n°/ha	Transf	n°/ha	Transf	n°/ha	Transf	N°/ha	Transf
Con fardo	21	4,6	11	3,3	16	4	30	5,5	22	4,7	14	3,7
Sin fardo	13	3,6	13	3,6	23	4,8	34	5,8	22	4,7	10	3,2

Referencias: Trat = tratamientos; Fechas= 1=23/7, 2=6/8, 3=13/8, 4=23/8, 5=10/9, 6=18/9; n°/ha= número de heces/ha; Transf= raíz cuadrada del promedio del número de heces/ha.

La fecha 23/8 se diferenció significativamente del resto de las observaciones, presentando el mayor número de heces para los dos tratamientos. Para las fechas restantes no se observó una tendencia clara en su interacción con los tratamientos.

Por otro lado, los distintos tipos de consistencias de las heces estuvieron afectados por la fecha de monitoreo, presentando estas variables una interacción altamente significativa ($p<0,01$, SEM = 0,348), que se presenta en el cuadro 45.

CUADRO 45: Efecto del tipo de heces y fecha de monitoreo en el número de heces por hectárea.

Tipo de heces	Fecha											
	1		2		3		4		5		6	
	n°/ha	Transf.	n°/ha	Transf	n°/ha	Transf	n°/ha	Transf	n°/ha	Transf	n°/ha	Transf
Firme	0,3	0,6	0,2	0,4	1,4	1,2	0	0	0	0	0	0
Ideal	24	4,9	15,2	3,9	30,2	5,5	38,4	6,2	23	4,8	10,2	3,2
Blanda	47,6	6,9	41,7	6,5	42,2	6,6	116,6	10,8	72,2	8,5	37,2	6,1
Chirle	15,2	3,9	9	3,0	17,6	4,2	31,4	5,6	28	5,3	19,4	4,4

Referencias: Fechas= 1=23/7, 2=6/8, 3=13/8, 4=23/8, 5=10/9, 6=18/9; n°/ha= número de heces/ha; Transf= raíz cuadrada del promedio de número de heces/ha

Se destacó la consistencia blanda, siendo mayor en el 23/8 respecto a 10/9 y éstas mayores respecto al resto. Se confirmó estadísticamente la tendencia descripta en la figura 52 acerca de que a medida que transcurrió el experimento, desaparecieron las heces firmes. Para el resto de las fechas no se observó una tendencia clara en su efecto sobre el tipo de heces.

La consistencia blanda estaría asociada con altos consumos voluntarios y muy rápidas tasas de digestión y pasaje. También indica déficit en fibra y es una condición común en pastoreos de forrajes tiernos (Gallardo, 2000).

Se podría concluir que la suplementación con heno no tuvo efecto en la consistencia de las heces. Esto pudo deberse a que el consumo de heno no fue significativo, determinando que la dieta base de ambos tratamientos fuera la misma, no esperándose diferencias en el tipo de heces y tampoco existiendo diferencias significativas en las ganancias de peso por el agregado de suplemento.

A su vez la ausencia de interacción entre tratamiento y tipo de heces y la presencia de interacción entre tratamiento y fecha de monitoreo, podría indicar que el suplemento no tuvo efecto en determinar un tipo de hez, y que a lo largo de las fechas hubo alternancia de los tratamientos en el número total y en el tipo de heces.

4.2.7. Productividad del sistema

4.2.7.1. Productividad en el período experimental

El éxito del manejo animal en función de su productividad se basa en el éxito en el manejo del forraje (Rovira, 1996).

Para establecer medidas de performance del sistema de producción utilizado, se estimaron las producciones individuales de carne promedio en los 83 días de duración del período experimental (cuadro 46). Del mismo se destacó la elevada performance individual con incrementos de peso vivo de 115 y 110 kg/animal para los tratamientos con y sin fardo, respectivamente. Según lo expresado por Rovira (1996) la producción animal depende del forraje que éste puede consumir y de la selectividad. Los animales de este ensayo, contaron con buena disponibilidad y oportunidad de seleccionar, lo que se vio reflejado en las altas productividades individuales observadas en el cuadro 46.

CUADRO 46: Resultados productivos por animal para el total del período.

	Tratamiento	
	Con fardo	Sin fardo
Peso vivo inicial (kg/animal)	408	408
Peso vivo final (kg/animal)	523	518
Incremento de peso vivo (kg/animal)	115	110

La producción de carne estimada teniendo en cuenta la superficie de rotación para los animales de cada tratamiento, se presenta en el cuadro 47.

CUADRO 47: Resultados productivos promedios para el total del período experimental.

	Tratamiento	
	Con Fardo	Sin Fardo
Carga inicial (kg PV/ha)	680	680
Carga final (kg PV/ha)	872	863
Kg carne /ha	192	183

El sistema evaluado presentó una elevada productividad con 192 y 183 kg de carne por hectárea para los tratamientos con y sin fardo, respectivamente (cuadro 47) en un período corto de tiempo (83 días). En comparación con la producción de carne registradas por Terra y García Préchac (2001) en un sistema de rotaciones (1996 a 2000) con verdeos de invierno y de verano en los mismos suelos de este ensayo, se pudo confirmar que la productividad/ha de este experimento fue elevada. Estos autores reportaron un promedio anual de 485 kg carne/ha. Si se extrapolara esta producción a los días de evaluación del presente experimento, resultaría en una menor productividad para los verdeos invernales por ellos considerados.

Considerando los datos de dotación y asignación de forraje (cuadro 38) y teniendo en cuenta solo el período de engorde (83 días), la utilización de la pastura fue baja (39 y 46% para tratamientos sin y con fardo, respectivamente) (cuadro 39). Esto lleva a una ineficiencia en el uso de la pastura.

4.2.7.2. Eficiencia global del sistema.

Una forma de caracterizar el sistema de producción es cuantificando la relación entre el consumo de forraje y los kilogramos de carne producidos. A continuación se presentan los resultados promedios para el total del período del experimento (cuadro 48).

CUADRO 48: Relación entre forraje desaparecido y kilogramos de carne producidos (promedios), por tratamiento para todo el período.

	Con Fardo	Sin Fardo
Forraje desaparecido total (kgMS)	18353	16340
Kg de carne producidos (kg)	1917	1833
Eficiencia Kg MS/kg carne	10:1	9:1

Referencias: Eficiencia = eficiencia de conversión del forraje a kilos de carne; datos promedios totales.

La eficiencia de conversión de kilogramos de materia seca a kilogramos de carne fue similar para los dos tratamientos, y muy alta (cuadro 48). Es decir que para producir un kilogramo de carne, se necesitaron consumir 10 kilos de materia seca para los animales con fardo y 9 para los sin fardo. En general se podría caracterizar al sistema como muy eficiente, dada la baja relación de conversión 10:1 y 9:1, para los

tratamientos con y sin fardo, respectivamente. En resumen las eficiencias registradas en el presente experimento son muy buenas teniendo en cuenta que para novillos en crecimiento se considera una eficiencia de conversión de 35:1 en campo natural, 20-22:1 en campo natural mejorado y 15:1 en pradera convencional (W. Ayala, comunicación personal).

4.2.8. Características de la carcasa

4.2.8.1. Relación entre peso vivo lleno y vacío

Con el objetivo de evaluar el peso de los novillos al finalizar el experimento con 24 horas de ayuno, se llevó a cabo dos pesadas consecutivas con diferencia de un día. En el cuadro 49 se presentan los resultados de estos registros.

CUADRO 49: Peso vivo lleno y vacío (en ayuno de 24 horas) en kilogramos (kg), pérdidas de peso en kg y como porcentaje del peso vivo (%PV) al 20/9/01.

	Tratamientos	
	Con Fardo	Sin Fardo
Peso vivo lleno (kg)	523	518
Peso vivo vacío (kg)	478	480
Kg perdidos	45	38
% Peso vivo	8,6	7,2

Ambos tratamientos presentaron tendencias similares, partieron de similares pesos en el primer día, diferencia de 5 kilogramos, que no fue significativa (figura 45). A las 24 horas de ayuno, tampoco hubieron diferencias en el desbaste (peso vivo vacío) en total la pérdida de peso fue de una diferencia de 7 kilogramos a favor de los animales con fardo, lo cual era previsible ya que partieron con un peso levemente superior y también quedaron con menos peso luego del ayuno. Al expresarlo como porcentaje del peso vivo, aproximadamente un 8% de éste lo componen el contenido del tracto digestivo. Era esperable que no se manifestaran diferencias, ya que significativamente ambos tratamientos tuvieron igual comportamiento en ganancias de peso para todo el período (cuadros 34 y 35).

4.2.8.2. Efecto de la alimentación en las características y calidad de la carne

Con la finalidad de estudiar el efecto de la suplementación con heno en los novillos en pastoreo, se tomaron los registros de algunas características de la carcasa animal. En el cuadro 50 se observan los pesos tomados en el establecimiento (previo al embarque), los de la planta frigorífica, así como su rendimiento y valores de la carcasa en frío.

CUADRO 50: Resultados en producción de peso vivo y calidad de canal en los dos lotes de novillos correspondientes al tratamiento con suplementación con heno o sin ella.

	Tratamiento	
Variables	Con Fardo	Sin Fardo
PV campo (kg)	552,1	563,7
PV frigorífico (kg)	505,5	513,0
Carcasa (kg)	267,3	273,4
Rendimiento (%)	52,9	53,3
Carcasa fría (kg)	264,9	270,9
Merma por frío (%)	0,9	0,9
Largo promedio (cm)	129,9	129,9
Trasero (%)	50,4	50,0
Cortes Pistola (%)	41,8	41,5
Cortes Pistola (kg)	56,1	56,9
AOB (cm^2)	55,2	57,1
pH	4,5	4,6
Espesor de grasa ½ (mm)	10,3	9,1
Terneza promedio (kg)	4,9	4,6

Referencias: % trasero = en función de la media res izquierda; AOB = área ojo de bife (cm^2); Espesor de grasa ½ (mm)= espesor de grasa medido en la mitad del bife.

La información del cuadro 50 es presentada únicamente en forma descriptiva, ya que no se realizó análisis estadístico. Cabe aclarar que las diferencias en peso a campo comparadas con las manejadas en el cuadro anterior, así como las presentadas en el análisis de peso vivo animal se deben a que los animales fueron enviados a la faena dos meses después de finalizado el experimento. El motivo fue el cierre de las plantas de faena debido a los problemas sanitarios (aftosa) registrados en ese año, por lo tanto, los datos presentados no se corresponden directamente con los tratamientos del ensayo. Además en ese período, fueron manejados en forma conjunta los dos lotes, rotando en una pastura de raigrás, mejoramiento con trébol blanco, lotus y raigrás y finalmente en campo natural.

Para todas las variables analizadas, el valor de las mismas fue muy similar para los dos tratamientos, lo cual era lo esperado debido a que en todo el experimento no se registraron diferencias significativas entre los mismos. El rendimiento de la canal fue de un 53% (aproximadamente) valor acorde al promedio de los animales cruza (Hereford x A. Angus) ubicados en el entorno a 55% (J. Franco, comunicación personal). Se considera que las mermas por frío son del orden del 1 a 2% de la canal caliente (J. Franco, comunicación personal), por lo que las registradas en el ensayo concuerdan con esta información.

En el corte pistola se encuentran los cortes de mayor valor comercial, y dentro de éstos los pertenecientes al "Rump and Loin" (bife cuadril y lomo). La comercialización de estos cortes, se realiza como carne desosada, por lo que es importante cuantificar el rendimiento cárnico del "corte pistola". En este caso el porcentaje de dicho corte fue de 41,6% (promedio de ambos tratamientos) valor que es coincidente con datos para la cruza Hereford x A. Angus (41,4%) presentadas por Franco et al. (2002a).

El área ojo de bife (AOB) fue de 55,2 y 57,1 cm^2 para los tratamientos con y sin fardo, respectivamente, valor que está por encima del promedio (51,6 cm^2) registrado por de los Campos et al. (2002). Esta medida es un buen indicador para la evaluación de las reses sobre la base de su rendimiento carnicero y calidad de su carne, y realiza una contribución a la predicción de los cortes del trasero con alta proporción de músculo (sin hueso). No así en el caso del corte pistola, lo que es coherente con el hecho que la variable no mide hueso. En éstos el rendimiento en cortes, a igualdad de peso canal, aumenta al aumentar el AOB (de los Campos et al., 2002).

Los valores promedios de pH obtenidos (4,5-4,6) se encuentran por debajo del rango de normalidad (5,4-5,8) lo cual genera ambientes favorables para los cambios bioquímicos y moleculares que ocurren a nivel muscular, determinando un producto de mejor calidad (Franco et al., 2002b).

Los valores de espesor de grasa de los animales evaluados fueron de 10,3 mm y 9,1 mm medidos en la mitad del bife. Según los estándares de calidad para el bife, se exige una cobertura de grasa mayor o igual a 5 mm (de los Campos et al., 2002), por lo que se cumple con dicha norma.

Shakelford et al. (1991) citado por Franco et al. (2002b), toma como límite máximo para que la carne sea considerada tierna, una fuerza de corte de 4,55 kg, valor por encima del cual estaría la terneza de los animales de este ensayo. En cambio Abularach et al. (1998) citado por Brito y Pittaluga (2002) sugieren un límite máximo de 5 kg.

Los principales cortes resultados del desosado se pueden observar en el cuadro 51. En él se constata la igualdad entre los tratamientos. En general y para todos los cortes, el peso de ellos fue el mismo para los dos lotes, lo que también era esperado dado que no existieron diferencias significativas entre tratamientos.

CUADRO 51: Resultado del desosado de la canal y principales cortes.

Cortes (kg)	Tratamientos	
	Con Pardo	Sin Pardo
Lomo	2,1	2,1
Bife	5,3	5,1
Cuadril	5,5	5,9
Nalga adentro	7,4	7,4
Nalga afuera	7,0	7,1
Bola	4,6	4,7
Colita	1,2	1,2
Tortuguita	1,8	1,9
Garrón	1,8	1,8
Recortes	2,7	2,8
Grasa	4,7	4,6
Hueso	11,7	12,0

5. CONCLUSIONES

Los resultados deben considerarse como preliminares dado que corresponden a un solo año de evaluación.

La suplementación con heno *ad libitum* no mostró efecto en la ganancia de peso vivo de novillos en terminación pastoreando verdeos de raigrás y avena-raigrás en el período invernal (junio-setiembre). Las ganancias promedio del período fueron de 1,389 kg/an/día.

Se comprobó la estacionalidad productiva de los verdeos utilizados: avena con entrega de forraje otoño-invernal, aunque con la salvedad del efecto que pudo tener el problema sanitario de la misma; y raigrás con mayor producción invierno-primaveral. Para ambos verdeos, la altura de la pastura resultó un buen indicador de la disponibilidad de forraje pre y post-pastoreo. La baja presión de pastoreo, determinó una baja utilización de los verdeos y un aumento en la selección por parte de los animales por las hojas respecto a los tallos y por el material verde respecto al seco.

El suplemento fue consumido en bajas cantidades (0,57 kg/an/día) dedicando los animales un escaso tiempo al consumo de fardos independientemente del verdeo utilizado. El consumo se vio restringido en parte por la baja calidad del mismo (DMO=45,3%, PC=9,2%, FDA=57% y FDN=80%). El verdeo mezcla tuvo un menor tiempo de pastoreo, lo cual pudo estar explicado por el efecto de llenado ruminal, provocado por su mayor tenor de MS y estado más avanzado de la avena. Se encontró que las horas de mayor pastoreo fueron en la mañana y el atardecer, y que el fardo fue consumido preferentemente en horas de la mañana, debido probablemente a una necesidad de fibra determinada por el alto contenido de agua de las pasturas en esas horas.

No se reportaron diferencias significativas en el número y tipo de heces por efecto de la suplementación con heno siendo la consistencia predominante de las heces del tipo blanda. Por lo que teniendo en cuenta el criterio de Gallardo (1999; 2000) y el momento de consumo de heno, se pudo concluir que la dieta base de los animales presentó deficiencias en fibra.

El monitoreo de heces es un indicador rápido, de fácil aplicación y bajo costo para poder predecir el status nutricional de los animales. Este método desarrollado en Argentina y utilizado en ganado lechero, es extrapolable al país y a ganado de carne.

Si bien la faena se realizó dos meses después de finalizado el experimento debido a problemas operativos, no se detectaron diferencias en las características de la carcasa y cortes valiosos por efecto de la suplementación con heno.

En términos generales es posible afirmar que los animales estuvieron sometidos a una alta asignación de forraje (8,3%) resultando en una baja utilización del verdeo (42%), así como un bajo consumo de fardo como consecuencia de lo anterior y de su baja calidad. En base a las performances individuales alcanzadas es posible afirmar que se podría haber incrementado la dotación/ha de modo de mejorar la utilización de la pastura sin resentir la performance individual.

Futuros trabajos en el tema deberían apuntar a realizar un estudio más detallado de los consumos de pastura y heno, en base al manejo de asignaciones de forraje diferenciales, como en el uso de aditivos para incrementar el consumo de fardo de baja calidad. El manejo independiente de las pasturas (raigrás vs. avena) permitiría hacer un control mayor del tipo de forraje que consumen los animales, permitiendo resultados más concluyentes.

6. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación con heno en la ganancia de peso vivo de novillos en terminación pastoreando verdeos de invierno.

El experimento fue realizado en la Unidad Experimental "Palo a Pique" (UEPP) INIA Treinta y Tres durante 83 días (28 de Junio al 19 de Setiembre de 2001). Se utilizaron veinte novillos cruza Hereford x Aberdeen Angus de dos y medio años de edad, de 408 kg de peso vivo promedio, utilizando una dotación de 1,7 cab/ha promedio en el período. Ambos grupos pastoreaban verdeos invernales en base a *Lolium multiflorum* var. LE 284, y una mezcla en base a *Avena byzantina* cv 1095a y *Lolium multiflorum* var LE 284, recibiendo o no suplementación con heno en base a fardos de limpieza de praderas.

En la pastura se evaluó la disponibilidad y altura del forraje ofrecido y remanente, composición botánica y valor nutritivo y en el suplemento se estimó el valor nutritivo y el consumo por parte de los animales. En los animales se determinó el peso vivo, conducta de pastoreo, monitoreo y clasificación de heces, y calidad de la canal y de los cortes obtenidos a la faena.

En cada período de pastoreo y para cada verdeo, no se registraron diferencias significativas en la disponibilidad de forraje ofrecido ni remanente entre ambos tratamientos. La disponibilidad promedio del forraje ofrecido fue de 2963 y 2935 kg MS/ha y del remanente fue de 1680 y 1775 kg MS/ha para los tratamientos con y sin fardo, respectivamente. En cuanto a la altura de la pastura, para el disponible y remanente de cada pastoreo y cada verdeo no se obtuvieron diferencias significativas por efecto de la suplementación con heno. El consumo estimado de heno fue de 0,57 kg/an/día. No se registraron diferencias significativas en las ganancias de peso vivo de los novillos por la suplementación con heno, alcanzando ganancias diarias promedio de 1,389 kg/animal/día en el período. Respecto a la conducta de pastoreo, los animales no suplementados mostraron mayores tiempos de descanso ($p<0,01$) y una tendencia a mantener mayores tiempos de rumia ($p=0,096$) respecto a los animales suplementados. La pastura mezcla mostró mayor tiempo de descanso ($p<0,01$) y una tendencia ($p=0,074$) a mayor tiempo de rumia de los animales respecto al verdeo de raigrás. El raigrás tuvo mayor tiempo de pastoreo ($p<0,05$). No se registraron diferencias significativas en el número y tipo de heces por efecto de la suplementación con heno, siendo la consistencia predominante de las heces del tipo blanda.

Los resultados obtenidos en este experimento indicaron que la suplementación con heno no tuvo efecto en las ganancias medias de novillos pastoreando verdeos invernales.

7. SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the effect of hay suplementation in the liveweight gain in finishing steers grazing annual cool-season grasses.

The experiment was conducted at "Palo a Pique" Research Unit (UEPP), INIA Treinta y Tres, during 83 days (June 28 to September 19 2001). Twenty Hereford x Aberdeen Angus steers of two and a half years old of 408 kg liveweight were utilized, managing 1,7 heads/ha. Steers were distributed in two randomized groups: with and without hay supplementation. Both groups grazed annual cool-season grasses of *Lolium multiflorum* var. LE 284, and a mix of *Avena byzantina* cv 1095a and *Lolium multiflorum* var. LE 284.

Pasture determinations included pre and post-grazing herbage mass, sward height, botanical composition, nutritive value and hay intake. Animal determinations were liveweight, grazing behaviour, number and type of feaces and carcass quality.

There were no significant differences in pre and post-grazing herbage mass treatments for each grazing period and pasture types. The average of pre-grazing herbage mass was of 2963 kg DM/ha and 2935 kg DM/ha for supplemented and unsupplemented respectively, the average post-grazing herbage mass was 1680 kg DM/ha and 1775 kg DM/ha for supplemented and unsupplemented respectively. There were no significant differences in pre and post-grazing sward heights as a consequence of hay supplementation. The hay intake was 0,57 kg/an/day in average. There were no significant differences in liveweight gains of steers as a consequence of hay supplementation, achieving in average 1,389 kg/an/day during the evaluation. Steers without supplementation showed longer rest periods ($p<0,01$) and a tendency of greater rumination time ($p=0,096$) than supplemented steers. The mixed pasture showed longer rest period ($p<0,01$) and a tendency of greater rumination time ($p=0,074$) than rye-grass pasture. The rye-grass had a greater grazing time ($p<0,05$) than the mixed pasture. There were no significant differences in number and type of feaces as a consequence of hay supplementation, being the soft consistency the predominant type.

The results obtained of this study showed that hay supplementation had no effect in steers liveweight gains grazing annual cool-season grasses.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ACOSTA, A.; HEGUY, P.; SANTIN, P. 1993. Efecto de la estrategia de suplementación y el nivel de oferta de forraje sobre el comportamiento de capones. Tesis Ingeniero Agrónomo. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 118 p.

2. ALBRIGTH, J. L.; ARAVE, C.W.1997. The Behaviour of Cattle. CAB International. 306 p.

3. ALLDEN, W.; WHITTAKER, I. 1970. The determination of herbage intake by grazing sheeps: the interrelationships of factors influencing herbage intake and availability. Australian Journal of Agricultural Research. 21 (5) : 755-766.

4. ALLEN, M. S. 1996. Physical Constrains on Voluntary Intake of forages by ruminants. Journal Australian Science. 74 (12): 3063 - 3075.

5. ALLEGRI, M.; FORMOSO, F.; AROCENA, M. 1979. Verdeos de invierno en suelos arenosos. En: Anuario 1979. Asociación Rural de Tacuarembó. pp 150 - 157.

6. ALVIM, M. J. 1987. Aveia e Azevém para produçao de leite do Brasil. En: Diálogo XIX, IICA / BID/ PROCISUR pp 205.

7. AMIGONE, M. A.; KLOSTER, A. M.. 1997. Verdeos de invierno. En: Invernada bovina en zonas mixtas. Claves para una actividad más rentable y eficiente. Agro 2 Córdoba. INTA. Argentina. pp 38-56.

8. ARNOLD, G. W. 1964. Some principles in the investigation of selective grazing. Proceeding of Australian Society of Animal Production 5 : 258 - 271.

9. ARNOLD, G.W.; DUDZINSKI, M.L.1978. Ethology of Free- Ranging Domestic Animals. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam - Oxford - New York. 198 p.

10. ARNOLD, G.W. 1981. Grazing Behavior. En: FHW. Morley (Edición). Grazing Animals. World Animal Science, B1 Elsevior Scientific Pub. Co N.Y. pp 79 - 104.

11. AROCENA, C. M.; DIGHIERO, A.J. 1999. Evaluación de la producción y calidad de carne de cordero sobre una mezcla forrajera de Avena y Raigrás, bajo los efectos de la carga animal, suplementación y sistema de pastoreo para la

Región de Basalto. Tesis Ingeniero Agrónomo. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 150 p.

12. AUNCHAÍN, M.; RESTAÍNO, E.; CIBILS, R.; RISSO, D. F.; ZARZA, A. 1997. Verdeos de invierno: variedades de doble propósito. En: Pasturas y producción animal en áreas de ganadería intensiva. INIA. Serie Técnica Nº 15, pp 67-76.

13. AYALA, W. 1992. Producción de Forraje de Verdeos Puros y Asociados. En: Verdeos de Invierno. Resultados Experimentales 1991-1992. pp 10-24. INIA Treinta y Tres. Agosto 1992.

14. BARTABURU, D. 1995. Nutrición de rumiantes. Digestión de carbohidratos y ambiente ruminal. En: Jornada de Actualización. Agosto, 1995. Plan Agropecuario.

15. BERRUTI, J.M.; JASO, M.; LÁZARO, M.; DE BRUM, D. 1993. Medidas para Mejorar el Aprovechamiento de los Recursos ya Existentes. En: Desarrollo Tecnológico de Establecimientos Ganaderos. INIA. Boletín de Divulgación Nº 36. pp 1-38

16. BLASER, R.E.; HAMMES, R.C.; BRYAND, H.T.; HARDISON, W.A.; FONTENOT, J.P.; ENGEL, R.W. 1960. The effect of selective grazing on animal output. In: Proceedings of the eighth international Grassland Congress. 11 - 21 July, 1960. England, pp 601-606.

17. BOURQUIN, L . D.; TITGEMEYER, E. C.; MERCHEN, N. R.; FAHEY JR., G. C. 1994. Forage Level and Particle Size Effects on Orchardgrass Digestion by Steers: I. Site and Extent of Organic Matter, Nitrogen, and Cell Wall Digestion. In: Journal of Animal Science 72 (3): 746-758.

18. BRITO, G; PITTALUGA, O. 2002 Incorporación de genética cebuina: II Efecto en la calidad del producto en Braford. Resultados Preliminares. En: Seminario de Actualización Técnica: Cruzamientos en Bovinos para Carne. Resultados FPTA 083. INIA Serie actividades de difusión 295, pp 69-80.

19. BRUNO, O.A.; ROMERO, L.A.; USTARROZ, E. 1997. Forrajes Conservados. En: Invernada bovina en zonas mixtas. Claves para una actividad más rentable y eficiente. Agro 2 Córdoba. INTA. Argentina. pp 57-92.

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

21. CARÁMBULA, M. 1977. Producción y Manejo de Pasturas Sembradas. Montevideo. Hemisferio Sur. 464 p.

22. CARÁMBULA, M. 1987. Producción de pasturas en el Uruguay. En: Producción de pasturas para engorde y producción de leche. Diálogo XIX, pp 95-112. IICA / BID/ PROCISUR. Septiembre, 1987, Montevideo.

23. CARÁMBULA, M.; AYALA, W.; BERMÚDEZ, R.; CARRIQUIRY, E. 1993. Variedad de Avena: una condicionante del comportamiento de los verdeos asociados. En: Cultivos y Verdeos de Invierno. Resultados experimentales. 1992. INIA Treinta y Tres. Abril,1993. pp 20-30.

24. CARÁMBULA, M. 1993. Cultivos forrajeros de alta eficiencia. INIA. Boletín de Divulgación Nº 38. 21 p.

25. CARÁMBULA, M.; AYALA, W.; BERMÚDEZ, R.; CARRIQUIRY, E.. 1996. Verdeos de invierno asociados. INIA. Boletín de Divulgación Nº 58. 19 p.

26. CARDOZO, W.. 1994. Utilización de Pasturas por los Bovinos Destinados a la Producción de Carne. En: Utilización de pasturas. Publicación interna, Facultad de Agronomía. Código: 216. Montevideo, Uruguay. pp 69-116.

27. CAREY, D.A.; CATON, J.S.; BIONDINI, M. 1993. Influence of Energy Source on Forage Intake, Digestibility, In Situ Forage Degradation, and Ruminal Fermentation in Beef Steers Fed Medium-Quality Brome Hay. In: Journal of Animal Science. 71 (8): 2260-2269.

28. CARRIQUIRY, E.; MESA, J.; ELOLA, U.1992. Precocidad en la Producción de Verdeos Asociados. En: Verdeos de Invierno. Resultados Experimentales 1991-1992. INIA Treinta y Tres. Agosto 1992. pp 25-36.

29. CARRIQUIRY, J; NORMEY, R; PARDIÑAS, P. 2002. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero ó molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño-invernal. Tesis Ingeniero Agrónomo. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 88 p.

30. CATON, J.; DHUYVETTER, D. 1997. Influence of energy supplementation on grazing rumiants requirements and responses. Journal of Animal Science 75 (2): 533-542.

31. CATON, J.S.; HIDARI, H. 1998. Metabolics Components of Energy Expenditure in Growing Beef Cattle. Symposium Series 2. 8ª WCAP. pp 37-46.

32. CHIARA, G. 1975. Verdeos de Invierno. En: Revista Asociación de Ingenieros Agrónomos (AIA). 2 : pp 25-28.

33. CHILIBROSTE, P. 1998a. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo: II Balance de nutrientes. Jornadas uruguayas de buiatría, (26ª , 1998, Paysandú) pp 8-12.

34. CHILIBROSTE, P. 1998b. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo: I. Predicción del consumo. Jornadas uruguayas de buiatría, (26ª , 1998, Paysandú) pp. 1-7.

35. CHURCH, D.C.; POND, W.G. 1998. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Editorial Limisa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. 438 p.

36. CIBILS, R.; FERNÁNDEZ, E. 1997. El rol de la suplementación en los sistemas de producción. En: Suplementación estratégica para el engorde de ganado. INIA. Serie Técnica Nº 83, pp 47-52.

37. CIBILS, R.; VAZ MARTINS, D.; RISSO, D.; 1997. Qué es suplementar. En: Suplementación estratégica para el engorde de ganado. INIA. Serie Técnica Nº 83, pp 7-10.

38. CORREA, D.; GONZÁLEZ, F.; PORCILE, V. 2000. Evaluación del efecto carga, frecuencia de pastoreo y suplementación energética sobre la producción y calidad de carne de corderos sobre una mezcla de Triticale (*Triticale secale*) y Raigrás (Lolium multiflorum) para la Región de Areniscas. Tesis Ingeniero Agrónomo. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 248 p.

39. COZZOLINO, D. 2000. Características de los suplementos utilizados en el Uruguay para su empleo en alimentación animal. INIA. Serie Técnica N° 110, 16 p.

40. COZZOLINO, D. 2001. Determinación de Parámetros de Calidad de Carne: Aplicación NIRS. Documento interno INIA

41. CREMPIEN, CH. 1983. Antecedentes técnicos y metodología básica para utilizar en presupuestación en establecimientos ganaderos. 72 p.

42. CRONJÉ, P. B. 1990. Supplementary Feeding in Ruminants. A Physiological Approach. In: South African Journal of Animals Science. 20 (3): pp 110-117.

43. DAS, A.; SINGH, G. P.1999. Eating Behaviour VFA Production, Passage Rate and Nutrient Digestibilities in Cattle Fed on Wheat Straw Supplemented with Differents Levels of Berseem. Assian Australasian 12 (7): 1040-1047.

44. DE BARBIERI, L.J.; RADO, F.J.; XALAMBRI, L.E. 2000. Efecto de la carga y de la suplementación sobre la producción y calidad de carne de corderos pesados pastoreando *Avena Bizantina* en la Región Este. Tesis Ingeniero Agrónomo. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 136 p.

45. DE LOS CAMPOS, G.; DE MATTOS, D.; SECCO, M.; PIGURINA, G.; SANTAMARINA, I. 2002. Valoración objetiva de canales en función de atributos económicamente relevantes. En: Seminario de Actualización Técnica: Cruzamientos en Bovinos para Carne. Resultados FPTA 083. INIA Serie actividades de difusión 295, pp 39-59.

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

47. DUMESTRE, J.; RODRÍGUEZ, N.; VAZ MARTINS, D.; CIBILS, R . 1998. Comportamiento de novillos sometidos a distinto manejo y niveles de suplementación sobre dos pasturas. En: Utilización de Ensilaje de Maíz y Grano para el Engorde de Novillos. INIA. Serie Técnica Nº 98. pp. 13-22.

48. FAVRE, E.; MATTIAUDA, E.; CHILIBROSTE, P.; ORDEIX, B.; RODRÍGUEZ, R.; BRUNI, M.; APEZTEGUÍA, E; BENTANCUR, O. 1991.Avances en Bovinos de Leche. Observaciones de ambientes ruminales de vacas lecheras en pastoreo. En: Utilización de pasturas. Jornada de Investigación. Producción Animal en Pastoreo. EEMAC; Paysandú. Facultad de Agronomía.

49. FRAME, J. 1982: Efectos de los animales sobre las pasturas. En: Utilización de pasturas. Publicación interna de Facultad de Agronomía, código 216. Copia textual de: Reunión Técnica sobre Persistencia de Pasturas Mejoradas. Boletín Diálogo V. La Estanzuela. Uruguay; Abril, 1982. (Editado por García, J. pp 17-32.

50. FRANCO, J.; GUTIERREZ, J. P.; APEZTEGUÍA, E. 1991. Avances en Bovinos de Carne. Suplementación de novillos en pastoreo. En: Utilización de pasturas. Jornada de Investigación. Producción Animal en Pastoreo. EEMAC; Paysandú. Facultad de Agronomía.

51. FRANCO, J.; FEED, O; GIMENO, D; AGUILA, I; AVENDAÑO, S. 2002.a Calidad de la canal. En: Seminario de Actualización Técnica: Cruzamientos en Bovinos para Carne. Resultados FPTA 083. INIA Serie actividades de difusión 295, pp 31-37.

52. FRANCO, J.; FEED, O; GIMENO, D; AGUILAR, I; NAVAJAS, E. 2002.b. Calidad de la carne: pH y terneza. En: Seminario de Actualización Técnica:

Cruzamientos en Bovinos para Carne. Resultados FPTA 083. INIA Serie actividades de difusión 295, pp 63-67.

53. FRENCH, P.; O' RIORDAN, E.G.; O'KIELY, P.; CAFFERY, P.J.; MOLONEY, A.P. 2001. Intake and Growth of Steers Offered Differents Allowances of Autumn Grass and Concentrates. In: Animal Science 72. Part 1: 129-137.

54. FRIZZI, J.; SEGREDO, M.. 2001. Engorde de corderos sobre verdeos de invierno. Tesis Ingeniero Agrónomo. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 118 p.

55. GALLARDO, M.; CASTRO, H.; CASTILLO, A. 1996. Estrategias de alimentación y manejo de las pasturas en verano. Material compilado en la Jornada de Actualización de Lechería, E.E.F.A.S., Salto, Diciembre de 1996.

56. GALLARDO, M. 1999. Alimentación. Importancia de la fibra en el otoño. INTA EEA Rafaela. Chacra Nº 821, Abril 1999. Suplemento Especial Tambo Nº 2.pp 10-14.

57. GALLARDO, M. 2000. Alimentación. El Bosteo, un buen semáforo. INTA EEA Rafaela. Infortambo Nº 140, Septiembre, 2000.pp 110-114.

58. GANZÁBAL, A. 1997a. Alimentación de ovinos con pasturas sembradas. INIA. Serie Técnica Nº 84. 43 p.

59. GANZÁBAL, A. 1997b. Suplementación de ovinos en condiciones de pasturas mejoradas. En: Suplementación estratégica de la cría y recría ovina y vacuna. INIA. Serie de Actividades de Difusión Nº 129, pp III-1-III- 4.

60. GARCÍA, A. 1994a. El medio ambiente ruminal. En: Pasturas y Producción Animal en Áreas de Ganadería Extensiva. INIA. Serie Técnica Nº 13, pp 201-203.

61. GARCÍA, A. 1994b. Valor Nutritivo de los suplementos disponibles en Uruguay. En: Pasturas y Producción Animal en Áreas de Ganadería Extensiva. INIA. Serie Técnica Nº 13, pp 204-217.

62. GARCÍA, J.; PERALTA, A. 1985. Implantación de Pasturas Asociadas 1. Efectos de cultivos forrajeros. En: Investigaciones Agronómicas Nº 6. Año 6 Nº 1. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger ". pp 30-33.

63. GUARINO, L.; PITTALUGA, F. 1999. Efecto de la carga animal y la suplementación sobre la producción y calidad de carne y lana de corderos Corriedale sobre una mezcla de Triticale y Raigrás en la Región de Areniscas.

Tesis Ingeniero Agrónomo. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 127p.

64. GUNTER, S.A.; MCCOLLUM, F. T.; GILLEN, R.L. 1997. Forage Intake and Site and Extent of Digestion in Beef Cattle Grazing Midgrass Praire Rangeland of Plains Bluestem Pasture Throughout the Summer. Journal of Animal Science 75 (2): 490 - 501.

65. HODGSON, J. 1975. The influence of grazing pressure and stocking rate on herbage intake and animal performance. British Grassland Society. Occasional Symposium N° 8. pp 93-103.

66. HODGSON, J. 1981. Variations in the surface characteristics of the sward and the shorterm rate of herbage intake by calves and lambs. Grass and Forage Science 36 (1): 49-57.

67. HODGSON, J. 1982. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by grazing animal. In: J.B. Hacker (edition) Nutritional limits to animal production from pastures. Commonwealth Agric. Bureaux. Slought U. K. pp 154-156.

68. HODGSON, J. 1990. Grazing management., Science into practice. Longman Scientific & Technical. Whittemore, C.. Simpson, K. (Ed). 203 p.

69. HORN, G.W.; MC COLLUN, F. T. 1987. Energy supplementation of grazing ruminant. Proceding grazing livestock. Nutrition Conference.

70. ILLIUS, A. W.; JESSOP, N. S. 1996. Metabolic Constraints on Voluntary Intake in Ruminants. Journal of Animal Science. 74 (12): 3052-3062.

71. JAGUSH, K. T.; RATTRAY, P.V.; OLIVER, T.W.; COX, N. R. 1979. The effect of herbage yield and allowance on grows and carcass characteristics of weanded lambs. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 39: 255-259.

72. JAGUSH, K. T. 1981. Producción de Ganado sobre pasturas. En: Langer, R.H.M. Las pasturas y sus plantas. Editorial Hemisferio Sur. pp 271-287.

73. JOSIFOVICH, J. A. 1995. Invernada en el norte de la provincia de Buenos Aires. Primera edición. Argentina, Editorial Hemisferio Sur. pp 319.

74. JUAN, N.A.; JOULI, R.R. 1998. Silage de sorgo granífero y verdeo de Avena para invernada a campo. En: Revista Argentina de Producción Animal 18 NA 56 pp 43-50.

75. JUNG, H.G.; SAHLU, T. 1989. Influence of grazing pressure on forage quality and intake by sheep grazing smooth brome grass. Journal of Animal Science 67 (8): 2089-2097.

76. JUNG, H.G., ALLEN, M.S. 1995. Characteristics of Plant Cell Wall Affecting Intake and Digestibility of Forage by Ruminants. Journal of Animal Science. 73 (9): 2774-2790.

77. 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. . En: Invernada bovina en zonas mixtas. Claves para una actividad más rentable y eficiente. Agro 2 Córdoba. INTA. Argentina. pp 165-178.

78. KRYSL, L.J.; HESS, B.W.1993. Influence of Supplementation on Behaviour of Grazing Cattle. Journal of Animal Science 71 (9): 2546-2555.

79. LANGE, A.. 1980. Suplementación de pasturas par la producción de carne. 2ª edición CREA Argentina, Colección Investigación aplicada. 74 p.

80. LANGER, R. H. M. 1973. Las pasturas y sus plantas. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo. 514 p.

81. LATIMORI, J.N.; KLOSTER, A.M. 1997. Suplementación sobre pasturas de calidad. En: : Invernada bovina en zonas mixtas. Claves para una actividad más rentable y eficiente. Agro 2 Córdoba. INTA. Argentina. pp 93-114.

82. LEBORGNE, R.. 1982. Antecedentes técnicos y metodología para presupuestación en establecimientos lecheros. Proyecto URU 78/ 004, FAO . Montevideo, Hemisferio Sur. pp 7 – 33.

83. LUGINBUHL, J. M.; POND, K .R.; BURNS, J.C.1994. Whole-Tract Digesta Kinetics and Comparisson of Techniques for the Estimation of Fecal Output in Steers Fed Coastal Bermudagrass Hay at Four levels of Intake. Journal of Animal Science. 72 (1): 201-211.

84. MCDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J. F. D.1986. Nutrición Animal. 3° Edición, editorial Acribia. Zaragoza. 518 p.

85. METHOL, M. 1997. Heno: Valor nutritivo y factores que afectan su calidad. En: Pasturas y producción animal en áreas de ganadería intensiva. INIA. Serie Técnica N° 15, pp 93-102.

86. MEYER, J.H.; et al., 1957. Journal of Animal Science, 16 : 676, (Original no consultado; citado por BLASER, R.E.; HAMMES, R.C.; BRYAND, H.T.; HARDISON, W.A.; FONTENOT, J.P.; ENGEL, R.W. 1960. The effect of selective grazing on animal output. In: Proceedings of the eighth international Grassland Congress. 11 – 21 July, 1960. England, pp 601-606).

87. MIERES, J.M.1997. Tipo de suplementación y su efecto sobre el forraje. En: Suplementación estratégica para el engorde de ganado. INIA. Serie Técnica Nº 83, pp 11-15.

88. MILLOT, J.; REBUFFO, M.; ACOSTA, Y. 1981. Manejo: una condicionante del éxito en variedades de avena. Centro de Investigaciones Agronómicas. "Alberto Boerger ". Miscelánea Nº 36. pp.1-22.

89. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. 1979. Descripción de las Unidades de Suelos. En: Carta de Reconocimiento de Suelos. Tomo III. pp. 23-7.

90. MONTOSSI, F.; RISSO, D.; BERRETA, E.; LEVRATTO, J.; RODRÍGUEZ MOTTA, J. 1994. Uso estratégico de avena en la recría. En: Pasturas y Producción animal en Basalto. INIA Tacuarembó. Serie de Actividades de Difusión Nº 37. pp 23-32.

91. MONTOSSI, F.; RISSO, D. F.; PIGURINA, G. 1996. Consideraciones sobre utilización de pasturas. En: Producción y Manejo de Pasturas. INIA Tacuarembó. Serie Técnica Nº 80. pp 93-103.

92. MONTOSSI, F.; SAN JULIÁN, R.; LIMA, G.; MARCHESI, C. 1997. Utilización de Verdeos Invernales en el Engorde Ovino: 2 – Capones. INIA. Serie de Actividades de Difusión Nº 139. pp III-9 al III-16.

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

94. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Sixth Revised Edition. National Academy Press. Washington, D.C. 91 p.

95. NICOL, A. M.. 1989.Beef Cattle Production. Department of Animal Science, Lincoln College. 101 p.

96. NORBIS, H. M. 1994. Factores que influyen sobre el consumo voluntario y la performance animal. En: Utilización de pasturas. Publicación interna, Facultad de Agronomía. Código: 216. Montevideo, Uruguay. pp 33-68.

97. ORCASBERRO, R.; 1993. Suplementación invernal de vacunos con concentrados. En: VI Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica, Montevideo. Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay, pp 1-22, 1-30.

98. ORCASBERRO, R.; 1994. Suplementación y performance de ovinos y vacunos alimentados con forrajes. En: Pasturas y Producción Animal en Áreas de Ganadería Extensiva. INIA. Serie Técnica N° 13. 2ª Edición pp 225-230.

99. PAVAN, E.; SANTINI, F.J.; VAN OLPHEN, P.1998. Suplementación de vaquillonas en pastoreo de Avena con silaje de maíz y dos fuentes de N. En: Revista Argentina de Producción Animal. 18. NA 97. INTA, EEA Balcarce, FCA, VNMdP. pp: 88-89.

100. PEARSON, C.J.; ISON, R.L. 1994. Agronomía de los Sistemas Pastoriles. Traductor: J.L. Danelón. Edición Hemisferio Sur S..A. 1ª edición, 1994. 157 p.

101. PETIT, H.V.; FLIPOT, P.M. 1992. Feed Utilization of Beef Steers Fed Grass as Hay or Silage with or without Nitrogen Supplementation. Journal of Animal Science 70 (3) : 876-883.

102. PIGURINA, G.1989. Generalidades sobre suplementación en condiciones de pastoreo. En: Jornadas de Estrategias de Suplementación de Pasturas en Sistemas Intensivos. MGAP-DGTT-CIAAB. "La Estanzuela".

103. PIGURINA, G. 1994a. Suplementación dentro de una estrategia de manejo en áreas de ganadería extensiva. En: Pasturas y Producción Animal en Áreas de Ganadería Extensiva. INIA. Serie Técnica N° 13. 2ª Edición pp 195-200.

104. PIGURINA, G. 1994b. Uso de pastoreo de avena por horas como suplemento invernal de terneras destete. En: Avances en suplementación de la recría e invernada intensiva. INIA. Serie de Actividades de Difusión N° 34 pp 2.32–2.37.

105. PIGURINA, G.; BRITO, G; PITTALUGA, O; SCAGLIA, G; RISSO, D; BERRETTA, E. 1997. Suplementación de la recría en vacunos. En: Suplementación estratégica de la cría y recría ovina y vacuna. INIA. Serie de Actividades de Difusión N° 129 pp IV-1-IV-6.

106. REARTE, D.H. 2001. Sistemas pastoriles intensivos de producción de carne de la región Templada. drearte@balcarce.INTA.gov.ar

107. REBUFFO, M.; GARCÍA, J. A.1997. Importancia del ciclo de las variedades forrajeras en los sistemas intensivos. En: Pasturas y Producción Animal en Areas de Ganadería Intensiva. INIA. Serie Técnica Nº 15. pp 7-8.

108. RISSO, D.F.; ZARZA, A. 1981. Producción y Utilización de Pasturas Para Engorde. En: Utilización de apsturas y engorde eficiente de novillos. Miscelánea Nº 28. La Estanzuela, CIAAB, pp 7-23.

109. RISSO, D.; CIBILS, R.; ZARZA, A.1989. Estrategias de suplementación en invernada. En: Jornadas de estrategia de suplementación de pastura en sistemas intensivos. MGAP–DGTT–CIAAB. "La Estanzuela".

110. RISSO, D. F. 1997. Producción de Carne Sobre Pasturas. En: Suplementación Estratégica Para el Engorde de Ganado. INIA. Serie Técnica Nº 83. pp 1-6.

111. RISSO, D.; AHUNCHAIN, M.; CIBIIS, R.; ZARZA, A. 1997.Suplementación en invernadas del Litoral. En: Pasturas y Producción Animal en áreas de Ganadería Intensiva. INIA. Serie Técnica Nº 15. pp 51-65.

112. ROSSO, O. P.; CHIFFLET, S. 1992. Avena: Producción de forraje y utilización en la alimentación de vacunos. INTA Balcarce. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Argentina.

113. ROVIRA, J.1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Editorial Hemisferio Sur. 288 p.

114. SALUZZI, L.; TROANI, B.H.; NICOLAS, M.A. 1998. Efecto de las Dietas Bases y Previa Consumida por Novillos sobre la Degradabilidad en Rumen de Diferentes Forrajes. En: Revista Argentina de Producción Animal. 18. NA 51 pp 45-46.

115. SANTINI, J.F.; REARTE, D.H.1997. Estrategia de alimentación en invernada. En: Suplementación estratégica para el engorde de ganado. INIA. Serie Técnica Nº 83, pp 37-45.

116. SAS Proc. GLM (SAS Institute Inc.) 1993. Versión 6.12.

117. SCOLLAN, N. D.; LEE, M. R. F.; KIM, J. E. 1998. Alteration of Efficiency of Meat Production in Beef Cattle by Manipulating Diets. In: Symposium Series 2, 8ª WCAP. pp 92-108.

118. TERRA, J.A.; SCAGLIA, G.; GARCÍA PRÉCHAC, F.; BLANCO, F. 1997. Avances sobre alternativas tecnológicas para producción forrajera en Lomadas

del Este. En: Producción Animal. Unidad Experimental Palo a Pique. Actividades de Difusión Nº 136. INIA Treinta y Tres. pp 67-79.

119. TERRA, J. A.; SCAGLIA, G.; ROVIRA, P.; GARCÍA PRÉCHAC, F. 2001. Resultados físicos y económicos. En: Siembra Directa y Rotaciones Forrajeras en las Lomadas del Este: Síntesis 1995-2000. Serie Técnica Nº 125. INIA Treinta y Tres. pp 79-90.

120. VAN SOEST, P.J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. Ruminant Metabolism, Nutritional Strategies, the Cellulolytic Fermentation and the Chemistry of Forages and Plant Fibers. Cornell University Press. 373 p.

121. VANZANT, E.S.; COCHRAN, R.C.1994. Performance and Forage Utilization by Beef Cattle Receiving Increasing Amounts of Alfalfa Hay as a Supplement to Low-Quality, Tallgrass-Prairie Forage. Journal of Animal Science. 72 (4): 1059 - 1067.

122. VAZ MARTINS, D.1997. Suplementación estratégica en condiciones de pastoreo limitante. En: Suplementación estratégica para el engorde de ganado. INIA. Serie Técnica Nº 83, pp17 –22.

123. VAZ MARTINS, D.; CIBILS, R.; AUNCHAÍN, M.; DE LAMARE, M.C. 1998. Engorde de Novillos en base a silo de maíz suplementado con pasturas o expeler de girasol. En: Utilización de Ensilajes de Maíz y Grano para el Engorde de Novillos. INIA Serie Técnica Nº 98. pp 1-12.

124. ZANONIANI, R. A.; DUCAMP, F. 2000. Consideraciones a tener en cuenta en la elección de verdeos de invierno. Nota técnica. En: Revista de la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni. Cangüé Nº 18. Mayo 2000. Facultad de Agronomía. Paysandú. pp: 22 - 26.

9. ANEXOS

ANEXO 1: Planilla control de lluvias UEPP, año 2001.

MES DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOT MES
ENERO								12	48	23				20				10									110					223
FEBRERO											22	40												50								112
MARZO				38		12									13						15	43	14	32					8			175
ABRIL					5				35																							40
MAYO	90	15							20								10					12									45	192
JUNIO	45	67	12	11	20										30	15																200
JULIO										5	45									35					15						10	110
AGOSTO						7										21		15								6						49
SETIEMBRE		65	40					45						6											5							161
OCTUBRE	53	21	17	4,5				9										140	5		35					25	18		35			362,5
NOVIEMBRE						7				35						4					15		42			5			4			112
DICIEMBRE					10	5	9														32											55,5
TOTAL ANUAL																																1792,0

ANEXO 2: Temperatura media para el año 2001 de UEPL.

mes d	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ENE	23,6	24,5	26,2	27,1	30,4	28,9	28,3	26	25,4	22,8	19,3	18,9	19,7	21	24,9	25,6	21,1	25,6	23,2	20,8	19,9	23,3	25,4	26,3	26,4	26,6	21,5	23	21,3	19,3	23,3
FEB	25,1	26,5	18,9	19,3	23,2	26	28,1	25,5	27,7	25,5	20,8	20,7	19,9	21,7	22,1	21,1	21,4	24,3	25,7	24,6	25,7	27,5	28,7	22,4	22,8	22,5	25,9	26,2			
MAR	27	27	27,3	27,1	27,9	25,1	22,4	22	21,5	25,1	24,7	23,5	24,9	25,6	26	24,8	24,7	25,1	17,9	17,4	19,8	21,9	23	22,6	23	19,3	20,3	19,6	20,3	20,3	19,6
ABR	20,4	20	18,1	18,9	18,9	17,7	16,8	20,6	16,5	18,9	19,1	20,9	20,7	23	20,3	17,2	19,1	21,9	19,8	15,8	13,4	11,8	14,9	13,9	13,2	18,1	16,5	13,6	11,7	15,3	
MAY	17,4	13,4	11,2	12	13,4	11,4	13,9	16,3	15,9	13,2	11,1	12,4	9	10,6	11,2	13,8	14,9	14,4	13,3	14,1	13,6	16,1	13,6	14,2	15,5	16,2	17,6	14,3	19,3	16,5	19,8
JUN	19,4	17,4	18,5	17	18,1	12,4	12,9	15,4	16,6	18,4	17,4	19,1	19,6	21	12,9	11,3	10,8	10,1	10,2	7,85	7,3	7,7	8	9,1	12,2	9,95	8,5	10,3	12,1	14,6	
JUL	13,4	13,3	14,5	11,6	9,95	8,5	18,6	18,7	18,6	10,2	9,3	6,3	7,2	10,6	10	15,9	16,2	13,5	12,3	13,4	10,1	6,65	4,95	6,8	11,1	7,6	5,8	6	7,8	13,3	17,5
AGO	18,6	21,8	20,9	16,6	17,9	17,7	11,4	11,5	10,8	12,6	13,9	18,4	18,6	20,3	17	18,3	17,9	15,6	11,1	10,8	10,5	11	12,9	17,1	14,6	17,3	14,3	13,6	13,8	18,6	17,7
SET	17,2	13,6	13,6	13,9	13,6	14,3	16,1	13,7	11,3	10,5	10,9	11,0	10,5	12	10	9,3	8,6	14,1	15,7	17,4	16,3	19,8	19,5	19	14,9	13,8	13,2	16,5	18,5	16,9	
OCT	20,4	18	18,6	17,4	17,5	18,9	18,1	19,2	17,7	19,5	14,9	12,4	15,9	16,2	17,3	17,1	18,1	20,3	22,2	21,8	15,9	14,3	16	18,1	20,8	21,4	21,2	19,9	22,3	19	17,9
NOV	16,7	16,1	17,9	18,5	20,7	21,4	18	17,5	16,7	19,5	19,3	19,1	18,9	21,2	18,9	15,4	15,9	20,4	22,4	24,4	25,2	23,5	23,7	14,8	14,7	17,5	18,9	16,8	17,4	18	
DIC	19,2	17,6	17,2	18,3	18,6	20,3	22,6	14,8	14,7	16,7	19,6	22,8	24	21,9	19,5	19,0	20,3	19,7	23	23,9	19	19,3	19,4	20,3	21,1	22,2	24,7	24,8	23,6	23,7	24

ANEXO 3 : Número de días con heladas para el año 2001 y promedio, de la UEPL.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2001	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
MEDIA	0	0	0	0	1	4	4	2	1	0	0	0	11

ANEXO 4: Fórmulas utilizadas para el cálculo de disponibilidad de forraje.

Para el cálculo del porcentaje de materia seca se tomó en cuenta los datos de peso verde y seco de la muestra, aplicando la fórmula:

$$MS\ (\%) = \frac{\text{Peso seco de la muestra (kg)} * 100}{\text{Peso fresco de la muestra (kg)}}$$

El cálculo del forraje disponible pre y post pastoreo se realizó según la fórmula:

$$\text{Forraje disponible (KgMS/ha)} = \frac{\text{Peso seco de la muestra (kg)} * 10000\ m^2}{0{,}1\ m^2}$$

Donde: 10000 m^2 es el área de una hectárea; y 0,1 m^2, es el área del rectángulo utilizado en el corte.

ANEXO 5: Disponibilidad promedio del forraje ofrecido (kg MS/ha) para todo el período experimental y para los dos tratamientos.

DISPONIBILIDAD (Kg MS/ha)		
FECHA	Sin fardo	Con Fardo
28/6/01	2920,1	3009,6
11/7/01	2928,2	3151,7
23/7/01	3261,7	2735,0
1/8/01	2844,6	2493,0
13/8/01	3329,6	3987,4
27/8/01	2881,8	2890,0
6/9/01	2384,8	2475,2
Prom	2935	2963

Referencias: fecha = de cada fecha de corte y entrada a pastoreo.

ANEXO 6: Disponibilidad promedio del forraje rechazado (kg MS/ha) para todo el período experimental y para los dos tratamientos.

REMANENTE (Kg MS/ha)		
FECHA	Sin fardo	Con Fardo
11/7/01	2293,1	2015,9
23/7/01	1431,9	1701,8
1/8/01	2048,9	1983,6
13/8/01	1561,2	1273,8
27/8/01	2059,7	1887,7
6/9/01	1236,7	1255,6
19/9/01	1798,6	1647,5
Prom	1775,7	1680,8

Referencias: fecha = da cada fecha de corte y salida de pastoreo.

ANEXO 7: Disponibilidad (kg MS/ha) y altura (cm), para el forraje pre pastoreo, por tratamiento, por fecha de entrada y para cada verdeo.

Raigrás					Avena – Raigrás				
28-Jun	Altura		Disp		23-Jul	altura		Disp	
	s f	c f	s f	c f		s f	c f	s f	c f
	17	24	2134	2924		19	22	3701	4019
	20	24	1724	2955		17	11	3082	2356
	25	22	2921	2263		19	18	3712	2744
	21	21	3555	2333		13	13	2908	1750
	21	20	2517	1367		19	13	3908	2034
	24	31	3408	3942		13	14	1870	2032
	31	28	3632	3759		13	15	2882	3835
	23	21	2991	3906		22	16	4058	2750
	26	28	3399	3637		17	14	3235	3095
11- Jul	17	28	2381	3419	1- Ago	16	11	2471	1746
	20	23	2371	2571		16	10	2524	2133
	19	22	2814	1891		16	10	2522	2228
	27	31	3311	4023		17	21	2907	4151
	25	27	3583	3597		15	8	2653	1609
	24	28	3106	3956		19	5	3664	1584
	17	19	2172	3145		15	9	2711	2112
	24	21	3687	2744		14	17	2817	2985
	26	19	3480	3018		19	16	3332	3887
13-Ago	21	S/d	4548	S/d	6-Sep	18	18	2746	2581
	20	17	2419	4014		16	17	2152	1622
	19	21	3666	4211		15	14,3	2058	1958
	19	20	3335	4045		16	15,3	2541	1971
	24	21	4570	4470		21	16	2746	2664
	10	20	1709	2975		18	21	2253	2534
	24	21	4305	3773		18	17,7	2404	3044
	15	22	3243	4474		16	18	2093	2299
	12	25	2172	3937		22	15,7	2470	3605
27-Ago	16	20	2614	2982					
	24	14	3205	2877					
	21	17	2746	2402					
	27	21	2626	2897					
	22	22	2781	3502					
	24	20	3622	2835					
	29	20	2860	3245					
	34	25	3141	3427					
	24	15	2341	1841					

Referencias: cf = tratamiento con fardo; sf = tratamiento sin fardo. S/d = sin dato.

ANEXO 8: Disponibilidad (kg MS/ha) y altura (cm), para el forraje post pastoreo, por tratamiento, por fecha de entrada y para cada verdeo.

Raigras					Avena – Raigras				
11-Jul	altura		Disp		01-Ago	altura		Disp	
	S f	c f	s f	c f		s f	c f	s f	c f
	14	13	1810	1729		7	2,33	1861	580
	10	17	2526	1583		6	7,33	1472	1817
	11	16	3124	1369		7,66	5,66	2733	2132
	9	15	2234	1313		4,66	6,66	1827	1861
	23	15	2940	3128		6	5,33	1676	1664
	15	15	2015	2669		6,66	8,33	3340	2444
	14	11	1751	2129		5,66	7,66	1904	2433
	10	19	2628	1946		3,66	6	1788	2803
	14	13	1850	2522		6,33	5,33	2054	2118
	14	13	2053	1770					
23-Jul	8,33	8	2111	1361	13-Ago	8,67	6	1432	2296
	15	8,33	2034	1701		4	3,33	1304	897
	5,66	13,66	1035	2168		5,33	6,33	1235	1130
	13	7,66	1740	1645		7,67	6,67	1358	1664
	10,33	8	1474	1610		5	7,67	1170	1526
	7	12	1112	2804		5	3,33	1483	1031
	5,33	7,66	622	1285		7,33	4	2081	651
	8	10,66	977	1324		5	10,33	1647	1616
	8,66	8,66	1516	1419		7,67	6,33	2099	1025
	5,33	s/d	1698	s/d		6,67	5,67	1803	901
27-Ago	11,33	10	2186	2246	19-Sep	6	6	1138	1092
	7,67	8,67	1829	1630		6,67	7,33	1148	1680
	5	9	1182	1460		8,33	7,67	1968	1411
	9	15,00	2068	3651		9,33	7,33	1589	1495
	8,67	11	2623	2300		6,33	11,67	1612	2102
	6	8	1945	1527		11,67	7,33	2846	1424
	5,67	7,33	1052	1469		6,67	7	1224	1630
	11,33	10,67	2806	1043		5,33	8,67	1022	2608
	8,33	11,33	2749	1663		13	4,33	3600	1195
	7	s/d	2156	s/d		6	6	1839	1158
06-Sep	7,67	9	1021	663					
	10,33	11,67	1027	1371					
	9	8	1224	1298					
	6,33	8	1171	1013					
	7	10,33	1110	1814					
	9,33	7,66	1149	1208					
	8,67	8,66	1321	1543					
	10	8	1321	1144					
	7	8,33	1145	1435					
	8,67	9,33	1878	1066					

Referencias: cf = tratamiento con fardo; sf = tratamiento sin fardo. S/d = sin dato.

ANEXO 9: Composición botánica (%), del verdeo raigrás pre y post pastoreo, según fecha de entrada y salida del pastoreo y por tratamiento.

Potrero 9 Raigrás								
Ofrecido	S/F	C/F	S/F	C/F	S/F	C/F	S/F	C/F
	28 Jun		11 Jul		13 Ago		27 Ago	
	%							
Rg hoja	68	64	54	52	53	51	57	48
Rg tallo	19	19	17	15	23	20	19	20
Remanente	S/F	C/F	S/F	C/F	S/F	C/F	S/F	C/F
	11 Jul		23 Jul		27 Ago		6 Set	
R secos	25	34	35	34	50	42	34	39
Rg hoja	46	45	32	36	25	28	32	30
Rg tallo	29	21	33	30	25	29	34	31

Referencias: S/F = sin fardo; C/F = con fardo

ANEXO 10: Composición botánica (%), del verdeo de avena - raigrás pre y post pastoreo, según fecha de entrada y salida del pastoreo y por tratamiento.

Potrero 11 Avena – Raigrás						
Ofrecido	S/F	C/F	S/F	C/F	S/F	C/F
	23 Jul		1 Ago		6 Set	
	%					
R secos	22	23	43	24	19	27
Rg hoja	43	35	27	36	43	39
Rg tallo	18	13	9	15	22	21
Av hoja	13	21	16	16	10	7
Av. Tallo	4	8	6	9	7	5
		Potrero 11				
Remanente	S/F	C/F	S/F	C/F	S/F	C/F
	1 Ago		13 Ago		19 Set	
R secos	48	45	45	31	36	42
Rg hoja	16	17	19	29	21	19
Rg tallo	24	19	17	21	37	33
Av hoja	6	10	9	10	2	2
Av. Tallo	6	10	10	8	3	5

Referencias: S/F = sin fardo; C/F = con fardo.

ANEXO 11: Valor nutritivo estimado por ecuaciones NIRS para los componentes botánicos del forraje pre y post pastoreo, y para los fardos utilizados.

			%					
N°	Descripción	potrero	MS*	DMO*	PC*	Ceniza*	FDA*	FDN*
1	MS total Disp	9 p1+3	93	63	15	12	30	53
2	Rg H Disp	9 p1+3	90	64	18	12	28	53
3	Rg T Disp	9 p1+3	88	68	10	7	22	44
4	R.Secos Disp	9 p1+3	89	50	12	11	50	74
5	MS total Rech	11 p1+3	92	56	10	15	40	59
6	Rg H Rech	11 p1+3	88	64	15	12	30	53
7	Rg T Rech	11 p1+3	86	65	10	9	27	43
8	R.Secos Rech	11 p1+3	90	44	8	19	59	76
9	MS total Disp	11 p1+3	91	62	13	11	32	53
10	Rg H Disp	11 p1+3	90	65	18	13	27	51
11	Rg T Disp	11 p1+3	88	68	8	7	23	41
12	R.Secos Disp	11 p1+3	88	46	10	9	54	72
13	MS total Rech	9 p1+3	91	59	13	12	37	61
14	Rg H Rech	9 p1+3	88	63	18	13	30	58
15	Rg T Rech	9 p1+3	88	65	11	8	28	50
16	R.Secos Rech	9 p1+3	88	47	12	13	54	76
17	Fardo 1 perif	9 p3	94	46	10	9	55	78
18	Fardo 2 perif	9 p4	94	47	9	11	55	78
19	Fardo 3 perif	11 p1	94	42	11	18	65	81
20	Fardo 4 perif	11 p2	92	47	9	11	54	81
21	Fardo 6 perif	11 p1	94	43	8	13	60	79
22	Fardo 8 perif	9 p3	94	47	8	12	54	83

Referencias: * datos expresados en Materia Seca; N° = número de la muestra enviada; MS = materia seca; DMO = Digestibilidad de la materia orgánica; PC = proteína cruda; FDA = fibra detergente ácido; FDN = fibra detergente neutro. Para el caso del potrero mezcla avena raigras (n° 11) se analizó solamente para la fracción raigrás. P 1+3 = muestras correspondientes a las parcelas 1 y 3 de los dos tratamientos, con y sin fardo.

El NIRS es parte de la región del espectro electromagnético comprendida entre los 700 a 2500 nanómetros y es en esta porción del espectro en el cual los compuestos orgánicos presentan una baja absorción comparando con otras regiones del infrarrojo. La baja absorción permite que la radiación infrarroja penetre muestras sin preparación, modificación ó dilución. La radiación incidente en la muestra provoca la vibración de los enlaces covalentes de las uniones Carbono-Hidrógeno, Oxígeno-Hidrógeno y Nitrógeno-Hidrógeno, constituyentes principales de las proteínas, azúcares, grasas y humedad de la muestra (Cozzolino, 2001).

ANEXO 12: Valor nutritivo estimado por Química húmeda para los componentes botánicos del forraje pre y post pastoreo, y para los fardos utilizados.

	%			
N°	MSA	FDA	FDN	fecha
1	93	29	47	28/06
2	89	24	41	28/06
3	87	21	38	28/06
4	87	45	66	28/06
5	94	40	57	01/08
6	88	27	40	01/08
7	88	22	41	01/08
8	91	53	67	01/08
9	92	30	48	23/07
10	89	24	38	23/07
11	88	20	39	23/07
12	89	46	67	23/07
13	91	36	53	11/07
14	87	28	45	11/07
15	87	26	45	11/07
16	88	49	67	11/07
17	93	53	76	29/06
18	94	49	74	29/06
19	94	57	69	29/06
20	93	49	77	29/06
21	94	49	77	27/08
22	95	51	77	27/08

Referencias: Descripción y potrero idem anexo 10 porque los dos análisis se realizaron a las mismas muestras. Fecha corresponde a fecha de corte.

ANEXO 13: Pesos (kg) de los animales del tratamiento con fardo según fecha de pesada.

N° Carav.	N° Anim	28/06	11/07	26/07	8/08	22/08	5/09	19/09	20/09 *
8231	0	398	417	426	459	473	486	516	471
8232	1	391	410	418	445	458	462	484	432
8173	2	405	432	447	479	497	516	546	500
8263	3	392	404	425	444	459	478	506	461
8328	4	427	436	456	479	489	504	536	486
8315	5	422	410	429	455	479	486	510	475
8327	6	429	450	469	497	524	540	568	526
8310	7	391	411	427	453	468	477	504	469
8330	8	427	438	455	493	512	524	550	494
8304	9	402	415	432	452	472	486	510	464
Promedio (kg)		408,4	422,3	438,4	465,6	483,1	495,9	523	477,8

Referencias: * pesos con 24 horas ayuno.

ANEXO 14: Pesos (kg) de los animales del tratamiento sin fardo según fecha de pesada.

N° Carav.	N° Animal	28/06	11/07	26/07	8/08	22/08	5/09	19/09	20/09*
8277	0	408	405	433	460	476	498	482	478
8146	1	397	413	434	469	488	510	532	489
8237	2	425	451	466	490	510	528	534	514
8170	3	404	411	388	458	480	502	506	469
8205	4	408	416	440	451	469	487	516	474
8251	5	414	418	433	458	475	494	514	473
8280	6	430	433	454	479	510	504	544	498
8302	7	395	414	433	465	474	504	530	487
8326	8	427	424	452	469	495	506	536	487
8292	9	373	387	400	426	446	457	483	434
Promedio (kg)		408,1	417,2	433,3	462,5	482,3	499	517,7	480,3

Referencias: * pesos con 24 horas ayuno.

ANEXO 15: Peso inicial del fardo 1 utilizado (con su ubicación detallada), remanentes diarios (o según especificado), y peso al finalizar el período.

FARDO 1. POTRERO 9. PARCELA 3		
Peso Total	361 kg	
28/06		
Fecha	Peso (kg)	
29/06	7,658	
02/07	25,195	2 días
03/07	9,11	
04/07	3,68	
05/07	2,835	
06/07	4,055	
09/07	3,885	2 días
10/07	5,125	
11/07	4,625	
Peso Final	239 kg	
14/07		

Referencias: Fecha = de las recolecciones del remanente del heno; 2 días = cuando la recolección corresponde al remanente de dos días.

ANEXO 16: Peso inicial del fardo 2 utilizado (con su ubicación detallada), remanentes diarios (o según especificado), y peso al finalizar el período

FARDO 2. POTRERO 9. PARCELA 4		
Peso Total	351 kg	
11/07		
Fecha	Peso (kg)	
12/07	21,17	
13/07	12,07	
16/07	18,655	2 días
17/07	8,78	
19/07	12,775	2 días
20/07	14,165	
23/07	7,48	2 días
Peso final	179 kg	
26/07		

Referencias: Fecha = de las recolecciones del remanente del heno; 2 días = cuando la recolección corresponde al remanente de dos días.

ANEXO 17: Peso inicial del fardo 3 utilizado (con su ubicación detallada), remanentes diarios (o según especificado), y peso al finalizar el período

FARDO 3. POTRERO 11. PARCELA 1		
Peso Total	472 kg	
23/07		
Fecha	Peso (kg)	
24/07	13,85	
26/07	15,05	2 días
27/07	2,65	
01/08	13,05	4 días
Peso Final	362,5 kg	
01/08		

Referencias: Fecha = de las recolecciones del remanente del heno; 2; 4 días = cuando la recolección corresponde al remanente de dos días, y 4 días respectivamente.

ANEXO 18: Peso inicial del fardo 4 utilizado (con su ubicación detallada), remanentes diarios (o según especificado), y peso al finalizar el período.

FARDO 4. POTRERO 11. PARCELA 2		
Peso Total	420 kg	
1/08		
Fecha	Peso (kg)	
2/08	10,9	
6/08	6	3 días
7/08	2,5	
8/08	3,05	
10/08	5,1	2días
13/08	6,85	2 días
Peso final	316 kg	
13/08		

Referencias: Fecha = de las recolecciones del remanente del heno; 2; 3 días = cuando la recolección corresponde al remanente de dos días, y 3 días respectivamente.

ANEXO 19: Peso inicial del fardo 8 utilizado (con su ubicación detallada), remanentes diarios (o según especificado), y peso al finalizar el período.

FARDO 5. POTRERO 9. PARCELA 3		
Peso total	385 kg	
13/08		
Fecha	Peso (kg)	
16/08	19,8	3 días
17/08	5,35	
20/08	5,05	2 días
22/08	2,65	2 días
23/08	3,05	
27/08	2,95	3 días
Peso final	325 kg	
27/08		

Referencias: Fecha = de las recolecciones del remanente del heno; 2; 3 días = cuando la recolección corresponde al remanente de dos días, y 3 días respectivamente.

ANEXO 20: Peso inicial del fardo 6 utilizado (con su ubicación detallada), remanentes diarios (o según especificado), y peso al finalizar el período.

FARDO 6. POTRERO 11. PARCELA 1		
Peso total	368 kg	
10/09 *		
Fecha	Peso (kg)	
17/09	22,75	7 días
18/09	1,85	
Peso final	265 kg	
19/09		

Referencias: Fecha = de las recolecciones del remanente del heno; 7 días = cuando la recolección corresponde al remanente de siete dos días; * = los animales ingresaron a la parcela el 6

de setiembre, pero el fardo fue colocado el 10 de ese mes debido a fuertes precipitaciones ocurridas el día 6.

ANEXO 21: Consumo estimado de fardo, por animal y por día.

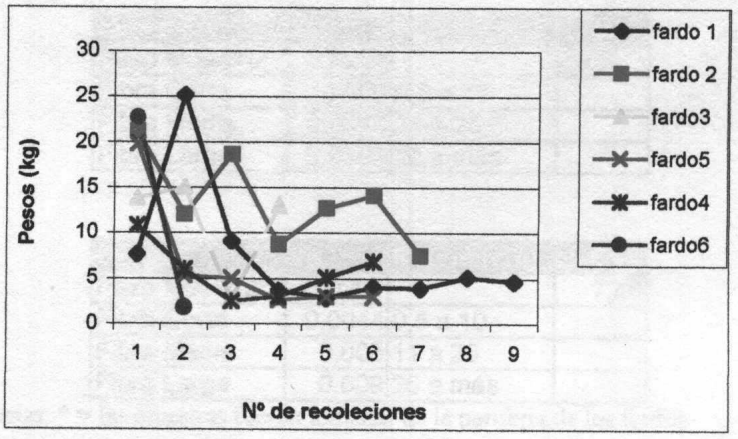
Fardo (número)	Consumo estimado (kg/an/dia)
F1	0,47
F2	0,64
F3	0,72
F4	0,58
F5	0,15
F6	0,87
Prom	0,570

Referencias: F1,F2, F3, F4, F5, F6 = número de los fardos, en orden que fueron utilizados.

La estimación del consumo diario e individual de fardo se calculó mediante la siguiente fórmula:

Consumo estimado (kg / animal /día) = (Peso inicial fardo en kg – (peso final + peso diario rechazados en kg))/ 10 animales / número de días de ocupación.

ANEXO 22: Evolución del remanente de cada fardo por período.



ANEXO 23: Caracterización del largo de fibra (cm) en tres rangos, de los fardos utilizados y porcentaje de materia seca (%).

Fardo 1	kg	Rango (cm)	% MS
Peso Muestra*	0,0428		80,1
Fibra Corta	0,0241	0,5 a 10	
Fibra Media	0,0113	11 a 25	
Fibra Larga	0,0091	26 a más	

Fardo 2	kg	Rango (cm)	% MS
Peso Muestra*	0,0907		78,3
Fibra Corta	0,021	0,5 a 10	
Fibra Media	0,0312	11 a 25	
Fibra Larga	0,0362	26 a más	

Fardo 3	kg	Rango (cm)	% MS
Peso Muestra*	0,0537		82,5
Fibra Corta	0,0216	0,5 a 10	
Fibra Media	0,0179	11 a 25	
Fibra Larga	0,0142	26 a más	

Fardo 4	kg	Rango (cm)	% MS
Peso Muestra*			65,8
Fibra Corta	0,0372	0,5 a 10	
Fibra Media	0,0275	11 a 25	
Fibra Larga	0,025	26 a más	

Fardo 6	kg	Rango (cm)	% MS
Peso Muestra*	0,0213		58,2
Fibra Corta	0,005	0,5 a 10	
Fibra Media	0,0049	11 a 25	
Fibra Larga	0,0104	26 a más	

Fardo 5	kg	Rango (cm)	% MS
Peso Muestra*	0,0201		72,6
Fibra Corta	0,0044	0,5 a 10	
Fibra Media	0,005	11 a 25	
Fibra Larga	0,009	26 a más	

Referencias: * = las muestras fueron tomadas de la periferia de los fardos.

ANEXO 24: Pesos (kg) de los novillos de cada lote; disponibilidad, asignación de forraje (como % del peso vivo) y dotación (UG/ha) para ambos tratamientos.

Pesos	Disponible	Asignacion	Dota inst.	Dot total
c/f	kg MS/ha	% PV	UG/ha	UG tot /ha
408	3010	8,5	6,7	1,7
422	3152	9,3	6,7	1,7
435	2735	10,5	6,7	1,7
451	2319	6,4	8	2,0
472	3987	9,1	8	2,0
488	2890	8,9	8	2,0
502	2475	5,7	8	2,0
s/f				
408	2920	8,3	6,7	1,7
417	2989	9,0	6,7	1,7
430	3262	12,7	6,7	1,7
446	2845	8,0	6,7	1,7
469	3330	7,6	8	2,0
488	2882	8,9	8	2,0
501	2385	5,5	8	2,0

Referencias: c/f = con fardo; s/f = sin fardo; dot inst = dotación istantánea en 1,5 hectáreas; dot tot = dotación total en las 6 hectáreas de cada tratamiento.

La estimación de los estimadores se basó en las fórmulas:

AF (%) = (Forraje disponible /día (kg)/ kg de peso vivo/ha)*100

$$\text{Dotación instantánea} = \frac{\text{N° de UG * N° de animales}}{\text{1,5 has}}$$

$$\text{Dotación total} = \frac{\text{N° de UG * N° de animales}}{\text{6 has (totales de rotación de cada tratamiento)}}$$

ANEXO 25: Ecuaciones utilizadas para estimar algunos parámetros de interés:

$$\text{Crecimiento (Kg MS/ha/d) para raigrás} = \frac{\text{Forr disponible 2 – Forr disponible 1}}{\text{Número de días}}$$

Donde el forraje disponible 1 es el de la primera parcela pastoreada, y el 2 el la segunda a pastorear.

$$\text{Crecimiento (Kg MS/ha/d) para avena – raigrás} = \frac{\text{Forr disp 2 – Rech 1}}{\text{Número de días}}$$

Forraje desaparecido (Kg MS/ha) = (Forraje disponible + crecimiento) – Remanente

Forr. desaparecido (g MS/kg PV/d) = Forraje desaparecido (Kg MS/an/d) *1000
Peso promedio (kg)

Forr. desaparecido (g MO/kg PV/d) = idem anterior , pero utilizando los datos expresados en materia orgánica (MS – Cenizas).

Utilización (%) = Forraje desaparecido (kg MS/ha) * 100
Forraje disponible + Crecimiento (kg MS/ha)

ANEXO 26: Ecuaciones utilizadas para estimar parámetros respecto a la calidad de la carne.

Rendimiento = Peso de la carcaza caliente *100
Peso en el frigorífico

Con los datos de la canal fría y caliente se estimó la merma por frío:

Merma por frío = Peso de la canal caliente (kg) – Peso de la canal fría (kg) *100
Peso de al canal caliente (kg)

ANEXO 27: Características de calidad de carne para los animales sin fardo.

N° anim	PV c (kg)	PV f (kg)	Carc (kg)	Rend (%)	carc f (kg)	M f (%)	L p (cm)	AOB (cm²)	Ph	P (kg)	T p (kg)	T (%)
1	574	530	277	52,3	274,6	0,87	131,5	54,43	4,59	56,2	4,31	50,2
3	554	500	270	54,0	268,2	0,67	129	54,17	4,55	57,2	3,70	50,5
4	560	515	273	53,0	269,6	1,25	131,5	63,31	4,67	56,6	5,07	50,7
2	584	545	292	53,6	288,8	1,10	129,5	58,56	4,36	59,4	5,41	49,5
5	556	515	268	52,0	265,2	1,04	130,5	57,12	4,36	56,2	4,34	50,4
0	564	505	271	53,7	268,6	0,89	130,5	59,82	4,44	55,6	4,46	49,7
6	591	530	284	53,6	280,4	1,27	132,5	57,8	4,55	59,4	4,62	50,1
9	506	460	250	54,3	248,4	0,64	126	57,98	5,17	52,8	4,83	49,9
7	576	515	276	53,6	273,8	0,80	129,5	47,57	4,57	58,2	4,17	49,3
8	572	515	273	53,0	271	0,73	128	60,3	4,54	57,2	5,16	49,9
Prom	563,7	513	273,4	53,3	270,86	0,92	129,9	57,11	4,58	56,88	4,61	50,02

Referencias: PVc=peso vivo a campo; PVf=peso vivo frigorífico; Carc=carcasa; Rend=rendimiento; Carc f=carcasa fría; M f=merma por frío; L p= largo promedio de la carcasa; AOB=área ojo de bife; P=corte pistola; T p=terneza promedio; T=trasero.

ANEXO 28: Características de calidad de carne para los animales con fardo.

N° anim	PV c (kg)	PV f (kg)	Carc (kg)	Rend (%)	carc f (kg)	M f (%)	L p (cm)	AOB (cm²)	Ph	P (kg)	T p (kg)	T (%)
2	568	520	274	52,7	270,8	1,17	132	54,32	4,46	57,4	4,06	49,3
0	543	500	274	54,8	271,8	0,80	129	53,83	4,43	55,4	4,68	49,2
1	504	460	236	51,3	233,4	1,10	126	53,26	4,60	50,2	3,89	50,1
3	538	480	261	54,4	259,6	0,54	127	59,87	4,40	54,6	6,14	50,1
9	544	500	260	52,0	257,2	1,08	129	49,39	4,40	55,0	4,14	51,5
7	534	500	257	51,4	255,2	0,70	128	58,73	4,44	54,2	6,08	50,5
5	550	510	254	49,8	251,8	0,87	129	60,02	4,49	54,4	5,76	50,7
6	602	555	303	54,6	300,2	0,92	134	59,83	4,54	62,4	4,71	49,4
4	552	510	271	53,1	268,4	0,96	133	46,98	4,46	57,8	4,87	51,6
8	586	520	283	54,4	281	0,71	134	56,10	4,44	59,8	4,95	51,2
Prom	552,1	505,5	267,3	52,9	264,94	0,88	130	55,23	4,5	56,12	4,9269	50,4

Referencias: PVc=peso vivo a campo; PVf=peso vivo frigorífico; Carc=carcasa; Rend=rendimiento; Carc f=carcasa fría; M f=merma por frío; L p= largo promedio de la carcasa; AOB=área ojo de bife; P=corte pistola; T p=terneza promedio; T=trasero.

ANEXO 29: Cortes de carne de los animales sin fardo.

CORTES												
N° anim	Lomo (kg)	Bife (kg)	Cuadr (kg)	N ad (kg)	N af (kg)	Bola (kg)	Colita (kg)	Tort (kg)	garr (kg)	Recort (kg)	G (kg)	H (kg)
1	1,90	5,13	5,39	7,41	7,19	4,46	1,12	1,88	1,88	3,40	4,94	11,48
3	2,10	5,76	5,58	7,15	7,53	4,48	1,29	1,81	1,77	2,45	5,16	11,86
4	2,00	5,35	6,70	7,70	6,60	4,80	1,15	1,75	1,65	2,25	5,55	11,15
2	2,40	5,00	6,10	7,30	7,35	4,70	1,30	1,90	1,75	3,25	5,65	12,75
5	2,25	4,40	6,50	7,45	6,85	4,95	1,15	2,05	1,90	2,25	4,10	11,75
0	1,95	4,65	5,80	7,00	7,35	4,75	1,10	1,85	1,70	2,65	4,50	11,75
6	2,20	5,20	6,10	7,50	7,75	5,05	1,35	2,05	2,00	3,45	3,60	13,00
9	2,10	5,06	5,22	7,37	6,78	4,33	1,05	1,87	1,80	2,59	3,76	10,94
7	2,03	5,76	5,33	7,44	7,10	4,38	1,20	1,79	1,91	3,06	4,74	12,84
8	2,15	5,00	6,20	7,60	6,85	4,70	1,20	1,80	1,60	2,75	4,15	12,40
Prom	2,11	5,13	5,89	7,39	7,14	4,66	1,19	1,88	1,80	2,81	4,62	11,99

Referencias: cuadr=cuadril; N ad=nalga adentro; N af=nalga afuera; Tort=tortuga; garr=garrón; recort=recortes; G=grasa; H=hueso.

ANEXO 30: Cortes de carne de los animales con fardo.

CORTES												
N° anim	Lomo (kg)	Bife (kg)	Cuadr (kg)	N ad (kg)	N af (kg)	Bola (kg)	Colita (kg)	Tort (kg)	garr (kg)	Recort (kg)	G (kg)	H (kg)
2	2,04	5,49	5,76	7,95	7,41	4,91	1,53	2,12	2,04	2,24	3,65	12,50
0	2,10	5,35	5,12	7,21	6,32	4,44	1,47	1,61	1,86	2,74	4,68	10,97
1	1,90	4,60	4,60	6,25	6,65	3,90	1,00	1,75	1,75	2,70	4,25	10,85
3	2,00	4,35	5,50	6,75	6,95	4,35	1,20	1,90	1,70	2,90	4,95	11,75
9	2,00	5,75	6,50	6,75	6,65	4,45	1,20	1,65	1,70	2,65	4,40	11,50
7	2,19	5,18	5,20	7,22	6,95	4,33	1,12	1,58	1,57	2,51	4,90	11,05
5	1,93	5,27	4,86	7,59	6,78	4,56	1,24	1,78	1,88	2,34	4,25	11,70
6	2,25	5,90	7,15	8,00	7,10	5,20	1,40	2,05	2,10	3,30	5,25	12,65
4	2,00	5,60	5,46	7,76	7,24	4,59	1,14	1,84	1,79	2,36	5,55	11,57
8	2,23	5,36	5,34	8,19	8,22	5,30	1,05	1,90	2,06	3,31	4,78	11,98
Prom	2,06	5,29	5,55	7,37	7,03	4,60	1,24	1,82	1,85	2,71	4,67	11,65

Referencias: cuadr=cuadril; N ad=nalga adentro; N af=nalga afuera; Tort=tortuga; garr=garrón; recort=recortes; G=grasa; H=hueso.

ANEXO 31: Datos de terneza de los animales sin fardo

No. Anim	P M F (g)	P M C (75) g	P peso (%)	Terneza									Prom
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	180,4	109,2	39,5	4,3	3,9	3,4	3,9	4,0	5,0	4,2	5,3	4,7	4,3
3	238,8	153,3	35,8	3,8	3,1	3,2	4,4	3,8	4,5	3,6	3,1	3,7	3,7
4	203,3	118,0	41,9	4,9	5,1	5,5	4,3	5,9	5,4	5,4	4,7	4,2	5,1
2	113,9	69,7	38,7	5,1	5,1	5,9	5,7	7,4	2,5	5,9	6,0	5,0	5,4
5	160,8	100,2	37,7	4,8	4,3	4,6	3,9	4,3	4,7	4,8	3,4	4,2	4,3
0	199,1	123,0	38,2	4,3	5,1	3,5	5,6	4,3	4,3	4,4	5,3	3,3	4,5
6	168,5	108,4	35,65	3,9	5,3	4,5	4,7	4,4	4,8	4,6	4,6	4,8	4,6
9	185,2	112,4	39,28	4,0	4,4	5,1	5,5	3,7	5,1	6,3	4,7	4,6	4,8
7	194,4	118,3	39,18	3,9	3,5	3,7	4,9	4,8	4,5	4,2	3,8	4,0	4,2
8	203,5	129,1	36,58	4,9	6	5,1	4,8	5,9	5,6	5,1	4,5	4,6	5,2

Referencias:PMF = peso de muestra fresca; PMC = peso muestra cocida; P peso = pérdida peso.

ANEXO 32: Datos de terneza de los animales con fardo

No. Anim	PMF (g)	PMC (75°) g	P peso (%)	Terneza									Prom
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2	176,6	113,6	35,7	3,0	3,5	4,6	5,2	3,9	4,4	4,4	3,3	4,1	4,1
0	157,5	98,9	37,2	5,5	4,0	4,3	5,1	5,4	4,8	4,3	4,0	4,7	4,7
1	220,3	136,7	37,9	4,1	4,3	3,5	3,7	3,3	3,8	3,5	3,6	5,3	3,9
3	138,4	88,2	36,2	3,4	4,9	6,6	6,4	7,6	5,9	6,0	7,1	7,4	6,1
9	187,7	117,2	37,6	3,9	4,3	4,2	3,8	4,8	4,9	3,3	4,6	3,3	4,1
7	254,4	158	37,9	6,8	5,6	5,9	6,7	6,1	6,7	6,5	5,4	4,9	6,1
5	194,3	114,8	40,9	5,1	5,6	4,4	6,6	4,6	6,3	5,9	6,7	6,6	5,8
6	151,4	97,9	35,3	5,5	4,8	4,9	4,7	4,6	2,6	4,8	5,2	5,4	4,7
4	222,8	141,6	36,4	4,3	5,7	5,4	5,0	5,3	5,0	4,3	4,0	4,8	4,9
8	149,9	88,8	40,7	5,6	5,7	3,3	5,5	4,5	5,4	5,0	5,7	3,8	4,9

Referencias:PMF = peso de muestra fresca; PMC = peso muestra cocida; P peso = pérdida peso.