



FACULTAD DE
AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

**EFFECTO DE LA CARGA Y DE LA
SUPLEMENTACION SOBRE LA PRODUCCION
Y CALIDAD DE CARNE DE CORDEROS PESADOS
PASTOREANDO AVENA BYZANTINA
EN LA REGION ESTE**

por

Luis Ignacio DE BARBIERI ETCHEBERRY
Fernando José RADO CUADRADO
Luis Esteban XALAMBRI MEDICI

T E S I S

2000

MONTEVIDEO

URUGUAY

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**EFFECTO DE LA CARGA Y DE LA SUPLEMENTACION SOBRE LA PRODUCCION Y
CALIDAD DE CARNE DE CORDEROS PESADOS PASTOREANDO *AVENA
BYZANTINA* EN LA REGION ESTE.**

por

**Luis Ignacio DE BARBIERI ETCHEBERRY
Fernando José RADO CUADRADO
Luis Esteban XALAMBRÍ MEDICI**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2000**

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. PhD. Fabio Montossi

Ing. Agr. PhD. Daniel Fernández

Ing. Agr. Lucía Surraco

Fecha:

Autores:

Ignacio De Barbieri

Fernando Rado

Luis Xalambri

A NUESTROS FAMILIARES Y AMIGOS.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) en particular a la Estación Experimental del Norte y a la Estación Experimental del Este, por permitimos llevar a cabo el presente trabajo experimental, aportando el material experimental y la infraestructura necesaria para la ejecución del mismo.

Al personal técnico y de campo de la Unidad Experimental "Palo a Pique" de INIA Treinta y Tres, al personal del Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela, del Laboratorio de relación Planta-Animal de INIA Tacuarembó, del Laboratorio de Lanass del Secretariado Uruguayo de la Lana y al personal y administración del Frigorífico Casablanca S.A. por su cooperación para que el presente trabajo llegare a término con éxito.

Al DMV Luis Castro y al señor Ricardo Robaina del Departamento de Control de Calidad del Instituto Nacional de Carnes (INAC), por la realización de la clasificación y tipificación de las canales y por haber intervenido durante el proceso de desosado.

Al personal técnico de las bibliotecas de INIA Tacuarembó, Facultad de Agronomía (EEMAC y casa central), Facultad de Veterinaria, Asociación Rural del Uruguay e Instituto Nacional de Carnes y a las personas y amigos que colaboraron en la elaboración de este trabajo, especialmente a la Ing. Agr. Mariana Ríos.

A los Ings. Agrs. Daniel Fernández Abella y Lucía Surraco, por sus aportes durante la corrección del trabajo.

Finalmente, deseamos agradecer al Ing. Agr. Msc. Roberto San Julián por su cooperación y asesoramiento y al Ing. Agr. PhD Fabio Montossi por su confianza y dirección en la etapa final del presente trabajo.

LISTA DE CUADROS, ILUSTRACIONES Y FOTOGRAFÍAS

Cuadro N°	Página
1. Comportamiento varietal en tres ambientes entre los años 1975 a 1980 de dos variedades de avena en INIA La Estanzuela.....	4
2. Comportamiento varietal de dos variedades de avena entre los años 1994 y 1997 en INIA La Estanzuela.....	5
3. Requerimientos energéticos (MJEM/día) de corderos en pastoreo.....	7
4. Requerimientos proteicos (%), de Ca (%) y de P (%) de corderos.....	7
5. Interrelaciones entre la disponibilidad y altura del forraje pre y post pastoreo en mezclas forrajeras invernales.....	10
6. Rango de variación en los componentes de la conducta animal en ovinos y bovinos pastoreando pasturas cultivadas en condiciones templadas de producción.....	14
7. Interrelaciones entre parámetros cuantitativos de mezclas forrajeras invernales y ganancia diaria de peso.....	17
8. Resultados de producción animal obtenidos en engorde de corderos pesados sobre cultivos forrajeros anuales invernales.....	24
9. Respuesta esperada en peso vivo y consumo de energía de vacunos y ovinos suplementados con energía, proteína o nitrógeno no proteico (NNP) y pastoreando forraje de diferentes niveles de disponibilidad, contenido de fibra y proteína.....	31
10. Resultados nacionales de producción y calidad de canal en engorde de corderos.....	39
11. Clasificación y Tipificación de Carne Ovina del Uruguay.....	40
12. Clasificación y Tipificación de corderos de Nueva Zelanda.....	41
13. Comparación de temperaturas, precipitaciones y heladas invernales, mensuales y acumuladas durante el año del experimento (1997) y el promedio de los años 1972-1998.....	43
14. Historia agrícola de los potreros seis y diez (Unidad Experimental INIA "Palo a Pique").....	46
15. Composición química del suplemento mineral utilizado.....	46
16. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la disponibilidad del forraje ofrecido (kgMS/ha) en cada ciclo de pastoreo y en el total del período experimental.....	53

17. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la altura del forraje ofrecido (cm) en cada ciclo de pastoreo y en el total del período experimental.....	55
18. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la disponibilidad del forraje rechazado (kgMS/ha) en cada ciclo de pastoreo y en el total del período experimental.....	56
19. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la altura del forraje rechazado (cm) en cada ciclo de pastoreo y en el total del período experimental.....	58
20. Correlaciones entre las características cuantitativas de la pastura pre y post pastoreo.....	60
21. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la proporción de los diferentes componentes botánicos del forraje ofrecido y rechazado para el total del período experimental.....	63
22. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre el valor nutritivo (% en base a materia seca) del forraje ofrecido y rechazado para el total del período experimental.....	67
23. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre el valor nutritivo (% en base a materia seca) del componente hoja verde para el total del período experimental.....	70
24. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre el valor nutritivo (% en base a materia seca) del componente tallo verde para el total del período experimental.....	72
25. Distribución proporcional de la materia seca por estrato de altura según carga animal y suplementación, en los ciclos de pastoreo 2 y 3.....	74
26. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la conducta animal en los ciclos de pastoreo 2 y 3.....	78
27. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la ganancia diaria (g/an/día).....	80
28. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la evolución de peso vivo lleno (kg).....	84
29. Correlaciones entre las características de la pastura y la ganancia diaria de peso vivo lleno.....	85
30. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la condición corporal final (CC).....	88

31. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la producción, crecimiento y características cualitativas de la lana.....	90
32. Evolución del consumo diario de suplemento (g/an/día) según la carga animal.....	91
33. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre los parámetros evaluados pre y post faena.....	92
34. Tipificación de las canales (%) por tratamiento según INAC (1996).....	94
35. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre el peso (kg) y la proporción (%) de los cortes con hueso.....	95
36. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la cobertura de grasa (GRi), el peso (kg) y la proporción (%) de los cortes sin hueso.....	96
37. Correlaciones entre diferentes parámetros estimados pre y post faena.....	97
38. Correlaciones entre los pesos de los cortes sin hueso considerados valiosos y los parámetros estimados pre y post faena.....	98
39. Performance individual y por unidad de superficie en los diferentes tratamientos.....	104

Figura N°	Página
1. Tasa de crecimiento estimada de verdeos de avena obtenida a partir de ensayos realizados entre los años 1975 y 1980 en épocas de siembra tempranas (1 ^{er} al 15 de marzo). INIA La Estanzuela.....	3
2. Producción estacional de forraje (kgMS/ha) de LE 1095a en dos años (1995 y 1996).....	5
3. Mecanismos de regulación del consumo.....	12
4. Influencia de la altura de la pastura sobre los componentes del comportamiento ingestivo.....	13
5. Asociaciones entre consumo animal y características y métodos de asignación de pastura para gramíneas y leguminosas.....	15
6. Valor nutritivo de la avena por estratos de altura.....	19
7. Relaciones entre dotación y (a) performance individual o (b) producción animal por unidad de superficie.....	22
8. Efecto de la asignación y disponibilidad de forraje sobre la ganancia de peso vivo de ovejas en otoño.....	24
9. Esquema de la relación entre pastura y suplemento sobre el consumo animal total (pastura + suplemento).....	29
10. Influencia de la digestibilidad del forraje en el efecto de sustitución del concentrado por forraje.....	30
11. Respuesta a la suplementación de novillos a dos presiones de pastoreo.....	32
12. Cambio en las proporciones de los diferentes tejidos corporales (hueso, músculo y grasa) en función del estado de madurez.....	36
13. Distribución de los tratamientos en el área del ensayo.....	45
14. Asociación entre la altura y la disponibilidad del forraje ofrecido.....	61
15. Asociación entre la altura y la disponibilidad del forraje rechazado.....	62
16. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre el promedio de las proporciones (% en base a materia seca) de los componentes botánicos del forraje disponible pre pastoreo para el total del período experimental.....	64
17. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre el promedio de las proporciones (% en base a materia seca) de los componentes botánicos del forraje disponible post pastoreo para el total del período experimental.....	64

18. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre el promedio de las proporciones (% en base a materia seca) de los componentes botánicos del forraje disponible pre y post pastoreo para los ciclos 1 y 2 de pastoreo.....	65
19. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre el promedio de las proporciones (% en base a materia seca) de los componentes botánicos del forraje disponible pre y post pastoreo para los ciclos 3 y 4 de pastoreo.....	66
20. Evolución del valor nutritivo del forraje disponible pre (O) y post pastoreo (R).....	68
21. Comparación entre el valor nutritivo del forraje ofrecido obtenido mediante el método de corte (OF) y por la técnica de handplucking (HP) para los ciclos de pastoreo 2 y 3.....	69
22. Evolución del valor nutritivo del componente hoja verde del forraje pre (a) y post pastoreo (b).....	71
23. Evolución del valor nutritivo del componente tallo verde del forraje pre (a) y post pastoreo (b).....	72
24. Distribución de la materia seca en proporción por estrato de altura en la carga animal alta con suplementación para cada ciclo de pastoreo.....	75
25. Distribución de la materia seca en proporción por estrato de altura en la carga animal alta sin suplementación para cada ciclo de pastoreo.....	75
26. Distribución de la materia seca en proporción por estrato de altura en la carga animal media con suplementación para cada ciclo de pastoreo.....	76
27. Distribución de la materia seca en proporción por estrato de altura en la carga animal media sin suplementación para cada ciclo de pastoreo.....	76
28. Distribución de la materia seca en proporción por estrato de altura en la carga animal baja con suplementación para cada ciclo de pastoreo.....	77
29. Distribución de la materia seca en proporción por estrato de altura en la carga animal baja sin suplementación para cada ciclo de pastoreo.....	77
30. Efecto de la carga animal sobre la evolución de la ganancia diaria (g/an/día) de peso vivo y en el total del período experimental.....	82
31. Efecto de la suplementación sobre la evolución de la ganancia diaria (g/an/día) de peso vivo y en el total del período experimental.....	83
32. Evolución de peso vivo lleno (kg) por tratamiento.....	84
33. Regresión entre la ganancia diaria de peso vivo (g/an/día) y la disponibilidad del forraje rechazado (kgMS/ha).....	86
34. Regresión entre la ganancia diaria de peso vivo (g/an/día) y la altura del forraje rechazado (cm).....	86

35. Regresión entre la ganancia diaria de peso vivo (g/an/día) y la altura del forraje rechazado hasta 20 cm (cm).....	87
36. Regresión entre la ganancia diaria de peso vivo (g/an/día) y la disponibilidad del forraje rechazado hasta 3000 kgMS/ha (kgMS/ha).....	88
37. Relación entre condición corporal y peso vivo llenos finales.....	89
38. Crecimiento de lana ($\mu\text{g}/\text{an}/\text{día}$) según carga animal y suplementación para el total del período experimental.....	90
39. Regresión entre la condición corporal (puntos) y el peso de la canal caliente (kg).....	100
40. Regresión entre el peso vivo final (kg) y el peso de la canal caliente (kg).....	100
41. Regresión entre los diferentes parámetros estimados de producción de carne y el peso de la pierna con cuadril (kg).....	102
42. Regresión entre los diferentes parámetros estimados de producción de carne y el peso del bife (kg).....	103
43. Producción de peso vivo (kg) y lana (kg) por unidad de superficie (ha) y tasa promedio de ganancia diaria individual (g/an/día) en los diferentes tratamientos.....	105

Foto N°	Página
1. Vista parcial del ensayo al inicio del segundo ciclo de pastoreo.....	54
2. Vista de la disponibilidad del forraje rechazado por cada carga animal.....	57
3. Vista de la altura de regla del forraje rechazado de las parcelas correspondientes a cada carga animal.....	59
4. Vista de los corderos consumiendo suplemento.....	92
5. Vista de los cortes sin hueso considerados valiosos.....	96

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	IV
LISTA DE CUADROS, ILUSTRACIONES Y FOTOGRAFÍAS	V
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LA ESPECIE FORRAJERA UTILIZADA EN EL PRESENTE TRABAJO EXPERIMENTAL	3
2.2 REQUERIMIENTOS DE CORDEROS EN ENGORDE	6
2.3 EFECTO DE LA CARGA SOBRE LA PRODUCCIÓN ANIMAL Y VEGETAL	8
2.3.1 <u>Introducción</u>	8
2.3.2 <u>Pasturas</u>	9
2.3.2.1 Características	9
2.3.2.2 Tasa de crecimiento	10
2.3.2.3 Utilización	11
2.3.2.4 Pisoteo, deyecciones y defoliación	11
2.3.3 <u>Producción animal</u>	12
2.3.3.1 Conducta animal	12
2.3.3.2 Consumo	14
2.3.3.2.1 <u>Factores de la pastura que afectan el consumo</u>	15
2.3.3.3 Selectividad animal	20

2.3.3.4	Evolución del peso vivo	21
2.3.3.5	Crecimiento y calidad de lana	25
2.4	EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN ANIMAL Y VEGETAL	26
2.4.1	<u>Introducción</u>	26
2.4.2	<u>Factores que afectan la suplementación</u>	27
2.4.2.1	Pastura	27
2.4.2.2	Animal	28
2.4.2.3	Suplemento	28
2.4.2.4	Interacción pastura-animal-suplemento	29
2.4.3	<u>Efecto de la suplementación</u>	31
2.4.3.1	Conducta animal	31
2.4.3.2	Producción animal	33
2.4.4	<u>Factores a considerar</u>	34
2.5	CALIDAD DE CARNE	34
2.5.1	<u>Introducción</u>	34
2.5.2	<u>Efecto del plano nutricional</u>	36
2.5.3	<u>Sistema de clasificación y tipificación de canales ovinas</u>	39
2.5.4	<u>Presentaciones comerciales de carne ovina</u>	41
2.5.4.1	Cortes con hueso	41
2.5.4.2	Cortes sin hueso	42
3.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	43
3.1	LOCALIZACIÓN, SUELO, INFORMACIÓN CLIMÁTICA Y DURACIÓN DEL PERÍODO EXPERIMENTAL	43

3.2 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO	44
3.2.1 <u>Animales y tratamientos</u>	44
3.2.2 <u>Sanidad</u>	44
3.2.3 <u>Pastura</u>	44
3.2.4 <u>Suplemento</u>	46
3.3 DETERMINACIONES	47
3.3.1 <u>En la pastura</u>	47
3.3.1.1 Disponibilidad de forraje (ofrecido y rechazo) y valor nutritivo	47
3.3.1.2 Altura de forraje	48
3.3.1.3 Composición botánica de la pastura	48
3.3.1.4 Estructura vertical	48
3.3.1.5 Muestreo manual (handplucking)	48
3.3.2 <u>En los animales</u>	49
3.3.2.1 Evolución del peso vivo	49
3.3.2.2 Condición corporal	49
3.3.2.3 Conducta de pastoreo	49
3.3.2.4 Crecimiento, calidad y producción de lana	49
3.3.2.5 Peso y grado de cobertura de grasa de la canal	50
3.3.2.6 Clasificación y Tipificación de las canales ovinas	51
3.3.3 <u>En el suplemento</u>	51
3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL	51
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	53
4.1 RESULTADOS DEL FORRAJE	53

4.1.1 <u>Forraje ofrecido</u>	53
4.1.1.1 Disponibilidad del forraje ofrecido	53
4.1.1.2 Altura del forraje ofrecido	55
4.1.2 <u>Forraje rechazado</u>	55
4.1.2.1 Disponibilidad del forraje rechazado	55
4.1.2.2 Altura del forraje rechazado	58
4.1.3 <u>Análisis de las asociaciones encontradas entre las diferentes características cuantitativas estudiadas de la pastura</u>	60
4.1.3.1 Correlaciones entre las características cuantitativas de la pastura	60
4.1.3.2 Regresión entre disponibilidad y altura del forraje	61
4.1.4 <u>Composición botánica</u>	62
4.1.4.1 Composición botánica del forraje ofrecido y de rechazo	
4.1.5 <u>Valor nutritivo</u>	67
4.1.5.1 Valor nutritivo del forraje	67
4.1.5.1.1 <u>Composición del valor nutritivo del forraje ofrecido por las técnicas de corte y muestreo manual (handplucking)</u>	69
4.1.5.2 Valor nutritivo de los componentes botánicos (verde y seco) del forraje ofrecido y de rechazo	70
4.1.6 <u>Estructura vertical</u>	73
4.2 RESULTADOS DE PRODUCCIÓN ANIMAL	78
4.2.1 <u>Conducta de pastoreo</u>	78
4.2.2 <u>Evolución de ganancia de peso vivo</u>	80
4.2.3 <u>Asociación entre ganancia de peso vivo y características cuantitativas de la pastura</u>	84

4.2.3.1	Correlaciones entre ganancia de peso vivo y características cuantitativas de la pastura	84
4.2.3.2	Regresiones entre ganancias de peso vivo y características cuantitativas de la pastura	85
4.2.4	<u>Condición corporal final</u>	88
4.2.4.1	Asociaciones entre condición corporal y peso vivo final	88
4.2.5	<u>Crecimiento y calidad de lana</u>	89
4.2.6	<u>Consumo y eficiencia de conversión de suplemento</u>	91
4.2.7	<u>Calidad de las canales</u>	92
4.2.7.1	Tipificación de las canales	93
4.2.7.2	Cortes con hueso	94
4.2.7.3	Cortes sin hueso	95
4.2.8	<u>Análisis de las asociaciones existentes entre los diferentes parámetros de producción de carne estimados pre y post faena</u>	97
4.2.8.1	Correlaciones entre los diferentes parámetros de producción de carne estimados pre y post faena	97
4.2.8.2	Regresiones entre los diferentes parámetros de producción de carne estimados pre y post faena	99
4.2.9	<u>Producción por unidad de superficie</u>	103
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	106
6.	<u>RESUMEN</u>	108
7.	<u>SUMMARY</u>	110
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	112
9.	<u>ANEXO</u>	122

1 INTRODUCCIÓN

La explotación ovina del Uruguay constituye uno de los rubros de mayor importancia en la economía nacional, con una marcada orientación hacia la producción de lana. La depresión registrada en el precio internacional de la lana en los últimos años ha repercutido negativamente en la rentabilidad y la competitividad del sector.

Asociadas a estos bajos precios de la lana, existen buenas oportunidades para la colocación de carne ovina en diferentes mercados, tanto en el ámbito regional como mundial, lo que ha incrementado el interés de los productores de disponer de nuevas alternativas tecnológicas enfocadas hacia la producción de carne ovina, que permitan incrementar la productividad y los ingresos del sector (Montossi *et al.*, 1997).

Adicionalmente, a las diversas oportunidades de colocación de productos cárnicos ovinos con que cuenta el país (corderos livianos "primor" y de Navidad, corderos y borregos/corderos "coludos" y animales adultos), se ha incursionado recientemente en la exportación de corderos "pesados" (animales diente de leche) con pesos vivos en el rango de 34 a 45 kg y con un grado de terminación adecuada (con una condición corporal mínima de 3.5, en una escala de 0 a 5).

La producción y comercialización de los corderos pesados se ha realizado con un enfoque de integración vertical, donde la industria (Frigorífico San Jacinto y CLU) y los productores, con el apoyo del SUL, establecen un contrato con derechos y obligaciones entre las partes, lo cual ha favorecido el desarrollo, la estabilidad y el crecimiento de este negocio (Montossi *et al.*, 1998).

Este nuevo producto aparece sustituyendo las tradicionales exportaciones uruguayas a Europa de carne ovina proveniente de animales adultos (capones y ovejas). En cuanto al mercado regional (Brasil, Argentina y Chile) existe un gran potencial futuro, particularmente, si se considera el elevado número de habitantes y las ventajas comparativas para la producción ovina de Uruguay frente a los países de la región (Vázquez Platero y Picerno, 1997).

La comercialización de los corderos pesados se realiza entre Marzo y Octubre, que para las razas ovinas de doble propósito mayoritarias del país, ocurre al año siguiente de su nacimiento, por lo que adquiere gran importancia la tasa de crecimiento que se logre durante el proceso de engorde. Adecuadas ganancias de peso y buena terminación (cobertura de grasa) de los corderos solo se logran sobre pasturas mejoradas (praderas convencionales y/o verdeos invernales y/o mejoramientos de campo natural), de alta producción forrajera y valor nutritivo, y/o con la incorporación de suplementos concentrados conjuntamente con un adecuado manejo sanitario (Banchemo y Montossi, 1998; Parma, 1999).

Esta alternativa tecnológica, basada en los genotipos de mayor difusión en el país, apunta simultáneamente a no deteriorar la producción de lana en cantidad y calidad, así como al logro de un abastecimiento de corderos con una menor zafralidad que la habitual, mejorando el perfil de ingresos del rubro, junto con el logro de muy altas producciones de carne por unidad de

superficie (Azzarini, 1996). Montossi *et al.* (1998) considera que el engorde ovino presenta posibilidades muy interesantes para su implementación, ya sea como un complemento a otras actividades de producción animal en sistemas laneros o para aquellos sistemas especializados en la invernada ovina.

Desde 1994 se vienen realizando estudios experimentales sobre engorde de corderos por parte del INIA, en las regiones ganaderas de Basalto (Montossi *et al.*, 1998), Cristalino del Este (Scaglia *et al.*, 1999), Areniscas (San Julián *et al.*, 1999) y Litoral Oeste (Banchemo *et al.*, 1999) con el fin de evaluar:

- a) el comportamiento de diferentes combinaciones de especies y variedades forrajeras de INIA en el engorde ovino.
- b) el efecto de carga animal, suplementación y sistemas de pastoreo sobre la producción individual y por superficie tanto de lana como de carne.
- c) la calidad de las canales obtenidas y sus posibilidades de comercialización y colocación en el mercado.
- d) la viabilidad económica de las diferentes alternativas propuestas.

Los estudios experimentales efectuados en la Estación Experimental del Este de INIA caracterizan a la *Avena byzantina* como un cultivo anual invernal de alta producción y valor nutritivo (Carámbula *et al.*, 1996). Dentro de esta especie se encuentra el cultivar LE 1095a, que por su gran variabilidad genética se adapta a un amplio rango de situaciones (Carámbula *et al.*, 1996).

El objetivo general de este trabajo experimental es evaluar el efecto de la carga animal y la suplementación con afrechillo de trigo sobre la producción y calidad de carne ovina y lana de corderos pesados pastoreando *Avena byzantina* cv. LE 1095a, así como el efecto de estos factores sobre la productividad y valor nutritivo del cultivo mencionado.

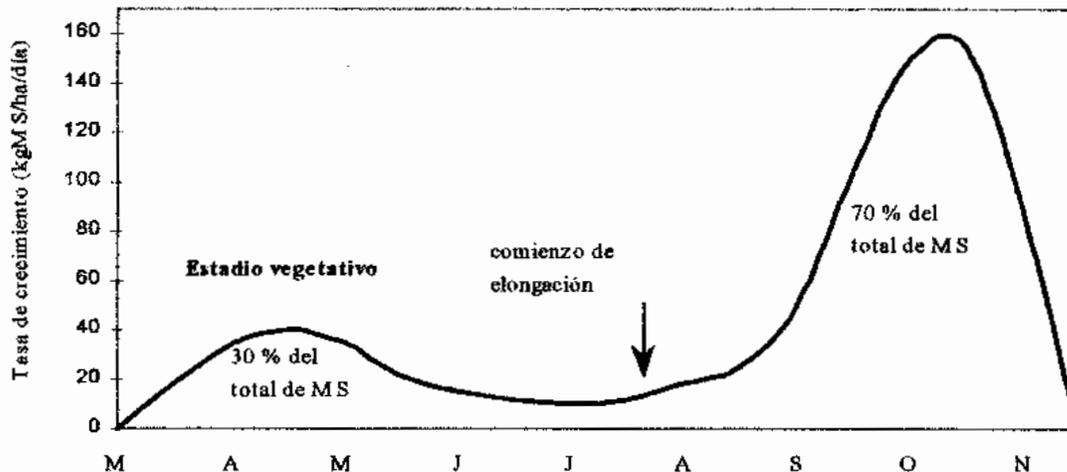
2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LA ESPECIE FORRAJERA UTILIZADA EN EL PRESENTE TRABAJO EXPERIMENTAL

Las pasturas naturales de la Región Este del Uruguay presentan una marcada estacionalidad con un período bien definido de carencia forrajera invernal. En este sentido, los cultivos forrajeros anuales invernales compuestos por gramíneas se presentan como una alternativa interesante para disponer de una alta producción y calidad de forraje para enfrentar este momento crítico del año para la alimentación animal. Los más utilizados son en base a gramíneas invernales: avena, raigrás, cebada, trigo y centeno. Estudios efectuados en la Estación Experimental del Este de INIA Treinta y Tres demuestran que la avena se presenta como un cultivo forrajero invernal de una alta precocidad en la producción, siempre que la siembra del mismo sea realizada de acuerdo a lo recomendado técnicamente (Carámbula *et al.*, 1996).

Debido a las condiciones ecológicas de Uruguay, los rendimientos obtenidos con avena en nuestro país se pueden considerar mayores a los registrados en países con agricultura muy desarrollada (Inglaterra, U.S.A. y Nueva Zelanda). En la Figura 1 se presentan las tasas de crecimiento diario estimadas a partir de resultados obtenidos en INIA La Estanzuela como promedio de 6 años en siembras tempranas (1^{er} al 15 de marzo) (Milot *et al.*, 1981a). Los mismos muestran una producción total promedio de forraje de 10.160 kgMS/ha.

Figura 1. Tasa de crecimiento estimada de verdeos de avena obtenida a partir de ensayos realizados entre los años 1975 y 1980 en épocas de siembras tempranas (1^{er} al 15 de marzo). INIA La Estanzuela.



Fuente: Adaptado de Milot (1981a).

La Figura 1 muestra que la mayor parte del desarrollo del cultivo se produce en primavera, si se alivia el pastoreo durante la elongación de los tallos (70% de la producción total), alcanzando tasas de crecimiento diario de hasta 150 kgMS/ha/día. En el otoño se produce un 20% del total, mermando la producción en el invierno (10%). Cuando no se realiza el alivio

correspondiente (para heno o grano), se compromete un 65% de la producción total (3560 kgMS/ha en pastoreo continuo) (Millot *et al.*, 1981a).

El cultivar LE 1095a liberado por INIA al mercado en 1925, durante los primeros años estaba constituido por una línea pura producto de una selección realizada sobre una población de *Avena byzantina* (C. Koch) originaria de Salto. Por sus bondades agronómicas se distribuyó rápidamente en todo el país y hoy se constituye en una serie de poblaciones multilíneas, originadas a partir de cruzamientos naturales y mezclas con otras avenas que le dan una gran estabilidad de comportamiento, resistencia al pastoreo y capacidad para el doble propósito (Millot *et al.*, 1981a).

El porte vegetativo predominante de este cultivar es semipostrado y se destaca de la mayoría de los cultivares comerciales por su excelente capacidad de macollaje y muy buen rebrote. Su variabilidad genética es la base de su excelente adaptación a la región. Se adapta muy bien a suelos de texturas medias a pesadas, bien drenados. Es especialmente indicada para pastoreos tempranos por presentar un muy buen rendimiento de otoño-invierno, ya sea en siembras puras o en mezclas (García *et al.*, 1991; Carámbula *et al.*, 1996).

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de producción de forraje, heno y grano en distintos ambientes para dos variedades de avena obtenidos en ensayos realizados entre los años 1975 y 1980 (Millot *et al.*, 1981a). Se puede observar también la resistencia a pulgón (*Schizapis graminum*, Rond.) y a las dos enfermedades más importantes de las avenas: roya de la hoja (*Puccinia coronata*, Cda.) y roya del tallo (*Puccinia graminis Pers. f. avenae*).

Cuadro 1. Comportamiento varietal en tres ambientes entre los años 1975 a 1980 de dos variedades de avena en INIA La Estanzuela.

Ambiente	Forraje (marzo-julio) (kgMS/ha)			Heno (julio-nov) (kgMS/ha)		
	Malo	Promedio	Bueno	Malo	Promedio	Bueno
RLE 115	2300	2896	3710	4865	7418	9450
LE 1095a	2200	2712	3395	3465	6302	8550
Ambiente	Producción de Grano (kg/ha)			Resistencia a Pulgón	Resistencia a Roya (%)	
	Malo	Promedio	Bueno		Hoja	Tallo
RLE 115	1104	1440	1800	media	2.8	1.8
LE 1095a	744	2081	2640	regular	9.4	7.8

Fuente: Adaptado de Millot (1981a).

En el Cuadro 2 se observan registros comparativos más recientes, entre estas dos variedades de avena, de producción de forraje (kgMS/ha) y producción de grano (kg/ha) para los años 1994 a 1997 inclusive y el rendimiento promedio de todo el período, para siembras realizadas en la primer quincena del mes de abril.

Cuadro 2. Comportamiento varietal de dos variedades de avena entre los años 1994 y 1997 en INIA La Estanzuela.

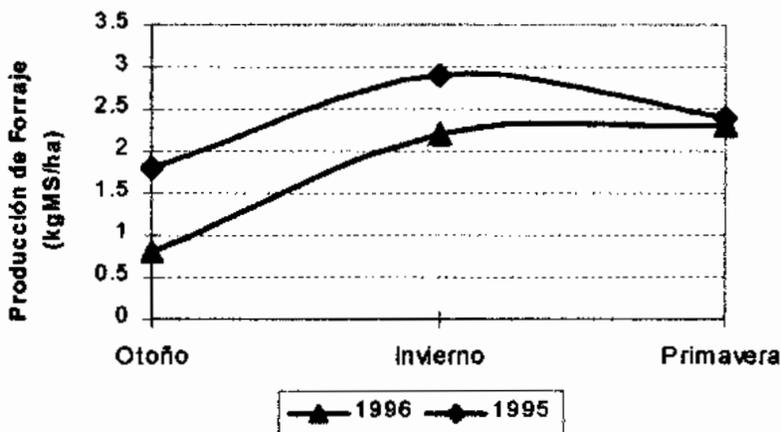
Forraje (siembras del 1 ^{ro} al 15 de abril) (kgMS/ha)					
Año	1994	1995	1996	1997	Promedio
RLE 115	3781	3348	3699	3024	3455
LE 1095a	3204	3348	3424	2541	3129
Producción de Grano (kg/ha)					
Año	1994	1995	1996	1997	Promedio
RLE 115	1921	609	1417	1145	1273
LE 1095a	1921	586	1728	763	1250

Fuente: Labandera *et al.* (1998).

La variedad LE 1095a se destaca por su gran estabilidad, a pesar de tener un potencial de producción menor que RLE 115 para producción de forraje, particularmente en ambientes más pobres. Mientras que las diferencias en producción de grano son pequeñas.

En la Figura 2 se observan registros de la producción estacional de forraje (kgMS/ha) en dos años consecutivos (1995 y 1996) para LE 1095a.

Figura 2. Producción estacional de forraje (kgMS/ha) de LE 1095a en dos años (1995 y 1996).



Fuente: Adaptado de Carámbula *et al.* (1996); Rebuffo (1998).

Millot *et al.* (1981b) sostienen que preparaciones tempranas del suelo, evitar las zonas bajas de mal drenaje y utilizar variedades precoces adaptadas al pastoreo y con excelente capacidad de rebrote durante el período invernal, permiten lograr una producción precoz de forraje en las avenas. Estos mismos autores, consideran que para lograr la mejor utilización y manejo de la avena se hace necesario utilizar un pastoreo rotativo controlado. El primer pastoreo conviene realizarlo cuando el cultivo alcanza unos 15 cm de altura (600-800 kgMS/ha) y los siguientes se pueden realizar a alturas aproximadas a los 20 cm (800-1000 kgMS/ha).

Pastoreos muy intensos hipotecan el adecuado rebrote del cultivo para los siguientes pastoreos, pues en el rastrojo (5-10 cm de altura) se encuentran alojadas la mayor parte de las

reservas que sustentarán el mismo. Luego de consumidas las hojas, se interrumpe el desarrollo radicular por 16 días, dependiendo el crecimiento de las hojas, posterior al pastoreo, exclusivamente de las reservas radiculares, que recuperarán su nivel original recién a los 10 días del pastoreo. Durante los meses invernales para nuestras condiciones ambientales, el desarrollo normal del cultivo bajo pastoreo rotativo ocupa un período de 20-25 días (Millot *et al.*, 1981b).

Montossi *et al.* (1998) trabajando con *Avena byzantina* obtuvieron valores de proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN) a comienzos de octubre (floración) de 7.6% vs 10.7% y 70% vs 62% para disponibilidades de forraje ofrecido de 6000 y 5000 kgMS/ha respectivamente. Por otra parte, Pigurina y Methol (1994) presentaron para avena valores de PC y digestibilidad de la materia orgánica (DMO) de 17.6% vs 5.8% y 77.0% vs 43.9% para estado vegetativo y madurez fisiológica respectivamente.

Montossi *et al.* (1996b), al experimentar con corderos pastoreando *Avena byzantina* LE 1095a a dos cargas (10 y 20 animales/ha) obtuvieron bajas utilidades del forraje, por lo que sugieren que es posible manejar cargas superiores a las mencionadas, particularmente desde mediados de invierno en adelante. Estos autores concluyeron que el engorde ovino sobre verdes de invierno es de sencilla implementación y manejo, con un gran potencial de productividad animal y de capacidad de carga.

2.2 REQUERIMIENTOS DE CORDEROS EN ENGORDE

Los requerimientos totales de energía de corderos en condiciones de pastoreo se encuentran principalmente determinados por: el peso vivo, la condición corporal, la tasa de ganancia diaria de peso vivo, la composición de la ganancia de peso vivo, el nivel de actividad dedicado a ingerir y cosechar el forraje y posibles efectos climáticos (Cuadro 3) (Geenty y Rattray, 1987).

Estos requerimientos totales de energía de los animales en condiciones de pastoreo son 10 a 20% mayores que los requerimientos de los mismos estabulados, debido al esfuerzo adicional que implica la búsqueda y cosecha del forraje así como a la influencia de las condiciones climáticas sobre la producción animal. Esta situación particular para sistemas pastoriles de producción animal se debe manejar en la realización de presupuestaciones forrajeras para cubrir los requerimientos de los animales en pastoreo (Hodgson, 1990). Ulyatt *et al.* (1980) sostienen que estos requerimientos adicionales de animales pastoreando son aún mayores, en el rango de 20 a 50%.

Los requerimientos netos de energía por kilogramo de peso vivo vacío van de 5 a 34 MJ/kg (NRC, 1985). El incremento en los requerimientos de energía depende de los cambios que ocurran en la composición corporal con el incremento de peso vivo. Los requerimientos de energía para crecimiento están determinados por las proporciones de grasa, proteína y agua de los tejidos depositados (Jones *et al.*, 1989).

Cuadro 3. Requerimientos energéticos (MJEM/día) de corderos en pastoreo.

ENERGÍA	Ganancia diaria (g/an/día)						
	0		100		200		300
Peso vivo (kg)⁽¹⁾							
20	5.7		9.5		13.3		17.1
30	7.7		12.4		17.1		21.8
40	9.5		15.4		21.3		27.2
Peso vivo (kg)⁽²⁾	0	50	100	150	200	250	300
20	6.5	8.0	9.5	11.0	12.5	14.0	15.5
25	8.0	9.5	11.0	13.0	14.5	16.5	18.0
30	9.0	11.0	13.0	15.0	17.0	19.0	21.0
35	10.0	12.0	14.5	16.5	19.0	21.0	23.0
40	11.0	13.5	16.0	18.5	21.0	23.5	26.0

Fuente: ⁽¹⁾ Ulyatt *et al.* (1980); ⁽²⁾ Geenty y Rattray (1987).

Los requerimientos proteicos declinan (como porcentaje en la dieta) a medida que el animal envejece y que engorda (Cuadro 4). La edad y la condición corporal del cordero, la historia nutricional previa, el tipo de alimentación, el tiempo de alimentación y cómo es procesado el alimento pueden afectar los requerimientos proteicos del animal. Se espera que los corderos más viejos que han alcanzado la mayor parte de su crecimiento, requieren menos proteína que los más jóvenes. Los corderos mal alimentados o muy parasitados se verían, muy probablemente, más beneficiados con niveles mayores de proteína en la dieta que los animales que no presentan estos problemas (Cuadro 4) (Orskov y Grubb, 1979; citados por Church, 1984).

Cuadro 4. Requerimientos proteicos (%), de Ca (%) y de P (%) de corderos.

Peso vivo (kg)	Ganancia (g/an/día)	Proteína cruda (%)	Ca (%)	P (%)
30 ⁽¹⁾	295	14.7	0.51	0.24
40 ⁽¹⁾	275	11.6	0.42	0.21
50 ⁽¹⁾	205	10.0	0.35	0.19
20 ⁽²⁾	300	16.9	0.54	0.24
30 ⁽²⁾	325	15.1	0.51	0.24
40-60 ⁽²⁾	400	14.5	0.55	0.28

Referencias: ⁽¹⁾ = Corderos en terminación, ⁽²⁾ = Corderos destetados temprano.

Fuente: NRC (1985).

Jones *et al.* (1989) sostienen que el suministro de proteína a partir de la síntesis de los microorganismos ruminales es inadecuado para sustentar las altas tasas de ganancia demandadas por los sistemas de producción modernos. En este sentido, Storm y Orskov (1984) citados por Jones *et al.* (1989) identifican que la proteína microbiana ruminal limita la producción en cuatro aminoácidos esenciales: metionina, arginina, lisina e histidina. Debido a esto es que ARC (1980) citado por Jones *et al.* (1989) indica sustanciales requerimientos de proteína dietaria no degradable a nivel ruminal (UDP) en sus recomendaciones de requerimientos de proteína para altas velocidades de crecimiento de corderos. Por ejemplo, corderos consumiendo dietas de alto contenido energético con ganancia de peso diaria de 300g se calcula que requieren 100g de proteína degradable a nivel ruminal y 25g de UDP por día.

La tasa de crecimiento, el consumo de alimento y la eficiencia de conversión del alimento en producto aumentan cuando se incrementa el contenido proteico de la dieta (Jones *et al.*, 1989).

La cantidad exacta de agua requerida por los ovinos no se conoce con exactitud, variando considerablemente según: el largo de mecha de la lana, la temperatura ambiente, el tamaño del animal, la cantidad y composición del alimento consumido, el consumo de suplemento mineral y el contenido mineral del agua (Church, 1984; NRC, 1985). Church (1984) sugiere valores promedio de 2 a 3 l de consumo voluntario de agua por kilogramo de MS consumido, con un rango de variación de 1.4 a 5 l de agua por kg de MS consumida.

Church (1984) estima que los requerimientos de Ca y P son 0.37% y 0.23% para corderos pesados y 0.16% y 0.26% para corderos livianos respectivamente, con una relación Ca/P que debería ser como mínimo 2:1, mientras que NRC (1985) recomienda valores de 0.35% a 0.55% y de 0.19% a 0.28% de Ca y P respectivamente, en la dieta, dependiendo del peso vivo animal y de las tasas de ganancia objetivo (Cuadro 4).

2.3 EFECTO DE LA CARGA SOBRE LA PRODUCCION ANIMAL Y VEGETAL

2.3.1 Introducción

El pastoreo directo es el sistema de administración más comúnmente utilizado en el país para la alimentación de ovinos. Como consecuencia de esto y con el objetivo de cuantificar, predecir y comparar las interacciones entre los animales y el alimento, una de las herramientas utilizadas es la carga animal. La carga animal es la variable de manejo que ejerce mayor impacto sobre la productividad y estabilidad del ecosistema pastoril (Carámbula, 1996) y una de las mayores determinantes de la rentabilidad económica del mismo (Montossi, comunicación personal).

Hodgson (1979) sugiere que la carga animal puede ser definida como el número de animales de una clase específica por unidad de superficie en determinado periodo de tiempo. La misma es ampliamente utilizada debido a su sencillez de manejo a nivel práctico en sistemas de pastoreo extensivos. En casos de sistemas con un mayor nivel de intensificación han sido creados otros conceptos, como pueden ser la presión de pastoreo y la asignación de forraje, que intentan describir más detalladamente el balance entre la demanda animal y la oferta de forraje (Viglizzo, 1981).

La presión de pastoreo se define como el número de animales de una clase específica por unidad de peso de forraje, mientras que la asignación de forraje es el peso de forraje asignado por unidad de peso vivo animal (g/kg ó %PV) (Hodgson, 1979). La presión de pastoreo, la asignación de forraje y la carga animal son parámetros que proveen una estimación cuantitativa entre los requerimientos de forraje de un grupo de animales y el actual aporte de alimento de la pastura en un momento puntual o en determinado periodo de tiempo (Hodgson, 1975).

En sistemas de producción pastoriles, animales y pasturas interactúan fuertemente a través del: (a) efecto de los animales en la utilización, composición, rebrote y persistencia de las pasturas y (b) efecto de las características de las pasturas y la estructura de las mismas sobre la conducta, el consumo, y la producción animal (Montossi *et al.*, 1996a).

El pastoreo rotacional rígido es sencillo de implementar, utilizando cargas animales apropiadas, donde se pueden obtener altas productividades animales con un mínimo esfuerzo de manejo (Holmes, 1980).

2.3.2 Pasturas

2.3.2.1 Características

Leaver (1985) y Carámbula (1996) concuerdan que variaciones en la carga animal resultan en modificaciones en la presión de pastoreo (número de animales/kg de forraje), lo cual determina no sólo cambios en la intensidad y frecuencia de la defoliación, sino también en alteraciones en la composición botánica, altura y estructura de la pastura. Ello conduce a modificaciones en la producción y utilización de forraje, la conducta animal durante el pastoreo, el consumo y la performance animal.

White (1987) agrega al concepto de los efectos de la carga sobre la composición botánica y la productividad de las pasturas, aquellos efectos sobre el valor nutritivo del forraje y la estructura y fertilidad del suelo, alterando de manera indirecta el consumo animal y como consecuencia la performance individual y por hectárea.

Carámbula (1996) sostienen que a medida que la carga animal aumenta la disponibilidad de forraje individual y la selectividad animal disminuyen, y se reduce el forraje de rechazo. Por lo tanto, como producto de este aumento de carga, la utilización de la pastura se incrementa en forma sensible en detrimento de la productividad animal individual.

Jung y Sahlú (1989), trabajando con dos cargas (15 y 30 corderos/ha) sobre *Bromus inermis*, obtuvieron que en las parcelas manejadas a la máxima carga se registraron los menores valores de disponibilidad de forraje, disminuyendo preferencialmente el material verde de la pastura. A consecuencia de esto, los animales de la carga baja consumieron un forraje de mayor calidad, logrando mejores ganancias de peso vivo diarias, sin embargo, la mayor producción por hectárea se registró en la carga alta.

Para predecir la ganancia de los animales los parámetros de medición de la pastura son mejores que las características de la dieta. Este efecto presumiblemente está relacionado con los costos energéticos que implica el pastoreo influenciado por las características del tapiz. Cuando el forraje declina en cantidad y calidad, los ovinos destinan más energía en pastorear, lo cual va en detrimento de la performance. Varios estudios han demostrado que la ganancia de peso y el consumo de ovinos en pastoreo están asintóticamente relacionados con la cantidad de forraje. Estos indican que aproximadamente 1000 kgMS/ha es el punto de inflexión, donde mayores disponibilidades de pastura no influenciarían mayormente el consumo, para pasturas templadas de raigrás perenne y trébol blanco (Jung y Sahlú, 1989).

Estudios nacionales realizados sobre engorde de corderos pastoreando cultivos forrajeros anuales invernales, coinciden en que la carga animal afecta significativamente la disponibilidad y altura de forraje, disminuyendo ambas en la medida que la misma se incrementó de 24 a 40 corderos/ha sobre una mezcla de avena INIA Polaris con raigrás (Arocena y Dighiero, 1999) y de 25 a 35 corderos/ha (Correa *et al.*, 2000) y de 20 a 40 corderos/ha (Guarino y Pittaluga, 1999) para el caso *Triticale secale* (Triticale) en mezcla con raigrás. Estos autores estudiaron las asociaciones existentes entre los parámetros cuantitativos de las mezclas forrajeras que utilizaron, los resultados que obtuvieron se presentan en el Cuadro 5.

También la carga animal tuvo una importante influencia tanto a nivel de la composición botánica de la pastura como en la estructura vertical de la misma, disminuyendo la proporción de forraje verde, particularmente del componente hoja de los horizontes superiores del tapiz, con el aumento de la carga animal.

Cuadro 5. Interrelaciones entre la disponibilidad y altura del forraje pre y post pastoreo en mezclas forrajeras invernales.

		Disponible pre pastoreo		Disponible post pastoreo		
		Ecuación	R ²		Ecuación	R ²
Exp 1	Altura pre pastoreo	77.73x + 972.8	0.48	Altura post pastoreo	109.50x + 590.0	0.47
Exp 2		98.38x + 222.9	0.54		141.39x + 147.0	0.54
Exp 3		-17.22x ² + 735.1x - 4225.8	0.58		-19.60x ² + 479.86x - 629.52	0.66

Referencias: Exp 1 (Guarino y Pittaluga, 1999).
 Exp 2 (Arocena y Dighiero, 1999).
 Exp 3 (Correa *et al.*, 2000).

2.3.2.2 Tasa de crecimiento

El crecimiento de la pastura usualmente se ve reducido ante el uso de altas cargas animales. La reducción en el área foliar causada por una intensa defoliación en el pastoreo resulta en una menor intercepción de la radiación solar y por ende en una menor actividad fotosintética en el tapiz (Vickery, 1973 y Campbell, 1969; citados por White, 1987; Hodgson, 1990). En el otro extremo, el crecimiento de la pastura también se ve reducido por muy bajas cargas, porque se incrementa la senescencia y aumenta la proporción de hojas viejas, las cuales son menos eficientes fotosintéticamente. Para pasturas de origen templado como es el caso de raigrás perenne y trébol blanco para un rango medio de disponibilidades de forraje (2000 a 2500 kgMS/ha), el crecimiento de la pastura no es mayormente afectado por la carga animal (White, 1987; Hodgson, 1990).

Carámbula *et al.* (1996) sugieren que en general, cuanto más frecuente e intensa es la defoliación más se reduce la cantidad producida de forraje pero concomitantemente aumenta su valor nutritivo. Se debe comprender que las defoliaciones inapropiadas (reiteradas en forma severa), durante los periodos de rápido crecimiento, reducen el vigor de las plantas, enlenteciendo el rebrote, elevando los sistemas radiculares y favoreciendo la invasión de malezas, lo que finalmente conlleva a un deterioro generalizado de la pastura que no puede ser recuperada por la aplicación de fertilizantes.

Otro efecto de la carga animal es sobre la eficiencia de utilización del forraje producido. La menor eficiencia de pastoreo en cargas bajas resulta en una menor proporción de hoja y tallo verde en la pastura y en una acumulación de material senescente (Hodgson, 1990).

2.3.2.3 Utilización

El forraje utilizado expresado como porcentaje, puede ser definido como la proporción removida por el pastoreo en relación al que había inicialmente, más el crecimiento del forraje durante ese periodo (Campbell, 1970).

El animal sólo utiliza un porcentaje de lo que se le ofrece y ejerce un efecto sobre la pastura, que de acuerdo a su disponibilidad, calidad y composición botánica, provocará una respuesta diferencial en el animal (Vaz Martins y Bianchi, 1982).

La dotación animal óptima es aquella que hace el mejor uso posible del alimento producido, sin generar perjuicios en el largo plazo sobre la producción de la pastura. Por lo tanto, es probable que la dotación óptima no se de cuando se alcanza un 100% de utilización de forraje sino a una dotación menor, dependiendo del tipo de pastura y del sistema de pastoreo utilizado. Los valores de utilización óptima son mayores o bien diferentes para los ovinos que para los bovinos (Langer, 1981).

El consumo de forraje y la performance animal se incrementan a tasas decrecientes ante incrementos en la asignación de forraje, observándose el máximo consumo a asignaciones de forraje de 10-12% del peso vivo animal. A estos niveles de oferta de forraje es inevitable tener un substancial desperdicio de forraje (Hodgson, 1990). Según Poppi *et al.* (1987), cuando el objetivo es maximizar la utilización del forraje dentro del sistema de producción la disponibilidad post pastoreo será baja y el consumo se limitará.

2.3.2.4 Pisoteo, deyecciones y defoliación

Desde el punto de vista vegetal, hay tres componentes principales del pastoreo, interdependientes entre sí, a saber: pisoteo, excreción y defoliación. Estos afectan directamente las características de la pastura y por ende el consumo y la productividad animal.

La defoliación de plantas por efecto del pastoreo es la forma más simple de reducir el área foliar de las mismas, lo cual a su vez afecta el nivel de reservas, así como también la velocidad de aparición de hojas y el crecimiento de las raíces (Harvis, 1978; citado por Carámbula, 1996).

Incrementos en la carga animal causarán un aumento en la severidad y frecuencia de defoliación de los macollos individuales en el tapiz. Estos efectos son magnificados por el pisoteo y la compactación del suelo, particularmente cuando se utilizan cargas altas, aunque en estos casos exista un importante reciclaje de los nutrientes de las plantas a través de las heces y la orina. Un incremento de la carga reduce las áreas de rechazo en torno de las deyecciones (Hodgson, 1990).

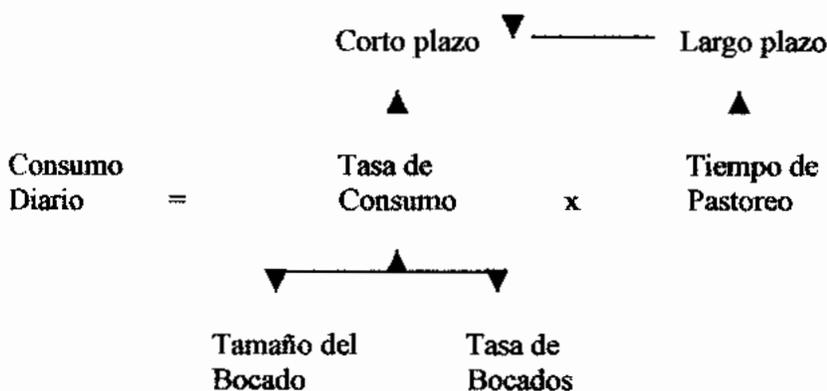
2.3.3 Producción animal

2.3.3.1 Conducta animal

Para Vaz Martins y Bianchi (1982) los factores más importantes que limitan el comportamiento de los animales en pastoreo son la cantidad y calidad del forraje consumido que están en estrecha relación con el forraje disponible por animal y por día.

La cantidad de forraje consumido diariamente es el producto del tiempo destinado al pastoreo y la tasa de consumo de forraje durante el mismo. La tasa de consumo es a su vez el producto entre la tasa de bocados y la cantidad de forraje consumido en cada bocado (Figura 3) (Allden y Whittaker, 1970; Hodgson, 1981, 1990). En ciertas situaciones se registran efectos compensatorios entre estos factores para lograr el mismo consumo diario (Hodgson, 1990).

Figura 3. Mecanismos de regulación del consumo.



Fuente: Adaptado de Hodgson (1990).

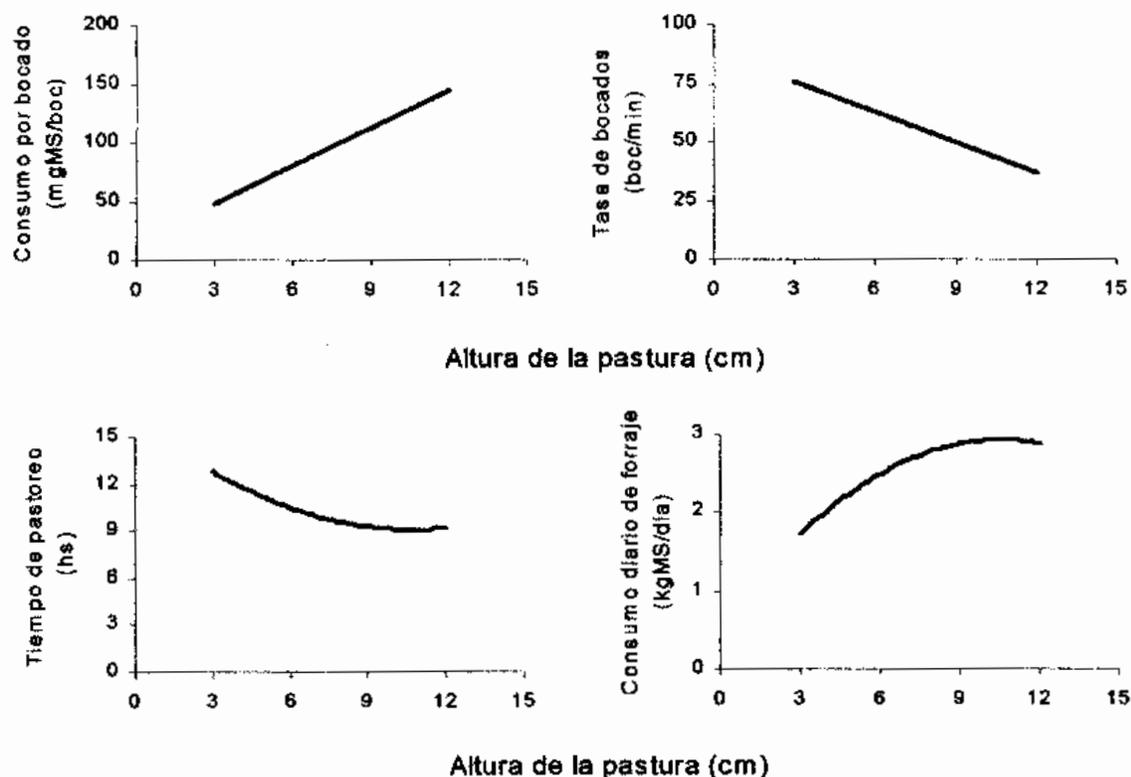
La tasa de bocados y el tamaño de bocado son sensibles a las variaciones en la disponibilidad y altura del forraje (Hodgson, 1981). Las variaciones en la tasa de consumo en el corto plazo son las determinantes en mayor grado del consumo diario de forraje.

El consumo en el largo plazo está determinado por el tiempo de pastoreo. Hodgson (1990) sugiere que cuando los animales exceden las 8-9 horas/día dedicadas al pastoreo se presentan condiciones limitantes de la pastura para sostener un adecuado consumo por parte de los animales. El ganado normalmente divide este tiempo dedicado a pastorear en períodos alternados de pastoreo, rumia y descanso. A lo largo del día se registran entre tres y cinco períodos de pastoreo, los más largos y más intensivos son luego del amanecer y previo al atardecer.

La cantidad de forraje prehendida por bocado es el componente del comportamiento ingestivo más sensible a variaciones en las condiciones de la pastura y a su vez es el principal determinante del consumo diario de forraje. Al reducirse la disponibilidad y la altura del forraje disminuye este componente, mientras que el tiempo de pastoreo y la tasa de bocados se incrementan de manera variable como respuesta compensatoria ante los detrimentos en el

tamaño de bocado. Aunque se incremente la tasa de bocados y el tiempo de pastoreo, esto puede no resultar suficiente para mantener la tasa diaria de consumo de forraje y finalmente el animal deja de pastorear, resultando en reducciones sustanciales del consumo animal (Figura 4) (Alden and Whittaker, 1970; Leaver, 1985; Hodgson, 1985, 1990; Carámbula *et al.*, 1996). En el Cuadro 6 se presentan los rangos de variación en los componentes de la conducta animal que regulan el consumo diario de forraje.

Figura 4. Influencia de la altura de la pastura sobre los componentes del comportamiento ingestivo.



Fuente: Hodgson (1990).

Hodgson (1985, 1986) trabajando con ovinos encontró que la altura de la pastura afecta directamente los diferentes componentes del comportamiento ingestivo. Con alturas inferiores a 6-8 cm, el consumo se ve afectado mayormente por la reducción en el tamaño de bocado más que por la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo. En tanto que Gordon y Lascano (1993) establecen que con alturas menores a 6 cm en raigrás perenne los mecanismos de compensación en ovinos no son suficientes para contrarrestar el descenso en el tamaño del bocado por lo que el consumo diario de forraje se ve disminuido.

Cuadro 6. Rango de variación en los componentes de la conducta animal en ovinos y bovinos pastoreando pasturas cultivadas en condiciones templadas de producción.

Variables	Ovinos	Bovinos
Tiempo de pastoreo (horas/día)	6.5-13.5	5.8-10.8
Tasa de bocado (bocados/min)	22-94	20-66
Total de bocados en el día (10^3)	10-78	8-36
Consumo por bocado (mgMO/día)	11-400	70-1610
(mgMO/kgPV)	0.4-2.6	0.3-4.1
Tasa de consumo (mgMO/kgPV/min)	22-80	13-204

Fuente: Adaptado de Hodgson (1985).

La profundidad de bocado está relacionada positivamente con la altura del tapiz y negativamente con la densidad del mismo, mientras que el área del bocado decrece linealmente con la densidad y se incrementa cuadráticamente con la altura del forraje. El tamaño del bocado varía menos que las dimensiones del mismo, debido a la compensación existente entre la profundidad, área, y densidad del bocado (Gordon y Lascano, 1993).

Milne *et al.* (1981) sostienen que en pasturas de baja disponibilidad el tiempo de pastoreo aparece como el principal mecanismo de compensación ante reducciones en el consumo dadas por menor tamaño de bocados. Gordon y Lascano (1993) mantienen que el tiempo de pastoreo se incrementa cuando la oferta de forraje disminuye, este aumento no es indeterminado sino que se encuentra limitado por otras actividades comportamentales del animal (sociales, descanso, rumia, etc.).

2.3.3.2 Consumo

Hodgson (1985) establece que el factor más importante en determinar la performance animal es el consumo diario total de forraje. El mismo es afectado por diferentes componentes del comportamiento ingestivo y digestivo del animal, los cuales son alterados a su vez por distintas características de la pastura (Hodgson, 1982; Carámbula, 1996).

Poppi *et al.* (1987) coinciden en que el consumo animal está influenciado por características de las pasturas, tales como forraje disponible, estructura vertical de la pastura y especies forrajeras, y por atributos animales (Hodgson *et al.*, 1990), como el tamaño de la boca y la movilidad de la mandíbula, labios y lengua.

Según Hodgson (1975, 1984), la performance animal usualmente se incrementa a rangos decrecientes al aproximarse al máximo consumo potencial como resultado de aumentos en el forraje disponible. Este consumo potencial se observa cuando la asignación de forraje es 3 a 4 veces el máximo consumo potencial por ese animal. En estos niveles de oferta de alimento, una reducción del 50% en la asignación de forraje sólo deprime el consumo en un 10%, pero el mismo comienza a declinar marcadamente si la asignación continúa descendiendo por debajo de este nivel (50%). Este es un concepto importante para lograr una eficiente utilización de la pastura. El mismo autor, sostiene que ante incrementos en la carga animal se deprime el consumo de forraje individual, en respuesta a una reducción en la cantidad de forraje disponible por animal y en una depresión en el valor nutritivo de la dieta como resultado de una progresiva

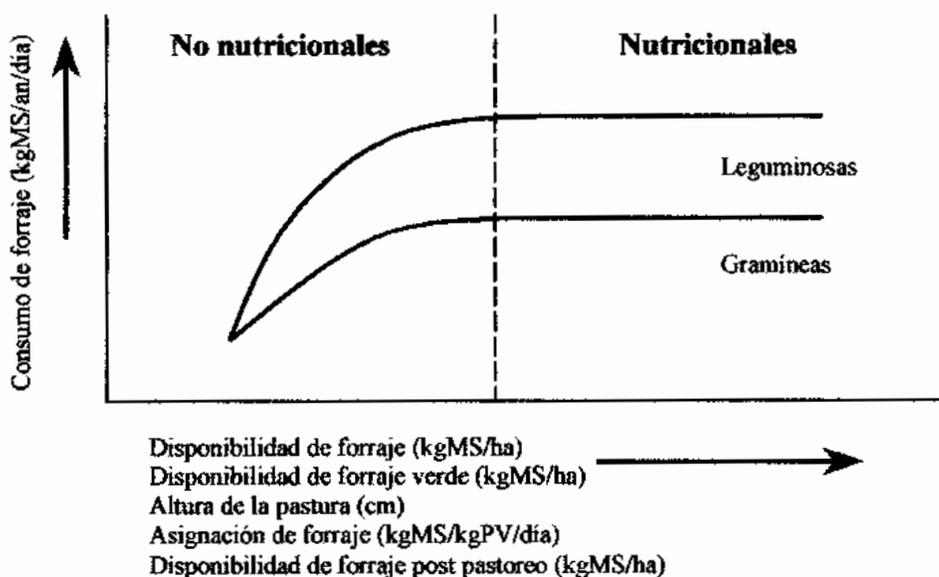
restricción en las oportunidades de selección. La magnitud de estos efectos tiende a incrementarse con el tiempo. La reducción en la asignación de forraje por animal usualmente deprime la digestibilidad del forraje consumido, pero generalmente este efecto tiene menor impacto en la performance que las limitaciones físicas de cosecha de la pastura. Ailken y Whittaker (1970) concuerdan al sugerir que las altas cargas ejercen un efecto directo mediante la limitación en el nivel de consumo sobre la producción animal.

Hodgson (1984) menciona que la producción de forraje es relativamente insensible, dentro de ciertos límites, a las variaciones en la asignación de forraje o materia seca residual en pasturas establecidas, por lo tanto, los efectos en la composición botánica toman gran importancia. Cuando se desea obtener máximos niveles en consumo de forraje y en performance animal individual, se deben manejar niveles de utilización de 25 a 35%, con el consecuente aumento en los niveles de rechazo de forraje, descenso en el valor nutritivo y reducción en el vigor del tapiz.

2.3.3.2.1 Factores de la pastura que afectan el consumo

Las relaciones entre el consumo de forraje y la disponibilidad del mismo se pueden definir con una función curvilínea (Figura 5). Hay dos secciones en esta curva, en la sección ascendente los factores no-nutricionales relacionados a la habilidad de los animales para cosechar la pastura aparecen como determinantes del consumo. Estos factores son influenciados por la estructura de la pastura y el comportamiento ingestivo del animal en pastoreo, incluyendo selección de dieta, tiempo de pastoreo, tamaño de bocado y tasa de bocados. En el plateau de la sección asintótica de la curva, los factores nutricionales como ser la digestibilidad, el tiempo de permanencia del alimento en el rumen y la concentración de los productos metabólicos de la digestión aparecen como relevantes en controlar el consumo. Ambos grupos de factores actúan conjuntamente en determinar el consumo a baja o alta disponibilidad o altura del forraje (Poppi *et al.*, 1987).

Figura 5. Asociaciones entre consumo animal y características y métodos de asignación de pastura para gramíneas y leguminosas.



Fuente: Adaptado de Poppi *et al.* (1987).

Generalmente la baja digestibilidad de los tallos y el material muerto del forraje se utilizan para explicar el bajo consumo de los animales a bajas disponibilidades de pastura pre o post pastoreo. Esta explicación para Poppi *et al.* (1987) es errónea y bajo estas condiciones es el incremento en la dificultad por cosechar el forraje que enfrentan los animales la que determina las depresiones en el consumo.

a- Factores no-nutricionales

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

La estructura y la composición de la pastura son las características que tienen mayor influencia en el consumo animal, asociado a la dificultad de cosecha del forraje (Poppi *et al.*, 1987).

Montossi *et al.* (1996a) opinan que el consumo de forraje o la performance animal se incrementan a medida que aumenta la disponibilidad o 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.

a.1- Disponibilidad

Rovira (1996) define a la disponibilidad del ofrecido como la cantidad de forraje que se ofrece a los animales en pastoreo en un momento dado, expresado como kg de materia seca o materia orgánica por hectárea o por individuo. Este parámetro además de afectar en forma directa el volumen de forraje consumido, modifica su calidad mediante la oportunidad de selección de la dieta (Carámbula, 1996).

La relación entre consumo y disponibilidad depende de la cantidad de materia seca por hectárea del sitio donde los animales están pastoreando. Por debajo de ciertos límites de disponibilidad y altura del tapiz, la cosecha de forraje por parte de los animales comienza progresivamente a ser más difícil, repercutiendo en el consumo animal (Hodgson, 1975). A altas disponibilidades, Pearson e Ison (1994) sugieren que, los animales seleccionan aumentando la calidad de la dieta, la tasa de digestión, la velocidad de pasaje y como consecuencia el consumo se ve incrementado.

La respuesta de variar la asignación de forraje tiende a cambiar cuando varían las condiciones del tapiz. Esto es porque en iguales asignaciones el espacio físico por animal es mucho menor en altas disponibilidades de forraje en comparación con bajas. Por contraparte en pasturas de baja disponibilidad una gran cantidad de forraje se encuentra cercana al suelo, por lo que se dificulta la cosecha de forraje verde (Poppi *et al.*, 1987; Hodgson, 1990).

Gibb and Treacher (1976) estudiando la performance de corderos pastoreando raigrás y trébol rojo, concluyeron que el consumo de los animales se reducía sensiblemente cuando la oferta de forraje era menor que tres veces el consumo diario posible de los corderos. Por encima

de este nivel de asignación de forraje, el porcentaje de utilización de la pastura era de 40% o menor, por lo tanto, si el exceso de forraje no es removido mediante corte mecánico o pastoreo con otros animales se produce un deterioro en la calidad del forraje resultando en una mayor depresión del consumo como resultado de una restricción en la asignación de forraje (kgMO/kgPV/día) debido al envejecimiento de la pastura.

Birrell (1989) sostiene que cuando la masa de forraje es superior a 1 o 2 ttMS/ha, los aspectos cualitativos de la pastura pasan a ser más importantes que los cuantitativos en determinar el nivel del consumo diario. Por otro lado, Beattie y Thompson (1989) encontraron que el consumo de los ovinos comienza a sufrir restricciones importantes cuando las disponibilidades ofrecidas descienden a valores ubicados por debajo de los 1200 kgMS/ha.

Los principales parámetros que caracterizan la estructura de una pastura son la altura, la densidad y la distribución espacial de las plantas o parte de ellas. Ellos afectan de diferente forma la habilidad de los animales para satisfacer su apetito en un día de pastoreo (Carámbula *et al.*, 1996). Se entiende por estructura del tapiz a la disposición que adoptan las plantas sobre la superficie del suelo y se utilizan la altura y la densidad de plantas como parámetro para medirlo.

a.2- Altura de las plantas

La altura del tapiz está estrechamente relacionada a la tasa de consumo de los animales en pastoreo (Allden y Whittaker, 1970). Estos autores trabajando con iguales disponibilidades por superficie, pero diferentes densidades (diferentes alturas), observaron distintas tasas de consumo en borregos y corderos. En la medida que desciende la altura aumenta el número de bocados por minuto, mientras que los mayores consumos se registran en las mayores alturas.

Los animales responden más consistentemente ante variaciones en la altura del tapiz que en la disponibilidad del mismo, siendo la medición de la altura más fácil y de menor costo. El forraje rechazado o altura residual o la eficiencia de utilización del forraje son parámetros más útiles que la disponibilidad ofrecida como para predecir el consumo de forraje y la performance animal (Hodgson, 1984, 1990). En este sentido, Arocena y Dighiero (1999), Guarino y Pittaluga (1999) y Correa *et al.* (2000) estudiaron las asociaciones entre parámetros cuantitativos de cultivos forrajeros invernales compuestos por gramíneas y ganancia media diaria de corderos Corriedale, los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Interrelaciones entre parámetros cuantitativos de mezclas forrajeras invernales y ganancia diaria de peso.

	Ganancia de peso vivo			Ganancia de peso vivo		
	Disponibile rechazado	Ecuación	R ²	Altura remanente	Ecuación	R ²
Exp 1		0.00006x + 0.034	0.17		0.005x + 0.08	0.08
Exp 2		-0.00004x ² + 0.1485x - 22.67	0.59		-1.4923x ² + 37.21x - 101.67	0.66
Exp 3		0.0519x + 32.444	0.28		-0.7791x ² + 25.86x - 27.617	0.34

Referencias: Exp 1 (Guarino y Pittaluga, 1999).

Exp 2 (Arocena y Dighiero, 1999).

Exp 3 (Correa *et al.*, 2000).

Correa *et al.* (2000) sostienen que los bajos ajustes entre las variables altura del forraje remanente y ganancia diaria de peso vivo, que se observan en los experimentos 1 y 3 (Cuadro 7), estarían explicadas por la falta de homogeneidad del tapiz, dada por la superposición de los estados fenológicos de las especies empleadas. Estos resultados demuestran las dificultades de lograr aceptables asociaciones entre características de la pastura y producción animal, particularmente cuando se dan situaciones de heterogeneidad de pastura, por la utilización de especies forrajeras de ciclos productivos contrastantes (triticale y raigrás).

A medida que aumenta la altura de la pastura se incrementa el consumo de forraje, aunque en alturas extremas, los animales pueden tener limitaciones debido a dificultades en la cosecha de forraje (Hodgson, 1981; Allden y Whittaker, 1970). Hodgson *et al.*, (1986) aconsejan en sistemas rotativos de pastoreo con ovinos, con períodos de descanso entre 21 y 28 días, alturas de forraje rechazado no menores a los 4-6 cm.

a.3- Densidad del tapiz

En términos generales al aumentar la densidad del tapiz se incrementa marcadamente el consumo. Sin embargo, valores muy altos pueden traer incluso efectos depresivos en el consumo debido a que pueden provocar dificultades en la accesibilidad al forraje, particularmente a los componentes de mayor valor nutritivo, dependiendo de la especie animal que se trate (por ejemplo: el ovino versus el vacuno), o el tamaño del mismo (Allden y Whittaker, 1970).

Cuando se considera conjuntamente la altura y la densidad es posible afirmar que mientras los lanares presentan una mejor adaptación y productividad en pasturas cortas y densas, los vacunos lo hacen en pasturas altas y ralas (Carámbula, 1996).

a.4- Distribución espacial

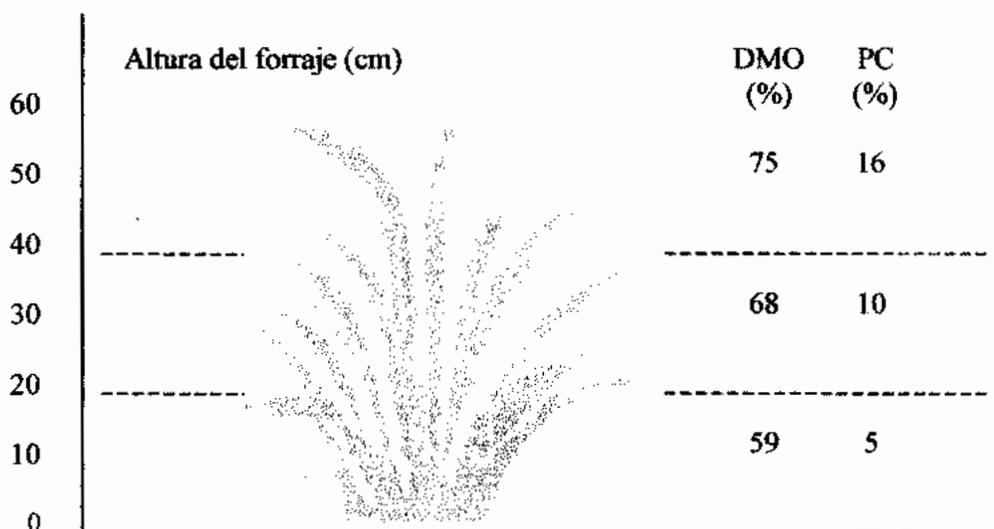
Hodgson (1985) señala que una caracterización de la distribución de los componentes dentro de la arquitectura del tapiz es de particular importancia, en términos de la acción de selección ejercida por los animales entre diferentes especies o unidades morfológicas, para cualquier intento de interpretar diferencias entre la composición del tapiz y la dieta de animales en pastoreo.

Hodgson (1990) opina que el tamaño de bocado se acrecienta con el aumento de la cantidad y densidad de hojas en la pastura y que los animales tienden a concentrar su pastoreo dentro de los horizontes superiores de las pasturas, los cuales ofrecen una mayor oportunidad de maximizar el consumo por bocado, a través del consumo de hoja verde.

Montossi *et al.* (1996a) sostienen que la distribución vertical de los componentes de la pastura influye en el valor nutritivo de la dieta cosechada por los animales, donde los componentes nutritivos más importantes (hoja verde) desde el punto de vista de la nutrición animal se distribuyen en los estratos más altos de la pastura (Figura 6). Contrariamente, el estrato inferior (0-5 cm) no sólo es menos accesible a los animales, debido a las limitantes físicas que ofrece al cosechar el forraje necesario para cubrir sus requerimientos diarios, sino también, presenta los menores valores nutritivos (Hodgson, 1990). Por lo tanto, se plantean ciertas

contradicciones al analizar, en cultivos homogéneos, el comportamiento animal en pastoreo con el objetivo de detectar si el forraje consumido es seleccionado o simplemente es cosechado por su accesibilidad y preferencia por parte de los animales, particularmente el componente hoja verde de la pastura.

Figura 6. Valor nutritivo de la avena por estratos de altura.



Fuente: Adaptado de Montossi *et al.* (1997).

Según Arnold (1981) las ovejas pastorean en primera instancia los horizontes superiores debido a su mayor accesibilidad, y dentro de éstos seleccionan los componentes más apetecibles.

b- Factores nutricionales

Los factores de origen nutricional están relacionados a las propiedades nutritivas de los alimentos (por ej: digestibilidad y proteína cruda) y adquieren relevancia cuando la oferta se aproxima al máximo que el animal puede consumir (Ganzábal, 1997a).

En este sentido, Poppi *et al.* (1987) establecen que los factores nutricionales solo son importantes en animales pastoreando cuando la tasa de consumo es alta y las disponibilidades de forraje pre y post pastoreo son altas. Dentro de estos factores, el más importante, en la práctica, es la digestibilidad del forraje, la cual determina en parte el valor nutritivo de la pastura, y a su vez afecta la tasa de digestión y la tasa de pasaje del alimento por el tracto digestivo de los rumiantes.

b.1- Digestibilidad

La digestibilidad de la pastura es un importante factor en controlar el consumo, el cual varía con la cantidad de forraje, la proporción de forraje verde y la madurez de la pastura, (Birrell, 1989) y las especies forrajeras consideradas (por ej: leguminosas versus gramíneas) (Montossi, com. pers.).

Carámbula (1996) sostiene que la cantidad de forraje ingerido depende del grado de madurez del mismo. En estado vegetativo, el valor nutritivo de hojas y tallos de gramíneas es bastante similar. A medida que la pastura pasa a estado reproductivo, los tallos se vuelven cada vez menos digestibles y desciende su contenido de nitrógeno.

Cuando el forraje es de alta calidad, el consumo está regulado principalmente por mecanismos fisiológicos y depende particularmente de la concentración de energía del alimento. Aunque, en situaciones particulares como en el caso de crecimiento de corderos en las etapas tempranas de desarrollo, otros factores adquieren mucha importancia, tales como: (a) nivel de proteína en la dieta, (b) relación entre proteína degradable y no degradable en el rumen y (c) la relación entre proteína y energía en la dieta (Montossi, com. pers.). El límite de digestibilidad (%DMO) a partir del cual aparentemente comienzan a preponderar los mecanismos de regulación de tipo metabólico (metabolitos productos de la digestión) sobre los mecanismos de regulación física del consumo, estaría situado de acuerdo a algunos autores en torno a 67% (Robles y col., 1981; citados por Ganzábal, 1997a) y 70% (Ulyatt *et al.*, 1980), llegando a valores de 80% (Pearson e Ison, 1994).

b.2- Proteína Cruda

Cuando el forraje es de baja calidad (baja digestibilidad y porcentaje de proteína) aumenta el tiempo de retención de la ingesta y la tasa de pasaje del alimento en el tracto digestivo se enlentece, dado que la actividad fermentativa en el rumen es pobre. Esto determina que el tracto digestivo se mantenga distendido y el animal deje de consumir. Por otra parte, un bajo nivel de nitrógeno (bajo % de proteína) en la ingesta determinará una declinación de la población bacteriana celulolítica del rumen y un desbalance de energía y nitrógeno, provocando una reducción en el consumo (Bines, 1989; citado por Ganzábal, 1997a).

2.3.3.3 Selectividad animal

La selectividad animal en el pastoreo es determinada por la palatabilidad y la preferencia de los animales y puede ser definida como la diferencia entre la composición de la dieta y la de la pastura. El ovino prefiere, en general, la hoja frente al tallo, el material verde sobre el material seco y las leguminosas sobre las gramíneas. Esto hace que la calidad de la dieta consumida sea superior al promedio del valor nutritivo del tapiz que se ofrece al animal, lo cual tiene consecuencias importantes sobre el valor nutritivo de la dieta cosechada y el valor alimenticio de la misma (Hodgson, 1985; Jung y Sahlu, 1989). Por lo tanto, cuando se compara el forraje ofrecido con el consumido, la dieta seleccionada por los animales generalmente contiene proporcionalmente más nitrógeno y energía metabolizable, menos fibra y mayor digestibilidad (Arnold, 1981; Hodgson, 1990).

La selectividad ejercida por los ovinos a favor de las fracciones de la planta con determinados nutrientes favorables para incrementar la producción, no ha sido totalmente demostrada, aunque Mitchel (1973) citado por Birrell (1989) encontró que las ovejas prefieren fracciones con mayor concentración de carbohidratos solubles.

Kenney y Black (1984) sugieren que la pastura o los componentes de la misma que los ovinos pueden consumir más rápido, son las fracciones generalmente preferidas por los mismos.

La selectividad animal aumenta con el aumento de la altura del tapiz y es menor en tapices densos. Puede ocurrir que los animales seleccionen a favor de un componente proporcionalmente menos frecuente en la pastura, disminuyendo el tamaño de bocado y la tasa de bocados, compensando este efecto a través de un mayor tiempo de pastoreo (Hodgson, 1985).

Vaz Martins y Bianchi (1982) trabajando con terneros sobre una mezcla de falaris, festuca, trébol blanco y lotus, concluyeron que existe una relación inversa entre presión de pastoreo y el grado de selección y una relación directa entre presión de pastoreo y porcentaje de utilización del forraje.

Birrell (1981) sostiene que el incremento en la proporción de forraje muerto en el tapiz disminuye la oportunidad animal de seleccionar el material altamente digestible. En pasturas en estado vegetativo a bajas disponibilidades, la dificultad para seleccionar preferentemente el forraje verde resulta en un incremento del consumo de partes más maduras del tapiz, lo que contribuye a un descenso en la digestibilidad de la dieta, aunque la digestibilidad usualmente es superior a bajas disponibilidades que a altas.

A medida que aumenta la presión de pastoreo, se reduce la selectividad animal lográndose una menor producción individual pero una mayor producción por superficie y una mayor eficiencia de utilización del forraje (Norbis, 1991).

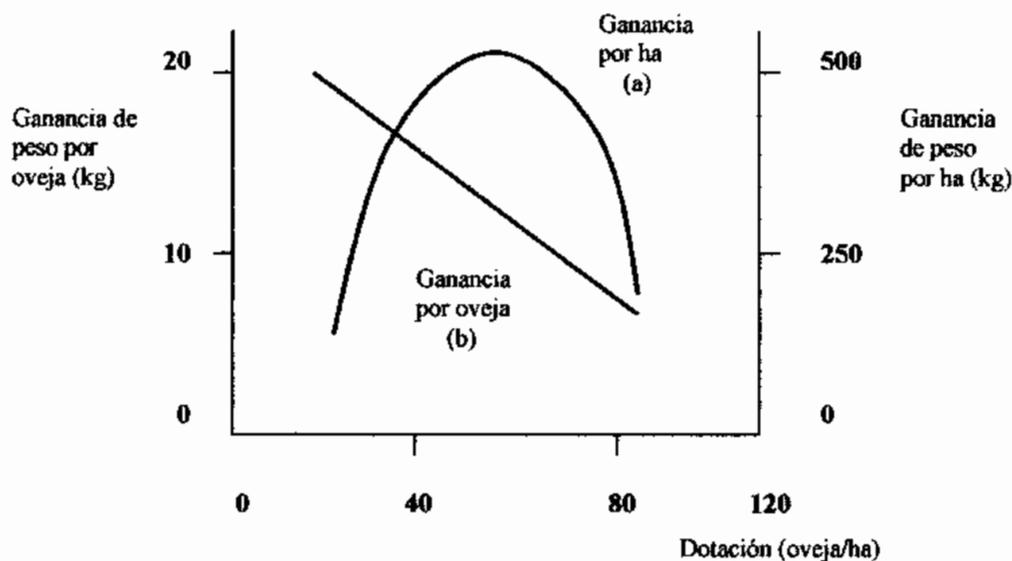
2.3.3.4 Evolución de peso vivo

La producción animal resultante en condiciones de pastoreo es el producto de la producción por animal (limitada por el potencial genético) y el número de animales por hectárea. Esta función está influenciada marcadamente por el consumo de nutrientes por animal, el cual depende de las características del tapiz y de la habilidad de cosecha de las diferentes especies y categorías animales en el proceso de pastoreo (Mott, 1960; Hodgson, 1979).

La producción animal es el resultado del valor nutritivo de un alimento dado, del consumo del mismo, de la proporción de lo consumido que es digerido y de la eficiencia de utilización por parte del animal de los productos de su digestión (Ulyatt *et al.*, 1980).

Mott (1960) resalta que la elección de la carga a utilizar tiene un efecto directo sobre la producción y calidad de la pastura, lo que se reflejará en la producción por animal y por hectárea del sistema (Figura 7). Cuando la carga animal es baja, los niveles de producción por animal son altos, debido a que la oferta de forraje es suficiente como para que el animal seleccione y alcance su consumo máximo voluntario. Pero en esta situación, la producción por unidad de superficie es baja, debido a que la cantidad de animales disponibles en pastoreo no utilizan eficientemente el forraje producido. En otro extremo, con cargas animales muy elevadas, se reduce la oferta de forraje, el consumo individual y la selectividad animal, a tal punto que se disminuye la productividad por animal, la cual no es compensada por el mayor número de animales utilizados, disminuyendo la productividad por unidad de superficie (Mott, 1960; Viglizzo, 1981; Hodgson, 1990).

Figura 7. Relaciones entre dotación y (a) performance individual o (b) producción animal por unidad de superficie.



Fuente: Adaptado de Hodgson (1990).

La performance animal dependerá del efecto directo de la cantidad y calidad del forraje consumido, modificado por la habilidad del propio animal en digerir y transformar esa materia seca en nutrientes asimilables (Montossi *et al.*, 1996a). Los mayores consumos y la posibilidad de selección del forraje de mayor calidad que se obtienen en los tapices con alturas adecuadas de forraje permiten mejores ganancias diarias de peso vivo, aunque dichos tapices soporten menos animales por hectárea (Davies y Penning, 1996).

Mc Meekan (1960), sostiene que la eficiencia de conversión de pastura en producto animal depende de: la cantidad, calidad y estacionalidad del forraje, la proporción de la pastura accesible para la cosecha por el animal y la eficiencia de conversión del alimento consumido por parte del mismo.

La eficiencia de conversión del forraje consumido en producto animal se incrementa progresivamente cuando el consumo por animal aumenta. La eficiencia de utilización de la pastura, por otro lado, se incrementa cuando el consumo de forraje por unidad de área aumenta. El consumo por animal y el consumo por unidad de área están inversamente relacionados (Hodgson, 1990).

Los objetivos de producción, dependiendo del producto que se desea obtener, buscan maximizar performance individual o performance por superficie. Algunos de los sistemas más intensivos de pastoreo buscan una máxima eficiencia en la utilización del forraje, la cual se traduzca en una mayor producción por unidad de superficie, el cumplimiento de este objetivo dependerá del tipo de pastura y animal utilizados y de la carga animal (Conway, 1965).

Chestnutt (1992) experimentando con corderos sobre una pastura de trébol blanco y raigrás perenne, obtuvo incrementos en peso vivo de 114 g/día cuando la altura de la pastura aumentó de 3 a 5 cm y de 20 g/día con cambios de 7 a 9 cm, estableciendo una relación curvilínea entre la altura del tapiz y la ganancia diaria.

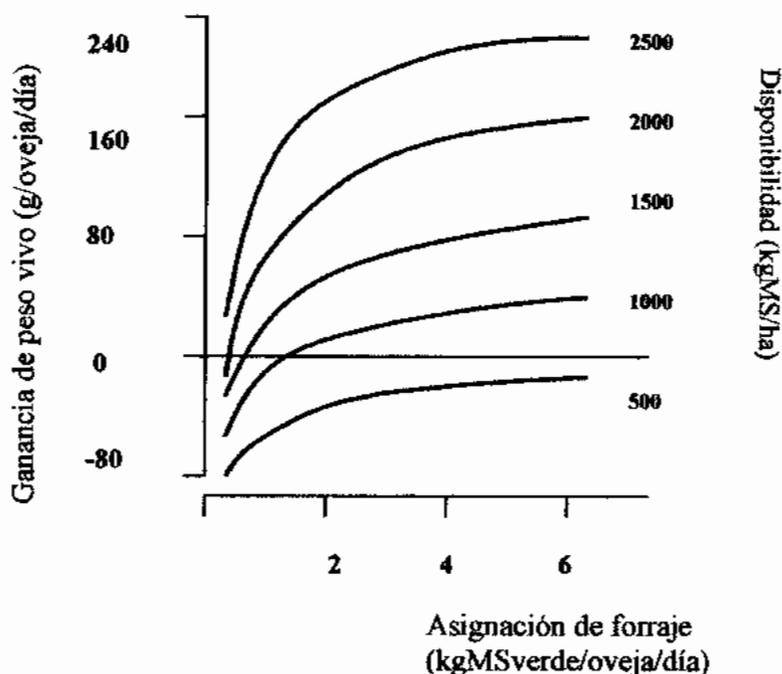
Kenny and Reed (1984) obtuvieron ganancias de 183 g/día con corderos pastoreando altas disponibilidades de trébol rojo, explicando el 67% de las variaciones en peso vivo a través del contenido de proteína cruda y fibra de detergente neutro de las leguminosas y gramíneas utilizadas al inicio del experimento.

Ratray *et al.* (1987), establecieron que a la misma asignación de forraje, la ganancia de peso vivo (PV) de los ovinos es menor en pasturas cortas (menor oferta) que en largas (Figura 8). Esta relación se da así porque la disponibilidad y la altura al decrecer juntas (ambas asociadas positivamente en la pastura ofrecida), incrementan la dificultad de cosecha de forraje por parte de los animales. Este efecto es considerado importante cuando la disponibilidad es menor a un rango de 1000 a 2000 kgMS/ha. Cuando es mayor a 3000 kgMS/ha, la disponibilidad de forraje ofrecido no afecta la relación entre ganancia de peso vivo y la asignación de forraje, pero sí afecta a esta relación existente entre ganancia de PV y la disponibilidad post pastoreo. Existe una relación lineal positiva entre consumo y digestibilidad de la pastura dentro de un rango de 65 a 82% de digestibilidad de la materia orgánica. Cuando la proporción de material muerto en la pastura se incrementa, el consumo ovino se reduce, debido a que los animales consumen tratando de evitar el material muerto disminuyendo la oportunidad de selección y por que están obligados a pastorear en bajas disponibilidades de forraje, aumentando los costos energéticos de la cosecha del mismo. Generalmente, en estas condiciones, el consumo de material muerto se incrementa y la digestibilidad de la dieta decrece. Es generalmente aceptado que el material muerto afecta la producción animal cuando su proporción dentro de la masa de forraje es superior al 15-20% (Ratray *et al.*, 1987).

Muir *et al.* (1989) estudiando el efecto de la asignación de forraje sobre la tasa de crecimiento de corderos de 25 kg de PV, obtuvieron ganancias diarias de peso vivo de 79, 136 y 164 g con asignaciones de forraje de 1.4, 2.7 y 5.3 kgMS/an/día respectivamente. La relación entre GR (indicador de la cobertura de grasa de una canal) y el peso de la canal fue lineal para los rangos de peso vivo manejados en este estudio (28 a 42 kg).

Un cúmulo importante de información nacional obtenida en experimentos de engorde de corderos pesados pastoreando cultivos forrajeros anuales invernales señala el efecto significativo de la carga sobre la ganancia de peso vivo, siendo la condición corporal un parámetro menos sensible al efecto de la misma. En este sentido, aumentos en la carga animal se manifiestan deprimiendo la tasa de ganancia de peso y, en algunos casos, el grado de engrasamiento (Cuadro 8).

Figura 8. Efecto de la asignación y disponibilidad de forraje sobre la ganancia de peso vivo de ovejas en otoño.



Fuente: Rattray *et al.* (1987).

Cuadro 8. Resultados de producción animal obtenidos en engorde de corderos pesados sobre cultivos forrajeros anuales invernales.

Carga (cord/ha)	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Ganancia (g/an/día)	Condición corporal
Exp 1 20	22.4	39.6	160	4.4
30	22.4	35.4	130	4.0
40	22.4	31.1	90	3.8
Exp 2 25	22.9	38.9	163	4.0
35	23.0	36.6	132	4.0
Exp 3 15	23.0	29.5	78	s/d
30	23.0	27.5	54	s/d
45	23.0	25.5	30	s/d
Exp 4 10	28.8	40.3	157	4.7
20	28.8	42.3	185	4.6

Referencias: Experimento 1 (Guarino y Pittaluga, 1999).
 Experimento 2 (Correa *et al.*, 2000).
 Experimento 3 (Scaglia *et al.*, 1999).
 Experimento 4 (Montossi *et al.*, 1996b).
 s/d = sin información disponible.

2.3.3.5 Crecimiento y calidad de lana

La capacidad de producir lana está determinada por el potencial genético del animal, pero debido a la ocurrencia de importantes variaciones estacionales y anuales (de origen ambiental) en el crecimiento y calidad de la lana en ovinos en pastoreo, éste potencial rara vez se ve expresado. Estas variaciones son el reflejo del estado nutricional y fisiológico del animal, combinado con los efectos del fotoperíodo, temperatura, estrés y enfermedades (Alden, 1979).

La nutrición es el principal factor ambiental que determina los niveles de producción de lana (Rodríguez, 1996). Alden (1979) estableció que la curva de respuesta entre la tasa de crecimiento de lana y consumo es exponencial, pero en situaciones normales se comporta en forma lineal. Algunos trabajos experimentales mostraron que la eficiencia de conversión del alimento a lana fue mayor a bajos consumos de una misma dieta, tomando la forma $Y = a + bx$, lo que indica un valor positivo para la tasa de crecimiento de lana a cero consumo (Williams, 1966; Robards, 1974; Nagorcka, 1979; citados por Alden, 1979).

En contraste, otros autores (Alden, 1962; Ferguson, 1972; Yates *et al.*, 1972; citados por Alden, 1979) encontraron que la tasa de crecimiento de lana fue directamente proporcional al consumo, donde la ecuación tomaba la forma de $Y = bx$. Las razones que explicarían estas diferencias en la relación entre la tasa de crecimiento y consumo se vinculan a cambios en la digestibilidad del alimento con el aumento del consumo, efectos acumulados de la dieta previa, cambios en el peso corporal e interacciones entre nutrición y ambiente.

La producción de lana se incrementa con aumentos en el consumo de una determinada dieta, pero la eficiencia de conversión del proceso, medida como peso de lana producido por unidad de peso de alimento consumido, decrece con aumentos del consumo (Rodríguez, 1983). Se puede decir que a bajos niveles de consumo, la eficiencia del proceso de conversión de alimento a lana es un 40% mayor que para niveles de consumo de mantenimiento, siendo un 30% menor para altos niveles de consumo respecto al de mantenimiento. Rodríguez (1983) en un ensayo de capones pastoreando campo natural con cuatro cargas (2.2, 4.4, 6.6 y 8.8 cap/ha), obtuvo similar producción de lana por animal en las tres dotaciones menores, siendo superiores a la producción de los capones de la carga de 8.8 cap/ha. Pero al analizar la producción por hectárea se observa que el valor más elevado se obtuvo en la carga mayor seguido por las otras de manera decreciente. Cabe resaltar que ningún animal del ensayo tenía sus fibras con resistencias menores que aquellas mínimas requeridas para una normal industrialización.

White y Mc Conchie (1976) encontraron que el peso de vellón limpio declina ante incrementos en la carga animal, siendo este efecto usualmente acompañado por una reducción en el diámetro y largo de la mecha, y por un incremento en los rizos por pulgada, mientras que la carga animal no tuvo efecto sobre el rendimiento al lavado. Afirmando el concepto anterior, Earl *et al.* (1994), al experimentar con borregos encontraron un efecto significativo de la carga animal sobre el peso de vellón sucio y sobre el diámetro de la fibra.

En trabajos de investigación de corto plazo de tiempo hay que tener en cuenta que un cambio en el nivel de consumo no se refleja inmediatamente en un cambio en la tasa de crecimiento de lana. Este efecto conocido como "lag" sería el tiempo necesario para lograr un

nuevo equilibrio entre consumo y producción de lana. Esta demora en la respuesta está asociada a una tasa de cambio lenta en la actividad mitótica a nivel del bulbo folicular (Black, 1984).

Según Guarino y Pittaluga (1999) la producción de lana individual desciende ante aumentos en la carga. No obstante para Arocena y Dighiero (1999) y Correa *et al.* (2000) la carga no afectó el peso de vellón, aunque el crecimiento de lana fue diferente entre cargas, mientras que en todas las experiencias realizadas la producción de lana por hectárea se incrementó con el aumento de la carga animal.

2.4 EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN ANIMAL Y VEGETAL

2.4.1 Introducción

La suplementación es una herramienta de apoyo técnico para cubrir total o parcialmente las deficiencias en los requerimientos de los animales que en determinadas circunstancias se presentan por un problema en la cantidad y valor nutritivo del recurso forrajero básico utilizado (Viglizzo, 1981).

Figurina (1994) define la suplementación como el suministro de alimentos adicionales al forraje pastoreado cuando éste es escaso o está inadecuadamente balanceado, con el objetivo de aumentar el consumo de nutrientes y alcanzar un determinado objetivo de producción.

Pearson e Ison (1994) definen la suplementación como la adición de componentes específicos a la dieta de los rumiantes para corregir deficiencias. Estas pueden ser altamente específicas como las de un aminoácido, un mineral, o una vitamina o pueden ser más generales como energéticas o proteicas.

De acuerdo con Cibils *et al.* (1997) la suplementación en condiciones de pastoreo presenta una serie de ventajas: es rápida y fácil de implementar, no necesita mano de obra calificada, no necesita de inversiones costosas más allá del suplemento, es fácil de presupuestar, puede o no usar recursos extraprediales, es fácilmente desmontable y puede usarse en cualquier momento que se suponga rentable. El éxito al implementar esta técnica depende del conocimiento que se tiene de la pastura, del animal, del suplemento y de la interacción animal-pastura-suplemento.

La suplementación puede ser encarada con diferentes objetivos, según las circunstancias y los fines específicos que se pretenden lograr a través de ella:

- a- Puede formar parte de una planificación alimenticia estructurada de manejo. Por lo tanto, integra la estrategia anual en forma permanente y se le puede denominar suplementación sistemática o estructural.
- b- De carácter coyuntural o circunstancial, según situaciones puntuales debido a efectos del clima que afectan la cantidad de forraje y el estado particular de algunas categorías de animales (Lange, 1980; Hodgson, 1990; Rovira, 1996).

Según Lange (1980) y García Tobar (1987) los objetivos que persigue la suplementación pueden resumirse en los siguientes aspectos:

- a- aumentar la performance individual.
- b- mejorar la eficiencia de utilización de la dieta básica, cubriendo los requerimientos del animal en forma complementaria, ofreciéndole una dieta total mejor balanceada en nutrientes.
- c- mayor utilización del forraje y manejo racional de las pasturas, esto se logra manteniendo una elevada carga en los períodos de déficit forrajero, lo que permite utilizar mejor los picos de producción de forraje y evitar situaciones de sobre y subpastoreo a lo largo del año (perjudiciales para la pastura).
- d- prevenir trastornos nutricionales, como ser meteorismo, diarreas, carencias minerales, etc.
- e- transformar cosechas y residuos de cosecha en producto animal.

Cuando se suplementa, generalmente, se obtienen varios efectos de los enumerados. Por lo tanto, es conveniente prever cuales de estos ocurren además del buscado para poder aprovecharlos al máximo.

Leaver (1985) destaca a la suplementación como una técnica utilizada usualmente con animales en pastoreo, mayoritariamente cuando la disponibilidad se encuentra limitando el consumo, de manera de mantener la performance animal, así como en sistemas productivos que buscan altos niveles de producción para incrementar la producción individual. Usualmente, el consumo de suplemento sustituye al de forraje, lo que posibilitaría aumentar la carga animal. El objetivo de ofrecer suplemento a los animales en pastoreo es mantener o incrementar el consumo de materia seca y energía metabolizable, alcanzar este objetivo estará sujeto a las características del tapiz, y a la cantidad y tipo de suplemento.

Vaz Martins (1997) sugiere que la suplementación con concentrados energéticos puede tener distintos objetivos: (a) "estirar" el forraje disponible debido a su baja disponibilidad y (b) llenar los requerimientos nutritivos para la obtención de determinada performance. La primera de estas opciones implica conservar en lo posible el forraje disponible con ganancias de peso individuales moderadas y elevadas ganancias por unidad de superficie, la segunda maximizar las ganancias individuales por un aumento en el consumo de energía.

2.4.2 Factores que afectan la suplementación

El éxito físico que se puede lograr mediante la suplementación sobre la performance de los animales en pastoreo depende del grado de conocimiento que se tiene sobre la pastura (calidad y cantidad), el animal (potencial de producción), el suplemento (tipo y nivel) y sobre la interacción animal-pastura-suplemento, en un marco de metas biológicamente alcanzables (Vaz Martins, 1997).

2.4.2.1 Pastura

De la pastura se debe conocer el padrón de crecimiento, como varía su calidad a medida que va creciendo o desapareciendo su cantidad en el transcurrir de la estación del año y la

respuesta en cantidad y calidad al sistema de manejo elegido (Cibils *et al.*, 1997). La oferta de pastura puede ser deficiente en calidad (baja digestibilidad o contenido proteico) o en cantidad (insuficiente disponibilidad), para que el animal coseche según sus necesidades diarias.

La calidad o valor nutritivo de la pastura afecta directamente el consumo animal y está asociada al estado de crecimiento de la pastura y a la especie vegetal utilizada. Manejando el contenido de proteína, la cantidad de fibra y la digestibilidad de la pastura, conocemos las limitantes de la misma y podemos planificar el tipo de suplemento a usar (Pigurina, 1994).

2.4.2.2 Animal

La suplementación debe tener en cuenta el tipo de animal, el estado corporal, el nivel de reserva y los requerimientos nutricionales para el objetivo previamente definido, ya sea mantenimiento o aumento de producción (Pigurina, 1994).

Del animal se debe conocer el potencial de consumo de materia seca y energía en esa pastura, las posibles tasas de ganancias logrables sobre esa pastura y las limitantes nutricionales que restringen el nivel de producción objetivo (Cibils *et al.*, 1997).

2.4.2.3 Suplemento

Cibils *et al.* (1997) señalan que la elección del suplemento a utilizar se debe basar en el tipo de producto existente en el mercado que permita agregar el nutriente limitante con mayor economía, conocer el efecto del suministro del mismo sobre los hábitos del animal y los microorganismos del rumen y con el nivel de asignación planteado, conocer el efecto de la suplementación sobre la pastura (sí adiciona o sustituye).

Los suplementos se clasifican según el nivel de proteína y energía en proteicos y energéticos. Los primeros tienen más de 20% de proteína cruda (PC) y se diferencian según su origen en animal (harina de carne, hueso y pescado) y vegetal (torta de oleaginosos y lino). Los segundos tienen menos de 20% de PC y menos de 18% de fibra cruda, como por ejemplo cereales (maíz, avena y trigo) y subproductos agroindustriales (afrechillo de trigo) (Pigurina, 1989). En general, el contenido de proteína del afrechillo de trigo es inferior al 13%, de la cual un 70% es degradable a nivel ruminal (García, 1994).

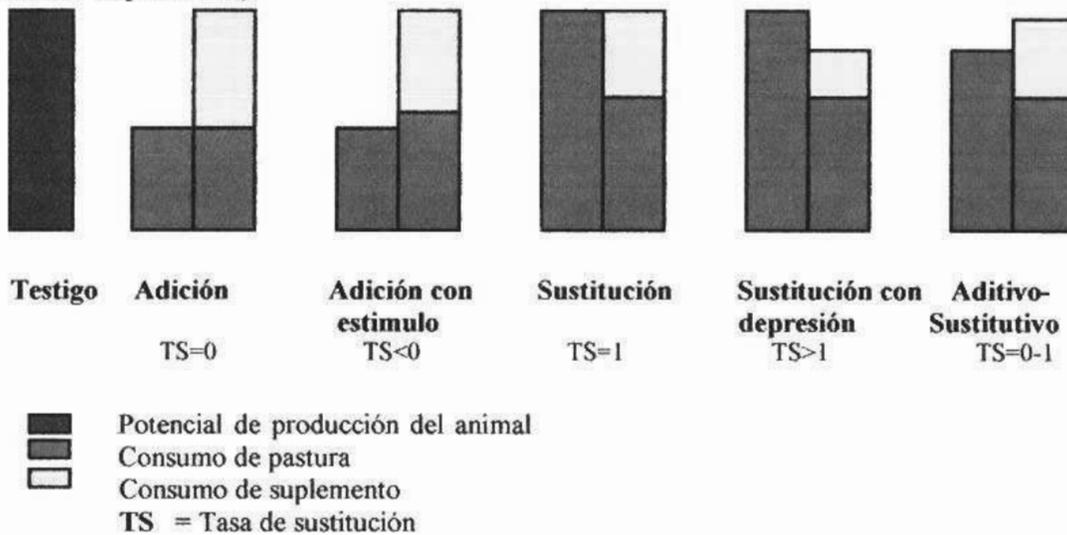
Santini y Rearte (1997) sugieren que la suplementación con concentrados energéticos es una alternativa que permite aumentar el suministro de nutrientes al animal y balancear energéticamente las dietas pastoriles. Los animales pastoreando forrajes de calidad presentan elevadas concentraciones de NH_3 en rumen debido a la alta degradabilidad y contenido de proteína (18-26%) de la pastura, siendo esta una alternativa para aumentar la eficiencia de utilización del nitrógeno de la misma con suplementos energéticos. Los efectos de esta estrategia dependerán de la cantidad ofrecida y el tipo de balanceado empleado. El suministro de concentrado en niveles no superiores al 40% de la dieta total consumida no afectará mayormente el ambiente ruminal y proveerá de energía que las bacterias utilizarán para un mejor aprovechamiento del amoníaco ruminal. En verdes de alta calidad, especialmente en otoño se puede acrecentar el desbalance energía/proteína de la dieta consumida, afectando la performance

animal. Otras características a tener en cuenta en cuanto al valor nutritivo de un suplemento son las vitaminas y los minerales, los que deben estar presentes en cantidad suficiente para no limitar la respuesta animal.

2.4.2.4 Interacción pastura-animal-suplemento

El uso de suplemento en condiciones de pastoreo está influenciado por varios factores que interactúan determinando efectos diferenciales en el consumo animal. A continuación se detallan las diferentes interacciones entre animal-pastura-suplemento que pueden ocurrir cuando se suplementan animales (Figura 9) (Pigurina, 1994; Mieres, 1997):

Figura 9. Esquema de la relación entre pastura y suplemento sobre el consumo animal total (pastura + suplemento).



$$TS = \frac{\text{Consumo de forraje (testigo)} - \text{Consumo de forraje (suplementado)}}{\text{Suplemento Consumido (kg)}}$$

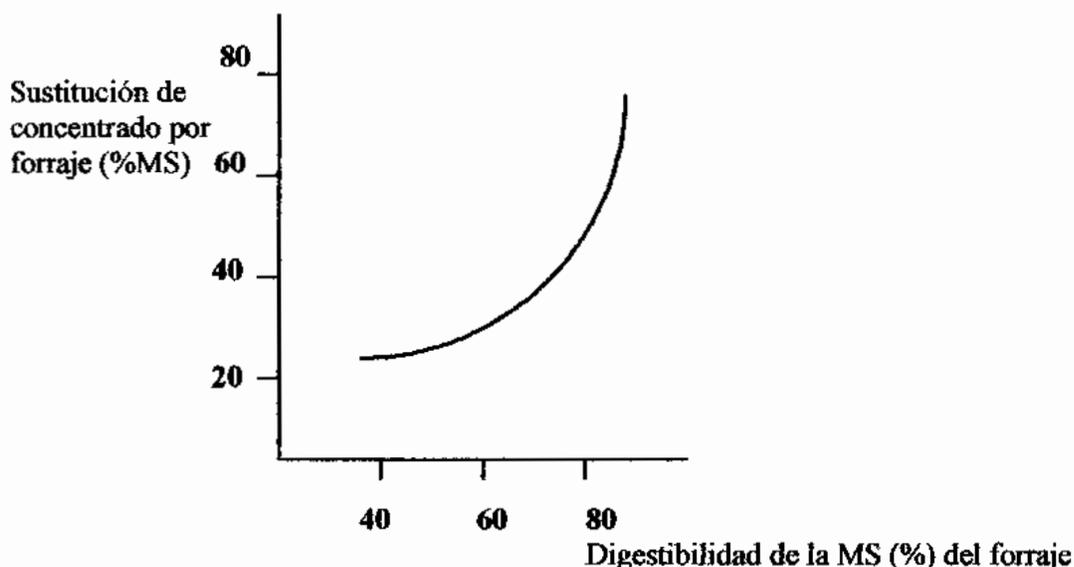
a) Efecto aditivo: ocurre cuando la demanda de forraje es superior a la oferta del mismo, el suplemento adiciona nutrientes a los de la pastura, y según la calidad del suplemento utilizado podría alcanzarse un máximo determinado por el potencial animal. Este efecto se presenta cuando el aporte de nutrientes por parte de la pastura es insuficiente (Ganzábal, 1997b; Mieres, 1997).

b) Efecto de adición con estímulo: ocurre en casos en que el suplemento suministra nutrientes y a su vez estimula el consumo de forraje de baja calidad. Este efecto es frecuente en la suplementación proteica o con nitrógeno no proteico a forrajes de muy baja calidad (Ganzábal, 1997b; Mieres, 1997).

c) Efecto sustitutivo: el agregado de suplemento determina que se sustituya parte de la dieta básica, y ocurre cuando el animal satisface total o parcialmente sus necesidades a partir de dicha dieta base (Ganzábal, 1997b; Mieres, 1997). Se manifiesta claramente cuando el

suplemento suministrado es de mayor palatabilidad y/o calidad que la pastura. Cuando la cantidad de forraje suministrada es alta, la suplementación puede resultar en una baja respuesta en consumo y performance, debido a la sustitución de forraje por concentrado (Newton y Young 1974; Young *et al.*, 1980; Milne *et al.*, 1981). Como muestra la Figura 10 la tasa de sustitución de pastura por suplemento aumenta a medida que aumenta la digestibilidad del forraje.

Figura 10. Influencia de la digestibilidad del forraje en el efecto de sustitución del concentrado por forraje.



Fuente: Hodgson (1990)

d) Efecto de sustitución con depresión: Se presenta cuando el suplemento es de menor valor nutritivo que el forraje consumido, provocando una depresión en el consumo y en la digestión del mismo. Ciertas modificaciones del ambiente ruminal pueden ser causa de éste efecto (Ganzábal, 1997b; Mieres, 1997).

e) Efecto aditivo-sustitutivo: Se presenta en situaciones donde existen efectos aditivos al comienzo de la suplementación y que derivan en efectos sustitutivos de la pastura, al mejorar el comportamiento animal (Ganzábal, 1997b; Mieres, 1997).

En el Cuadro 9 se observa como la respuesta productiva a la suplementación depende de la disponibilidad de pastura, y a su vez de la carga animal, la cual es determinante del grado de utilización de la misma (Pigurina, 1994).

Cuadro 9. Respuesta esperada en peso vivo y consumo de energía de vacunos y ovinos suplementados con energía, proteína o nitrógeno no proteico (NNP) y pastoreando forraje de diferentes niveles de disponibilidad, contenido de fibra y proteína.

Características de la pastura		Niveles (Bajo o Alto)							
Disponibilidad		Bajo				Alto			
Cont. de Fibra		Bajo		Alto		Bajo		Alto	
Cont. de Proteína		Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto
Suplemento	Respuesta nula (o), pequeña (+), media (++) o alta (+++)								
Energía	+	+	++	++	o	o	+	+	
Proteína	+	o	+	+	+++	o	++	+	
NNP (urea)	+	o	o	o	++	o	+	o	

Fuente: Adaptado de Siebert y Hunter, 1982; citados por Pigurina (1994).

2.4.3 Efecto de la suplementación

Los suplementos energéticos pueden tener efecto distinto en el consumo de forraje, la utilización de la pastura y el comportamiento y performance de los animales, dependiendo del tipo y composición del suplemento y la cantidad y calidad del forraje disponible (Vaz Martins, 1997).

2.4.3.1 Conducta animal

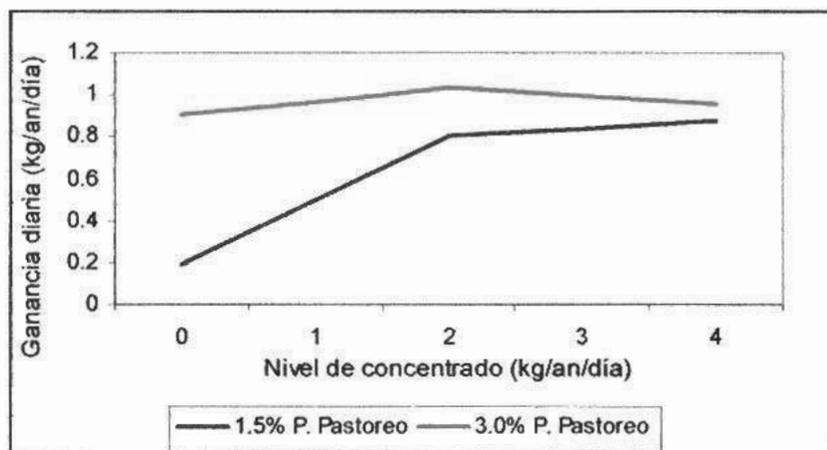
Leaver (1985) sugiere que normalmente los concentrados reducen el consumo de forraje, probablemente debido a una disminución en la tasa de digestión de la celulosa en el rumen y a una reducción en la tasa de pasaje de la digesta. La reducción en el consumo de forraje como resultado de la suplementación se manifiesta mayoritariamente en una reducción del tiempo de pastoreo y un pequeño efecto en el tamaño de bocado y tasa de bocados. Correa *et al.* (2000) demostraron que la suplementación provocó un descenso en el tiempo de pastoreo, registrando valores de tiempo dedicado a pastorear por corderos 13% menores en los animales suplementados versus aquellos que pastoreaban las parcelas no suplementadas. Montossi (com. personal) sugiere que uno de los efectos causados por la suplementación en el comportamiento ingestivo de los animales en pastoreo es la sustitución en el tiempo dedicado a la cosecha de forraje por tiempo dedicado al consumo de suplemento.

Milne *et al.* (1981) investigando el efecto de la suplementación en ovejas con cría, concluyeron que el consumo de forraje y el total de materia orgánica digestible descendió linealmente cuando se incrementó el consumo de suplemento.

El nivel de sustitución tiene una relación directa con la cantidad de forraje disponible, y se sabe que debajo de niveles de consumo de forraje de 1.5% del peso vivo, el efecto de sustitución es mínimo (Vaz Martins, 1997). A disponibilidades importantes de forraje (3% de PV) en condiciones de pasturas cultivadas, se maximizó el efecto de sustitución y no se observaron prácticamente diferencias entre distintos niveles de suplementación. Cuando la oferta de forraje se restringió en forma importante (1.5% de PV), y se aumentó gradualmente la suplementación con grano, se produjo en principio un efecto aditivo hasta niveles medios de suplementación y posteriormente apareció nuevamente el efecto de sustitución. Con elevadas

presiones de pastoreo, la respuesta a la suplementación en bajas cantidades fue alta, pero un pequeño aumento en la cantidad de suplemento revirtió el efecto de aditivo a sustitutivo (Figura 11).

Figura 11. Respuesta a la suplementación de novillos a dos presiones de pastoreo.



Fuente: Adaptado de Vaz Martins (1997).

En el caso de pasturas de alta calidad el efecto de la sustitución determina que la eficiencia de conversión del suplemento se reduzca en la medida que aumenta el nivel de suplementación. A niveles bajos de suplementación (0.5% y 1% de PV) bajo condiciones de pastura restringida la respuesta en ganancias diarias y eficiencia de conversión es altamente dependiente de la calidad de la pastura. En pasturas de mayor calidad se obtendrán mejores comportamiento en los animales pero la sustitución de grano por forraje aparecerá a niveles más bajos de suplementación. En pasturas de menor calidad se observará adición a niveles más altos de suplementación con grano pero el comportamiento de los animales será menor. Esto confirma que existe un rango muy estrecho de respuesta a la suplementación si no se quiere caer en situaciones de sustitución (Vaz Martins, 1997).

Young *et al.* (1980) estudiando la respuesta a la suplementación (sí y no) y a la carga animal (alta, media y baja) en ovejas lactantes, encontraron que en los tratamientos no suplementados y de cargas media y alta, se registraban menores valores de disponibilidad de forraje, afectándose hasta la producción anual acumulada del mismo. En estas mismas cargas por efecto de la suplementación se obtuvieron mayores consumos de forraje.

En un estudio de carga y suplementación de corderos pesados, la estrategia de suplementar determinó mayor disponibilidad y altura del forraje post pastoreo de triticale y raigrás, teniendo un efecto preponderante sobre la composición botánica. Estos resultados indican que existió un efecto de sustitución en el consumo de forraje por suplemento aumentando las oportunidades de selección de los corderos, lo cual resultó en un aumento de la proporción de restos secos, tallos e inflorescencias en la pastura, traduciéndose en un descenso en el valor nutritivo de la misma, particularmente en las últimas etapas del experimento (Correa *et al.*, 2000).

2.4.3.2 Producción animal

Newton y Young (1974), expresan tres razones que justificarían la suplementación de corderos en pastoreo: minimizar los efectos de pasturas de corta altura, maximizar las tasas de crecimiento ante pasturas de inadecuada calidad para lograr el potencial de los animales y por último la posibilidad de aumentar la carga animal. Estos autores al analizar los resultados del efecto de la suplementación y la carga animal sobre el consumo y performance de corderos encontraron que la suplementación resultó en incrementos en el número de animales que alcanzaron el peso objetivo en todos los tratamientos. Adicionalmente el consumo de pastura fue sensible a la disponibilidad ofrecida y que el suplemento tuvo un efecto sustitutivo sobre la pastura.

Muir *et al.* (1989) sugieren que suplementar con altos niveles de proteína sobre pasturas permite incrementar las ganancias diarias de corderos, particularmente a bajas asignaciones de forraje. El efecto de la suplementación proteica resulta en mejores ganancias de peso en la medida que la calidad de la pastura base descende. Investigaciones de Orskov *et al.* (1976) citado por Muir *et al.* (1989) indican que corderos comiendo dietas de alta proteína tienen menores tasas de deposición de grasa.

El suplementar con energía (maíz) a corderos pastoreando forrajes con elevados niveles de proteína, posibilita el incremento de la tasa de crecimiento, la producción por hectárea (aumentos de carga) y el porcentaje de rendimiento de la canal, aparentemente por un uso más eficiente de la proteína de la pastura (Karnozos *et al.*, 1993).

La suplementación con afrechillo de trigo a corderos pastoreando una mezcla de triticale INIA Caracé y raigrás LE 284 determinó un incremento en la producción de peso vivo y producción de lana (Guarino y Pittaluga, 1999). En cuanto a la eficiencia de conversión de suplemento, esta fue máxima en la carga alta (40 vs 30 y 20 corderos/ha) con un valor de 5.6 kg de suplemento por kg de peso vivo extra. No obstante para Correa *et al.* (2000) la suplementación de corderos sobre la similar (raigrás INIA Titán) base forrajera no implicó diferencias en la producción animal, debido al uso de cargas intermedias (25 y 35 corderos/ha).

Ganzábal (1997b) estudiando diferentes estrategias de alimentación basadas en la combinación de niveles de oferta de forraje (NOF) y niveles de suministro de afrechillo de trigo (14% de proteína cruda) para capones encontró que la evolución de peso de los mismos mejora con el incremento de los NOF y con los niveles de suplementación, a su vez la respuesta al concentrado decrece a medida que se incrementa la oferta de la dieta base.

El índice (IC) de conversión (g de concentrado/g de peso vivo adicional obtenido) se incrementa con el NOF y el suministro de concentrado. Se debe tener en cuenta que cuanto menor sea el valor absoluto del IC, mayor es la respuesta y por lo tanto mayor será la probabilidad de que exista conveniencia económica por el uso del suplemento. El IC es una forma directa de cuantificar los efectos de la suplementación y la misma puede tener también un beneficio indirecto, basado en el incremento de la carga (Ganzábal, 1997b).

Martin *et al.* (1991), sugieren que uno de los beneficios de la suplementación es la posibilidad de incrementar la carga animal y por lo tanto lograr mayores niveles de *productividad por hectárea*. Dichos autores experimentando con corderos con distintos suplementos (concentrados y silajes de pasturas) concluyeron que la suplementación no incrementó las tasas de crecimiento de los animales, pero entre 10 y 40% del total de la materia seca consumida pertenecía al suplemento por lo que era posible utilizar cargas animales más elevadas.

El crecimiento de lana responde en forma lineal al consumo de proteína sobrepasante, ya que los aminoácidos azufrados provenientes del rumen no son suficientes para cubrir los requerimientos para la máxima producción de lana (Kempton, 1979). Por lo que el efecto de la suplementación energética sobre la producción de lana es más importante cuando la proteína no es limitante. En el caso que la misma sea limitante, tanto el diámetro como el largo de fibra disminuyen (Black *et al.*, 1973; citados por Reis *et al.*, 1992).

2.4.4 Factores a considerar

De acuerdo con Oficialdegui (1990) existe una serie de factores prácticos que hay que tener en cuenta al momento de implementar la suplementación en un predio (aparte de la información referente a los animales, pastura, suplemento, interacción entre estos, estructura e infraestructura necesaria en el predio), de los cuales dependerá el éxito de la técnica:

a- El período de acostumbramiento. Ovejas que no han sido suplementadas anteriormente demoran entre 7 y 14 días en comenzar a comer en forma significativa las cantidades de suplemento ofrecidas.

b- Periodicidad de suministro de suplemento. La información disponible en general concuerda que el suministro diario en ovinos es mejor que otras opciones de suministro para favorecer la ganancia de peso, mientras que para objetivos de mantenimiento, la suplementación podría ser cada dos días, cada tres o aún una vez por semana.

c- Dominancia social. La presencia de animales muy glotones por un lado a muy tímidos por otro, podría determinar la toma de medidas de manejo que contemplara su comportamiento diferencial.

d- Rutina de suministro. En casos de suministro diario es importante mantener un mismo horario para suplementar todos los días. El cual conviene que sea en los momentos de menor actividad de pastoreo de los animales, de manera de complementar las actividades de alimentación (Scaglia, com. personal).

2.5 CALIDAD DE CARNE

2.5.1 Introducción

La tradicional venta de carnes como "*commodities*" está dando paso a la comercialización de productos cárnicos "*specialties*" que satisfagan las necesidades de los consumidores. El desafío de la comercialización no consiste solamente en vender a precios más altos sino fundamentalmente descubrir por qué tipo de productos el consumidor está dispuesto a pagar más. Un atributo que aparece como definitivo en las preferencias del consumidor es la calidad. Gusto, terneza, apariencia y presentación son factores que confluyen en la imagen de

calidad de producto. La consistencia es otro elemento indispensable, entendiendo por ella, la certeza que bajo una misma denominación se encontrara invariable el mismo producto (Vázquez Platero y Picerno, 1997).

De acuerdo con Da Silveira y Sañudo (1996) para obtener un producto de elevada calidad, es necesario considerar todos los segmentos de la cadena agroindustrial. Por lo que adquiere suma importancia la calidad del animal a faenar, en este sentido se debería obligatoriamente considerar:

- a- calidad sanitaria
- b- rendimiento de canal
- c- calidad de canal: peso, conformación, composición regional, cantidad y proporciones de músculo, grasa y hueso.
- d- calidad de carne: pH, color, succulencia, textura, aroma y sabor.
- e- calidad de grasa: composición química y color.

La presentación en forma de canal es lo que resulta del ovino una vez desangrado, desollado, eviscerado y eliminadas las patas (a la altura de la rodilla y garrón), cabeza (seccionada entre la segunda y tercer vértebra cervical) y cola. Es la unidad primaria de la carne, siendo la presentación más común a nivel del mercado de abasto, representando también una opción importante a nivel del mercado de exportación, caso en el que se especifica la categoría y rango de peso (Instituto Nacional de Carnes, 1996).

La raza o genotipo, sexo, edad, peso, sistema de alimentación y sus combinaciones afectan en mayor o menor grado la calidad de carne producida en el primer eslabón de la cadena agroindustrial (empresa productora) y por ende condicionan la calidad del producto de comercialización final (Da Silveira y Sañudo, 1996).

Cuthbertson y Davies (1988) encontraron diferencias entre razas en el contenido de carne magra siendo esto explicado por un diferente cociente carne magra/hueso y la distribución de la grasa.

Bonecarrere (1972) trabajando con las razas Corriedale, Ideal y Merino, observó que los machos enteros llegan antes a un mismo peso de faena que los castrados y estos a su vez más rápido que las hembras. Otros estudios encontraron que a igual peso de canal, los machos enteros contienen un menor porcentaje de grasa y mayor porcentaje de proteína que las reses de corderos castrados, y estos a su vez más que el de las hembras (Everitt y Juri, 1966; citados por Azzarini y Ponzoni, 1971).

La importancia del peso está en que es un reflejo del desarrollo (estado de madurez), aunque existe un peso de faena óptimo (que debe ser estudiado para cada situación) en el cual la composición de la res tiene las proporciones más favorables de músculo respecto al hueso, y es el principal determinante de la composición de la canal (Thompson, 1991).

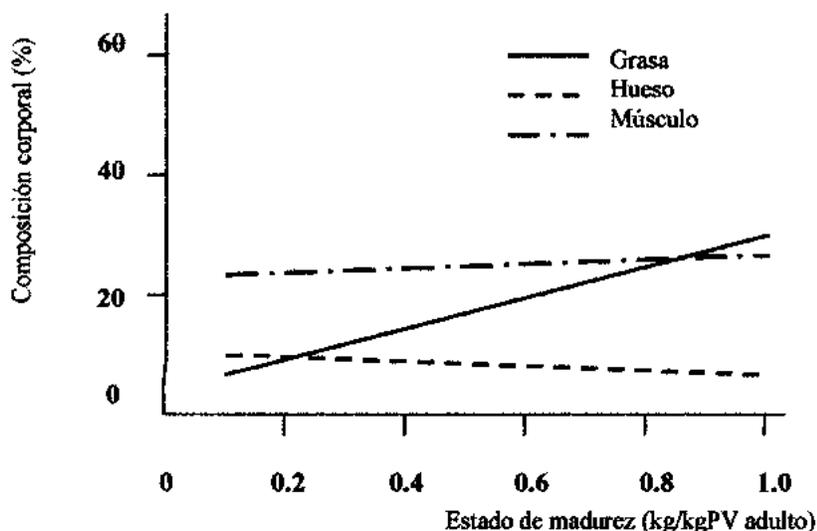
Los animales ovinos jóvenes tienen mayor cantidad de agua y proporcionalmente menor proporción de grasa, proteínas y minerales. Igualmente, son más propensos al engrasamiento

intermuscular que al depósito de grasa subcutánea e intramuscular. Con el aumento de la edad aumenta también la consistencia de la grasa interna (Searle *et al.*, 1989).

Tulloh (1963) desarrolló diferentes ecuaciones predictivas para estimar la composición corporal de ovinos a partir del peso vivo. Las ecuaciones indican que a medida que un ovino aumenta en peso vivo, los tejidos óseo, adiposo y muscular también aumentan en peso. Sin embargo, las pendientes muestran que a medida que el peso aumenta la grasa aumenta, pero el porcentaje de hueso disminuye, mientras que el porcentaje de músculo de la canal permanece casi constante, resultados que concuerdan con los obtenidos por Thompson (1991) (Figura 12).

Según Black (1983), citado por Bell (1990) la capacidad de variar la composición de las canales ovinas mediante la alimentación es limitada. Esto coincide con lo observado por Lord *et al.* (1988), quienes a un mismo peso de canal encontraron un mayor efecto genético que nutricional, destacando que sólo en la grasa subcutánea se aprecian efectos debidos al manejo nutricional.

Figura 12. Cambio en las proporciones de los diferentes tejidos corporales (hueso, músculo y grasa) en función del estado de madurez.



Fuente: Thompson (1991).

2.5.2 Efecto del plano nutricional

Los dos problemas más comunes asociados a la producción de corderos pesados son los elevados niveles de grasa asociados a altos pesos de canales (Barton y Kirton, 1958; citados por Purchas, 1978), y las bajas ganancias de peso que obtienen los corderos manejados sobre pasturas en el período post destete (Scott *et al.*, 1976; citados por Purchas, 1978).

Kirton *et al.* (1981) manejando corderos sometidos a diferentes planos de alimentación, encontraron que, aunque las canales de los corderos con planos de alimentación más altos eran más pesadas y engrasadas, el efecto en la composición de la canal de los distintos tratamientos nutricionales no era otro que el normalmente asociado al peso de la misma.

Ahmad y Davies (1988) trabajando con corderos en dos planos de alimentación, uno alto y otro bajo, encontraron que los de plano alto tuvieron significativamente el más alto rendimiento, la más baja relación de conversión y crecieron más rápido. Asimismo, tuvieron una mayor cantidad de grasa (pélvica, de riñonada y subcutánea), menor hueso, alto porcentaje de lípidos y más bajo porcentaje de agua que los de plano bajo.

Según Black (1983), citado por Soeparno y Davies (1987) animales consumiendo dietas en base a pasturas usualmente son más magros que aquellos que consumen dietas en base a concentrados. Soeparno y Davies (1982) sugieren que ovinos alimentándose con dietas de alta energía metabolizable tienen significativamente una mayor proporción de grasa que los animales con igual peso corporal pero ingiriendo dietas de bajo contenido de energía metabolizable. Estos autores (1987), al estudiar el efecto de la concentración de energía en la dieta y diferentes especies de pasturas en la composición de la canal en corderos Daldale, confirmaron que la variación en la composición de la canal observada entre los distintos tratamientos se refleja en el grado de gordura y no en el desarrollo muscular ni en la masa ósea. Los animales alimentados con dietas de mayor concentración energética presentaron niveles superiores de engrasamiento y porcentaje de rendimiento.

Concordando con los resultados experimentales de Soeparno y Davies (1987), Field *et al.* (1990) alimentando dos grupos de corderos, uno con plano alto y otro con plano bajo de energía, encontraron que los animales sometidos a dietas con alta energía obtuvieron canales más pesadas y más engrasadas que los mantenidos en dietas con baja energía. Estos mismos autores obtuvieron que los corderos Rambouillet, Columbia, Suffolk y Hampshire Down alimentados con pellets de alfalfa crecían a menores tasas de ganancia de peso vivo que los alimentados con una dieta compuesta por 90% de maíz, traduciéndose esto en una mayor proporción de dicha ganancia como proteína.

Varios estudios experimentales no han encontrado diferencias consistentes en la composición de la canal ovina por efecto del tipo de pastura en la que se terminan los animales (Purchas y Keogh, 1984). No obstante, corderos pastoreando especies pertenecientes al género Lotus presentan menor engrasamiento que corderos pastoreando trébol blanco, siendo el mayor contenido de taninos de este género lo que estaría asociado a la explicación de estos resultados. Los taninos condensados incrementan la absorción de nitrógeno a nivel intestinal debido a la reducción de la proteína degradable en el rumen, y esto reduce la cantidad de grasa, de la misma manera que dietas con elevada concentración proteica

Tatum *et al.* (1998) encontraron que corderos ingiriendo diferentes dietas con contenido variable de energía y proteína crecieron a distintas tasas durante su terminación, los tratamientos impuestos no tuvieron un efecto marcado, dentro de determinados rangos, en la deposición externa de grasa cuando se compararon las canales a peso constante. Estudios experimentales anteriores a este ensayo (Burton and Reid, 1969; Truscott, 1982; Smith, 1984; citados por Tatum *et al.*, 1998) reportaron que el engrasado de la canal de corderos está asociado principalmente al peso vivo del animal, y que las diferencias en el consumo de energía o el nivel de proteína dietaria tienen un pequeño efecto en la cobertura de grasa de la canal cuando se comparan a un mismo peso vivo.

Liu and Young (1994) al estudiar el efecto de la suplementación con diferentes niveles de proteína sobre la cobertura de grasa en la canal de corderos pesados, concluyeron que se puede reducir, en casos de exceso, el porcentaje de grasa de la canal, alimentando a los animales con dietas bajas en energía y suplementos con contenidos medios a altos en proteína, sin causar efectos adversos en el desarrollo muscular, el cual se mantiene mediante la movilización de reservas. Theriez *et al.* (1976) concuerdan con este concepto y sostienen que superando el 18% de PC en la dieta, la disminución en el porcentaje de grasa de la canal y el aumento en el índice de crecimiento deja de observarse, del mismo modo que si la faena es muy próxima al peso adulto. También estos autores opinan que en la medida que aumenta el porcentaje lipídico del alimento, más rápido se engrasa el animal, siendo esta evolución más rápida en corderos genéticamente más chicos.

Murphy *et al.* (1994) sugieren que las diferencias logrables en engrasado de la canal en corderos se explican por la distinta concentración energética y proteica de los alimentos, por el consumo total de energía y por la velocidad de crecimiento de los animales. Estos autores basan su conclusiones en que la maduración tisular prioriza el hueso luego el músculo y por último la grasa. Por lo tanto, la partición de la energía ingerida seguirá los patrones de deposición de tejidos mencionados. Relativamente bajos consumos de energía serían suficientes para el crecimiento óseo y muscular pero no alcanzarían para la deposición temprana de grasa.

Lee (1986) no observó un efecto de la nutrición sobre el peso de grasa subcutánea ni en la cobertura de grasa de la canal medida a través del punto GR en corderos enteros y castrados resultados del cruzamiento de Dorset x (Border Leicester x Merino). El porcentaje de rendimiento de la canal fría fue afectado por el peso de carcasa y el nivel de nutrición, los menores niveles de nutrición y mayores pesos de canal se tradujeron en aumentos en el porcentaje de rendimiento. El mismo autor, encontró un incremento de 1.2 mm en el GR por cada kilogramo adicional de peso en la canal. Por otra parte, determinó que aumentos en el peso vivo produjeron incrementos en el porcentaje de rendimiento de la canal.

En el Cuadro 10 se resume el efecto de la carga sobre parámetros productivos y de calidad de canal de corderos Corriedale obtenidos por diferentes autores. Ante incrementos en la carga se observa una disminución de todas las variables consideradas, menos en el peso del lomo. Estos descensos se explican por los menores consumos aparentes y por dietas de menor valor nutritivo en la medida que aumenta la carga animal.

Cuadro 10. Resultados nacionales de producción y calidad de canal en engorde de corderos.

Carga (cord/ha)	PVF (kg)	PCC (kg)	GR (mm)	Pierna (kg)	Bife (kg)	Lomo (kg)
Exp 1 20	39.6	17.7	10.5	1.56	0.41	0.13
30	35.4	15.6	6.6	1.42	0.36	0.13
40	31.1	13.5	4.2	1.24	0.3	0.11
Exp 2 25	38.9	17.1	10.2	1.74	0.46	0.15
35	36.6	15.7	8.0	1.64	0.41	0.15
Exp 3 24	35.6	16.3	12.2	1.7	0.4	0.13
32	32.9	14.7	10.1	1.4	0.35	0.13
40	29.2	12.7	6.7	1.3	0.32	0.11

Referencias: Experimento 1 (Guarino y Pittaluga, 1999).

Experimento 2 (Correa *et al.*, 2000).

Experimento 3 (Arocena y Dighiero, 1999).

PVF: peso vivo final.

PCC: peso canal caliente.

Pierna: pierna c/cuadril s/hueso.

GR: grado de engrasamiento de la canal (12^{da} costilla, a 110mm de la línea media) (Kirton y Morris, 1989).

Guarino y Pittaluga (1999) evaluaron el efecto de la suplementación sobre la producción y calidad de canal, utilizando afrechillo de trigo concluyeron que esta técnica tuvo un rol de menor importancia que la carga animal sobre la productividad animal, aunque en general se observó un incremento en el peso y grado de terminación de las canales por la inclusión del mismo. En contraste, en la experimentación llevada a cabo por Correa *et al.* (2000) la suplementación con grano de cebada no afectó significativamente las variables medidas en los animales.

De acuerdo con Kirton (1985), el peso de la canal caliente y el GR de la misma, como predictores de la composición de la canal, explicarían entre el 50 y el 70% de las variaciones en contenido de grasa y hueso de la canal y de 26 al 47% de la variación en contenido de músculo. Descensos de un milímetro en el GR de la canal significarían 1% menos de grasa, 0.5% más de músculo y 0.5% más de hueso.

2.5.3 Sistema de clasificación y tipificación de canales ovinas

Contar con un correcto sistema de clasificación y tipificación de reses ovinas permitiría un mejor ordenamiento de la producción de carne ovina y de su calidad, con mayor homogeneización de los productos que se comercializan (bajo una determinada denominación se encontrará invariable el mismo producto) y también debería funcionar como una herramienta que aporte a los productores las señales necesarias acerca del tipo de animal a producir (Salgado, 1996).

La Dirección de Control de Calidad del Instituto Nacional de Carnes (INAC) elaboró un Proyecto que puso a consideración de las gremiales de productores e industriales representados en la Junta del Instituto y del Comité de Carne Ovina, del cual surgió en 1996 el Sistema Oficial

de Clasificación y Tipificación de Canales Ovinas. Las características del sistema en lo que hace a Clasificación, agrupa a las canales en función de la edad y el sexo, definiendo categorías en función fundamentalmente de un parámetro objetivo como es la dentición. Con relación a la Tipificación el sistema contempla separadamente los atributos de conformación y terminación (Cuadro 11). La conformación indica la relación existente entre el tejido muscular y el tejido óseo, mientras que la terminación indica la relación existente entre el tejido muscular y el tejido adiposo, considerando la consistencia, distribución y color de la grasa (INAC, 1996).

Cuadro 11. Clasificación y Tipificación de Carne Ovina del Uruguay.

CATEGORÍA	CONFORMACIÓN				TERMINACIÓN		
	S	P	M	I	0	1	2
Cordero/a	CS	CP	CM	CI			
Borrego/a	BS	BP	BM	BI			
Ovino adulto	AS	AP	AM	AI			

CLASIFICACIÓN

- CORDERO** Ovino que no manifiesta la erupción de ningún incisivo permanente.
- BORREGO** Ovino de hasta cuatro incisivos permanentes. Se admiten machos.
- OVINO ADULTO** Ovino macho castrado o hembra con más de cuatro incisivos permanentes. Macho entero con más de dos incisivos permanentes.

TIPOS DE CONFORMACIÓN

- S** Conformación sobresaliente
- P** Conformación buena
- M** Conformación mediana
- I** Conformación deficiente

GRADOS DE TERMINACIÓN

- 0** Insuficiente grasa de cobertura
- 1** Moderada grasa de cobertura
- 2** Excesiva grasa de cobertura

Fuente: INAC (1996).

En Nueva Zelanda el NZMPB (New Zealand Meat Producers Board), con el asesoramiento de la New Zealand Meat Industry Association, desarrolló un sistema de clasificación basado en grado de gordura y peso de canales frías (Cuadro 12). Para la descripción del grado de gordura se utilizan cinco letras (A, Y, P, T, F), siendo A una canal carente de grasa externa, Y de bajo contenido de grasa, P de contenido medio, T de fuerte contenido y F de excesivo contenido de grasa. Para peso se clasifican en cinco categorías (A, L, M, X, H), A comprende canales frías con pesos inferiores a los 9 kg y H superiores a los 20.5 kg, encontrándose en las categorías L, M, y X los pesos intermedios (NZMPB, 1995).

Cuadro 12. Clasificación y Tipificación de corderos de Nueva Zelanda.

Símbolo	Grados para carcasas de exportación			Grados para exportación en cortes	
	A	Y	P	T	F
Tenor Graso	< 6 mm	6-9 mm	6-12 mm	12-15 mm	> 15 mm
Hasta 9.0 kg	A				
9.0 - 12.5 kg		YL	PL	TL	FL
13.0 - 16.0 kg		YM	PM	TM	FM
16.5 - 20.0 kg		YX	PX	TH	FH
Más de 20.5 kg		YX	PH		

Fuente: Adaptado de NZMPB (1995).

En la Unión Europea se utiliza un sistema de tipificación, que toma la variable conformación como criterio principal. El rango se hace en base a la palabra EUROP, donde E representa la mejor conformación y P la peor. En cuanto al grado de gordura se toman siete categorías 1, 2, 3L, 3H, 4L, 4H y 5, siendo 1 una res muy magra y 5 muy gorda. Las clases 3 y 4 son divididas en L y H (Bajo y Alto) (Frigorífico San Jacinto, 1996).

El sistema de clasificación creado en Australia por el AUS MEAT, utiliza como criterios de clasificación en categorías la edad y el sexo y para la tipificación de las canales utiliza cinco rangos de peso de canal caliente (menos de 16 kg, de 16 a 18 kg, de 18 a 20 kg, de 20 a 22 kg y más de 22 kg), los que a su vez son divididos en cinco categorías de gordura medida a través del GR (0-5 mm, 6-10 mm, 11-15 mm, 16-20 mm y 21-25 mm).

2.5.4 Presentaciones comerciales de carne ovina

Según la Dirección de Control de Calidad de INAC (1996) las presentaciones comerciales o cortes de carne ovina más comunes se pueden agrupar en cortes con hueso y sin hueso. Dentro de los primeros se encuentran la media canal, cuartos delanteros y traseros, chuletas, pierna, espinazo y asado con vacío, mientras que el bife, la pierna y el lomo son comprendidos dentro del segundo grupo, también denominado cortes valiosos. Se entiende por corte la parte de la canal con límites previamente especificados y de fácil identificación anatómica.

2.5.4.1 Cortes con hueso

La media canal resulta de dividir longitudinalmente la res por la línea media de la columna vertebral, mediante la separación de esta media canal por un corte perpendicular al eje de la columna vertebral al nivel del 5^{to}, 8^{vo} o 10^{mo} espacio intercostal, obteniéndose los cuartos delantero y trasero (INAC, 1996).

Las chuletas o churrascos resultan de un método de cortes, ideado para un aprovechamiento racional de canales ovinas para abasto. En primer lugar se realizan cuatro cortes principales que se denominan paleta, campana, silla y pierna. De la conversión de estos cuatro cortes a churrascos surgen como cortes secundarios: cogote, brazuelo con pecho, asado con pecho, vacío y garrón. Una vez extraídos estos cortes secundarios se dividen la paleta y la

pierna longitudinalmente en dos y se dejan enteras la campana y la silla, de estos seis cortes principales se obtienen mediante aserrado los churrascos que representan un 65% respecto a la canal entera (INAC, 1996).

Se denomina pierna al corte preparado de la porción más caudal de la media canal, mediante un corte a nivel de la 6^{ta} vértebra lumbar (pierna con cuadril) o a distintas alturas del hueso de la cadera (pierna con variadas proporciones de cuadril o incluso sin cuadril) (INAC, 1996).

El espinazo es el corte que se obtiene de la región dorso-lumbar de la media canal. Incluye un número variado de vértebras torácicas (en general las últimas 8), las 6 vértebras lumbares y puede incluir porciones variadas del hueso de la cadera. Los cortes que la constituyen son el bife ancho, el bife angosto, el lomo y puede incluir parte o la totalidad del cuadril (INAC, 1996).

El corte que se obtiene de la región costal (en general las últimas 8 costillas) y de la pared abdominal de la media canal es el asado con vacío, este es un corte de exportación que se comercializa comúnmente formando parte de un juego de cortes (paleta, espinazo, pierna y asado con vacío) (INAC, 1996).

2.5.4.2 Cortes sin hueso

La pierna es el corte que responde a la misma definición de pierna con hueso pero al que se han extraído la totalidad de sus piezas óseas (puede presentarse con cuadril o sin cuadril). Otro de los cortes sin hueso es el bife, el cual se obtiene de la región dorsal de la media canal y que incluye el bife angosto y parte o la totalidad del bife ancho. El lomo es el corte que junto al bife y la pierna sin hueso forman el juego de cortes ovinos de exportación con mayor valor de realización y se encuentra ubicado en la región sublumbar de la media canal (INAC, 1996).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN, SUELOS, INFORMACIÓN CLIMÁTICA Y DURACIÓN DEL PERÍODO EXPERIMENTAL

El presente trabajo se realizó en la Unidad Experimental "Palo a Pique" perteneciente a la Estación Experimental del Este del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), situada a 12 Km de la ciudad de Treinta y Tres sobre la ruta 19, departamento de Treinta y Tres, Uruguay. La Unidad Experimental mencionada esta ubicada geográficamente a 33° 13' 40" de latitud Sur, 54° 26' 00" de longitud Oeste y a 47 m de altitud sobre el nivel del mar. El período experimental se prolongó durante 110 días, desde el 6 de junio hasta el 24 de setiembre de 1997.

El área experimental abarcó una superficie de 2.44 ha de los potreros seis y diez de dicha Unidad Experimental. Los suelos predominantes fueron Brunosoles subéutricos lúvicos y Argisoles éutricos melánicos abrupticos correspondientes a la Unidad Alférez del mapa de reconocimiento de suelos a escala 1:1.000.000 de la Dirección de Suelos (MGAP, 1979). Los materiales generadores de dichos suelos son sedimentos limo-arcillosos de la formación Libertad, apoyados sobre Basamento Cristalino. El relieve corresponde a lomadas suaves y fuertes con interfluvios aplanados (MGAP, 1979).

En el Cuadro 13 se presentan los valores climáticos promedios mensuales para los meses en que transcurrió el experimento, de junio a setiembre de 1997, y la información para la serie histórica de 1972 a 1998 para el mismo período.

Cuadro 13. Comparación de temperaturas, precipitaciones y heladas invernales mensuales y acumuladas durante el año del experimento (1997) y el promedio de los años 1972-1998.

	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Acum. ó Prom.
Temperatura (°C) (1997)	11.5	12.6	13.5	13.3	12.72
Temperatura (°C) (1972-1998)	10.8	10.7	11.9	13.4	11.7
Precipitaciones (mm) (1997)	109.5	20.2	181.3	37.9	345
Precipitaciones (mm) (1972-1998)	110	140	99	107	456
Heladas (días) (1997)	3	4	1	1	9
Heladas (días) (1972-1998)	3.9	4.4	2	1.3	11.6

Fuente: Roel (comunicación personal).

Del cuadro anterior se desprende que durante el año en que se realizó el trabajo experimental, la temperatura promedio fue superior a la serie histórica (12.7 vs 11.7 °C) y las precipitaciones acumuladas (345 vs 456 mm) y las heladas acumuladas (9 vs 11.6 días) fueron menores con respecto a los años considerados.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.2.1 Animales y tratamientos

Se utilizaron 60 corderos de la raza Corriedale nacidos entre Agosto-Setiembre de 1996, los cuales fueron distribuidos al azar en seis grupos de 10 animales cada uno, de acuerdo a su peso vivo. El peso vivo inicial promedio de los corderos fue 27.0 ± 2.0 kg.

Los seis tratamientos evaluados resultan de la combinación de dos factores (carga animal y suplementación); con diferentes niveles según el factor considerado: (a) carga animal (15, 30 y 45 corderos/ha) y (b) suplementación (0 y 1.2% del peso vivo).

En el Figura 13 se representa esquemáticamente la distribución de los tratamientos en los potreros contiguos seis y diez de similares características de suelos de la Unidad Experimental "Palo a Pique".

3.2.2 Sanidad

El manejo sanitario consistió en una vacunación preventiva contra Ectima contagioso y contra clostridiosis al comienzo del ensayo. En el mismo momento se dosificó con una dosis supresiva de ivermectina para el control de los parásitos gastrointestinales. Para determinar la necesidad de realizar nuevas dosificaciones se utilizó el criterio del recuento de huevos por gramo de heces. Cuando más del 50% de los animales, utilizando la técnica de Mac Master modificada por Williamson *et al.* (1994), superara los 900 HPG (huevos por gramo), se procedería a la dosificación de los corderos. En los estudios coprológicos realizados durante el ensayo no se alcanzaron dichos niveles, por lo tanto, no fue necesario volver a dosificar a los animales. Durante el período experimental, se realizaron tres baños podales con Sulfato de Zinc al 10% (el 4 de julio, el 1° de agosto y el 5 de setiembre), para controlar las afecciones podales que aparecieron.

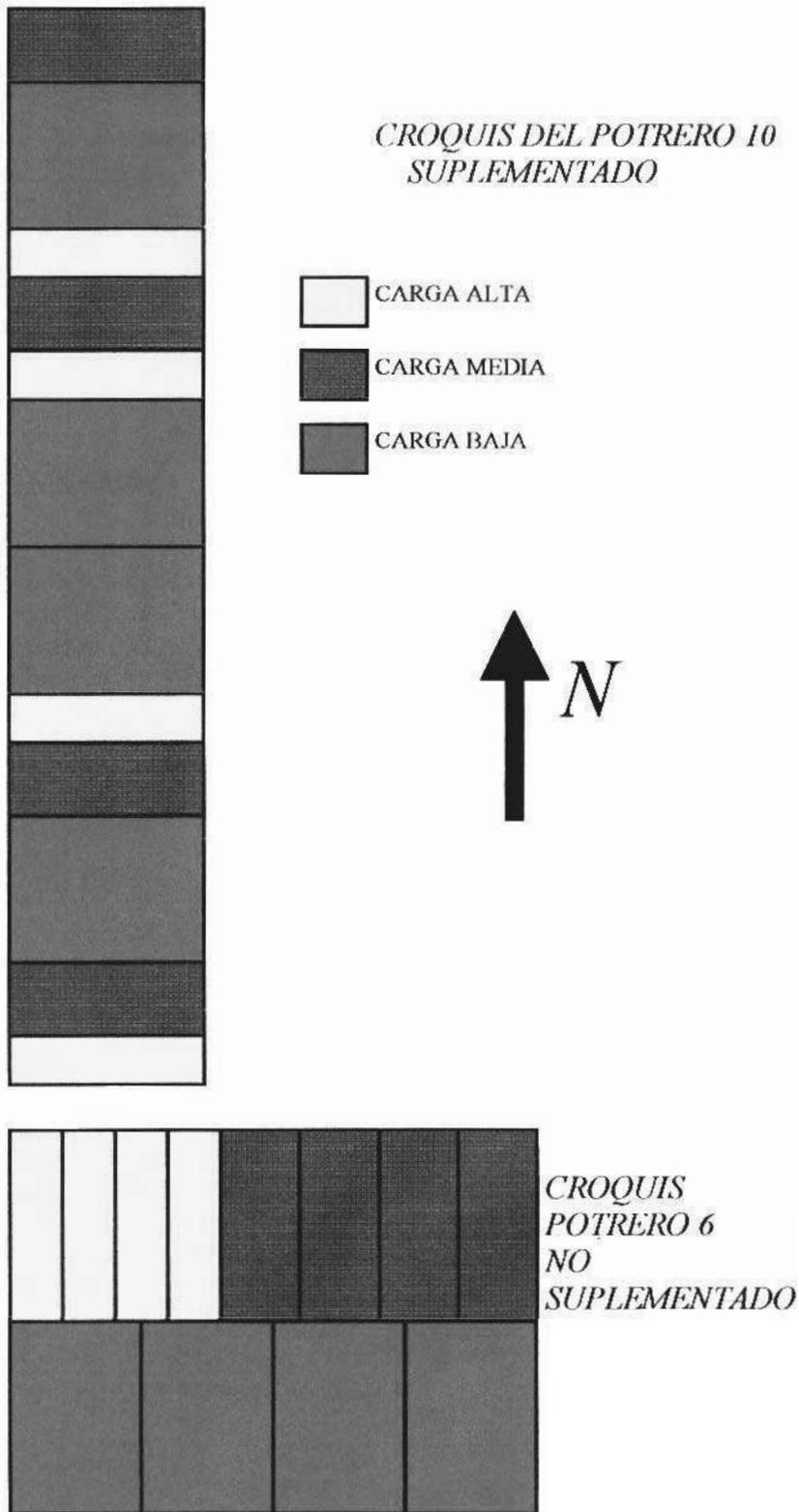
3.2.3 Pastura

La especie forrajera utilizada fue *Avena byzantina* cv. LE 1095a, en siembra directa, utilizando una sembradora Semeato TD 220 A de doble disco, a razón de 100 kg/ha de semilla. Esta siembra fue realizada el 1^{er} de Abril de 1997 sobre un rastrojo de sorgo forrajero (pastoreado durante el verano con novillos de sobreaño), donde se aplicaron 4.5 l/ha de glifosato, para el control de malezas, quince días previos a la siembra. La fertilización inicial fue de 150 kg de 25-25/25-0 a la siembra y 50 kg de urea (46-0-0) a los treinta días luego de ésta. En el Cuadro 14 se reseña la historia agrícola de los potreros en los que se realizó el ensayo.

Cada 28 días, luego de comenzado el ensayo, el área experimental era refertilizada manualmente con 100 kg/ha de urea.

El área destinada a cada tratamiento se subdividió (con alambre eléctrico) en cuatro parcelas de idéntico tamaño a modo de utilizar un sistema de pastoreo rotativo, con períodos fijos de ocupación y descanso de 7 y 21 días respectivamente, para cada parcela.

Figura 13. Distribución de los tratamientos en el área del ensayo.



Cuadro 14. Historia agrícola de los potreros seis y diez (Unidad Experimental INIA "Palo a Pique").

Período	Cultivo	Fertilización	Laboreo
Verano 96	T. Rojo	s/d	Siembra directa
Invierno 96	Trigo	Siembra: 140 kg/ha (25-25/25-0) 80 kg/ha (46-0-0)	Glifosato 4.5 l/ha. Siembra directa.
Verano 97	Sorgo	Siembra: 100 kg/ha (25-25/25-0) 50 kg/ha (46-0-0)	Glifosato 4.4 l/ha. Siembra directa.

Referencias: s/d = sin información disponible

Fuente: Terra (comunicación personal).

3.2.4 Suplemento

El suplemento utilizado fue afrechillo de trigo, asignado al 1.2% del peso vivo y ajustado semanalmente de acuerdo al peso vivo promedio de todos los animales de cada tratamiento. El suministro de suplemento fue realizado diariamente a primera hora de la mañana, en comederos de madera (25 cm de frente por animal), previo retiro del suplemento rechazado del día anterior.

El suministro de sales minerales y agua fue *ad libitum* durante todo el período en bateas y bebederos respectivamente. En el Cuadro 15 se presenta la composición química del suplemento mineral utilizado.

Cuadro 15. Composición química del suplemento mineral utilizado.

Fórmula	Porcentaje
Ca	Máx: 13 Mín: 11
P	Máx: 2.5 Mín: 1.5
Minerales Totales	95
Cloruro de Sodio	Máx: 50
Sulfato de Zinc	2
Sulfato de magnesio	1
Sulfato de Cobre	0.08
Sulfato de Hierro	0.5
Sulfato de Manganeso	Mín: 0.1
Sulfato de Cobalto	0.02
Yodato de Potasio	0.0078
Selenio de Sodio	0.0009
Máximo de humedad	5
Flúor	Máx: 2 ppm

Fuente: Cobalfosal (Barraca Deambrosi).

3.3 DETERMINACIONES

3.3.1 En la pastura

3.3.1.1 Disponibilidad de forraje (ofrecido y rechazo) y valor nutritivo

Semanalmente, para determinar la disponibilidad de forraje (kgMS/ha) de la parcela a ocupar por cada tratamiento, se realizaron 12 cortes al ras del suelo con tijeras de aro, en cada una de ellas. Los cortes fueron realizados al azar en rectángulos de 0.2 m de ancho y 0.5 m de largo (0.1 m²), colocados a lo largo de los surcos, de manera que quedaran dos hileras de plantas dentro del rectángulo. El mismo procedimiento fue utilizado para la determinación de la cantidad de forraje rechazado en la parcela de la que eran retirados los animales.

Las muestras obtenidas eran colocadas en bolsas de nylon e identificadas con la fecha de corte y tratamiento al que pertenecían. Luego eran llevadas al Laboratorio de Pasturas de INIA Treinta y Tres donde se pesaba el material verde, siendo posteriormente secadas a 100 °C durante aproximadamente 24 horas hasta peso constante en estufa de aire forzado. Dicho procedimiento se realizaba con el objetivo de determinar el porcentaje de materia seca y la cantidad de MS disponible por hectárea.

El cálculo del porcentaje de materia seca de las muestras obtenidas se hizo basándose en los datos de peso fresco y seco de cada muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{MS (\%)} = \frac{\text{Peso seco de la muestra (kg)} * 100}{\text{Peso fresco de la muestra (kg)}}$$

La determinación del forraje disponible ofrecido y de rechazo se realizó a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Forraje disponible (kgMS/ha)} = \frac{\text{Peso seco de la muestra (kg)} * 10000 \text{ m}^2 \text{ (área de una hectárea)}}{0.1 \text{ m}^2 \text{ (área del rectángulo)}}$$

Cada 28 días se tomaban muestras adicionales a las que se les realizaba el análisis del valor nutritivo, para esto las mismas eran secadas a 60 °C aproximadamente durante 48 horas hasta alcanzar peso constante.

Estas muestras, debidamente identificadas, fueron enviadas al Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela donde se les determinó:

- a) Proteína Cruda (PC), por el método de Kjeldhal (1984) con un analizador Tecator 1030,
- b) Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DMO), por el método de Tilley y Terry (1963),
- c) Fibra Detergente Acido (FDA) y Fibra Detergente Neutro (FDN), por el método de Van Soest (1982),
- d) Cenizas mediante incineración a 300 °C durante tres horas.

3.3.1.2 Altura del forraje

La estimación de la altura del disponible del forraje ofrecido y de rechazo fue realizada mediante la lectura 5 medidas, con una regla graduada, en cada uno de los 12 rectángulos, resultando en 60 determinaciones por parcela en cada fecha de muestreo.

3.3.1.3 Composición botánica de la pastura

Cada 28 días, a los efectos de determinar la composición botánica del forraje ofrecido y de rechazo, se llevaban a cabo seis cortes en la parcela a la cual accederían los animales y seis cortes en la que eran retirados. Estas muestras eran tomadas al lado de los rectángulos de los cuales se estimaban el forraje disponible ofrecido y de rechazo.

En el Laboratorio de Pasturas de INIA Treinta y Tres se clasificaba manualmente el contenido de las muestras, en primera instancia en términos de las especies avena y raigrás, para luego separar dentro de la fracción avena el forraje verde del seco. Finalmente, se procedía a apartar, tanto dentro de la fracción verde como de la fracción seco, las estructuras morfológicas (tallo más inflorescencia y hoja). Como resultado de esta clasificación se obtenían las siguientes fracciones: avena hoja verde, avena tallo verde, avena hoja seca, avena tallo seco y raigrás.

Con el objetivo de determinar el porcentaje de materia seca, el valor nutritivo y la proporción de cada una de las fracciones dentro del total, todas las muestras resultantes eran pesadas en fresco para posteriormente ser secadas en estufa de aire forzado a 60 °C durante aproximadamente 48 horas hasta alcanzar peso constante. Todo el material fue debidamente identificado y enviado al Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela, donde se determinó su valor nutritivo mediante los procedimientos ya descritos en el ítem 3.3.2.1.

3.3.1.4. Estructura vertical

Cada 28 días durante el transcurso del experimento se seleccionaron, en cada tratamiento, 10 plantas representativas de la parcela a la cual accederían los corderos ese día. Luego, en el Laboratorio de Pasturas de INIA Treinta y Tres, cada conjunto de plantas era seccionado cada 5 cm de altura, tomando como altura cero la base del tallo. Posteriormente, cada fracción era pesada en fresco, luego se la identificaba (ej: 0-5 cm, carga alta, suplementado) y secaba en estufa durante aproximadamente 48 horas a 60 °C hasta peso constante para calcular el porcentaje de materia seca. Todas las fracciones obtenidas eran enviadas al Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela para analizar su valor nutritivo según los procedimientos descritos en el ítem 3.3.2.1.

3.3.1.5 Muestreo manual (handplucking)

Este procedimiento, se realizó en dos oportunidades durante el transcurso del ensayo a los 31 y 58 días luego de comenzado el mismo, en las parcelas correspondientes cuando habían transcurrido tres días del ingreso de los corderos.

La técnica consistió en simular la conducta de pastoreo de los ovinos con el objetivo de obtener una muestra lo más representativa posible a la dieta seleccionada por los animales. La cosecha del forraje fue hecha a mano según el procedimiento descrito por Hodgson (1982).

Las muestras obtenidas eran pesadas en fresco, y luego de llegar a peso constante en una estufa de aire forzado a 60 °C se determinaba el peso seco. Con estos datos se calculó el porcentaje de materia seca. Posteriormente fueron enviadas a laboratorio para analizar su valor nutritivo según lo descrito en el ítem 3.3.2.1.

3.3.2 En los animales

3.3.2.1 Evolución de peso vivo

El peso vivo lleno fue determinado semanalmente en el caso de los tratamientos suplementados (para ajustar la cantidad de suplemento) y cada 2 semanas para los no suplementados. Las pesadas fueron efectuadas con una balanza electrónica (Truetest) con una precisión de ± 0.5 kg.

3.3.2.2 Condición corporal final

Al finalizar el experimento, previo a la faena, se evaluó la condición corporal (CC) de los corderos. En la misma fue utilizada la escala desarrollada por Jefferies, (1961), descrita por Russel *et al.* (1969), la cual se realiza por palpación de la columna a la altura de la tercer vértebra de la región lumbar. Según la dimensión de músculo del lomo y el espesor de la cobertura de grasa se le asigna un valor en la escala de 1 al 5, en la que CC = 0 corresponde a un animal extremadamente flaco próximo a las muerte y CC = 5 a un animal con un grado de engrasamiento excesivo (Anexo 1).

3.3.2.3 Conducta de pastoreo

En dos momentos durante el transcurso del experimento (7 de Julio y 4 de agosto) se evaluó el comportamiento ingestivo de los animales durante las horas luz del día (desde las 7:00 AM a las 6:00 PM aproximadamente). Para esto se determinó cada media hora la actividad realizada por cada uno de los animales, registrando el número de animales que se encontraba pastoreando, alimentándose con suplemento o realizando otra actividad (rumia, descanso, tomando agua, etc.).

3.3.2.4 Crecimiento, calidad y producción de lana

Para calcular la tasa de crecimiento de la lana obtenida durante el período experimental ($\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{día}$) se utilizó la técnica de parches (Coop, 1953; citado por Birgham, 1974). La cual consiste en esquilar al ras de la piel un área determinada (aproximadamente 100 cm^2) a la altura de la tercera costilla del lado derecho en cada uno de los animales. Se realizó un corte al inicio del experimento y se repitió el procedimiento al final del mismo. Las muestras obtenidas fueron etiquetadas y embolsadas individualmente, para posteriormente ser sometidas a condiciones ambientales controladas (20 ± 2 °C de temperatura y $65 \pm 2\%$ de humedad por un período de 48

h) en el Laboratorio de relación Planta-Animal de INIA Tacuarembó. Posteriormente las muestras fueron pesadas, acondicionadas y enviadas al Laboratorio de Lanasy del Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL) para determinar rendimiento al lavado, largo de mecha y diámetro de fibra.

El rendimiento al lavado se determinó mediante un tren de lavado con agua caliente a 64, 60, 55 y 50 ± 3 °C en cuatro piletas (3 minutos en cada una) secuenciales de 70 l cada una con detergente no iónico al 29% en concentraciones decrecientes -160, 90 y 60 ml, siendo la última pileta la de enjuague. Posteriormente, las muestras se secaron en una estufa de circulación de aire a 105 °C, luego de lo cual fueron acondicionadas y pesadas. Para la determinación del largo de la fibra (mm), se tomaron 10 fibras al azar por muestra, las cuales fueron medidas con regla milimetrada. El diámetro de la fibra se determinó usando el equipo AirFlow IWTO 6.

Para estimar la producción total de lana por tratamiento, se procedió el 17 de setiembre a la esquila de los animales, mediante la utilización de tijera de aro, y a la determinación del peso de vellón sucio por animal.

3.3.2.5 Peso y grado de cobertura de grasa de la canal

La faena de los animales fue realizada en el Frigorífico Casablanca S.A. el 24 de setiembre de 1997. En la planta frigorífica se determinó el peso vivo final de todos los animales y posteriormente a la faena se registraron los pesos de la canal caliente. Luego de transcurridas 24 horas de enfriamiento a 4 °C en cámara frigorífica se registraron los pesos de las canales frías. Sobre la base de estos datos se calculó el rendimiento en segunda balanza y la merma por frío:

$$\text{Rendimiento 2}^{\text{da}} \text{ balanza (\%)} = \frac{\text{Peso de la canal caliente (kg)} * 100}{\text{Peso Vivo previo a faena (kg)}}$$

$$\text{Merma por frío (\%)} = \frac{\text{Peso de la canal caliente (kg)} - \text{Peso de la canal fría (kg)} * 100}{\text{Peso de la res caliente (kg)}}$$

En todas las canales frías fue determinado el GR derecho. Este es un índice que se utiliza para determinar el grado de engrasamiento de una carcasa y es estimado a nivel de la 12^{da} costilla, a 110 mm de la línea media (Kirton y Morris, 1989). Para el análisis de los cortes con y sin hueso fueron elegidos al azar 4 corderos por tratamiento, a los cuales se les determinó el GR izquierdo, y se destinó la media canal derecha para los cortes con hueso (paleta, pierna de primera, asado, carré, cogote-aguja-garrón-carne chica) y la izquierda fue dividida a nivel de la 5^a costilla en delantero y pistola para evaluar en esta última los cortes valiosos sin hueso (pierna con cuadril, bife y lomo). Posteriormente, todos los cortes mencionados fueron pesados individualmente, con lo que se determinó el porcentaje que cada uno representaba con respecto al peso de la canal fría:

$$\text{Corte (\%)} = \frac{\text{Peso del corte (kg)} * 100}{\text{Peso de la canal fría (kg)}}$$

3.3.2.6 Clasificación y Tipificación de los canales

Con el objetivo de definir la calidad de los canales y agruparlas en distintas categorías según sus características se utilizó el Sistema Oficial de Clasificación y Tipificación de Canales Ovinos, aprobado el 8 de julio de 1996 por el Instituto Nacional de Carnes (INAC).

La clasificación y tipificación de los canales se realizó por parte de técnicos pertenecientes al INAC sobre todos los animales al momento de la faena, en las instalaciones del Frigorífico Casablanca S.A..

La clasificación consiste en agrupar a los animales en función de la edad y del sexo (cordero/a, borrego/a, ovino adulto), fundamentalmente para esto se utiliza un parámetro objetivo como es la dentición (INAC, 1996).

En relación a la tipificación, el sistema contempla separadamente los atributos de conformación (desarrollo de las masas musculares) y terminación (cantidad y distribución de grasa). Se identifican las distintas conformaciones con las letras S, P, M, I, desde un gran desarrollo muscular hasta una marcada carencia muscular y se establecen para la terminación tres grados (0, 1, 2), desde la carencia de cobertura hasta la excesiva terminación.

3.3.3 En el suplemento

La asignación de suplemento se hizo en forma diaria correspondiendo un 1.2% del peso vivo de los animales. Con el objetivo de evaluar el consumo de suplemento se pesaba diariamente el rechazo del suplemento.

Para determinar el valor nutritivo del suplemento con precisión se envió una muestra de 200 g al inicio del experimento al Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela, donde se determinó Proteína Cruda (PC), Digestibilidad de la materia orgánica (DMO), Fibra Detergente Acido (FDA), Fibra Detergente Neutro (FDN) y Cenizas por los métodos ya mencionados, en el ítem 3.3.2.1.

3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

El presente experimento fue basado en un modelo estadístico de parcelas al azar con un arreglo factorial donde se evalúan tres cargas (15, 30 y 45 corderos/hectárea) y dos niveles de suplementación (suplementado al 1.2% del PV y el testigo de cada carga sin suplementar).

El modelo estadístico utilizado y las asunciones realizadas en este experimento fueron las siguientes:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha_i * \beta_j) + \epsilon_{ij},$$

donde; μ = media general del efecto de las tres cargas y los dos niveles de suplementación, normalmente distribuidos con media 0 y varianza σ_a^2 , donde:

α_i = efecto de la carga animal ($i = 1, 2, 3$)
 β_j = efecto de la suplementación ($j = 1, 2$)
 $(\alpha_i * \beta_j)$ = efecto de la interacción carga-suplemento
 ϵ_{ij} = efecto residual $\approx N(0, \sigma_\epsilon^2)$ y los ϵ_{ij} son independientes.

Cuando correspondió (ganancia de peso y crecimiento de lana), fue incluida la covariable de estos parámetros; donde el modelo resultante fue:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha_i * \beta_j) + \beta(X_{ij} - X) + \epsilon_{ij},$$

donde el término $\beta(X_{ij} - X)$ representa el efecto de la covariable en el análisis experimental.

Los resultados de los animales y pasturas fueron analizados por el procedimiento GLM (SAS Institute Inc., 1996) y las medidas se contrastaron con el test LSD ($P < 0.05$). Dadas las características del experimento, se consideró conveniente utilizar el error del tipo III en los análisis de varianza. Para el análisis de las relaciones entre las características de las pasturas y las determinaciones en los animales (regresiones y correlaciones) se utilizaron los procedimientos PROC REG y PROC CORR (SAS Institute Inc., 1996).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan y discuten los resultados de los principales efectos de la carga animal y de la suplementación sobre la especie forrajera utilizada y la producción y calidad de canal de los corderos empleados.

4.1 RESULTADOS DEL FORRAJE

Los efectos causados por la suplementación y la carga animal sobre la disponibilidad y la altura del forraje se presentan por ciclo de pastoreo y para el total del periodo experimental, mientras que los efectos sobre la composición botánica, valor nutritivo y estructura vertical del forraje fueron analizados para el total del periodo experimental.

4.1.1 Forraje ofrecido

4.1.1.1 Disponibilidad del forraje ofrecido

En el Cuadro 16 se presentan los resultados obtenidos para disponibilidad de forraje ofrecido. Estos surgen de la relación existente entre los animales y la pastura, donde participan los procesos de crecimiento, rebrote y persistencia de la pastura, consumo animal (defoliación), pisoteo y deyecciones, determinando la respuesta animal y vegetal (Hodgson, 1990; Montossi *et al.*, 1996a).

A lo largo del transcurso de los ciclos de pastoreo, la disponibilidad de forraje ofrecido de la carga alta desciende, esto no sucede en los otros tratamientos ya que en la carga baja aumenta hasta el tercer ciclo y en la carga media se mantiene hasta el último. Las distintas disponibilidades de pastura ofrecida dentro de cada carga en el transcurso del ensayo están explicadas por las diferentes intensidades de pastoreo a las que fue sometida la misma, resultando en distintas áreas foliares remanentes que junto con las reservas determinan el poder de rebrote del forraje. En este sentido, Leaver (1985) y Carámbula *et al.* (1996) sostienen que variaciones en la carga animal resultan en modificaciones en la intensidad de pastoreo determinando mayor intensidad y frecuencia de defoliación alterando la producción y utilización del forraje.

Cuadro 16. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la disponibilidad del forraje ofrecido (kgMS/ha) en cada ciclo de pastoreo y en el total del periodo experimental.

Ciclo	Carga (C)			P	Suplemento (S)			(C*S)
	Alta	Media	Baja		Sí	No	P	
1	3382a	3219a	3173a	ns	3031a	3485a	ns	ns
2	2833b	3377b	4488a	**	3860a	3273a	ns	ns
3	1959c	3385b	6495a	**	4178a	3715a	ns	ns
4	665c	2104b	4725a	**	2813a	2183a	ns	ns
Total	2313c	3083b	4720a	**	3635a	3108b	*	ns

Referencias: * = P<0.05, ** = P<0.01, ns = diferencia estadísticamente no significativa.

a, b y c = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

A partir del segundo periodo de pastoreo (Foto 1) se comienzan a diferenciar significativamente ($P<0.01$) las disponibilidades ofrecidas debido a la carga, observándose el mayor valor en la carga baja con respecto a las otras dos, las cuales son iguales entre sí. En los siguientes ciclos de pastoreo (ciclos 3 y 4) las disponibilidades ofrecidas son todas significativamente diferentes ($P<0.01$), acentuándose estas diferencias con el transcurso de los ciclos, registrándose los mayores valores en la menor presión de pastoreo (carga baja) y los de menor magnitud para la carga alta.

Carámbula *et al.* (1996) sostienen que a medida que la carga animal aumenta la disponibilidad de forraje disminuye, hecho constatado al analizar el promedio de la disponibilidad ofrecida durante el transcurso del ensayo dentro de cada ciclo de pastoreo (Cuadro 16). El máximo valor promedio corresponde a la carga baja (4720 kgMS/ha), superando en un 34.7% y 51% a las cargas media y alta respectivamente. Estas tendencias coinciden con aquellas observadas en otras situaciones sobre verdeos invernales por Arocena y Dighiero (1999), Guarino y Pittaluga (1999) y Correa *et al.* (2000), donde al aumentar la carga animal descende la disponibilidad del forraje, magnificándose este efecto con el transcurso del tiempo.

Como resultado del efecto de la suplementación, el forraje ofrecido fue estadísticamente diferente entre los tratamientos para todo el período experimental (y en algún ciclo de pastoreo, como es el caso del 2^{do}, $P<0.10$), donde la disponibilidad promedio de los tratamientos suplementados fue 15% superior a la de los no suplementados, datos que concuerdan con Young *et al.* (1980). Estos autores mencionados observaron que en los tratamientos no suplementados se alcanzaban menores valores de disponibilidad de forraje. Vaz Martins (1997) sostiene que estas diferencias se explican por un efecto de sustitución de la pastura por suplemento, el cual ocurre ante importantes disponibilidades de forraje, como también en casos de oferta media a alta de suplemento. En todo el período experimental no existió una interacción entre los factores carga y suplementación (Cuadro 16, Anexo 2) para la disponibilidad del forraje ofrecido.

Foto 1. Vista parcial del ensayo al inicio del segundo ciclo de pastoreo.



4.1.1.2 Altura del forraje ofrecido

Leaver (1985), Carámbula *et al.* (1996), Arocena y Dighiero (1999), Guarino y Pittaluga (1999) y Correa *et al.* (2000) concuerdan en la existencia de un efecto de la carga animal sobre la altura del tapiz, la cual desciende frente a aumentos de carga. En el Cuadro 17, se observa este efecto mencionado sobre la altura del forraje ofrecido, tanto por las crecientes diferencias significativas observadas entre tratamientos, como también a nivel de cada uno de los mismos, donde se observa un paulatino descenso de la altura del forraje con el correr de los ciclos de pastoreo, excepto en la carga baja donde ocurre el proceso contrario.

Cuadro 17. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la altura del forraje ofrecido (cm) en cada ciclo de pastoreo y en el total del período experimental.

Ciclo	Carga (C)			P	Suplemento (S)		P	P
	Alta	Media	Baja		Sí	No		
1	34a	33a	34a	ns	33a	34a	ns	ns
2	21c	25b	33a	**	28a	25b	*	ns
3	15c	24b	37a	**	27a	23b	*	ns
4	11c	22b	39a	**	27a	20b	**	ns
Total	21c	26b	35a	**	29a	26b	**	ns

Referencias: * = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$, ns = diferencia estadísticamente no significativa.

a, b y c = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre sí ($P < 0.05$).

Desde el ciclo 2, las diferencias son estadísticamente significativas ($P < 0.01$) entre las tres cargas, las cuales se acentúan con el transcurso del experimento. Estos resultados concuerdan con los resultados de disponibilidad del forraje ofrecido (Cuadro 16), ya que la altura es un indicador indirecto para estimar la disponibilidad del forraje (Montossi *et al.*, 1998).

El efecto de la suplementación se incrementa al avanzar el ensayo, registrándose mayores alturas en los tratamientos suplementados en los ciclos 2 y 3 ($P < 0.05$) y en el ciclo 4 ($P < 0.01$), siendo la sustitución de la pastura por suplemento la que explica estos resultados (Vaz Martins, 1997). Al igual que para el forraje ofrecido, nuevamente no se registró efecto de la interacción carga x suplemento sobre la altura del forraje ofrecido (Cuadro 17, Anexo 3).

4.1.2 Forraje rechazado

4.1.2.1 Disponibilidad del forraje rechazado

Carámbula *et al.* (1996) sostienen que a medida que aumenta la carga animal desciende el forraje disponible post pastoreo, concordando con los resultados de Jung y Sahlu (1989), Arocena y Dighiero (1999), Guarino y Pittaluga (1999) y Correa *et al.* (2000), quienes obtuvieron menores cantidades de forraje luego de los subsecuentes pastoreos a medida que aumentó la carga animal. En el Cuadro 18, al igual que para el forraje ofrecido (Cuadro 16), se observa un efecto similar de la carga animal sobre el forraje rechazado en el total del período, los mayores niveles de rechazo ocurrieron en la carga baja (3186 kgMS/ha), siendo este 24.4% y 60% superior a los de las cargas media y alta respectivamente.

El efecto de la carga animal sobre la disponibilidad del forraje post pastoreo presenta la misma tendencia obtenida en el forraje pre pastoreo. Su efecto alcanza significancia estadística sobre el forraje de rechazo a partir del segundo ciclo, en el cual el máximo valor de forraje rechazado corresponde a la carga baja, en segundo lugar a la carga media y el mínimo a la carga alta (Foto 2). Las mayores intensidades de defoliación en pastoreo causan reducciones en el área foliar, que es en parte la responsable de la disponibilidad de forraje ofrecido del próximo ciclo, resultando en una menor intercepción de la radiación solar y por ende en una menor actividad fotosintética en el tapiz (Campbell, 1969 y Vickery, 1973; citados por White, 1987).

Cuadro 18. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la disponibilidad del forraje rechazado (kgMS/ha) en cada ciclo de pastoreo y en el total del período experimental.

Ciclo	Carga (C)				Suplemento (S)			(C*S)
	Alta	Media	Baja	P	Sí	No	P	P
1	2627a	3091a	3170a	ns	3324a	2602a	ns	ns
2	1833c	2498b	3684a	**	2930a	2413a	ns	ns
3	837c	2257b	4322a	**	2995a	1949b	**	ns
4	118c	1166b	4357a	**	1944a	1816a	ns	ns
Total	1530c	2408b	3816a	**	2920a	2249b	**	ns

Referencias: ** = $P < 0.01$, ns = diferencia estadísticamente no significativa.

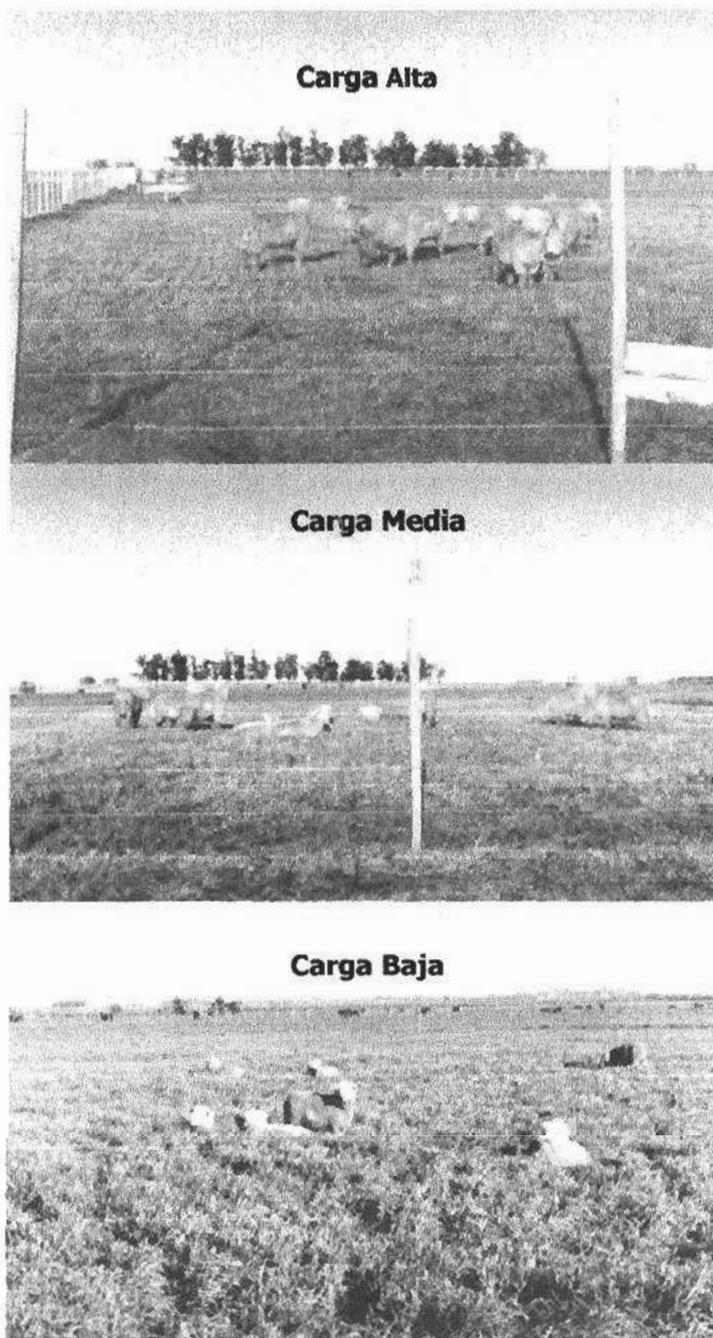
a, b y c = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre sí ($P < 0.05$).

Como se observó en el ítem 4.1.1.1 (Cuadro 16), en el tercer ciclo, el forraje disponible pre pastoreo es significativamente diferente para las tres cargas, momento en el cual se comienza a notar un efecto acumulativo en el tiempo de las distintas intensidades de defoliación utilizadas sobre la pastura. Para Carámbula *et al.* (1996) cuanto más frecuente e intensa sea esta defoliación, más se reduce la cantidad de forraje producido. Este efecto sobre la producción de forraje se traduce en un aumento de las diferencias en la disponibilidad de forraje rechazado y ofrecido para cada carga hasta finalizar el experimento (Cuadros 16 y 18).

El efecto de la suplementación sobre el forraje disponible post pastoreo, se comienza a manifestar desde el inicio del experimento, donde en los dos primeros ciclos de pastoreo se observa una tendencia ($P < 0.10$) a favor de los tratamientos suplementados, donde ocurren mayores rechazos de forraje. Esta tendencia observada alcanza valores estadísticamente significativos ($P < 0.01$) en el tercer período de pastoreo, la cual está explicada por un efecto sustitutivo, en la dieta de los animales, de pastura por suplemento (Vaz Martins, 1997; Ganzábal, 1997a). Este efecto mencionado se observó en todas las cargas animales utilizadas (Anexo 4). Vaz Martins (1997) sostiene que en pasturas de alta calidad, con niveles medios a altos de suplementación, inclusive en condiciones de oferta restringida de forraje, se pueden presentar estos efectos generalmente no deseados de la suplementación. Los resultados anteriores concuerdan con aquellos obtenidos por Guarino y Pittaluga (1999) y Correa *et al.* (2000) donde la suplementación determinó mayor disponibilidad de forraje post pastoreo para la mezcla de triticale y raigrás, mientras que Arocena y Dighiero (1999) no registraron el efecto mencionado sobre el forraje remanente para una combinación de avena y raigrás.

En todo el período experimental no se registró una interacción entre la suplementación y la carga animal (Cuadro 18) para la disponibilidad del forraje post pastoreo.

Fotos 2. Vista de la disponibilidad del forraje rechazado por cada carga animal.



4.1.2.2 Altura del forraje rechazado

Existen efectos significativos de la carga animal y de la suplementación sobre la altura del forraje rechazado (Cuadro 19), los cuales mantienen las mismas tendencias que las observadas en la disponibilidad del forraje pre y post pastoreo (Cuadros 16 y 18) y la altura pre pastoreo (Cuadro 17).

Cuadro 19. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la altura del forraje rechazado (cm) en cada ciclo de pastoreo y en el total del período experimental.

Ciclo	Carga (C)			P	Suplemento (S)		P	(C*S)
	Alta	Media	Baja		Sí	No		
1	13b	16b	22a	**	18a	16a	ns	ns
2	8c	13b	25a	**	16a	14b	*	ns
3	4c	10b	26a	**	15a	12b	**	ns
4	2c	10b	32a	**	17a	13b	**	ns
Total	7c	13b	25a	**	17a	14b	**	ns

Referencias: * = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$, ns = diferencia estadísticamente no significativa.

a, b y c = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre sí ($P < 0.05$).

Desde el inicio del experimento la carga animal causa variantes en la altura del forraje disponible rechazado alcanzando diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos con menor intensidad de pastoreo (carga baja) y los correspondientes a las cargas media y alta. En los siguientes períodos estas diferencias ($P < 0.01$) pasan a manifestarse entre todas las cargas y a su vez se van incrementando las magnitudes de las mismas (Cuadro 19, Foto 3, Anexo 5).

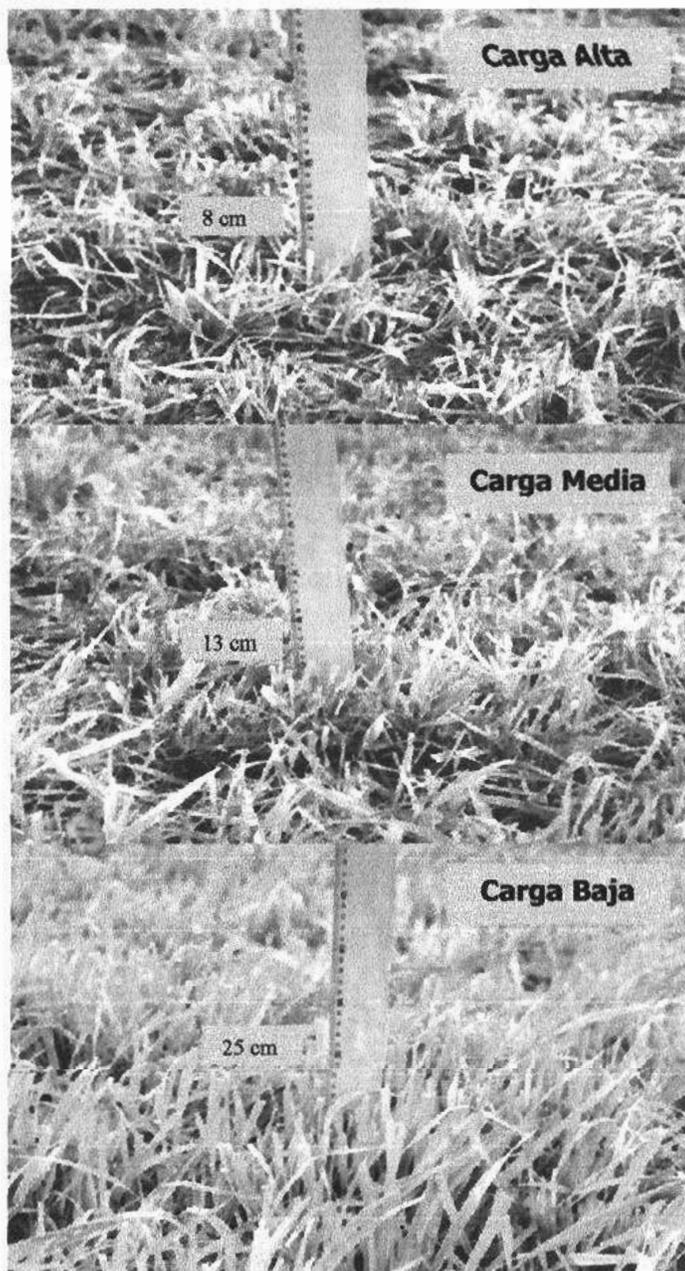
Millot *et al.* (1981b) sostienen que para realizar una adecuada defoliación de la variedad 1095a la altura del forraje remanente no debería ser inferior a 10 cm, para no remover la mayor parte de las reservas que sustentarán el desarrollo posterior al pastoreo. Dicho valor es superior a las alturas registradas en la carga alta desde el segundo período de pastoreo.

Las mayores alturas del forraje remanente se comienzan a notar ($P < 0.10$) a favor de los tratamientos suplementados desde el primer pastoreo. En los subsiguientes períodos, tales diferencias se hacen más significativas en el ciclo 2 ($P < 0.05$) y en los ciclos 3 y 4 ($P < 0.01$).

En general, la disponibilidad y la altura de forraje pre y post pastoreo tienden a descender ante aumentos en la carga animal (Arocena y Dighiero, 1999; Guarino y Pittaluga, 1999; Correa *et al.*, 2000), suceso explicado por las diferentes intensidades de defoliación resultantes de la aplicación de diferentes cargas animales, las cuales conducen a modificaciones en la producción y utilización del forraje, por alterar el vigor de las plantas, la velocidad de rebrote y las reservas de los sistemas radiculares (Leaver, 1985; Hodgson, 1990; Carámbula *et al.*, 1996). Hodgson (1990) sostiene que el efecto de la carga animal sobre la defoliación de los macollos individuales puede ser magnificado por el pisoteo y la compactación del suelo, particularmente cuando se utilizan cargas altas, como es el caso de la mayor carga animal utilizada en el presente trabajo experimental. Los descensos en la disponibilidad y la altura del

forraje se vieron incrementados ante la ausencia de suplementación, tendencia que también se observó en corderos pastoreando triticale y raigrás (Guarino y Pittaluga, 1999; Correa *et al.*, 2000). En tanto, estas tendencias no se observaron en el experimento realizado por Arocena y Dighiero (1999) con corderos pastoreando avena y raigrás.

Foto 3. Vista de la altura de regla del forraje rechazado de las parcelas correspondientes a cada carga animal.



4.1.3 Análisis de las asociaciones encontradas entre las diferentes características cuantitativas estudiadas de la pastura

4.1.3.1 Correlaciones entre las características cuantitativas de la pastura

Todos los resultados analizados hasta el momento muestran una concordancia de los efectos causados por la carga y la suplementación sobre los diferentes parámetros del forraje evaluados. En este ítem, mediante el uso de la correlación como método de análisis, se intenta cuantificar el grado de asociación entre estos parámetros.

Todas las correlaciones realizadas (Cuadro 20) tienen valores altos, superiores al 74%, expresando un elevado grado de asociación entre las variables estudiadas. Esto explica el similar comportamiento de los diferentes parámetros evaluados en el forraje (pre y post pastoreo) frente a los efectos de la carga animal y la suplementación (Cuadros 16 al 19). Se destacan las asociaciones existentes entre la disponibilidad y altura de forraje previo y posterior al pastoreo con valores de 0.79 y 0.88 respectivamente. Esto confirma lo expresado por Hodgson (1984), sobre la potencialidad del uso de estimar la disponibilidad de la pastura a través de un parámetro de más fácil medición y menor costo como lo es la altura del forraje.

Cuadro 20. Correlaciones entre las características cuantitativas de la pastura pre y post pastoreo.

	Ofrecido (kgMS/ha)	Altura Ofrecido (cm)	Rechazo (kgMS/ha)	Altura Rechazo (cm)
Ofrecido (kgMS/ha)	1 ⁽¹⁾ 0.0 ⁽²⁾ 90 ⁽³⁾	0.79 0.0001 90	0.83 0.0001 84	0.74 0.0001 84
Altura Ofrecido (cm)	0.79 0.0001 90	1 0.0 90	0.89 0.0001 84	0.81 0.0001 84
Rechazo (kgMS/ha)	0.83 0.0001 84	0.89 0.0001 84	1 0.0 84	0.88 0.0001 84
Altura Rechazo (cm)	0.74 0.0001 84	0.81 0.0001 84	0.88 0.0001 84	1 0.0 84

Referencias: ¹ = R (coeficiente de correlación), ² = P (probabilidad) y ³ = n (número de observaciones).

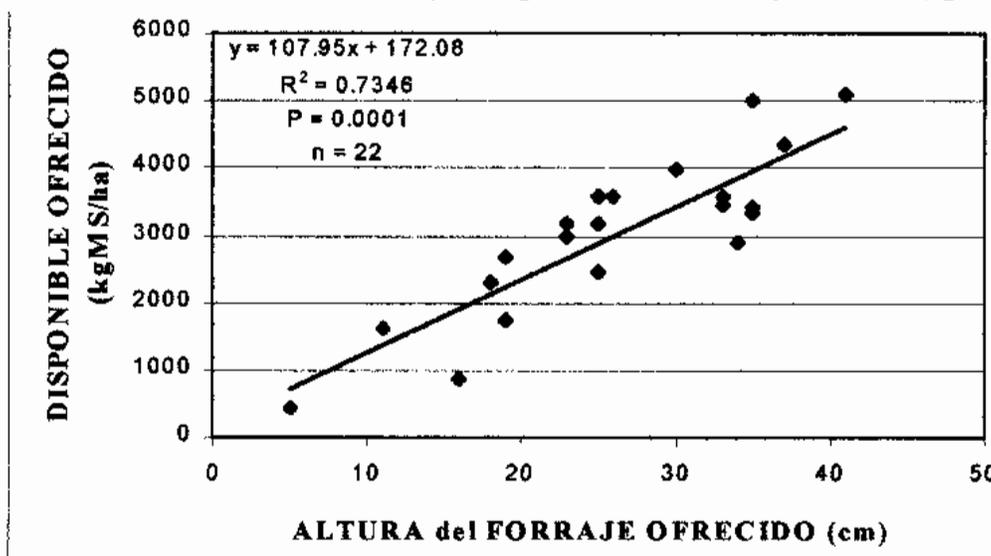
Las magnitudes en el grado de asociación entre los parámetros evaluados son mayores a las obtenidas por Arocena y Dighiero (1999) y Guarino y Pittaluga (1999), quienes encontraron correlaciones entre disponibilidad y altura del forraje de 0.74 y 0.64 pre pastoreo, y de 0.73 y 0.76 post pastoreo, respectivamente. En el presente trabajo experimental, al igual que en el experimento llevado a cabo por Guarino y Pittaluga (1999), la correlación entre disponible y altura en el forraje post pastoreo presentó un mayor grado de asociación que la correlación lograda para estos parámetros en el forraje pre pastoreo. Esta tendencia concuerda con lo postulado por Hodgson (1985), quien sostiene que la altura del disponible de rechazo es una

herramienta de mayor utilidad y precisión en el momento de decidir el manejo del forraje, dada su importante incidencia sobre la performance animal.

4.1.3.2 Regresión entre disponibilidad y altura del forraje

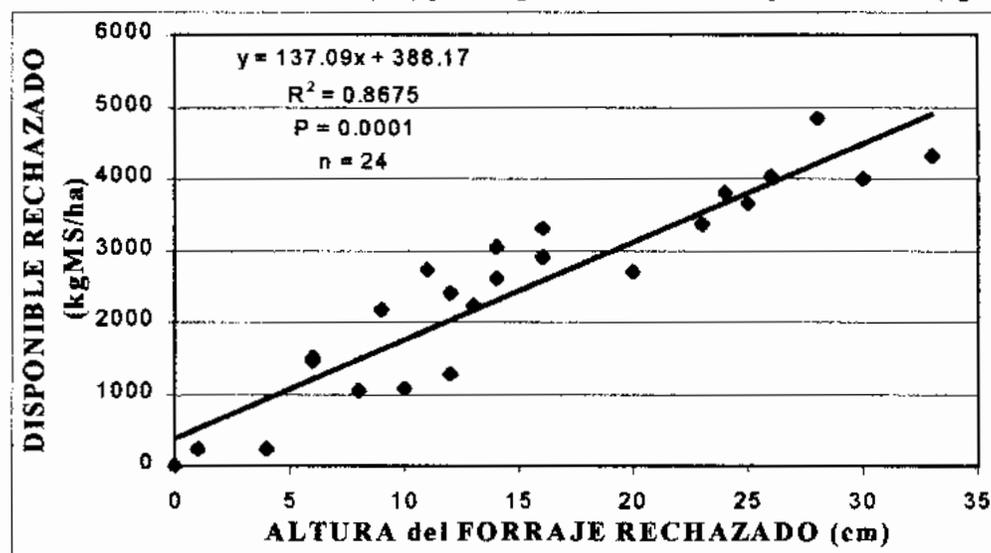
A modo de cuantificar la alta asociación existente entre la disponibilidad y la altura del forraje se utilizó el método de regresión. Como resultado del análisis realizado, el mejor ajuste alcanzado se logró con una función lineal con un R^2 de 0.7346 y una alta probabilidad estadística ($P < 0.0001$) entre disponibilidad y altura del forraje ofrecido. Esta función permitiría estimar la disponibilidad a partir de la altura de la pastura, donde por cada centímetro de aumento en altura, el forraje ofrecido se incrementa en 107.95 kgMS/ha (Figura 14). En el ámbito nacional, resultados similares sobre cultivos forrajeros invernales compuestos por gramíneas, han sido descritos en los trabajos experimentales conducidos por Arocena y Dighiero (1999) y Guarino y Pittaluga (1999) (Cuadro 5).

Figura 14. Asociación entre la altura (cm) y la disponibilidad del forraje ofrecido (kgMS/ha).



La asociación entre disponibilidad y altura del forraje rechazado presenta un ajuste más alto, con un R^2 de 0.8675, que el logrado para estos parámetros previo al pastoreo. Por lo cual el estimar el forraje remanente mediante la altura del mismo sería una herramienta muy confiable (Figura 15). En la función que asocia estas dos variables se puede observar que por cada centímetro que aumenta la altura del forraje rechazado se obtiene un incremento de 137.09 kgMS/ha en la disponibilidad del forraje post pastoreo. Este coeficiente es muy similar al obtenido por Arocena y Dighiero (1999) de 141.39 kgMS/ha para avena y raigrás y mayor al alcanzado por Guarino y Pittaluga (1999) de 109.5 kgMS/ha para triticale y raigrás. Estas diferencias se explican posiblemente por la similitud entre la pastura empleada en el presente trabajo experimental y el realizado por Arocena y Dighiero (1999).

Figura 15. Asociación entre la altura (cm) y la disponibilidad del forraje rechazado (kgMS/ha).



4.1.4 Composición botánica

4.1.4.1 Composición botánica del forraje ofrecido y de rechazo

En el Cuadro 21, se observa un efecto significativo ($P < 0.01$) de la carga animal sobre la fracción tallo verde del forraje ofrecido, aumentando su proporción en la medida que desciende la misma así como una tendencia ($P < 0.10$) a tener un mayor grado de enmalezamiento en la carga alta con respecto a las otras dos. Estos resultados coinciden con aquellos de Carámbula *et al.* (1996), quienes sostienen que defoliaciones frecuentes e intensas favorecen la invasión de malezas en pasturas establecidas. En la composición botánica del forraje rechazado, nuevamente, y con la misma tendencia, las fracciones afectadas por la carga animal son el tallo verde y las malezas. Norbis (1991) establece que ante aumentos en la presión de pastoreo se reduce la selectividad animal, por lo que los animales incorporarían en su dieta una mayor proporción relativa de tallos verdes. El enmalezamiento post pastoreo, no acompaña la tendencia apreciada en el forraje pre pastoreo, ya que en las cargas altas los animales se vieron obligados probablemente a consumir las malezas, intentando satisfacer sus requerimientos, ante las condiciones limitantes de oferta de forraje impuestas, resultando en que las cargas medias fueran las más enmalezadas ($P < 0.10$).

Cuadro 21. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la proporción de los diferentes componentes botánicos del forraje ofrecido y rechazado para el total del periodo experimental.

Ofrecido	Carga (C)				Suplemento (S)			(C*S)
	Alta	Media	Baja	P	Sí	No	P	P
HV	49.03	53.83	54.50	ns	55.11	49.79	ns	ns
TV	13.03b	20.25ab	24.38a	**	19.65	18.78	ns	ns
TS	0.44	0.71	0.40	ns	0.68	0.36	ns	ns
HS	16.70	21.84	19.16	ns	19.54	18.93	ns	ns
MZ	20.79	3.39	1.58	ns	5.03	12.14	ns	ns
Rechazo								
HV	20.56	23.28	27.18	ns	20.40	26.94	ns	ns
TV	13.56c	22.56b	35.53a	**	23.59	24.18	ns	ns
TS	2.53	2.70	1.60	ns	2.43	2.13	ns	ns
HS	59.06	45.13	33.99	ns	50.33	41.79	ns	ns
MZ	4.28	6.35	1.71	ns	3.28	4.96	ns	ns

Referencias: ** = $P < 0.01$, ns = diferencia estadísticamente no significativa.

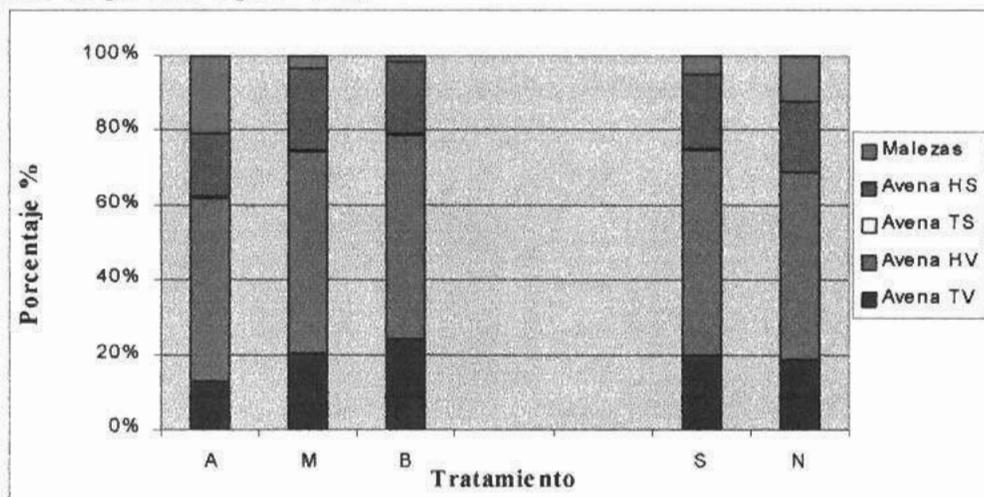
a, b y c = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre sí ($P < 0.05$).

TV = tallo verde, HV = hoja verde, TS = tallo seco, HS = hoja seca, MZ = malezas.

Al comparar los resultados obtenidos en la composición botánica en los disponibles del forraje ofrecido y rechazado para el total del experimento (Figuras 16 y 17), se observan diferencias por el efecto de la carga animal. Como resultado del pastoreo (defoliación, deyecciones y pisoteo) se registró en primera instancia un descenso en la fracción avena verde explicado principalmente por la menor proporción de hoja presente después de ocurrido el pastoreo. Mitchel (1973), citado por Birrell (1989), sostiene que los ovinos prefieren fracciones con mayor concentración de carbohidratos solubles, como lo es la hoja verde (Montossi *et al.*, 1996b), la cual se distribuye en los estratos más altos de la pastura. El tallo, dentro de la fracción avena verde, tiene un comportamiento diferencial, dependiendo de la carga. En las cargas media y baja aumenta su proporción luego del pastoreo, sucediendo lo contrario en la alta, donde los animales se ven obligados a consumir parte de los mismos. Consecuentemente, se da un incremento proporcional de las fracciones secas de la avena (tallo y hoja) en la pastura. Esta tendencia se acentúa al aumentar la presión de pastoreo.

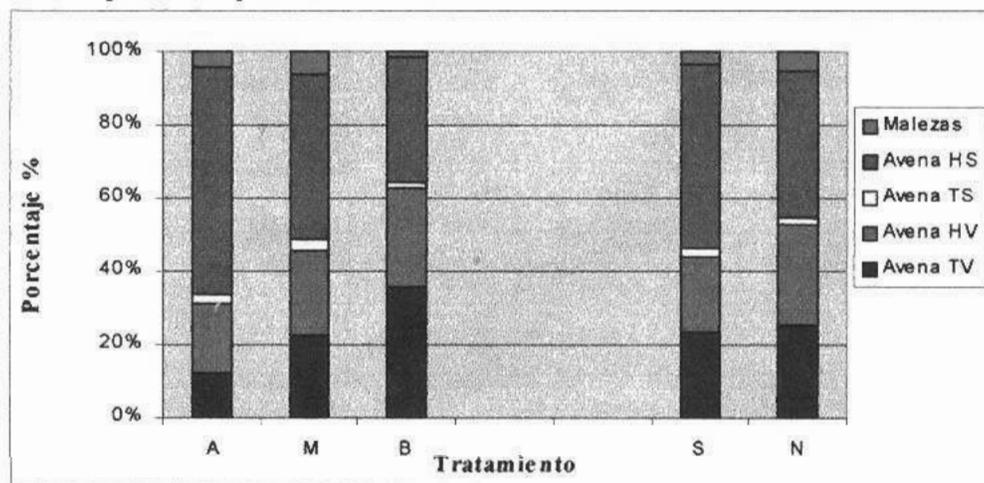
Entre otros, la incidencia de las malezas en una pastura resulta de las condiciones de disponibilidad y vigor en las que se encuentra la misma. Ante aumentos en la carga hay una mayor proporción de las mismas. Esta situación estaría explicada por la menor posibilidad de competencia que tiene la pastura frente a las malezas, como consecuencia de la menor área foliar remanente post pastoreo y la disminución de las reservas acumuladas durante los periodos de descanso, debido al incremento de la carga animal (Leaver, 1985; Carámbula *et al.*, 1996).

Figura 16. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre el promedio de las proporciones (% en base a materia seca) de los componentes botánicos del forraje pre pastoreo para el total del período experimental.



Referencias: A = carga alta, M = carga media, B = carga baja, S = suplementados y N = no suplementados.

Figura 17. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre el promedio de las proporciones (% en base a materia seca) de los componentes botánicos del forraje post pastoreo para el total del período experimental.

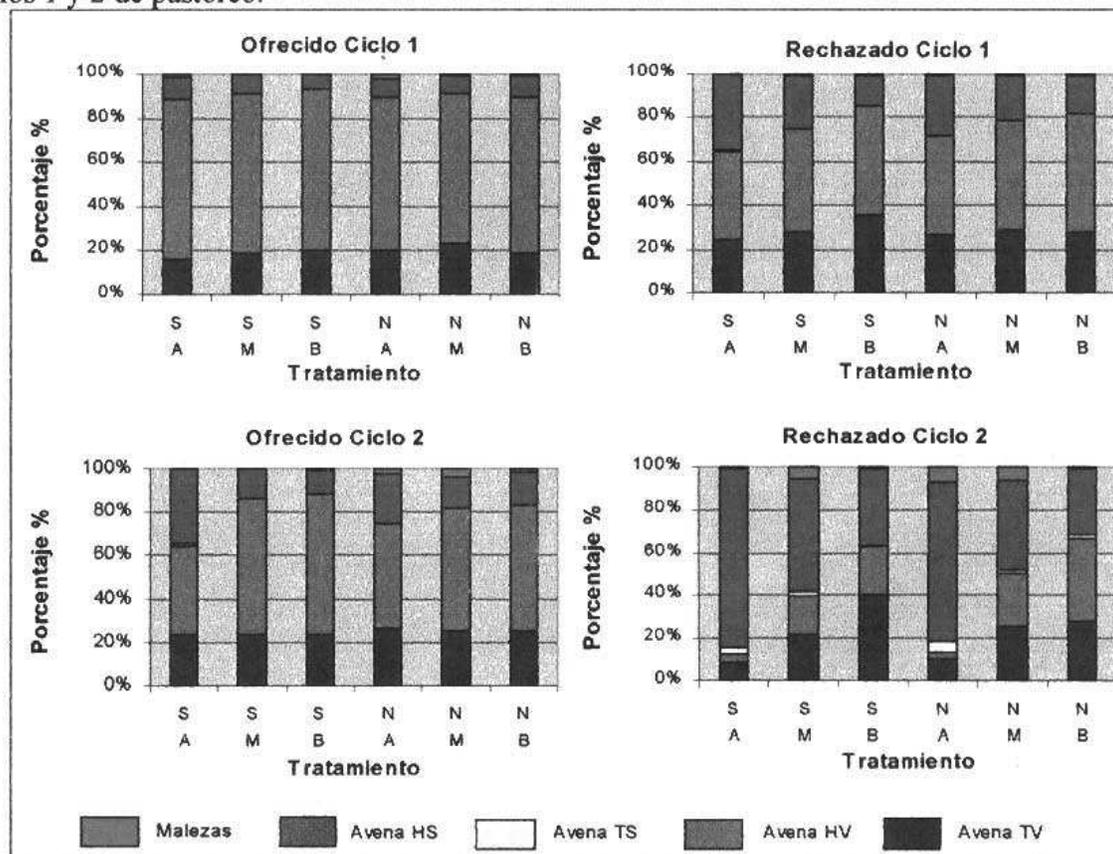


Referencias: A = carga alta, M = carga media, B = carga baja, S = suplementados y N = no suplementados.

Analizando la evolución de la composición botánica (Figuras 18 y 19) en cada ciclo de pastoreo, comparando el forraje disponible ofrecido contra el rechazado, se observa claramente, que debido al efecto del pastoreo se registran descensos importantes en la proporción verde del forraje para todos los tratamientos. Por el proceso de pastoreo, lo primero en desaparecer es la fracción hoja verde, la cual es la más seleccionada por los animales dada su mayor palatabilidad y preferencia (Hodgson, 1985; Jung, 1989) frente a los otros componentes del forraje. Cuando

aumenta la presión de pastoreo a la que es sometida la pastura, el tallo verde también es removido por los animales debido a una menor oportunidad de selección animal (Arnold, 1981). Esta situación se comienza a advertir a partir del segundo ciclo de pastoreo.

Figura 18. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre las proporciones (% en base a materia seca) de los componentes botánicos del forraje disponible pre y post pastoreo para los ciclos 1 y 2 de pastoreo.



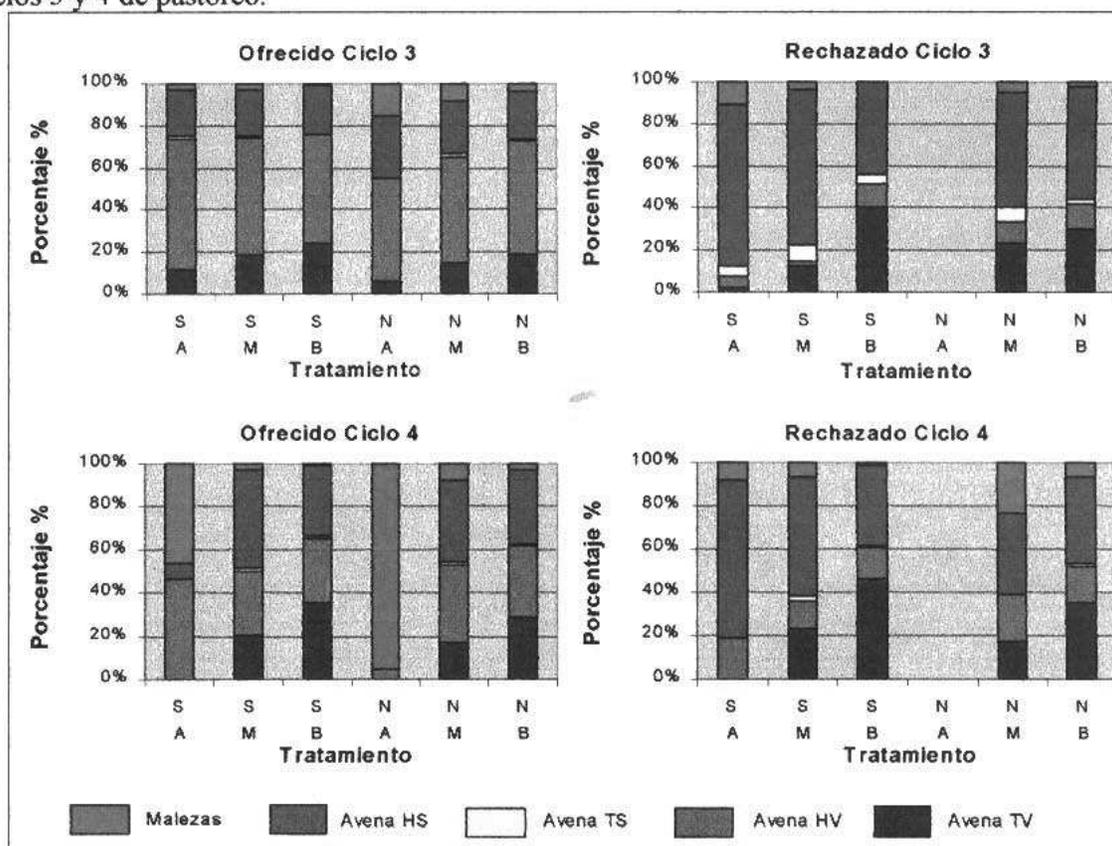
Referencias: A = carga alta, M = carga media, B = carga baja, S = suplementados y N = no suplementados.

Al comparar la composición botánica del forraje disponible post pastoreo con el pre pastoreo siguiente, el componente hoja es el más importante dentro de la fracción avena verde, dado por el rebrote de la pastura integrado esencialmente por hojas nuevas, acentuándose este efecto con el aumento de la carga animal.

Como resultado del descenso en las proporciones de forraje verde, hay un aumento de los restos secos (tallos y hojas) en la pastura. Estos cambios no solo corresponden al efecto del consumo animal sino también al pisoteo y deyecciones causados por los animales, los cuales (Hodgson, 1990) magnifican los efectos ocasionados por aumentos en la carga, teniendo importante incidencia en las cargas altas. En la medida que avanzan los ciclos de pastoreo, aumenta la desaparición del componente verde, siendo en algunos casos (ciclos 3 y 4) una demostración clara de los niveles de restricción alimenticia a los cuales estaban sometidos los corderos. Las situaciones más extremas se observaron en la carga alta sin suplementación, donde

el forraje disponible post pastoreo fue casi nulo en los ciclos 3 y 4 (datos que no están incluidos en el promedio para la Figura 17) (Anexo 4).

Figura 19. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre las proporciones (% en base a materia seca) de los componentes botánicos del forraje disponible pre y post pastoreo para los ciclos 3 y 4 de pastoreo.



Referencias: A = carga alta, M = carga media, B = carga baja, S = suplementados y N = no suplementados.

La suplementación no tuvo efecto significativo sobre las proporciones de los componentes botánicos del forraje disponible ofrecido y rechazado para todo el experimento (Cuadro 21).

Los tratamientos suplementados, en promedio, presentaron un mayor porcentaje de restos secos. Esta tendencia podría deberse a la consecuente sustitución de pastura por suplemento, lo que posibilita una mayor oportunidad de selección animal, repercutiendo negativamente en la eficiencia de utilización del forraje y permitiendo una mayor acumulación relativa de restos secos (Figuras 16 y 17). Estas tendencias han sido reportadas por Correa *et al.* (2000).

En los tratamientos no suplementados, es donde aparecen primero las malezas, siendo su incidencia menos relevante en la carga baja. Este efecto se ve incrementado con el transcurso de los ciclos de pastoreo y por una mayor intensidad del mismo (Figuras 18 y 19).

La evolución de la composición botánica de la pastura durante el transcurso del experimento y la comparación de las proporciones de los diferentes componentes de la misma entre el forraje ofrecido y rechazado, estarían corroborando que el ovino prefiere consumir la hoja frente al tallo y el material verde frente al seco (Hodgson, 1985; Jung, 1985), y que esta preferencia está condicionada por las oportunidades de selección que se le brindan a los animales, a la accesibilidad que tengan los animales a los diferentes componentes de la pastura y la palatabilidad de los mismos (Arnold, 1981; Hodgson, 1990; Montossi *et al.*, 1996a).

4.1.5 Valor nutritivo

4.1.5.1 Valor nutritivo del forraje

Al analizar los valores promedio de las características cualitativas del forraje disponible pre y post pastoreo, para el total del período experimental, no se constataron diferencias significativas en dichos valores debido a los efectos de la carga animal o de la suplementación (Cuadro 22, Anexo 6).

Cuadro 22. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre el valor nutritivo (% en base a materia seca) del forraje ofrecido y rechazado para el total del período experimental.

Ofrecido	Carga (C)				Suplemento (S)			(C*S)
	Alta	Media	Baja	P	Sí	No	P	P
DMO	71.95	72.32	71.72	ns	71.28	72.71	ns	ns
PC	19.87	18.77	17.38	ns	17.97	19.38	ns	ns
FDA	30.15	30.62	30.53	ns	30.91	29.95	ns	ns
FDN	72.15	72.51	73.04	ns	71.70	73.43	ns	ns
Rechazo								
DMO	58.17	61.62	62.98	ns	62.19	59.66	ns	ns
PC	12.59	13.63	12.92	ns	12.97	13.12	ns	ns
FDA	39.99	37.69	36.13	ns	36.18	36.69	ns	ns
FDN	74.93	74.04	73.56	ns	72.38	75.98	ns	ns

Referencias: ns = diferencia estadísticamente no significativa.

DMO = digestibilidad de la materia orgánica, PC = proteína cruda, FDA = fibra detergente ácido y FDN = fibra detergente neutro.

Los resultados estudiados (Cuadro 22) son coincidentes con los obtenidos por Arocena y Dighiero (1999), trabajando sobre una mezcla de avena y raigrás, quienes no encontraron diferencias significativas en el valor nutritivo del forraje ofrecido por efecto de la carga y de la suplementación. Aunque en promedio estos autores registraron menores valores de DMO (68.6%), PC (18.9%) y mayores de FDA (35.25%) y FDN (59.5%).

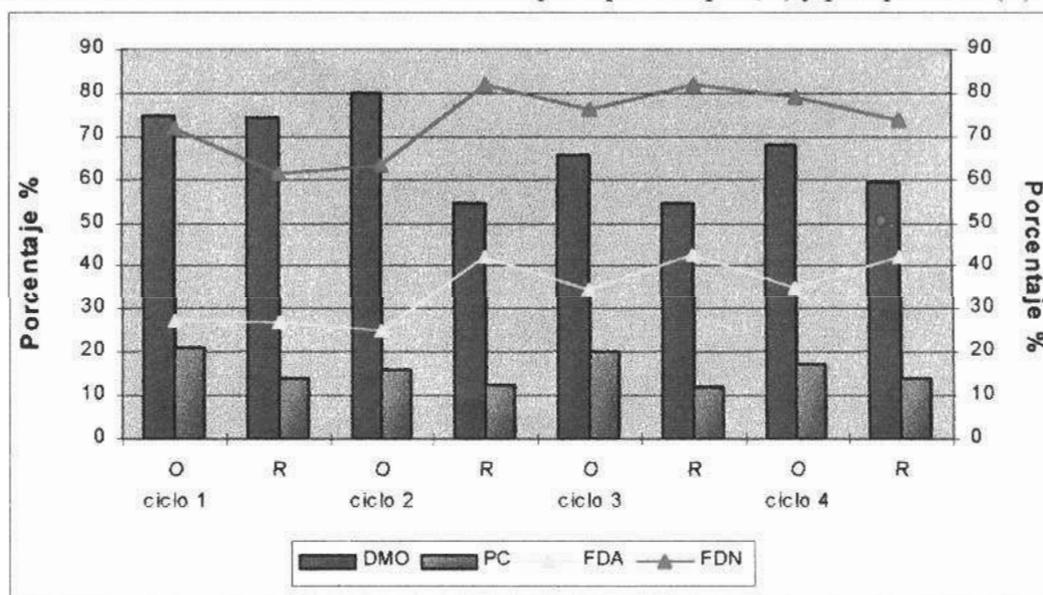
Guarino y Pittaluga (1999) y Correa *et al.* (2000) trabajando sobre una mezcla de triticale y raigrás, tampoco registraron efectos de la carga animal sobre la DMO y la PC de la pastura ofrecida. En cambio la suplementación afectó de manera significativa la DMO en el primer estudio, donde los tratamientos suplementados obtuvieron los menores valores. La PC en ambos estudios fue alterada por la suplementación, encontrándose efectos contrastantes.

En el valor nutritivo del forraje remanente, Correa *et al.* (2000) no obtuvieron diferencias por efecto de la carga animal sobre la DMO y la PC, mientras que la suplementación afectó la PC, siendo mayor en los tratamientos no suplementados, y no alteró la DMO.

La evolución del valor nutritivo de la pastura (Figura 20) indica una disminución en la DMO y un aumento de los componentes fibrosos (FDA y FDN) a partir del segundo ciclo de pastoreo, debido al avance del estado de madurez fisiológica del cultivo. En el segundo ciclo, se detectaron los mayores niveles de DMO y menores de FDA y FDN como resultado del rebrote de la pastura luego del primer pastoreo, reflejo del predominio del desarrollo vegetativo en esta fase de crecimiento del cultivo. La proteína cruda tuvo un comportamiento diferente, alternando descensos y aumentos en su valor relativo a lo largo del experimento. A pesar de estas variaciones, la misma siempre se encontró por encima de los valores mínimos requeridos (14.7%) por un cordero en terminación de 30 kg para obtener ganancias diarias promedio de 295 g/día (NRC, 1985). Información anterior, sobre la evolución del valor nutritivo de la pastura, obtenida por Arocena y Dighiero (1999) y Correa *et al.* (2000) es concordante con la registrada en el presente trabajo experimental.

Comparando el valor nutritivo del ofrecido y rechazo por ciclo de pastoreo, se observa que los rechazos poseen valores menores de DMO y PC y mayores de FDA y FDN (Figura 20). Esto estaría explicado principalmente por la remoción del componente hoja verde, el que posee una mayor proporción de DMO y PC (Montossi *et al.*, 1996a), y por la mayor proporción relativa de tallos en el tapiz y restos secos post pastoreo que son los que presentan más componentes estructurales. Estas diferencias estarían asociadas al efecto de la selección preferencial de la hoja frente al tallo y 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 (Hodgson, 1985; Jung, 1989).

Figura 20. Evolución del valor nutritivo del forraje disponible pre (O) y post pastoreo (R).

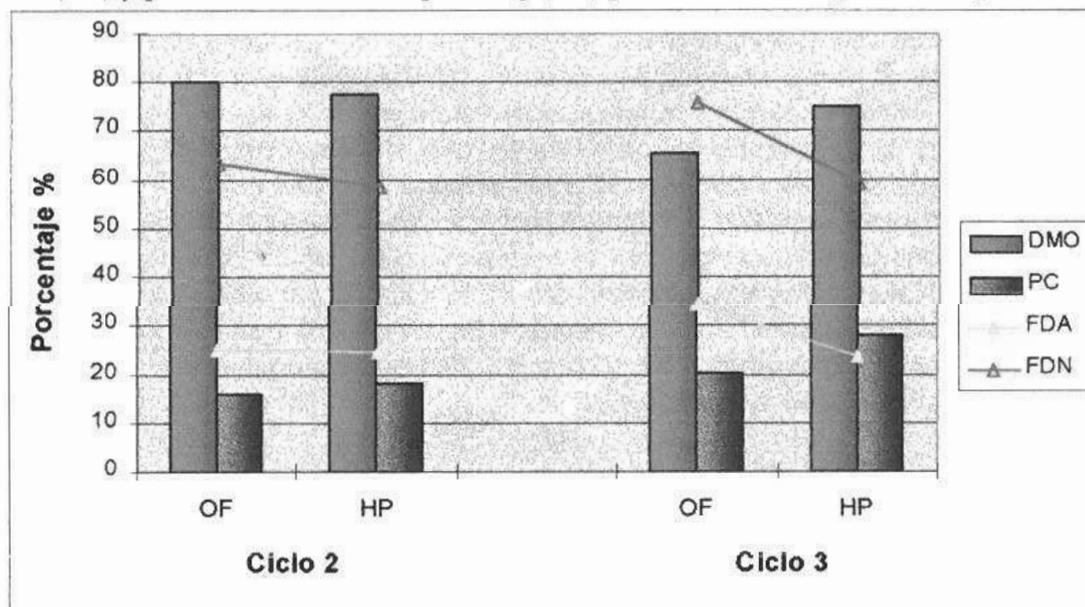


Los valores de las características cualitativas evaluadas obtenidos durante el período experimental son similares a los obtenidos en avena por Pigurina y Methol (1994) y por Montossi *et al.* (1998), aunque en el presente ensayo el porcentaje de PC fue superior. Los valores de DMO obtenidos estarían situados de acuerdo a Ulyatt *et al.* (1980) y a Robles y col. (1981), citados por Ganzábal (1997a) en torno del umbral a partir del cual comienzan a preponderar los mecanismos de regulación metabólica sobre los mecanismos de regulación física del consumo, y según Pearson e Ison (1994) por debajo de dicho valor. Sin embargo, dadas las restricciones ejercidas por las condiciones más extremas impuestas (cargas altas), particularmente con el avance del período experimental, es posible que predominen aquellos factores de origen no-nutricional, frente a aquellos nutricionales, en afectar el consumo y la performance animal (Poppi *et al.*, 1987; Hodgson, 1990).

4.1.5.1.1 Composición del valor nutritivo del forraje ofrecido por las técnicas de corte y muestreo manual (Handplucking)

En la comparación del valor nutritivo del forraje ofrecido utilizando dos metodologías: corte del forraje ofrecido y la simulación de pastoreo mediante el muestreo manual (handplucking) (Figura 21, Anexos 7 al 9). Se observa dos situaciones contrastantes, cuando el forraje pre pastoreo tiene un alto valor nutritivo, ambos métodos no difieren significativamente en la estimación del mismo (ciclo 2), mientras que cuando el valor nutritivo de la pastura ofrecida es menor, la calidad del forraje cosechado por el método manual es superior al del uso del método del corte (ciclo 3). La selectividad animal posibilita, a los corderos cosechar una dieta de un valor nutritivo superior al promedio del tapiz (Hodgson, 1985; Jung, 1989), en situaciones de disponibilidad y altura en las que se posibilite la selectividad animal (Norbis, 1991).

Figura 21. Comparación entre el valor nutritivo del forraje ofrecido obtenido mediante el método de corte (OF) y por la técnica de handplucking (HP) para los ciclos de pastoreo 2 y 3.



4.1.5.2 Valor nutritivo de los componentes botánicos (verdes y secos) del forraje ofrecido y de rechazo

Al estudiar los resultados obtenidos del análisis estadístico del valor nutritivo se observa que no se registraron diferencias significativas por efecto de la carga animal o de la suplementación para todos los parámetros evaluados en la fracción hoja verde del componente avena para el total del período experimental, exceptuando una tendencia ($P < 0.10$) observada donde se destacó un menor nivel de PC en la carga animal más elevada con respecto de las otras (Cuadro 23, Anexo 10).

Cuadro 23 Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre el valor nutritivo (%) del componente hoja verde del forraje ofrecido y rechazado para el total del período experimental.

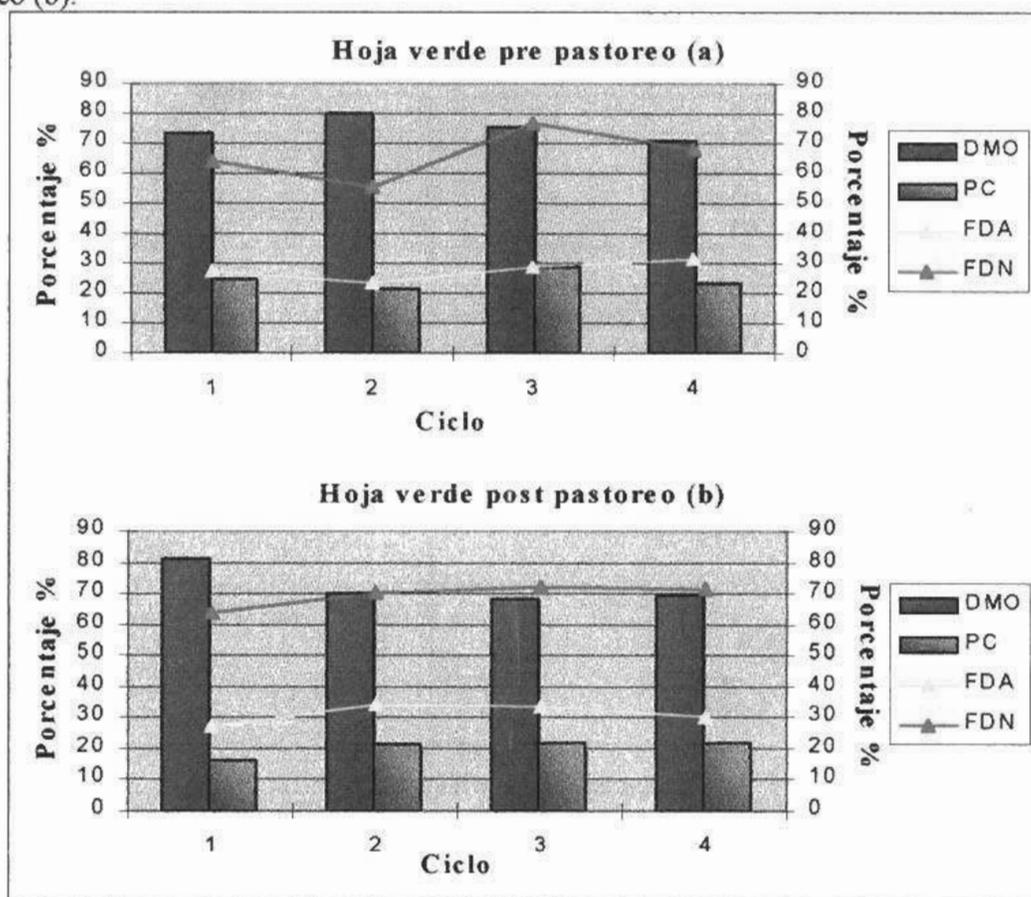
Ofrecido	Carga (C)				Suplemento (S)			(C*S)
	Alta	Media	Baja	P	Sí	No	P	P
DMO	75.10	75.92	74.23	ns	76.57	73.59	ns	ns
PC	26.27	23.95	23.31	ns	24.65	24.37	ns	ns
FDA	26.49	27.47	28.30	ns	26.66	28.18	ns	ns
FDN	67.56	66.35	63.96	ns	66.86	66.06	ns	ns
Rechazo								
DMO	78.54	73.93	71.83	ns	75.24	74.28	ns	ns
PC	16.48	20.55	20.00	ns	19.69	18.33	ns	ns
FDA	28.60	31.24	30.62	ns	30.92	29.38	ns	ns
FDN	66.01	68.56	69.06	ns	68.30	67.45	ns	ns

Referencias: ns = diferencia estadísticamente no significativa.

DMO – digestibilidad de la materia orgánica, PC – proteína cruda, FDA – fibra detergente ácido y FDN = fibra detergente neutro.

Al analizar las tendencias que se presentan en la Figura 22 (a y b) y el Cuadro 23 se destaca que en promedio la hoja verde disponible previo al pastoreo es de mayor calidad que luego del mismo. Por lo que, los animales estarían consumiendo dentro de este componente las fracciones de mayor valor nutritivo, removiendo las hojas más tiernas dentro del total y en cada hoja las partes de mayor calidad. Esta situación no se observó en la carga más elevada, probablemente, debido a las pocas oportunidades de selección existentes por la alta presión de pastoreo impuestas. Aunque la selectividad animal en cultivos homogéneos no ha sido totalmente demostrada, los resultados obtenidos en este ensayo, estarían apoyando la hipótesis de Mitchel (1973), citado por Birrell (1989), que observó cierta preferencia de los animales por las fracciones de la pastura con mayor concentración de carbohidratos solubles. Del Cuadro 23, cabe destacar como, independientemente, del avance del período experimental la fracción hoja verde ofrecida mantiene relativamente (con leves variaciones) su valor nutritivo.

Figura 22. Evolución del valor nutritivo (%) del componente hoja verde del forraje pre (a) y post pastoreo (b).



De los resultados presentados en el Cuadro 24, se desprende que no existió un efecto significativo de la carga animal y de la suplementación para todos los parámetros de calidad evaluados, con la excepción del contenido de proteína cruda de los tallos verdes presentes en la pastura pre y post pastoreo, el cual manifestó una tendencia a poseer mayor valor nutritivo en la carga alta, en comparación a las otras cargas (Anexo 11). Esto se debe posiblemente a las mayores disponibilidades remanentes a lo largo del experimento en las cargas más aliviadas, donde una gran proporción la ocupan los tallos verdes. Los cuales tienen oportunidad de madurar fisiológicamente más temprano comparados con los de la carga alta donde en promedio hay una mayor proporción de tallos más jóvenes, debido a que esta fracción en parte fue consumida en pastoreos anteriores y el rebrote es a partir de nuevos individuos.

La comparación entre el valor nutritivo de los tallos verdes pre pastoreo y posterior al mismo, refleja comportamientos similares a los encontrados en la fracción hoja verde, tanto para el promedio del experimento como durante el transcurso del mismo (Figura 23 a y b).

Cuadro 24. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre el valor nutritivo (%) del componente tallo verde del forraje ofrecido y rechazado para el total del periodo experimental.

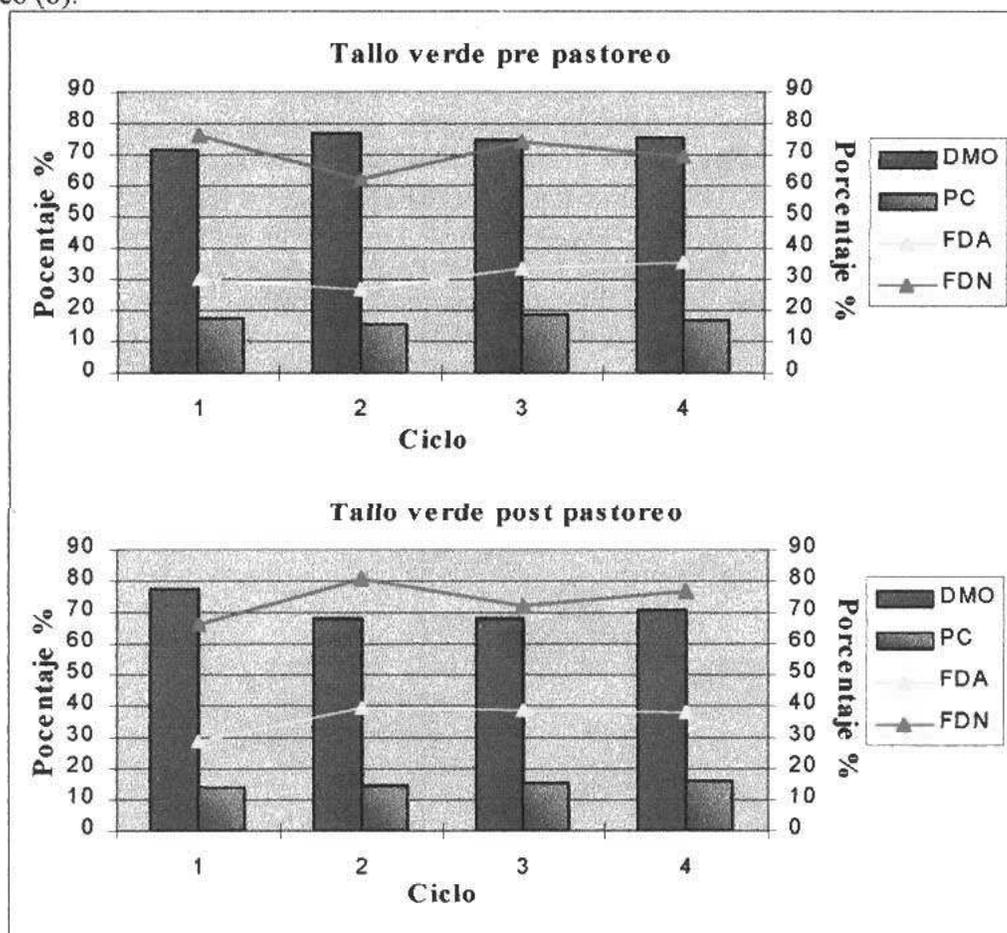
Ofrecido	Carga (C)				Suplemento (S)			(C*S)
	Alta	Media	Baja	P	Sí	No	P	P
DMO	74.47	75.06	74.20	ns	75.04	74.11	ns	ns
PC	18.23a	15.94b	16.93ab	*	17.31	16.75	ns	ns
FDA	29.19	31.81	30.78	ns	31.06	30.13	ns	ns
FDN	67.66	70.41	70.90	ns	70.79	68.52	ns	ns
Rechazo								
DMO	77.31	72.91	68.13	ns	70.51	75.05	ns	ns
PC	16.86a	15.74a	13.24b	*	14.74	15.81	ns	ns
FDA	s/d	34.87	37.19	ns	34.91	s/d	ns	ns
FDN	s/d	71.72	75.63	ns	71.19	s/d	ns	ns

Referencias: * = $P < 0.05$, ns = diferencia estadísticamente no significativa, s/d= sin información disponible.

a y b = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre sí ($P < 0.05$).

DMO = digestibilidad de la materia orgánica, PC = proteína cruda, FDA = fibra detergente ácido y FDN = fibra detergente neutro.

Figura 23. Evolución del valor nutritivo (%) del componente tallo verde del forraje pre (a) y post pastoreo (b).



Desde el punto de vista de nutrición animal, el valor nutritivo de la hoja verde presenta mayores valores de PC y menores proporciones de componentes fibrosos (FDA y FDN) (Figuras 22 y 23) que los componentes del tallo verde, lo cual concuerda con los conceptos manejados por Montossi *et al.* (1996a), quienes sostienen que la hoja es de mayor valor nutritivo que los tallos.

Para las fracciones hoja seca y malezas no se registraron diferencias significativas relevantes por efecto de la carga y de la suplementación sobre los parámetros de valor nutritivo evaluados pre y post pastoreo (Anexos 12 y 13). Sin embargo, se destaca el elevado porcentaje de PC (en torno al 25%) de la fracción malezas en el forraje ofrecido. Este resultado estaría explicado probablemente por la predominancia de raigrás sobre otras especies dentro de esta fracción (Anexo 13).

4.1.6 Estructura vertical

La proporción de materia seca por estratos fue afectada por la carga animal y la suplementación (Cuadro 25 y Figuras 24 al 29). Como se puede apreciar en el Cuadro 17, se observó que a medida que transcurrieron los períodos de pastoreo hubo una tendencia a descender la altura del forraje ofrecido. En el mismo período, se detectó un incremento en porcentaje de la materia seca en los estratos inferiores, por lo que, los estratos más altos sufrieron un descenso de las proporciones de la misma. Estas respuestas también han sido registradas en experimentos anteriores realizados por Leaver (1985), Carámbula *et al.* (1996), Guarino y Pittaluga (1999), Arocena y Dighiero (1999) y Correa *et al.* (2000).

En el Cuadro 25, se observa como en el ciclo 3 se manifiestan claramente los efectos acumulados de la carga animal y la suplementación sobre la estructura vertical del tapiz. Se aprecia como en la carga más elevada se acumulan las mayores proporciones de MS en los primeros 10 cm de altura (69% y 58%, sin y con suplemento respectivamente) al compararla con la carga baja que es donde se alcanzan los menores porcentajes de la misma (48% y 46%, sin y con suplemento respectivamente), mientras que la carga media presenta valores intermedios (49% y 50%, sin y con suplemento respectivamente). El efecto de la suplementación se destaca marcadamente en la mayor presión de pastoreo, donde el uso del suplemento implicó una menor acumulación de MS (11%) en los primeros 10 cm.

Cuadro 25. Distribución proporcional de la materia seca por estrato de altura según carga animal y suplementación, en los ciclos 2 y 3.

	Estratos (cm)	AN	AS	MN	MS	BN	BS
Ciclo 2	0-10	51	53	46	44	40	40
	10-20	35	30	30	32	32	32
	20-30	14	14	16	19	20	19
	>30	0	3	8	5	8	9
Ciclo 3	0-10	69	58	50	49	48	46
	10-20	26	28	31	32	26	23
	20-30	5	12	13	15	17	18
	>30	0	2	6	4	9	13

Referencias: AN = carga alta no suplementada, AS = carga alta suplementada, MN = carga media no suplementada, MS = carga media suplementada, BN = carga baja no suplementada y BS = carga baja suplementada.

En las parcelas correspondientes a las cargas alta y media (Figuras 24 al 27), se observaron los mayores descensos en altura y desplazamientos de materia seca en porcentaje hacia las partes inferiores del tapiz, este comportamiento es más acentuado en los tratamientos sin suplementación. De los tratamientos mencionados, en la carga media con suplementación fue donde se registró la menor magnitud en la respuesta observada en la pastura, dejando ver claramente el efecto de la suplementación y de la carga animal. En tanto, en la carga baja la respuesta total de la pastura es diferente, comportándose de modo similar al inicio para luego aumentar la altura del forraje ofrecido y descender la proporción de MS en los estratos inferiores versus los ciclos anteriores (Figuras 28 y 29).

En el análisis conjunto de las Figuras 24 y 25 y el Cuadro 16, se aprecia como debido a la utilización de una alta carga animal durante el transcurso del ensayo, la materia seca se concentra en los estratos inferiores del tapiz, y la altura y la disponibilidad del forraje ofrecido descienden. Estas tendencias probablemente estén asociadas a la presencia del material vegetal muerto no consumido por los animales y a la mayor acumulación de macollos en la base de la pastura, los cuales serían los principales responsables del crecimiento posterior de la misma.

Esto no sucede en las cargas intermedias, donde el forraje ofrecido permaneció casi constante. Por lo que, el incremento de materia seca en los estratos inferiores podría estar explicado por el tipo de crecimiento que ocurre en la pastura. Observando la composición botánica post pastoreo, se desprende que la mayor remoción de forraje correspondió a la fracción hoja verde permaneciendo casi constante el componente tallo. Esto permite una mayor entrada de luz a estratos inferiores favoreciendo el proceso de macollaje, a partir de reservas (Millot *et al.*, 1981b), frente al crecimiento de otras partes de la planta. La aparición y desarrollo de estos nuevos individuos junto con el rebrote del forraje remanente son los que explicarían la evolución de la estructura vertical del tapiz.

En los tratamientos de menor dotación se nota una tendencia inicial a descender la altura del tapiz y a aumentar el porcentaje de materia seca en los estratos más bajos de la pastura, siendo esta tendencia más notoria en el tratamiento sin suplementación. En el tercer ciclo, se manifiesta un aumento de altura del forraje que continuará hasta el fin del ensayo, además de

una alta proporción de la materia seca total que se concentró en el estrato de 0-5 cm. Esta tendencia está probablemente explicada por el inicio de la etapa reproductiva (elongación de entrenudos) (Figuras 28 y 29).

En resumen, teniendo en cuenta los resultados de la evolución de la disponibilidad del forraje ofrecido (Cuadro 16), de la altura del mismo (Cuadro 17), y la composición botánica de la pastura (Cuadro 21 y Figuras 16 al 19) y la estructura del tapiz (Cuadro 25 y Figuras 24 al 29) se desprende lo aliviada que era la presión de pastoreo en la carga baja, más aún en el tratamiento suplementado.

Figura 24. Distribución de la materia seca en proporción por estrato de altura en la carga animal alta con suplementación para cada ciclo de pastoreo.

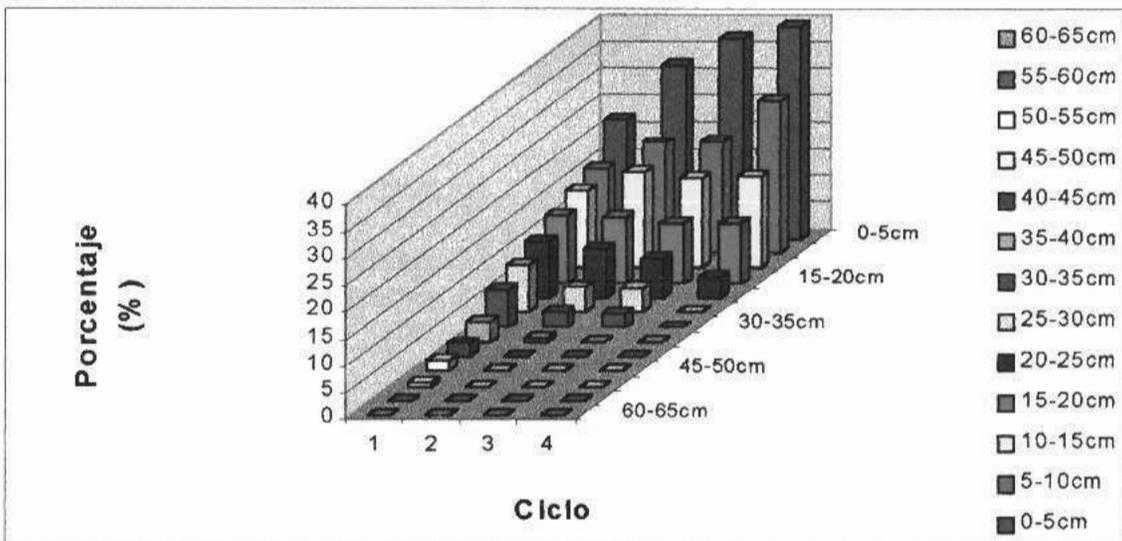


Figura 25. Distribución de la materia seca en proporción por estrato de altura en la carga animal alta sin suplementación para cada ciclo de pastoreo.

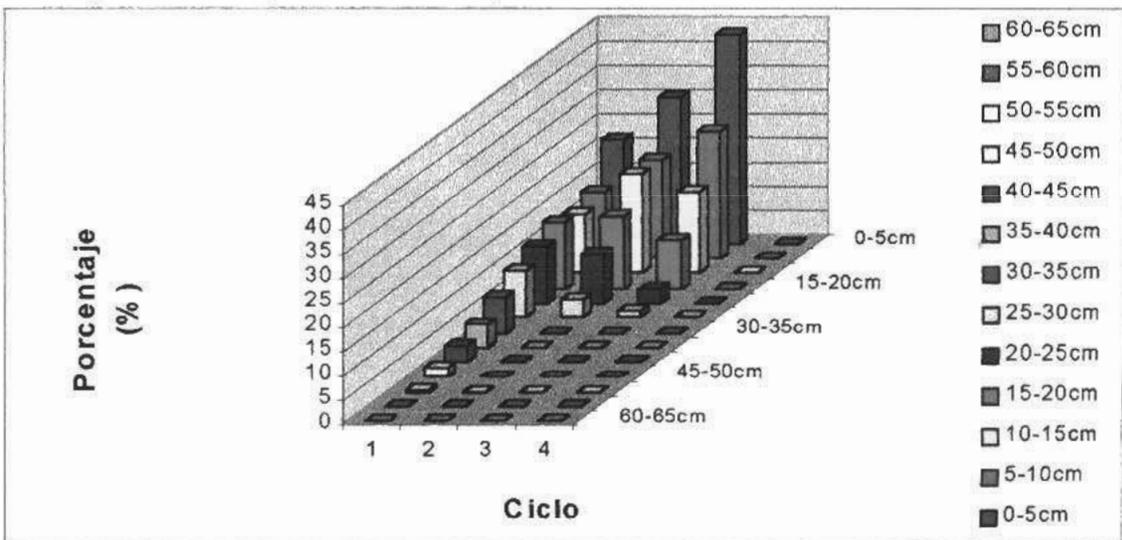


Figura 26. Distribución de la materia seca en proporción por estrato de altura en la carga animal media con suplementación para cada ciclo de pastoreo.

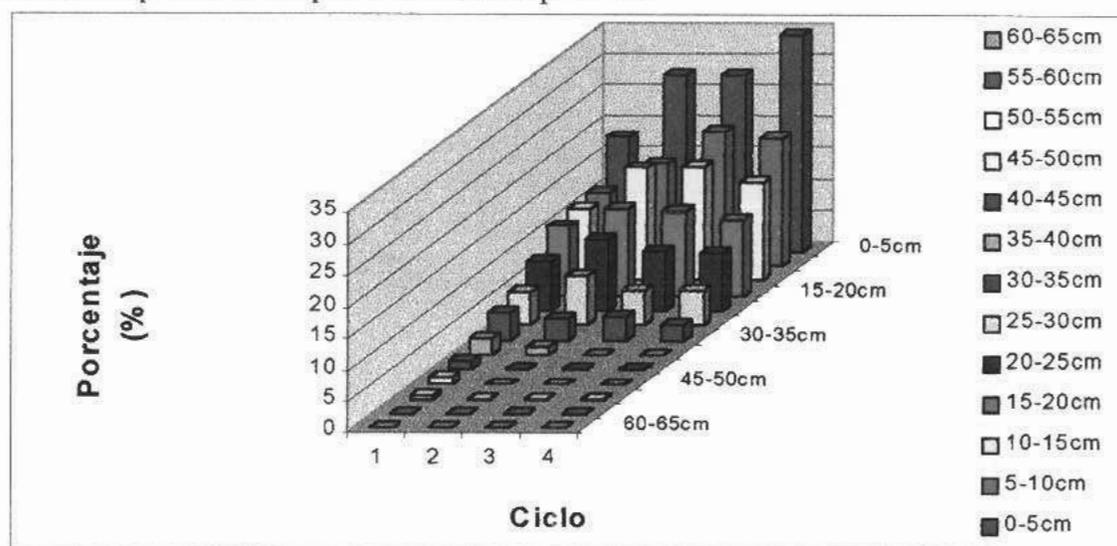


Figura 27. Distribución de la materia seca en proporción por estrato de altura en la carga animal media sin suplementación para cada ciclo de pastoreo.

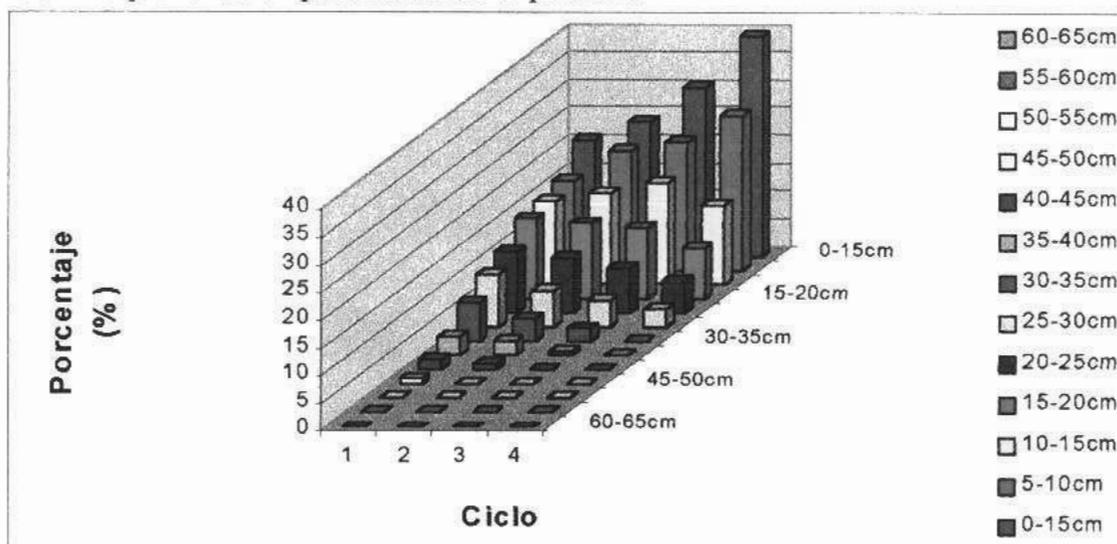


Figura 28. Distribución de la materia seca en proporción por estrato de altura en la carga animal baja con suplementación para cada ciclo de pastoreo.

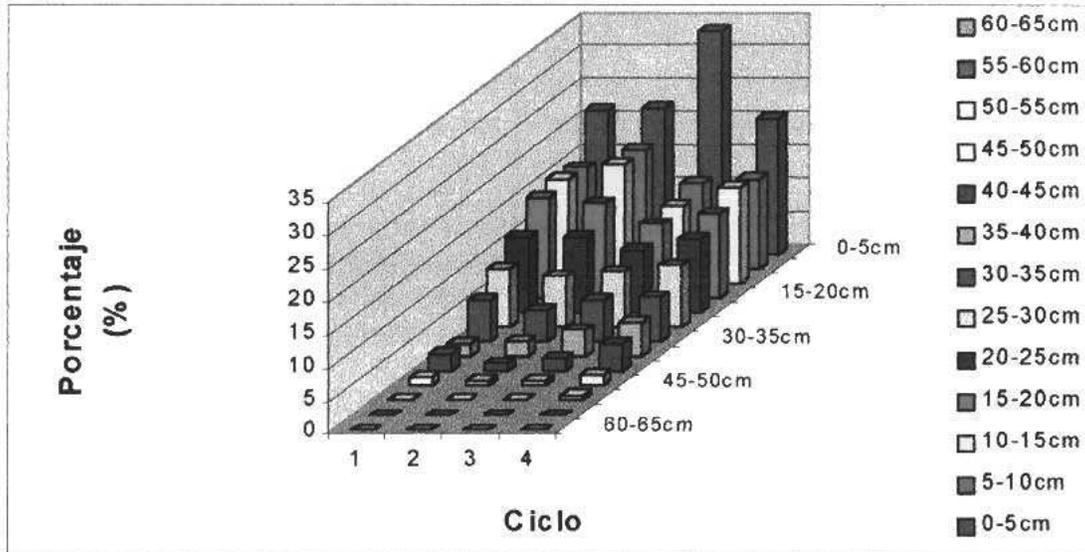
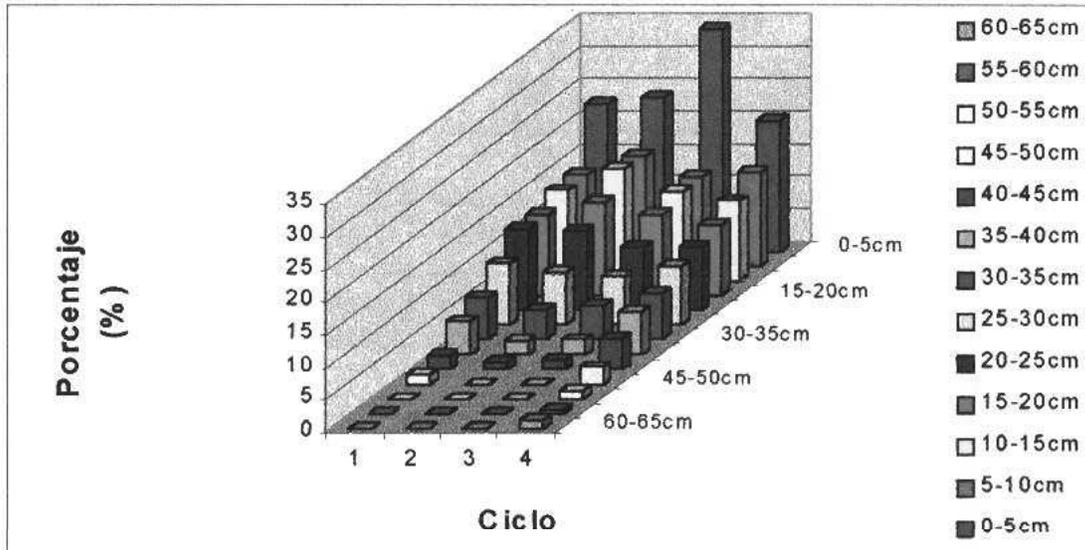


Figura 29. Distribución de la materia seca en proporción por estrato de altura en la carga animal baja sin suplementación para cada ciclo de pastoreo.



4.2 RESULTADOS DE PRODUCCIÓN ANIMAL

4.2.1 Conducta de pastoreo

La presentación de la información referente a la conducta de pastoreo se basó en mediciones grupales por tratamientos, por lo tanto, no se realizan estudios estadísticos de la misma, sino descriptivos.

En el Cuadro 26 se presenta el tiempo (en minutos y en porcentaje sobre el total del tiempo de observación: 690 min), dedicado por los animales a las actividades de pastoreo, consumo de suplemento y otras (rumia, descanso, consumo de agua, consumo de sales minerales, etc.) para los ciclos de pastoreos 2 y 3.

Cuadro 26. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la conducta animal en los ciclos de pastoreo 2 y 3.

Fecha		Ciclo 2 (7/07)						Ciclo 3 (4/08)					
Actividad		Pastoreo		Supl		Otras		Pastoreo		Supl		Otras	
Tiempo		min	%	min	%	min	%	min	%	min	%	min	%
Promedios	ALTA	416	60	-	-	274	40	462	67	-	-	228	33
	MEDIA	340	49	-	-	350	51	300	43	-	-	390	57
	BAJA	340	49	-	-	350	51	241	35	-	-	449	65
	C/SUPL	315	46	58	8	317	46	311	45	59	9	320	46
	S/SUPL	416	60	-	-	274	40	358	52	-	-	332	48

Referencias: ALTA = carga alta, MEDIA = carga media, BAJA = carga baja, C/SUPL = tratamientos suplementados y S/SUPL = tratamientos sin suplementación.

Al analizar el Cuadro 26, se observa que cuanto mayor es la presión de pastoreo más tiempo dedican los animales a la cosecha de forraje. Esta situación tiende a acompañar las diferencias observadas entre cargas, en el ciclo 2 y principalmente en el 3, en término de los parámetros del forraje evaluados y se magnifica en la medida que avanzan los ciclos de pastoreo (Cuadros 16 al 19). En este sentido, en el segundo ciclo, el tiempo dedicado a pastorear por los animales de la carga alta fue 18% superior con respecto a las otras dos dotaciones, mientras que en el tercer ciclo la superioridad fue de 36% y 48% con relación a los tiempos de pastoreo de la carga media y baja respectivamente. Esta tendencia registrada en el tiempo de pastoreo entre cargas en la segunda fecha de medición (ciclo 3), aumenta debido a la ocurrencia de lluvias, principalmente en la mañana de ese día. En esta segunda fecha se observó que los animales con un plano de alimentación mayor (carga media y baja) dedicaron menor tiempo de pastoreo que en la primera fecha. Este comportamiento no se registró en los animales pertenecientes al plano bajo de alimentación, debido a que el menor tiempo dedicado en la mañana (lluvias) a la cosecha de forraje por la ocurrencia de lluvias lo contrarrestaron pastoreando el resto del día (lloviznas) (Anexo 15 y 16).

Milne *et al.* (1981) sugieren que el tiempo de pastoreo aparece como el principal factor del comportamiento ingestivo utilizado por los animales para mantener el consumo diario de forraje ante restricciones observadas en la pastura, particularmente aquellas que causan detrimentos en la cantidad de forraje cosechado por bocado. En este contexto, el aumento en el

tiempo de pastoreo en las mayores dotaciones acompañaría el incremento en la tasa de bocados intentando mantener un adecuado nivel de consumo por parte de los animales (Anexo 14).

Si junto al concepto anterior, se considera que los animales de la carga alta pastorean en torno a 8 horas diarias, considerando solo el tiempo de medición, sin tener en cuenta el posible pastoreo nocturno, y que la altura promedio del forraje en el periodo de ocupación fue cercana a 8 cm (principalmente en el tratamiento sin suplementación y en la segunda fecha de registro de la conducta animal; Cuadro 17 y Anexo 14), es de suponer que el consumo se vio restringido en estas condiciones. Afirmando este concepto, Hodgson (1985, 1986) y Gordon y Lascano (1993) opinan que a alturas de forraje inferiores a 6-8 cm, los mecanismos de compensación no son suficientes para mantener el consumo diario de forraje. Adicionalmente, Hodgson (1990) indica que se dan condiciones limitantes de la pastura para un adecuado comportamiento animal cuando el tiempo de pastoreo excede las 8 horas.

El primer efecto causado por la suplementación en el comportamiento ingestivo de los animales en pastoreo es la sustitución en el tiempo dedicado a la cosecha de forraje por el tiempo dedicado al consumo de suplemento (Cuadro 26), resultado que concuerda con los conceptos manejados por Hodgson (1990) y Montossi (1995). La estrategia de suplementar provocó que el tiempo dedicado al pastoreo de los animales suplementados fuese 24% y 13% menor, para los ciclos 2 y 3 respectivamente, que el tiempo de sus similares de los tratamientos carentes de suplementación. Correa *et al.* (2000) registraron descensos de 13% en el tiempo de pastoreo de corderos por efecto de la suplementación.

El tiempo dedicado al consumo de suplemento en el segundo ciclo es menor en la medida que disminuye la presión de pastoreo, comportamiento que se revierte en el otro periodo de medición, debido a que los animales de los tratamientos de menores asignaciones de forraje consumían el afrechillo de trigo más rápidamente (Anexo 14). En este sentido, se debe tener presente que la oferta de suplemento varía de acuerdo al peso vivo de los animales (1.2%PV), por lo que, los corderos de la carga alta tienen que consumir menores cantidades de afrechillo de trigo que los de la carga media y estos a su vez inferiores cantidades que los de la carga baja.

Los Anexos 15 y 16 permiten visualizar la conducta de pastoreo durante el transcurso del día. En las mismas, se puede observar que en los tratamientos no suplementados los animales concentran sus actividades de pastoreo en tres momentos del día. Estos concuerdan con los resultados de Hodgson (1990), quien sostiene que a lo largo del día se registran de 3 a 5 periodos de concentración del pastoreo. Estos ocurren en las primeras horas de la mañana, en torno al mediodía y sobre el final de la tarde, siendo este último el más largo e intenso. Esta conducta general, se ve alterada por la dotación animal y el clima. Como se observó anteriormente, en la carga alta se destina un mayor porcentaje del tiempo al pastoreo, particularmente en la tarde. Se recuerda que durante la mañana de la segunda fecha de medición, se registraron muy bajas temperaturas, viento y lluvia lo que alteró la normal conducta de pastoreo de los animales, los cuales dedicaron la mañana a otras actividades (descanso, rumia, caminar) en detrimento del pastoreo.

El tiempo empleado en la cosecha de forraje en los tratamientos suplementados es menor que en los no suplementados como se discutió anteriormente, presentando un comportamiento

similar durante el transcurso del día. El momento destinado a consumir suplemento por los animales es diferencial según la carga animal, en la alta era inmediatamente al suministro del mismo, mientras que en las otras no se registró un patrón de distribución claro (Anexos 15 y 16). Correa *et al.* (2000) registraron que el momento destinado al consumo de suplemento por corderos, no fue afectado por la carga animal, ocurriendo inmediatamente al suministro del mismo.

4.2.2 Evolución de la ganancia de peso vivo

En el Cuadro 27 se presentan las ganancias diarias promedio (g/an/día) por ciclo de pastoreo y para el total del período experimental. En el mismo, se manifiesta que hubo un efecto significativo ($P < 0.01$) de la carga y de la suplementación sobre las ganancias diarias logradas por los animales. En promedio, la mayor ganancia diaria por animal se registró en la carga baja (81 g/an/día) siendo 18.5% y 76.5% superior a las de la carga media y alta respectivamente. Estos resultados coinciden con los conceptos establecidos por Mott (1960) y Hodgson (1979), quienes sostienen que la ganancia diaria de los animales desciende en la medida que aumenta la carga animal, debido a una reducción en la oferta de forraje, el consumo individual y la selectividad animal. En tanto, la suplementación implicó ganancias 38.2% superiores en los animales suplementados frente a los no suplementados. Estos resultados son concordantes, en la tendencia observada, con los obtenidos por Montossi *et al.* (1996b), Arocena y Dighiero (1999), Guarino y Pittaluga (1999), Scaglia *et al.* (1999) y Correa *et al.* (2000), si bien las ganancias registradas por estos autores fueron más elevadas que las obtenidas en el presente experimento, exceptuando el trabajo realizado por Scaglia *et al.* (1999) (Cuadro 8).

Cuadro 27. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la ganancia diaria (g/an/día).

Ciclo	Carga (C)				Suplemento (S)			(C*S)
	Alta	Media	Baja	P	Si	No	P	P
I	79	89	127	ns	89	107	ns	ns
2	12b	90a	111a	**	115a	27b	**	ns
3	-28b	74a	65a	**	26	48	ns	ns
4	12	2	15	ns	39a	-20b	**	ns
Total	19b	66a	81a	**	68a	42b	**	ns

Referencias: ** = $P < 0.01$, ns = diferencia estadísticamente no significativa.

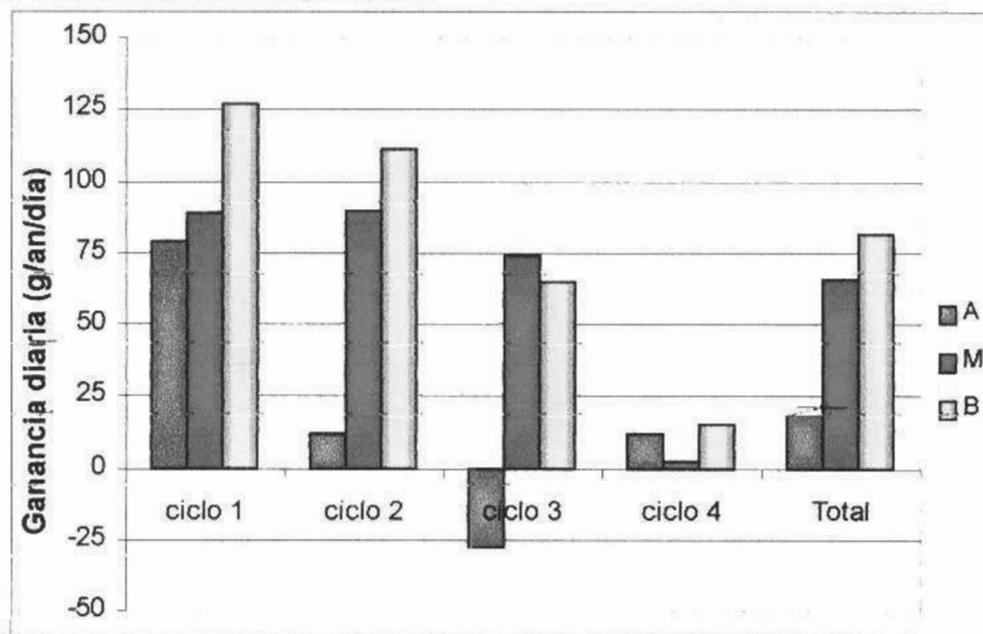
a y b= medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre sí ($P < 0.05$).

Entre las cargas baja y media no se registraron diferencias significativas para ninguno de los ciclos de pastoreo. En el primer período, la ganancia del tratamiento de mayor dotación presenta una tendencia ($P < 0.10$) a ser menor a la de carga baja, para luego, en los ciclos 2 y 3 ser estadísticamente diferente ($P < 0.01$) a los valores obtenidos en las otras cargas. En este sentido, Allden y Whittaker (1970) y Hodgson (1975, 1984, 1985) sostienen que el factor más importante en determinar la performance animal es el consumo diario, el cual desciende ante aumentos en la dotación, como respuesta a una menor cantidad de forraje disponible por animal y a una depresión en la calidad del forraje consumido por una menor oportunidad de selección.

Los efectos acumulativos de la carga animal sobre las características cuantitativas del forraje ofrecido y de rechazo que se discutieron en el ítem 4.1, con el transcurso del tiempo magnifican la respuesta observada en performance animal individual (Cuadro 27, Figura 30 y Anexo 17). Al analizar el tercer ciclo de pastoreo, la carga alta fue la que presentó las menores ganancias de peso vivo (pérdida de peso), demostrando la acumulación de los efectos de la carga animal sobre la pastura en los ciclos anteriores. Esto estuvo asociado al efecto de la alta intensidad de pastoreo en esta dotación, lo cual conllevó a condiciones limitantes en la pastura, baja disponibilidad (665 kgMS/ha) del forraje ofrecido y altura del forraje rechazado (4 cm), resultando en limitaciones físicas de cosecha para los animales. Estas repercutieron en la conducta y probablemente en el consumo animal disminuyendo la producción individual (Cuadro 26), coincidiendo con la información manejada por Viglizzo (1981) y Hodgson (1990).

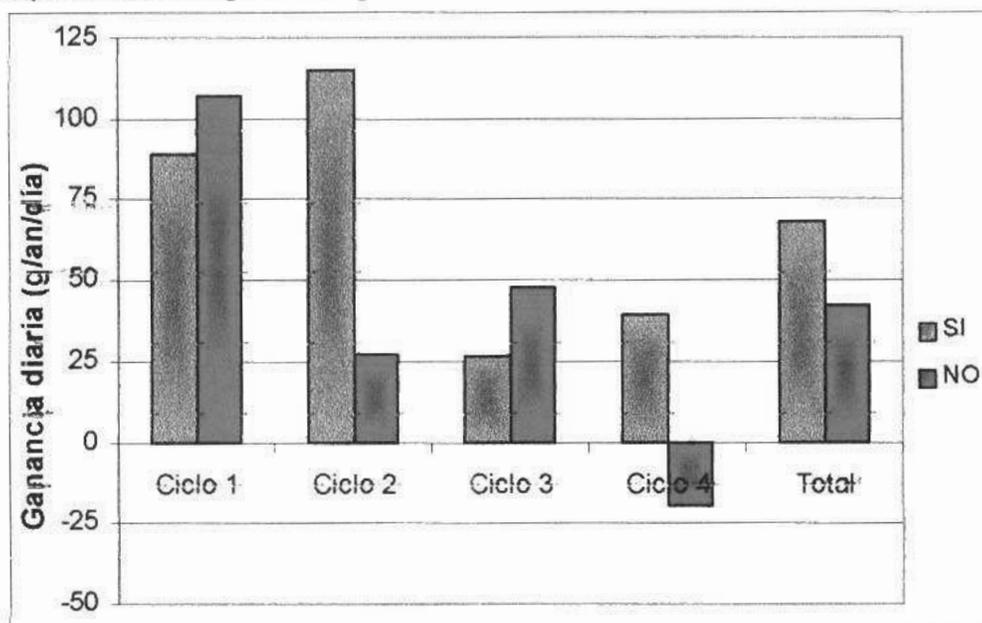
En el ciclo 4, no hay diferencias estadísticas entre los aumentos de peso vivo logrados por los animales de las tres cargas. Este resultado se explicaría en los tratamientos de carga baja por la mayor oportunidad de selección inicial y la baja utilización del forraje por parte de los animales, lo cual favoreció el avance de la etapa reproductiva, repercutiendo principalmente de manera negativa en la calidad del forraje consumido por individuo, disminuyendo probablemente la tasa de ganancia de los corderos. Esta situación ocurre con frecuencia cuando se utilizan dotaciones muy aliviadas (Mott, 1960; Hodgson, 1990). En tanto, que en las cargas media y alta, se observó una interacción ($P < 0.10$) entre carga y suplementación, significando que a estas dotaciones el suministro de suplemento afectará positivamente la tasa de ganancia de los corderos, resultando diferente ($P < 0.05$) entre tratamientos de la misma carga (Cuadro 27 y Anexo 17). Al analizar la disponibilidad del forraje ofrecido y de rechazo de los tratamientos de las cargas media y alta (Cuadros 16 al 19 y Anexos 2 al 5), se aprecia que no existen diferencias significativas ($P > 0.05$) en estos parámetros dentro de cada carga animal, por lo que, la suplementación tendría un efecto predominantemente aditivo sobre la pastura, que permitiría lograr esas mayores ganancias de peso vivo en los tratamientos suplementados en el ciclo 4 de pastoreo. Estas situaciones en conjunto conducen a que no se registraran diferencias en ganancia de peso por efecto de la carga animal, dado el mayor efecto positivo de la suplementación a medida que aumento la carga animal.

Figura 30. Efecto de la carga animal sobre la evolución de la ganancia diaria (g/an/día) de peso vivo y en el total del período experimental.



Utilizando los conceptos manejados por Oficialdegui (1990), la suplementación comienza a tener un efecto importante en el segundo período de pastoreo, posiblemente relacionado a la ausencia del período de acostumbramiento al afrechillo de trigo, previo al inicio del experimento (Cuadro 27, Figura 31 y Anexo 17). Utilizando los conceptos establecidos por Vaz Martins (1997), los resultados en la ganancia de peso vivo se explicarían por la sustitución de la pastura por suplemento principalmente en los casos que las características del cultivo no son limitantes para la producción animal, permitiendo una mayor oportunidad de selección a los corderos con la posibilidad de cosechar un forraje de mayor valor nutritivo. En cambio, en las situaciones en que la pastura (cantidad y calidad) limitaría la producción, los resultados positivos de la suplementación estarían ligados al mayor consumo diario que permite la implementación de la técnica (efecto aditivo).

Figura 31. Efecto de la suplementación sobre la evolución de la ganancia diaria (g/an/día) de peso vivo y en el total del período experimental.



Los efectos de la carga animal y de la suplementación sobre el peso vivo lleno se presentan en el Cuadro 28 y Anexo 18, mientras que la evolución por ciclo de pastoreo del mismo en cada tratamiento se observa claramente en la Figura 32. En estos, se puede apreciar el efecto de las distintas tasas de ganancia diaria sobre el peso vivo. Existe una marcada diferencia ($P < 0.01$) entre los animales de las cargas media y baja versus los de la alta a partir del segundo ciclo de pastoreo, resultando al final del experimento en importantes disimilitudes de peso vivo lleno, siendo el peso vivo de los corderos de la carga baja 5% y 18.5% superior a los de la media y a los de la alta respectivamente. Del Cuadro 28 y la Figura 32 se desprende el impacto que tuvo la suplementación, el cual fue más relevante ante incrementos en la carga y al final del experimento, efecto nítidamente reflejado en los corderos de la carga media suplementada, los cuales lograron un mayor peso vivo lleno que los de la baja sin suplemento y los de la carga alta, donde la suplementación influyó para que los animales de los tratamientos suplementados tuvieran pesos vivos 14% superiores estadísticamente ($P < 0.05$) a los corderos de los no suplementados. Estos resultados son la expresión de la interacción ($P < 0.10$) observada entre la carga animal y el suplemento y confirman las conclusiones obtenidas por Newton y Young (1974) y Martin *et al.* (1991), en que la suplementación permitiría aumentar la dotación en determinados sistemas de producción.

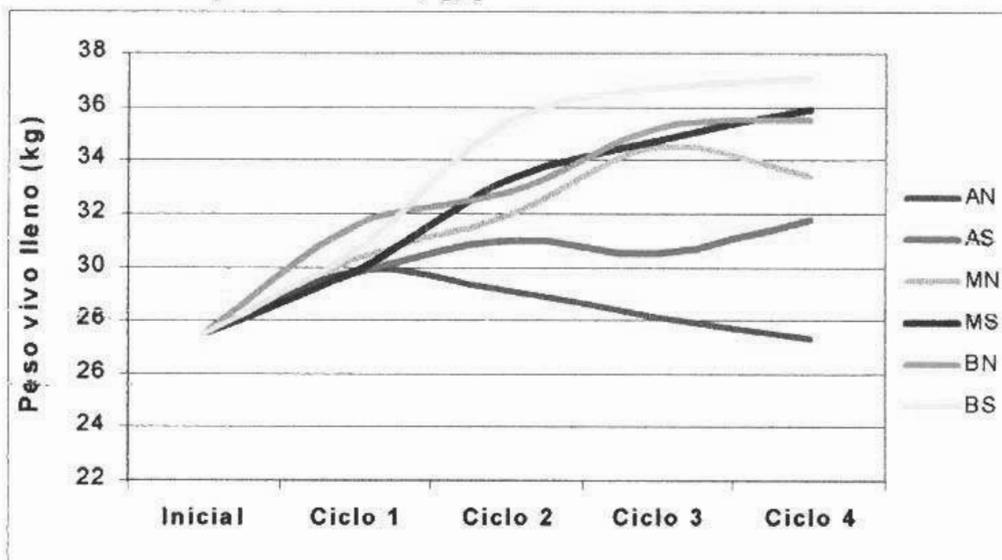
Cuadro 28. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la evolución de peso vivo lleno (kg).

Ciclo	Carga (C)				Suplemento (S)			(C*S)
	Alta	Media	Baja	P	Si	No	P	P
1	29.7	30.0	31.0	ns	30.0	30.5	ns	ns
2	30.0b	32.5a	34.1a	**	33.2a	31.2b	*	ns
3	29.3b	34.6a	35.9a	**	33.9	32.6	ns	ns
4	29.6b	34.2a	36.3a	**	34.9a	32.1b	**	ns

Referencias: ** = P<0.01, * = P<0.05, ns = diferencia estadísticamente no significativa.

a y b= medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre si (P<0.05).

Figura 32. Evolución de peso vivo lleno (kg) por tratamiento.



4.2.3 Asociaciones entre ganancia de peso vivo y características cuantitativas de la pastura

4.2.3.1 Correlaciones entre ganancia de peso vivo y características cuantitativas de la pastura

Con el objetivo de cuantificar el grado de asociación entre los parámetros estudiados en la especie forrajera utilizada y la ganancia de peso vivo lleno se utilizó, en una primera instancia, la correlación como método de análisis.

Los grados de asociación encontrados confirman los conceptos manejados por Hodgson (1984 y 1990), en cuanto a que los animales responden más consistentemente ante variaciones en la altura del tapiz que ante variaciones en la disponibilidad del mismo, y que el forraje rechazado o la altura residual son parámetros más útiles que la disponibilidad y altura del forraje ofrecido para predecir la performance animal.

En el Cuadro 29, se presentan las correlaciones entre la disponibilidad y la altura del forraje rechazado con la ganancia de peso vivo lleno. También se presentan correlaciones en las cuales se acotaron los datos obtenidos de la pastura (se descartaron los datos superiores a 20 cm y a 3000 kgMS/ha), buscando encontrar mejores grados de asociación y datos predictivos más útiles. Todas las asociaciones logradas son superiores a 81%, demostrando la potencialidad del uso de los parámetros del forraje post pastoreo para predecir la productividad animal y como herramienta de manejo de pasturas y animales.

Cuadro 29. Correlaciones entre características de la pastura y la ganancia diaria de peso vivo lleno.

Parámetros medidos en la pastura	Ganancia diaria (g/an/día)		
	R	P	n
Disponibilidad del forraje de rechazo (kgMS/ha)	0.8124	0.0001	18
Altura del forraje remanente (cm)	0.8235	0.0003	17
Disponibilidad del forraje de rechazo (hasta 3000 kgMS/ha)	0.8505	0.0009	11
Altura del forraje remanente (hasta 20 cm)	0.9066	0.0001	13

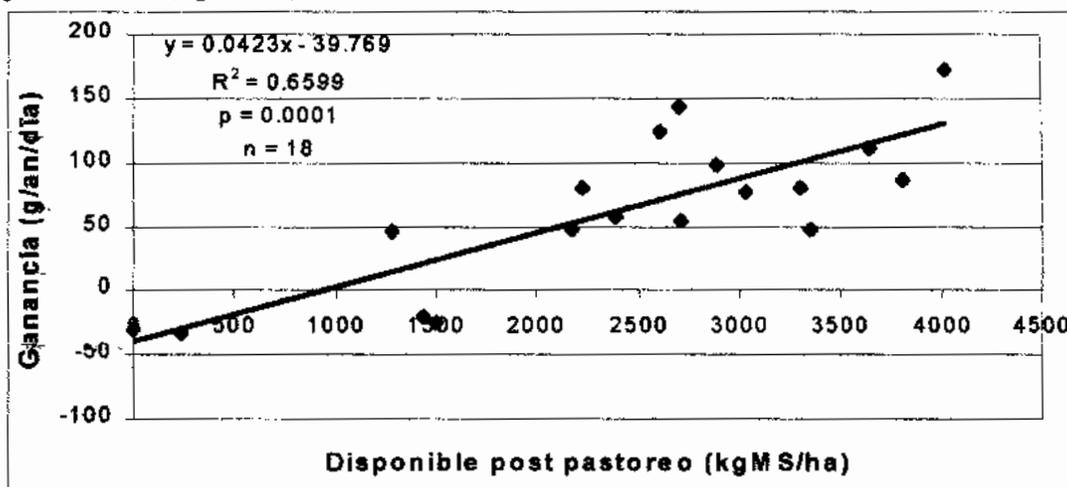
Referencias: R = coeficiente de correlación, P = probabilidad y n = número de observaciones.

4.2.3.2 Regresiones entre ganancia de peso vivo y características cuantitativas de la pastura

Para cuantificar la asociación existente entre las variables de interés, se utilizó el método de regresión, obteniéndose ecuaciones de tipo lineal y cuadrático entre ganancia de peso vivo lleno y disponibilidad y altura post pastoreo con coeficientes de determinación (R^2) de 0.6599 y 0.6782 respectivamente (Figuras 33 y 34). Estos coeficientes de determinación obtenidos de las ecuaciones que interrelacionan las variables estudiadas son medios a altos, y muy similares a los registrados por Arocena y Dighiero (1999), quienes obtuvieron sobre una mezcla de avena y raigrás un R^2 de 0.59 entre ganancia diaria y forraje disponible post pastoreo y un R^2 de 0.66 entre ganancia y altura post pastoreo.

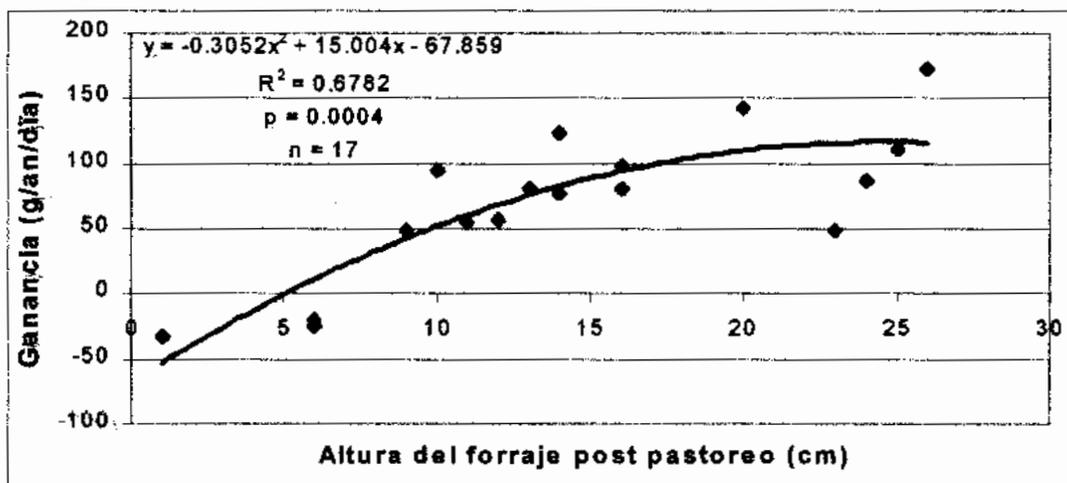
En contraste, los coeficientes de determinación encontrados por Guarino y Pittaluga (1999) y los obtenidos por Correa *et al.* (2000), trabajando sobre una mezcla de triticale y raigrás fueron inferiores (Cuadro 7) a los obtenidos en el presente estudio, asociado a los contrastantes ciclos productivos de las especies utilizados por estos autores (triticale y raigrás).

Figura 33. Regresión entre la ganancia diaria de peso vivo (g/an/día) y la disponibilidad del forraje rechazado (kgMS/ha).



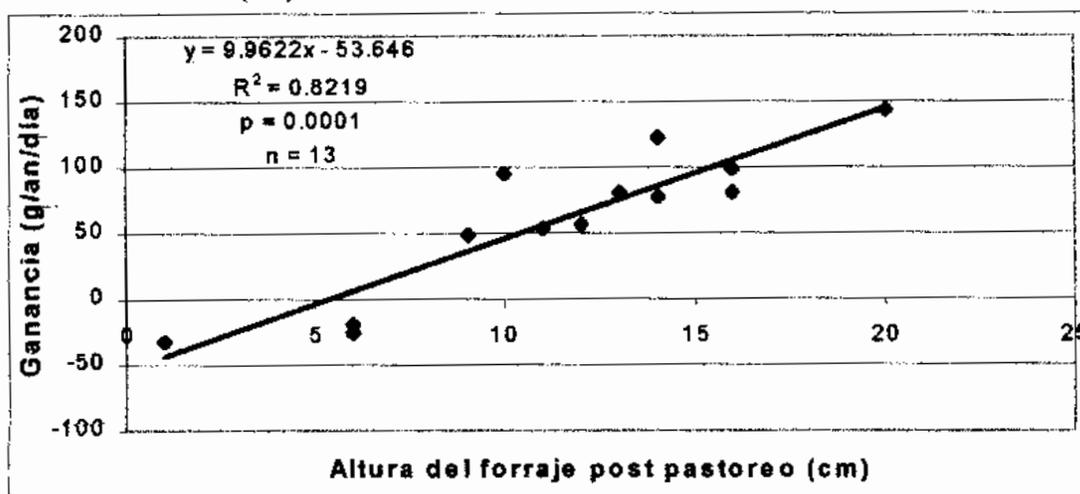
En la Figura 34 se observa que con alturas de forraje post pastoreo inferiores a 5 cm, los animales tendrían en promedio pérdidas de peso. Con alturas inferiores a 6-8 cm en cultivos forrajeros invernales, Hodgson (1985) y Gordon y Lascano (1993) concuerdan en que el consumo diario de forraje disminuiría y que los mecanismos de compensación del mismo no serían suficientes para contrarrestar ese descenso.

Figura 34. Regresión entre la ganancia diaria de peso vivo (g/an/día) y la altura del forraje rechazado (cm).



Cuando se utilizaron los datos correspondientes hasta 20 cm de altura post pastoreo se logró un mayor ajuste entre la ganancia de peso vivo y la altura de forraje post pastoreo, observándose un R^2 igual a 0.8219 (Figura 35).

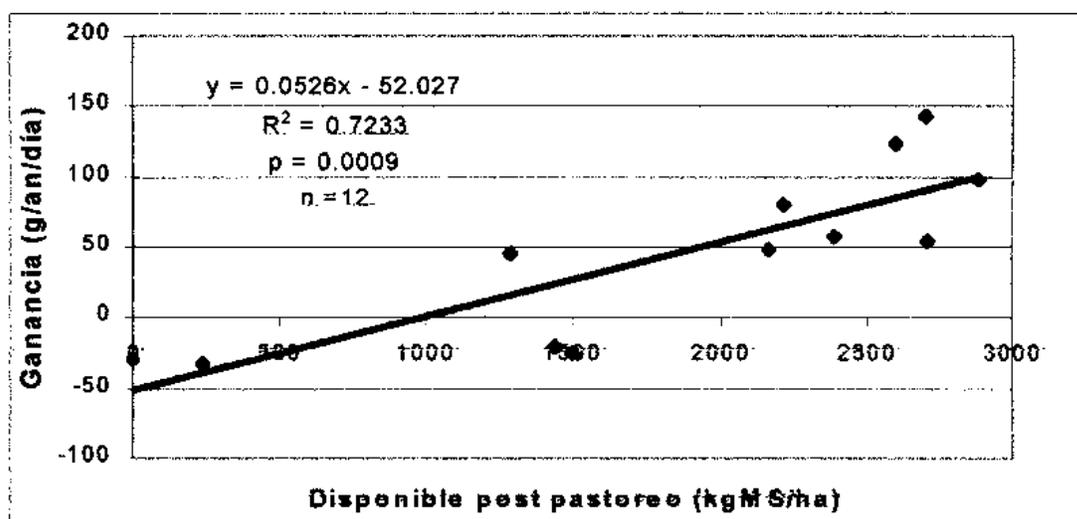
Figura 35. Regresión entre la ganancia diaria de peso vivo (g/an/día) y la altura del forraje rechazado hasta 20 cm (cm).



Con el objetivo de estudiar la interrelación entre ganancia de peso y los datos de disponibilidad post pastoreo que concordaran con la interrelación obtenida al usar alturas post pastoreo menores a 20 cm, se procesaron los datos correspondientes hasta 3000 kgMS/ha del forraje rechazado. Debido a que 20 cm de altura del forraje remanente se corresponderían con 3000 kgMS/ha de disponible post pastoreo, cuando se utiliza la regresión analizada en el ítem 4.1.3.2. Finalmente, se llegó a una regresión lineal con un R^2 igual a 0.7233 (Figura 36). De esta regresión se percibe que con disponibilidades de forraje inferiores a 1070 kgMS/ha, los corderos presentan ganancias de peso negativas, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Beattie y Thompson (1989) quienes encontraron que el consumo de los ovinos comienza a sufrir restricciones importantes cuando las disponibilidades ofrecidas se encuentran por debajo de 1200 kgMS/ha, mientras que para Rattray *et al.* (1987) sería en torno a los 1000 kgMS/ha. Para estos autores, dichas restricciones en el consumo están dadas por el incremento en la dificultad de cosecha del forraje en esas disponibilidades.

De las regresiones presentadas en las Figuras 35 y 36 se aprecia que un incremento de un centímetro en la altura del forraje post pastoreo significaría un aumento de 9.96 g/an/día ($R^2 = 0.82$), mientras que aumentos de 100 kg en la disponibilidad post pastoreo se traducirían en 5.26 g/an/día ($R^2 = 0.72$). Como ya se discutió, Arocena y Dighiero (1999) obtuvieron entre estos parámetros similares coeficientes de determinación a los presentados en las Figuras 33 y 34 y ecuaciones de tipo cuadrático que asocian estas variables (Cuadro 7), a diferencia de las ecuaciones (tipo lineal) obtenidas en este estudio (con una base restringida de datos).

Figura 36. Regresión entre la ganancia diaria de peso vivo (g/an/día) y la disponibilidad del forraje rechazado hasta 3000 kgMS/ha (kgMS/ha).



4.2.4 Condición corporal final

El estado nutricional final estimado a través de la condición corporal (CC), fue afectado significativamente ($P < 0.01$) por la carga animal y por la suplementación, en la medida que descendió la carga la condición corporal se incrementó, en tanto que en los animales suplementados su CC fue mayor que la de sus similares carentes de suplemento (Cuadro 31). Este efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la CC es similar al obtenido por Arocena y Dighiero (1999). Sin embargo, en los experimentos llevados a cabo por Guarino y Pittaluga (1999) y Correa *et al.* (2000), la condición corporal fue menos sensible a los efectos de la carga y del suplemento, registrándose solo un efecto significativo de la carga animal sobre la CC por los primeros autores mencionados.

Cuadro 30. Efecto de la carga y de la suplementación sobre la condición corporal final (CC).

	Carga (C)				Suplemento (S)			(C*S)
	Alta	Media	Baja	P	Si	No	P	P
CC	2.8c	3.2b	3.6a	**	3.4a	3.0b	**	ns

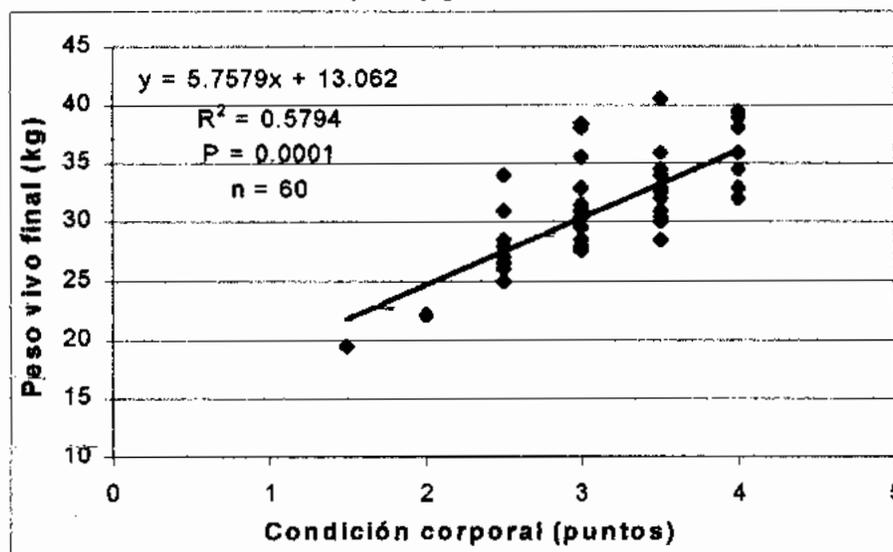
Referencias: ** = $P < 0.01$, ns = diferencia estadísticamente no significativa.

a, b y c = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre si ($P < 0.05$).

4.2.4.1 Asociación entre condición corporal y peso vivo final

El comportamiento de la condición corporal final es similar al registrado en ganancia diaria y peso vivo lleno final, confirmando en parte la utilidad de la misma para estimar el peso vivo. En este sentido, entre estas variables se obtuvo una asociación lineal ($y = a + bx$) en donde cada unidad de incremento en la condición corporal final significó un aumento de 5.758 kg en el peso vivo lleno con un coeficiente de determinación de 0.579 (Figura 37).

Figura 37. Relación entre condición corporal y peso vivo lleno finales.



Anteriores estudios experimentales realizados con corderos Corriedale obtuvieron que cada unidad de condición adicional significó aumentos de peso vivo de aproximadamente 6.8 kg (Arocena y Dighiero, 1999), 6.9 kg (Guarino y Pittaluga, 1999) y 6.13 kg (Correa *et al.*, 2000). Las pequeñas diferencias de estos resultados con el del presente trabajo experimental, probablemente se deban a los distintos rangos de pesos vivos finales que se alcanzaron en los diferentes experimentos y posibles variaciones individuales asociadas a los diferentes observadores que realizaron las mediciones.

4.2.5 Crecimiento y calidad de lana

En el Cuadro 31 se presentan los efectos de la carga animal y de la suplementación sobre la producción, el crecimiento y las características de la lana (Figura 38 y Anexo 19). El peso de vellón sucio y el rendimiento al lavado no fueron afectados por la dotación animal. Sin embargo, se registró un efecto significativo ($P < 0.05$) de la carga sobre el crecimiento de lana, explicado principalmente por cambios en el diámetro y largo de fibra. Los mayores crecimientos de lana y diámetro de fibra se registraron en la carga baja versus las otras dos dotaciones, mientras que los largos de fibra para los animales de la carga baja y media fueron iguales entre sí y superiores a los de la más elevada. La suplementación con afrechillo de trigo no alteró ninguna de las variables estudiadas de la producción y calidad de lana.

White y Mc Conchie (1976) encontraron similares resultados donde observaron que cuando se incrementa la carga animal descende el crecimiento de lana acompañado por descensos en el diámetro y largo de la fibra. Estos cambios, según Rodríguez (1983) están reflejando diferentes niveles de consumo. Hay que tener en cuenta que en experimentaciones de corto plazo, los cambios en el nivel de consumo no se reflejan de manera inmediata o no alcanzan a causar diferencias significativas en la tasa de crecimiento y en la producción de lana debido a una tasa de cambio lenta en la actividad mitótica a nivel del bulbo folicular (Black, 1984). Por lo que, las diferencias obtenidas con los planos de alimentación utilizados en el

presente trabajo, probablemente serían mayores en estudios que abarquen un mayor período de tiempo, llegando a reflejarse en la producción de lana por animal.

Cuadro 31. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la producción, crecimiento y características cualitativas de la lana.

Característica	Carga (C)				Suplemento (S)			(C*S)
	Alta	Media	Baja	P	Sí	No	P	P
Peso de vellón (kg/an)	2.07	2.10	2.14	ns	2.12	2.07	ns	ns
R. al lavado (%)	71	71	73	ns	72	72	ns	ns
Diámetro de fibra (μ)	26.1b	27.2b	29.4a	**	27.8	27.3	ns	ns
Largo de fibra (cm)	2.95b	3.25a	3.38a	*	3.2	3.2	ns	ns
C. de lana ($\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{día}$)	1230b	1296b	1447a	*	1331	1317	ns	ns

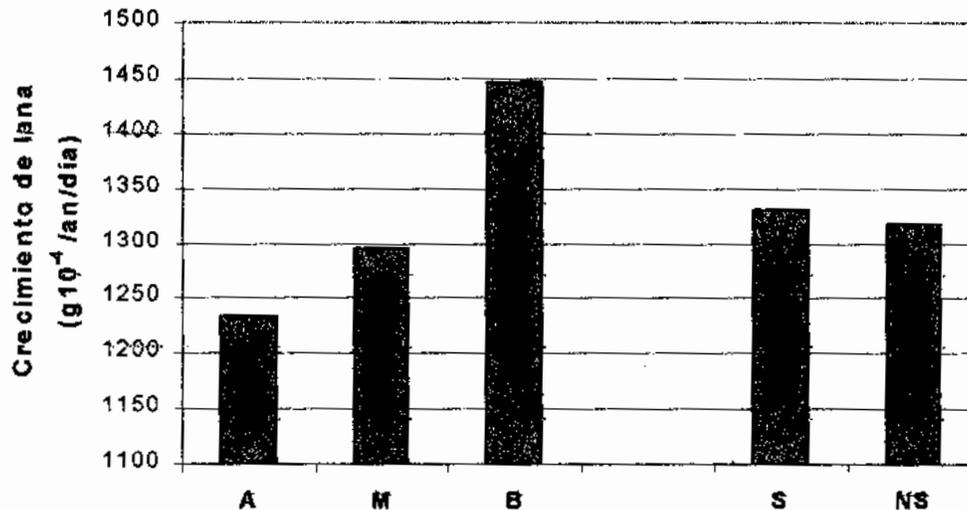
Referencias: * = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$, ns = diferencia estadísticamente no significativa.

a y b = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre sí ($P < 0.05$).

R. al lavado: rendimiento al lavado, C. de lana: crecimiento de lana, μ : micras y μg : microgramos.

El efecto registrado en el crecimiento de lana y las variaciones en diámetro y largo de fibra concuerdan con los resultados obtenidos en los trabajos experimentales llevados a cabo por Guarino y Pittaluga (1999) y Arocena y Dighiero (1999).

Figura 38. Crecimiento de lana ($\mu\text{g}/\text{an}/\text{día}$) según carga animal y suplementación para el total del período experimental.



Referencias: A = carga alta, M = carga media, B = carga baja, S = tratamientos suplementados y NS = tratamientos no suplementados.

4.2.6 Consumo y eficiencia de conversión de suplemento

El consumo diario de suplemento (Foto 4) fue estadísticamente diferente ($P<0.01$) entre cargas para el total del período experimental (Cuadro 32), siendo inferior en la carga baja con respecto a la media y a la alta. Las diferencias en el consumo, además de estar explicadas por el consumo animal *per se*, están afectadas por la oferta de suplemento (1.2%PV).

Cuadro 32. Evolución del consumo diario de suplemento (g/an/día) según la carga animal.

Ciclo	Carga			P
	Alta	Media	Baja	
1	271	254	186	ns
2	311	315	267	ns
3	349ab	379a	295b	*
4	357	392	285	ns
Promedio	317a	327a	254b	**

Referencias: * = $P<0.05$, ** = $P<0.01$, ns = diferencia estadísticamente no significativa.

a y b = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre sí ($P<0.05$).

En el Cuadro 32 se manifiesta que los animales con altas disponibilidades ofrecidas de forraje consumen menos suplemento, rechazando mayor cantidad del mismo, mientras que los corderos con oferta limitante de pastura consumen la mayoría del afrechillo de trigo ofrecido y lo hacen más rápidamente (ver ítem 4.2.1). En el ciclo 1 se observó que los corderos tendieron ($P<0.10$) a consumir mayor cantidad de suplemento en la carga alta comparados con los de la carga más aliviada y en el segundo ciclo esta tendencia se presentó entre los corderos de las cargas alta y media versus la baja. Esta diferencia en consumo alcanzó niveles estadísticamente significativos ($P<0.05$) en el ciclo 3. Sin embargo, en el último período de pastoreo se observó nuevamente una tendencia ($P<0.10$), a consumir mayor cantidad de afrechillo de trigo en los animales de la carga media versus los de la baja.

La eficiencia de conversión del suplemento en producto animal en promedio para todo el período experimental, fue mayor en la carga alta, con un valor de 7.7 kg de suplemento por kg de peso vivo adicional. En la medida que aumentó la disponibilidad de forraje ofrecido la conversión de suplemento fue más ineficiente. En la dotación intermedia y en la menor alcanzó valores de 14.9 y de 17.8 kg de suplemento por kg de peso vivo adicional, respectivamente. Estos resultados concuerdan con los conceptos manejados por Ganzábal (1997a), quien sostiene que la respuesta al concentrado decrece a medida que se incrementa los niveles de oferta de la dieta base.

Esta tendencia observada en la eficiencia de conversión del afrechillo de trigo en peso vivo de corderos Corriedale coincide con la observada por Guarino y Pittaluga (1999), quienes registraron un valor en la carga alta (40 cord/ha) de 5.6 kg de afrechillo de trigo/kg de PV adicional. La misma tendencia obtuvieron Correa *et al.* (2000), con valores de 7.9 kg de grano de cebada por kg de peso vivo adicional en la carga alta (35 cord/ha).

Foto 4. Vista de los corderos consumiendo suplemento.



4.2.7 Calidad de las canales

En el Cuadro 33 se presentan los efectos de la carga animal y de la suplementación sobre algunos de los parámetros obtenidos pre y post faena. Del mismo se desprende que el peso vivo final (PVF) en establecimiento de los animales esquilados fue diferente ($P < 0.01$) entre las cargas baja y media versus la carga alta. Este comportamiento fue diferente en el peso pre faena (PPF), el cual presentó diferencias significativas ($P < 0.01$) entre las tres cargas, siendo más elevado en la carga baja y menor en la carga alta. Esta tendencia similar que se expresa con diferentes magnitudes esta explicada por las diferentes ($P < 0.01$) tasas de destare entre las tres cargas animales (Cuadro 33 y Anexo 20).

Cuadro 33. Efecto del la carga animal y de la suplementación sobre los parámetros evaluados pre y post faena.

Característica	Carga (C)				Suplemento (S)			(C*S)
	Alta	Media	Baja	P	Si	No	P	P
Peso vivo final ⁽¹⁾ (kg)	27.5b	32.6a	34.2a	**	32.8a	30.0b	**	ns
Destare (%)	5.6b	6.4a	5.0c	**	5.6b	5.7a	*	ns
Peso pre faena (kg)	25.9c	30.5b	32.4a	**	30.9a	28.3b	**	ns
Rendimiento (%)	48.8	49.5	49.8	ns	48.8	49.8	ns	ns
Peso canal caliente (kg)	12.6c	15.1b	16.1a	**	15.1a	14.1b	*	ns
Peso canal frío (kg)	12.3c	14.7b	15.8a	**	14.8a	13.8b	*	ns
Merma por frío (%)	2.6	2.2	2.4	ns	2.4	2.5	ns	ns
GR derecho (mm)	3.0c	5.3b	6.9a	**	4.8	5.3	ns	ns

Referencias: * = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$, ns = diferencia estadísticamente no significativa.

a, b y c = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre sí ($P < 0.05$).

⁽¹⁾ = animales esquilados.

En el PVF se registraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) por efecto de la suplementación, donde los tratamientos suplementados alcanzaron los mayores valores. Estas diferencias se mantuvieron en el PPF (Cuadro 33 y Anexo 20).

Al no existir diferencias estadísticas por efectos de la carga animal y de la suplementación en el rendimiento y en la merma por frío de las canales, las disimilitudes encontradas en el PPF de los corderos se mantuvieron tanto para el peso de la canal caliente (PCC) como para el peso de la canal fría (PCF) (Cuadro 33 y Anexo 20).

Para el grado de la cobertura de grasa de la canal (GR) se manifiesta un efecto significativo ($P < 0.01$) de la carga animal sobre esta característica (Cuadro 33 y Anexo 20). En este sentido, el máximo grado de engrasamiento se registró en la carga baja, siendo superior en 23% y en 57% a los valores obtenidos en las cargas media y alta respectivamente. Sin embargo, la suplementación no tuvo efecto sobre el grado de engrasamiento de la canal.

Al evaluar en forma global la información del Cuadro 33, se aprecia un efecto de la carga animal y de la suplementación sobre el peso vivo final que conllevó a obtener diferencias en el peso pre faena, peso de la canal caliente y peso de la canal fría. Los diferentes consumos diarios aparentes y el valor nutritivo de las dietas cosechadas por los animales correspondientes a cada tratamiento probablemente son la explicación de los resultados obtenidos. Estas tendencias observadas en los parámetros evaluados en las canales y pesos finales de los corderos concuerdan con las registradas por Kirton *et al.* (1981), Arocena y Dighiero (1999), Guarino y Pittaluga (1999) y Correa *et al.* (2000).

La cobertura de grasa de la canal estimada a través del GR fue afectada por la carga animal mientras que la suplementación no tuvo efecto significativo sobre la misma, coincidiendo con los resultados de Lee (1986) y Correa *et al.* (2000). Otros experimentos llevados a cabo por Kirton *et al.* (1981), Arocena y Dighiero (1999) y Guarino y Pittaluga (1999) coinciden en el efecto que tuvo la dotación en el presente experimento. Sin embargo, para estos autores el consumo de suplemento modificó el engrasamiento de la canal. En este sentido, Kirton *et al.* (1981) sostienen que las variaciones en el grado de engrasamiento de la canal se deben a los diferentes pesos de las mismas y no a otro motivo.

4.2.7.1 Tipificación de las canales

En el Cuadro 34 se presenta el porcentaje de animales de cada tratamiento que pertenecen a cada tipo de conformación y grado de terminación de acuerdo con el Sistema Oficial de Clasificación y Tipificación de Canales Ovinas de INAC (1996). En este sentido, la carga alta fue la única en donde se observaron animales (20%) de conformación mediana (M) y donde existió la menor cantidad de corderos (15%) de conformación sobresaliente (S). En promedio, los animales de la carga media presentaron relaciones más deseables entre tejido muscular y óseo que la carga alta, registrándose un 55% de corderos de tipo S y un 45% de tipo P (conformación buena). Por último, en la carga baja se encuentra la máxima cantidad de corderos (80%) de conformación sobresaliente.

En resumen, al analizar el Cuadro 34 se puede percibir que en la medida que desciende la carga animal, la conformación de las canales mejora. La suplementación adquiriría relevancia

mejorando la relación entre el tejido muscular y óseo cuando se trabaja con cargas medias y altas. En contraparte, en la terminación de las canales no se apreciaron diferencias por efecto de la carga animal y por la suplementación, presentando el 100% de las canales una moderada cobertura de grasa (grado 1 de terminación). Estos resultados considerados en el contexto de las diferencias en cuanto al peso y grado de engrasamiento (GR) de las canales por efecto de la carga animal y de la suplementación demostrarían que el Sistema Oficial de Clasificación y Tipificación de Canales Ovinas de INAC (1996) no es suficientemente sensible para detectar diferentes grados de terminación entre canales.

Cuadro 34. Tipificación de las canales (%) por tratamiento según INAC (1996).

Tratamientos		AN	AS	MN	MS	BN	BS
Conformación (%)	S	0	30	30	80	80	80
	P	70	60	70	20	20	20
	M	30	10	0	0	0	0
	I	0	0	0	0	0	0
Terminación (%)	0	0	0	0	0	0	0
	1	100	100	100	100	100	100
	2	0	0	0	0	0	0

Referencias: AN = carga alta sin suplementación, AS = carga alta con suplementación, MN = carga media sin suplementación, MS = carga media con suplementación, BN = carga baja sin suplementación y BS = carga baja con suplementación.

4.2.7.2 Cortes con hueso

Con el objetivo de analizar los efectos de la carga animal y de la suplementación sobre los diferentes cortes con hueso se separó a las canales en media res izquierda y media res derecha. A esta última se la despostó en paleta, pierna de primera, asado, carré y otros (cogote, aguja, garrón y carne chica). En el Cuadro 35, se presentan los resultados de los cortes con hueso, donde se aprecia un comportamiento general, registrándose diferencias significativas ($P < 0.01$) en el peso de los distintos cortes entre la carga alta con las otras dos, observándose los mayores pesos de los cortes en las menores dotaciones. El peso de la paleta no se comportó igual, presentando la menor carga una paleta de mayor peso que la carga más elevada y siendo estas dos, iguales a la dotación intermedia.

Cuadro 35. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre el peso (kg) y la proporción de los cortes con hueso.

Característica		Carga (C)				Suplemento (S)			(C*S)
		Alta	Media	Baja	P	Si	No	P	P
Paleta	kg	1.33b	1.43ab	1.58a	*	1.47	1.41	ns	ns
	%	21.6	19.4	20.1	ns	19.8	20.9	ns	ns
Pierna	kg	1.88b	2.33a	2.53a	**	2.32	2.17	ns	ns
	%	31.0	31.4	32.5	ns	31.0	32.3	ns	ns
Asado	kg	0.89b	1.21a	1.28a	**	1.21a	1.04b	*	ns
	%	14.4b	16.3a	16.7a	**	16.2	15.3	ns	ns
Carré	kg	1.19b	1.43a	1.55a	**	1.43	1.34	ns	ns
	%	19.4	19.4	19.9	ns	19.3	19.8	ns	ns
Otros	kg	0.80	0.93	0.91	ns	0.87	0.88	ns	ns
	%	13.0	12.2	11.6	ns	11.7	13.0	ns	ns

Referencias: * = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$, ns = diferencia estadísticamente no significativa.

a y b = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre sí ($P < 0.05$).

Otros = cogote, aguja, garrón y carne chica.

En el único caso en que se manifestó una respuesta a la suplementación fue para el peso del asado, en donde los pesos de los tratamientos suplementados fueron superiores ($P < 0.05$) a los no suplementados.

Resumiendo, sobre los pesos de los distintos cortes con hueso existió un efecto de la carga animal y en menor magnitud de la suplementación, sin embargo, las proporciones de estos dentro de la canal no sufrieron alteraciones, con excepción del porcentaje de asado (Cuadro 35 y Anexo 21).

4.2.7.3 Cortes sin hueso

Al estudiar los efectos de la carga animal y de la suplementación sobre el grado de cobertura de grasa (GRi) de la media res izquierda, de la cual se obtuvieron los diferentes cortes sin hueso, se aprecia un comportamiento similar al observado sobre el GR derecho (Cuadro 36 y Anexo 20). En este sentido, el engrasamiento de la canal en la carga baja presentó una tendencia ($P < 0.10$) a ser superior al de la carga media, posiblemente ésta no alcanzó significancia estadística como en el estudio del GR derecho, debido al menor número de estimaciones realizadas (24 vs 60). Los grados de cobertura de grasa en estas dos cargas fueron significativamente ($P < 0.01$) mayores a los de la carga alta. Por efecto de la suplementación no se registraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos (Cuadro 36 y Anexo 21).

Los cortes sin hueso de alto valor (Foto 5) que presentaron respuesta ante variaciones de la carga animal y de la suplementación fueron la pierna con cuadril y el bife (Cuadro 36). La primera fue significativamente ($P < 0.01$) más pesada en la carga baja con respecto a las cargas media y alta, siendo esta última la que presentó el menor peso ($P < 0.01$). En contraste, el peso del bife se diferenció ($P < 0.05$) entre la carga alta, con menor peso, versus las más aliviadas. Los resultados en peso del lomo fueron iguales ($P > 0.05$) para todas las cargas, probablemente debido a la utilización de una balanza de baja exactitud para la estimación de un corte de bajo peso.

Cuadro 36. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la cobertura de grasa (GRi), el peso (kg) y la proporción (%) de los cortes sin hueso.

Característica	Carga (C)				Suplemento (S)			(C*S)	
	Alta	Media	Baja	P	Si	No	P	P	
GR izquierdo (mm)	2.4b	4.8a	6.6a	**	5.0	4.2	ns	ns	
Pierna c/cuadril	kg	1.13c	1.34b	1.48a	**	1.38a	1.24b	*	ns
	%	18.8	18.6	18.5	ns	18.7	18.6	ns	ns
Bife	kg	0.26b	0.33a	0.36a	**	0.34a	0.29b	*	ns
	%	4.6	4.6	4.4	ns	4.6	4.4	ns	ns
Lomo	kg	0.10	0.10	0.11	ns	0.11	0.10	ns	ns
	%	1.7	1.6	1.6	ns	1.6	1.6	ns	ns
Garrón	kg	0.20b	0.23ab	0.25a	*	0.24a	0.21b	*	ns
	%	3.6a	3.2ab	3.0b	*	3.2	3.3	ns	ns

Referencias: * = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$, ns = diferencia estadísticamente no significativa.

a, b y c = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre si ($P < 0.05$).

Pierna c/cuadril = pierna con cuadril.

La implementación de la técnica de suplementar implicó que las canales de los animales suplementados alcanzaran superior ($P < 0.05$) peso de la pierna con cuadril y también mayor ($P < 0.05$) peso del bife que las canales de los corderos no suplementados, mientras que no existieron diferencias ($P > 0.05$) para el peso del lomo.

Foto 5. Vista de los cortes sin hueso considerados valiosos.



Al analizar el peso de los cortes con y sin hueso se encontraron diferencias estadísticas debido a los distintos pesos de las canales de cada tratamiento. Sin embargo, las proporciones de la mayoría de los cortes dentro de la canal no fueron alteradas por efecto de la carga animal y de la suplementación (Cuadros 35 y 36). Estos resultados, de los cortes con y sin hueso observados, concuerdan con el comportamiento registrado de peso y proporción del medio delantero y con la relación delantero trasero (Anexo 22 y 23), y coinciden en su magnitud con los resultados obtenidos por Arocena y Dighiero (1999), Guarino y Pittaluga (1999) y Correa *et al.* (2000). Por lo tanto, los conceptos manejados por Kirton *et al.* (1981) y Black (1983), citado por Bell (1990), quienes sostienen que la capacidad de alterar la composición de la canal por efecto de la nutrición es limitada y las diferencias en composición de la misma no son otras que las asociadas a los distintos pesos de los diferentes tratamientos nutricionales, se verían reafirmados en el presente experimento.

4.2.8 Análisis de las asociaciones existentes entre los diferentes parámetros de producción de carne estimados pre y post faena

4.2.8.1 Correlaciones entre los diferentes parámetros de producción de carne estimados pre y post faena

Con el objetivo de estudiar el grado de asociación entre los parámetros estimados *in vivo* (peso vivo y condición corporal), con los parámetros post faena que condicionan la obtención de carne de calidad, como son el peso y el grado de cobertura de grasa (GR) de la canal, se utilizó la correlación como método de análisis (Cuadro 37).

Cuadro 37. Correlaciones entre diferentes parámetros estimados pre y post faena.

	CC	PC	PVF	GRd	GRI
CC	1.00000 ⁽¹⁾ 0.0 ⁽²⁾ 60 ⁽³⁾	0.81563 0.0001 60	0.76119 0.0001 60	0.69957 0.0001 60	0.73899 0.0001 24
PC	0.81563 0.0001 60	1.00000 0.0 60	0.95156 0.0001 60	0.66303 0.0001 60	0.73899 0.0001 24
PVF	0.76119 0.0001 60	0.95156 0.0001 60	1.00000 0.0 60	0.53515 0.0001 60	0.62731 0.0010 24
GRd	0.69957 0.0001 60	0.66303 0.0001 60	0.53515 0.0001 60	1.00000 0.0 60	0.97936 0.0001 24
GRI	0.73899 0.0001 24	0.72993 0.0001 24	0.62731 0.0010 24	0.97936 0.0001 24	1.00000 0.0 24

Referencias: ¹ = R (coeficiente de correlación), ² = P (probabilidad), ³ = n (tamaño de muestra).

CC = condición corporal, PC = peso de la canal caliente, PVF = peso vivo final (esquilados), GRd = cobertura de grasa en el flanco derecho y GRI = cobertura de grasa en el flanco izquierdo.

En el análisis de las correlaciones obtenidas, se percibe los altos grados de asociación que presentan la condición corporal (CC) y el peso vivo final (PVF) con el peso y el grado de cobertura de grasa de la canal (Cuadro 38). En este sentido, la correlación existente entre los

pesos del animal en el establecimiento y post faena (PC) es superior que la obtenida entre la CC y PC (0.95 vs 0.81). Sin embargo, la predicción del engrasamiento de la canal (GRd) presenta una mayor exactitud (0.69) cuando se utiliza un estimador del estado nutricional como es la condición corporal que cuando se utiliza el PVF (0.53).

En anteriores investigaciones donde se estudió el grado de asociación de algunos de los parámetros aquí analizados, se obtuvieron correlaciones entre la condición corporal con el peso de la canal caliente de 0.67 (Correa *et al.*, 2000) y con el GRd de 0.58 (Guarino y Pittaluga, 1999) y 0.41 (Correa *et al.*, 2000); siendo todas estas asociaciones de menor magnitud que las presentadas en el Cuadro 37. Las correlaciones de peso vivo final con condición corporal de 0.75 (Guarino y Pittaluga, 1999) y con peso de la canal caliente de 0.95 (Correa *et al.*, 2000) son muy similares a las obtenidas en el presente experimento. Sin embargo, la asociación existente entre peso vivo final y GRd de estos trabajos fueron superiores, 0.62 (Guarino y Pittaluga, 1999) y 0.71 (Correa *et al.*, 2000).

En un contexto de homogeneidad de animales en cuanto a biotipo, sexo y edad, a partir de estos resultados, se puede señalar que mediante la utilización de la condición corporal y del peso vivo final se puede predecir con bastante exactitud el peso de la canal en el frigorífico, mientras que para la estimación del engrasamiento de la misma la condición corporal se constituye en una herramienta de valor superior.

En el Cuadro 38 se observa el alto grado de asociación registrado entre el peso vivo final y el peso de la canal con el peso de la pierna con cuadril (0.91 y 0.93 respectivamente) y el peso del bife (0.78 y 0.80 respectivamente). Al analizar estas correlaciones se aprecia una tendencia bastante clara a una mayor asociación del peso de la canal con los cortes sin hueso. El grado de engrasamiento medido en el animal a través de la condición corporal presentó una alta asociación con los pesos de los cortes sin hueso mencionados anteriormente (0.73 con PC y 0.77 con bife), mientras que las correlaciones de estos con la cobertura de grasa estimada en la 12^{da} costilla a 110 mm de la línea media (GR) fueron medias (0.56 entre GRd y pierna con cuadril y 0.60 entre GRd y bife).

Cuadro 38. Correlaciones entre los pesos de los cortes sin hueso considerados valiosos y los parámetros estimados pre y post faena.

	CC	PVF	PC	GRd	GRI
Pierna c/Cuadril	0.73255 ⁽¹⁾	0.91012	0.93101	0.55854	0.54968
	0.0001 ⁽²⁾	0.0001	0.0001	0.0046	0.0054
	24 ⁽³⁾	24	24	24	24
Bife	0.76553	0.77592	0.79707	0.59558	0.56017
	0.0001	0.0001	0.0001	0.0021	0.0044
	24	24	24	24	24
Lomo	0.31435	0.34038	0.41100	0.22693	0.20442
	0.1347	0.1036	0.0460	0.2863	0.3380
	24	24	24	24	24

Referencias: ¹ = R (coeficiente de correlación), ² = P (probabilidad), ³ = n (tamaño de muestra).

CC = condición corporal, PC = peso de la canal caliente, PVF = peso vivo final (esquilados), GRd = cobertura de grasa en el flanco derecho, GRI = cobertura de grasa en el flanco izquierdo y Pierna c/cuadril = pierna con cuadril.

Correa *et al.* (2000) estudiando las asociaciones entre los corte sin hueso y parámetros de producción y calidad de carne, encontraron correlaciones menores entre PCC con PVF ($R = 0.83$) y con GRd (0.29) e igual con PC (0.93) que las registradas en el Cuadro 38. En cambio, el grado de asociación del peso del B con PVF (0.83) y con PC (0.90) fue superior a los detallados anteriormente, mientras que la correlación del peso del B con GRd (0.27) fue inferior.

Las altas correlaciones estimadas están indicando la utilidad de los parámetros peso vivo final y peso de la canal caliente como predictores de aceptable exactitud del peso de los cortes valiosos sin hueso. Por lo tanto, en el establecimiento o temprano en el frigorífico (con mayor exactitud) se puede tener conocimiento de los probables destinos a los que puede acceder la canal ovina en cuestión, y los cortes que se obtendrían de ella. Estos comentarios deben considerarse en un contexto del uso de estas estimaciones en grupos de animales de igual biotipo, edad y sexo.

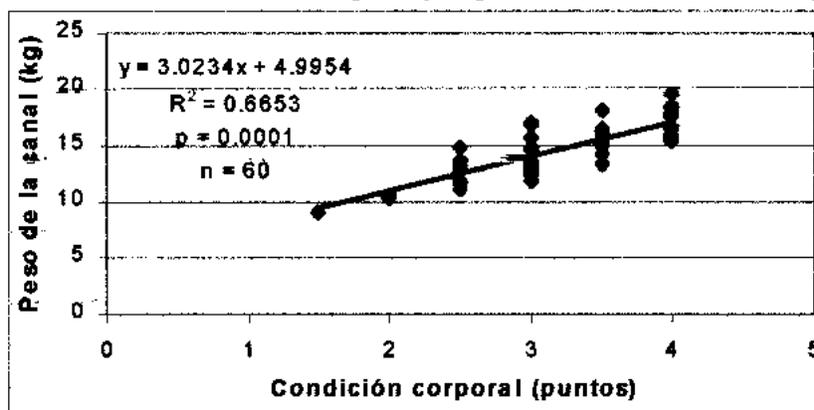
El peso del lomo presentó bajos grados de asociación con todos los parámetros utilizados, probablemente debido a que su estimación se realizó mediante una balanza de baja precisión para los pesos que presenta este corte. En este sentido, se considera de poca significancia su análisis. Un estudio previo llevado a cabo por Correa *et al.* (2000) obtuvo una correlación entre lomo y PC de 0.74.

4.2.8.2 Regresiones entre los diferentes parámetros de producción de carne estimados pre y post faena

Con la finalidad de cuantificar el grado de asociación entre los parámetros analizados en el ítem 4.2.8.1, se utilizó el método de regresión. Como resultado, se obtuvieron funciones lineales con altos coeficientes de determinación que permitirían apoyarse en diferentes parámetros de producción de carne (peso vivo final, condición corporal y peso de la canal caliente) para predecir el peso de las canales y el peso de los cortes sin hueso.

La totalidad de ecuaciones obtenidas a partir de los resultados que se registraron en el trabajo experimental se presentan en el Anexos 24 y 25. En este ítem se analizan y presentan las ecuaciones con coeficientes de determinación medios a altos que tendrían utilidad predictiva en el ámbito comercial e industrial.

Figura 39. Regresión entre la condición corporal y el peso de la canal caliente (kg).

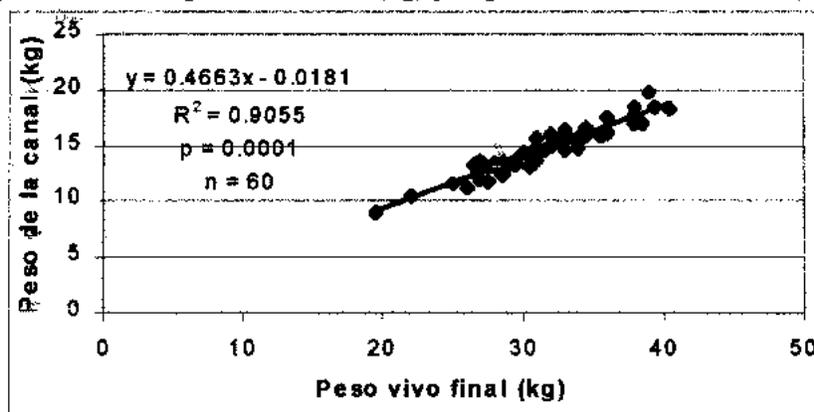


En este sentido, la asociación entre la condición corporal (CC) y el peso de la canal caliente (PC) se expresó con un alto coeficiente de determinación ($R^2 = 0.67$) en una función lineal ($y = bx + a$), donde por cada unidad de incremento en la CC, el PC aumentaría 3.02 kg (Figura 39).

La función lineal que permite estimar el PC mediante el peso vivo final (PVF) presentó un coeficiente de determinación de 0.91, donde por cada kilogramo de aumento en el PVF, el PC se incrementaría en 0.466 kg (Figura 40).

La variación del PC ante aumentos de PVF y CC ha sido investigada en corderos Corriedale en el ámbito nacional. Los resultados indican que aumentar un kilogramo de PVF se traduciría en un incremento de 0.526 kg ($R^2 = 0.91$; Arocena y Dighiero, 1999) y 0.519 kg ($R^2 = 0.90$; Correa *et al.*, 2000) en el PC, mientras que una unidad en CC significaría 3.85 kg ($R^2 = 0.45$; Correa *et al.*, 2000) en el PC.

Figura 40. Regresión entre el peso vivo final (kg) y el peso de la canal caliente (kg).



En la Figura 41 se observa como los parámetros de producción de carne estimados mediante el peso (PC y PVF) presentan coeficientes de determinación superiores con el peso de la pierna con cuadril (PCC) que la CC con la misma, siendo de 0.87 y 0.86 con PC y PVF

respectivamente y de 0.59 con CC. En este sentido ante incrementos de un kilogramo en PC o PVF se estaría aumentando 90 g ó 45 g respectivamente el peso de la PCC, mientras que una unidad adicional de CC significaría 272 g más en el peso de la PCC.

Información previa al presente trabajo experimental sugiere que por cada kilogramo que se incrementa el PVF, el peso de la PCC aumentaría 51.4 g ($R^2 = 0.76$, Arocena y Dighiero, 1999), 37.6 g ($R^2 = 0.79$, Guarino y Pittaluga, 1999) y 62.1 g ($R^2 = 0.69$, Correa *et al.*, 2000). En el caso de aumentar el PC en una unidad (kg), el peso de la PCC se incrementaría 95 g ($R^2 = 0.85$; Arocena y Dighiero, 1999) y 111 g ($R^2 = 0.87$; Correa *et al.*, 2000).

La predicción del peso del bife (B) mediante el uso de las regresiones presenta menores coeficientes de determinación que para el PCC, destacándose que los parámetros estimados en el animal en pie (CC y PVF) tienen R^2 inferiores (0.65 y 0.67, respectivamente) que la regresión entre PC y el peso del B ($R^2 = 0.75$). En la Figura 42 se puede apreciar como la adición de un kilogramo en PVF o PC elevaría 9.2 g o 19.2 g el peso del B, mientras que una unidad más en CC significaría 65.7 g más en el peso del B.

Ecuaciones predictivas del peso del B comparables a la analizadas anteriormente indican que el peso del B sería 10.2 g ($R^2 = 0.75$) superior si el PVF aumentará un kilogramo (Guarino y Pittaluga, 1999) y sería 30.0 g ($R^2 = 0.81$) mayor si el PC se incrementará en un kilogramo (Correa *et al.*, 2000).

Figura 41. Regresión entre los diferentes parámetros estimados en producción de carne y el peso de la pierna con cuadril.

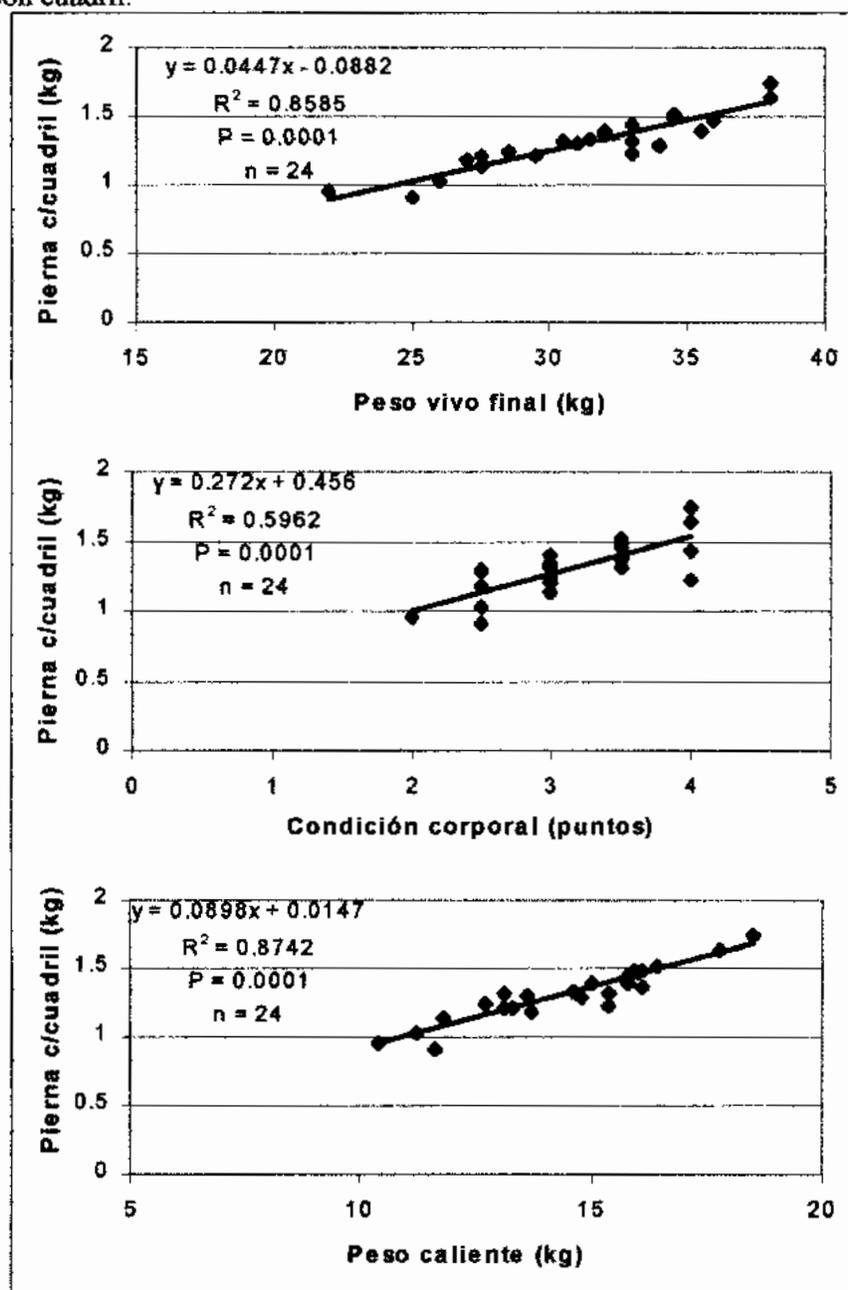
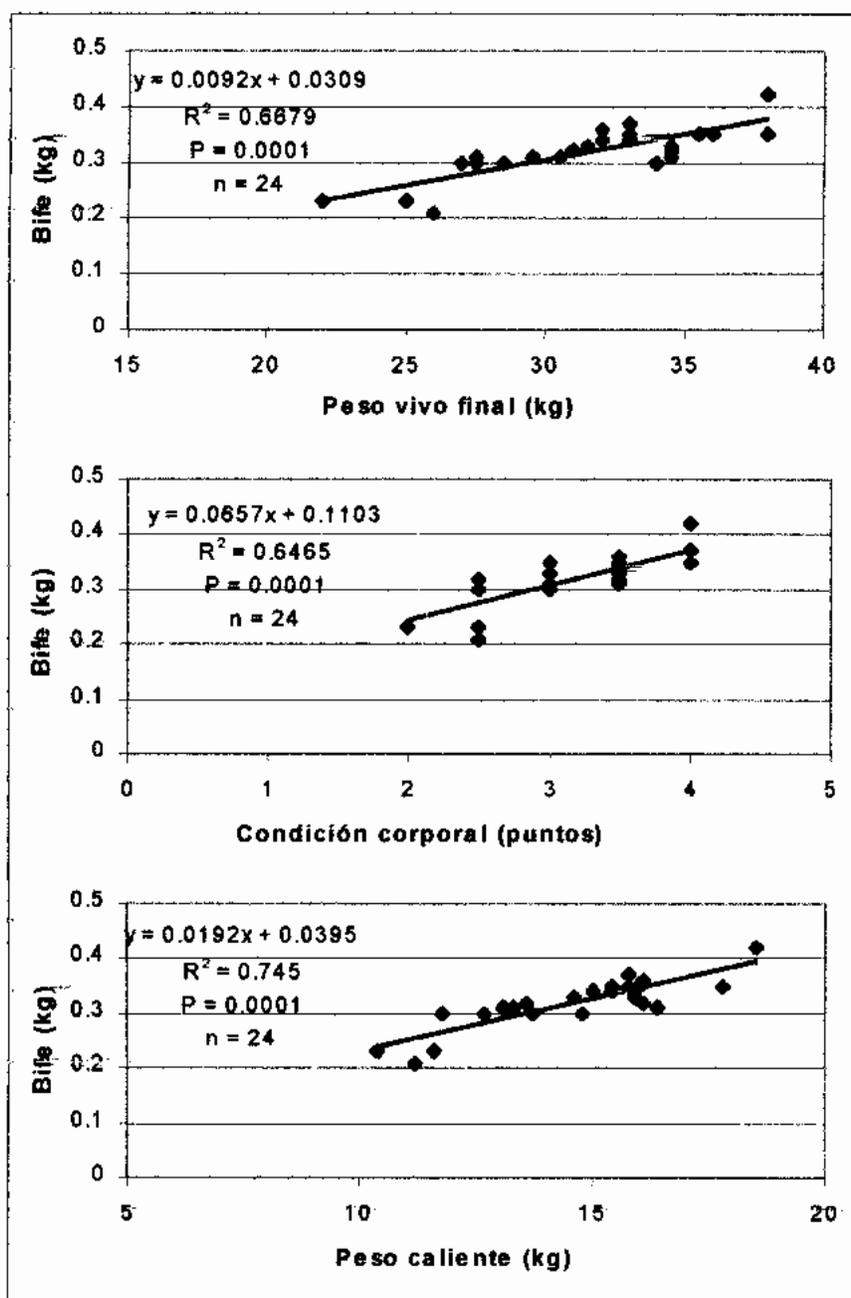


Figura 42. Regresión entre los diferentes parámetros estimados en producción de carne y el peso del bife.



4.2.9 Producción por unidad de superficie

En este ítem se analizan los resultados obtenidos al evaluar los efectos de la carga animal y de la suplementación sobre la producción y calidad de carne por unidad de superficie. Hodgson (1979) sostiene que la producción de carne en condiciones de pastoreo es el producto de la performance animal individual (limitada por el potencial genético) y el número de corderos manejados por hectárea. En la Figura 43 se aprecia como las tasas de ganancia diaria

(performance animal individual) descienden ante incrementos en la carga animal. En cambio, la producción de carne por hectárea se eleva cuando se aumenta el número de animales desde 15 cord/ha (carga baja) a 30 cord/ha (carga media) pero si este aumento continua hasta 45 cord/ha (carga alta) la producción disminuye.

Este comportamiento diferencial en la producción de carne por hectárea se debe a que, los corderos de la carga animal media contrarrestan las menores ganancias diarias que tienen, con respecto a sus similares de la carga baja, por su mayor número (30 cord/ha), determinando que la producción por superficie en esta dotación (media) sea superior. Esta situación no se aplica para la carga alta donde el gran descenso de la tasa de ganancia no puede ser compensado por la dotación, resultando en inferiores producción por superficie. Estos resultados coinciden con los conceptos establecidos por Mott (1960), Viglizzo (1981) y Hodgson (1990).

Cuadro 39. Performance individual y por unidad de superficie en los diferentes tratamientos.

Características	AN	AS	MN	MS	BN	BS
Peso vivo final (kg) ⁽¹⁾	25.3	29.65	31.3	33.8	33.4	34.9
Condición corporal final	2.5	3.1	3.0	3.4	3.5	3.7
% Animales terminados PV>=34 (29/08)	0	10	50	80	60	80
% Animales terminados PV>=34 Final (23/09)	0	0	20	60	40	70
% Animales terminados PV>=34 CC>=3.5 Final	0	0	0	40	40	70
Producción de PV (kg de PV/ha)	-99.0	96.8	114.0	189.0	89.3	111.8
Producción de lana vellón (kg de lana/ha)	89.55	96.30	63.90	61.80	31.50	32.70
Carne equivalente ⁽²⁾ (kg/ha)	123.1	335.6	272.5	342.3	167.4	192.9

Referencias: AN = Carga alta sin suplementación, AS = carga alta con suplementación, MN = carga media sin suplementación, MS = carga media con suplementación, BN = carga baja sin suplementación y BS = carga baja con suplementación.

⁽¹⁾ = Peso vivo final (kg) de los animales esquilados.

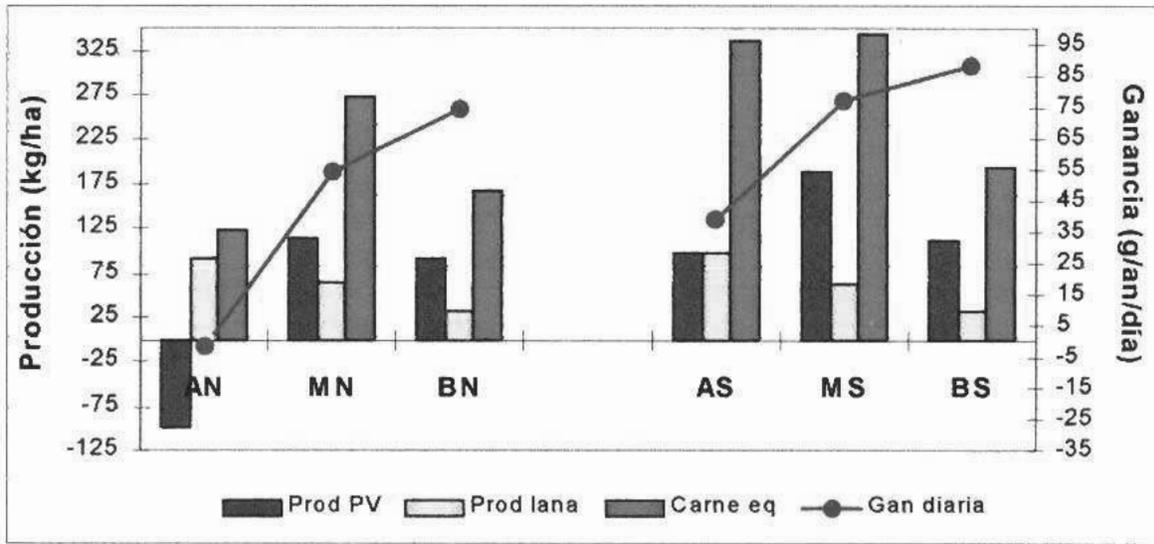
⁽²⁾ = (Producción de lana (kg/ha) x 2.48) + Producción de peso vivo (kg/ha).

La producción de lana por unidad de superficie no acompañó el comportamiento observado en producción de peso vivo (Cuadro 39 y Figura 43). En la medida que la dotación es mayor la producción de lana también lo es, ya que estos aumentos de carga no afectaron la producción individual. Rodríguez (1983) obtuvo el mismo resultado en productividad por superficie inclusive ante descensos del peso de vellón por animal.

En el Cuadro 39 y la Figura 43 se observa el efecto de la suplementación sobre la ganancia diaria individual y en la producción de peso vivo por superficie. En este sentido, el hecho de suplementar implicó dentro de cada dotación mejores performances individuales repercutiendo también en las producciones totales. Este impacto tuvo mayores magnitudes en la medida que la carga animal se vio incrementada, llegando en la dotación más elevada a transformar producciones de peso vivo negativas en positivas, superiores a la de la carga baja no

suplementada. En la producción de lana no se registraron diferencias por el hecho de suplementar los animales. Estos resultados reafirman conceptos de Martin *et al.* (1991) quienes sostienen que uno de los beneficios de la suplementación es incrementar la carga animal y por lo tanto lograr mayores niveles de productividad por hectárea.

Figura 43. Producción de peso vivo y lana por unidad de superficie y tasa promedio de ganancia diaria individual en los diferentes tratamientos.



Referencias: AN = Carga alta sin suplementación, AS = carga alta con suplementación, MN = carga media sin suplementación, MS = carga media con suplementación, BN = carga baja sin suplementación y BS = carga baja con suplementación.

Carne equivalente (kg/ha) = (Producción de lana (kg/ha) x 2.48) + Producción de peso vivo (kg/ha).

La producción de carne equivalente es el resultado conjunto de la producción de peso vivo y lana. Los tratamientos suplementados presentaron mayores producciones de carne equivalente por hectárea que sus similares sin suplementación, en los primeros la carga media fue 2% y 44% superior a las cargas alta y baja respectivamente. En los tratamientos no suplementados el resultado fue diferente, la carga media fue 39% y 55% superior a la baja y alta respectivamente. Estos resultados estarían indicando la conveniencia de producir con dotaciones medias a altas. Sin embargo la rentabilidad del sistema dependería del peso y grado de terminación que alcancen los corderos, debido a que son los factores que en gran medida determinan la aceptabilidad y precio del producto logrado, ya que la producción de lana actualmente no es remunerada lo suficiente como para determinar el sistema de producción en base a ella. En este sentido y teniendo en cuenta el porcentaje de animales terminados para la industria (Cuadro 39) los resultados de este trabajo experimental indicarían que las cargas animales que permitirían alcanzar un aceptable producto van de 15 (carga baja) a 30 corderos/ha (carga media), presentándose la suplementación como una herramienta capaz de elevar el número de animales terminados, principalmente en las cargas medias a altas, particularmente en la fase final del experimento.

5 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo experimental reflejan que de los dos factores evaluados (carga animal y suplementación), la carga animal fue la variable de mayor influencia sobre la producción de carne ovina de calidad pastoreando *Avena Byzantina* cv LE 1095a, así como también sobre la productividad de esta base forrajera.

Aumentos en la carga animal afectaron negativamente los parámetros disponibilidad y altura del forraje pre y post pastoreo. Sin embargo, este factor no alteró el valor nutritivo y la composición botánica de la pastura.

La suplementación causó un efecto positivo en la disponibilidad y altura del forraje pre y post pastoreo, debido probablemente a un efecto sustitutivo de pastura por suplemento, no afectando significativamente el valor nutritivo y la composición botánica del mismo.

Las asociaciones estudiadas entre la altura y la disponibilidad del forraje ofrecido y remanente fueron altas y positivas, confirmando los resultados obtenidos en otros estudios experimentales sobre la confiabilidad de la utilización de la altura de regla como una herramienta práctica y de bajo costo para estimar la disponibilidad del forraje pre y post pastoreo.

La tasa de ganancia diaria de los corderos, la cual determina el peso vivo final y el grado de terminación de los mismos, descendió ante incrementos en la carga animal, mientras que la producción y calidad de lana no fueron afectadas significativamente por este factor.

El uso de la suplementación resultó en que los animales de los tratamientos suplementados tuvieron tasas de ganancia diaria superiores que sus similares de los tratamientos no suplementados. La ausencia de suplementación magnificó los efectos negativos de la carga animal sobre las tasas de ganancia de los animales de los tratamientos sin suplementación. En el actual contexto de precios de insumos y productos, la suplementación con afrechillo de trigo a corderos pesados sobre avenas, sería recomendable principalmente a cargas altas, particularmente hacia el final del período de engorde, como una técnica capaz de aumentar el porcentaje de animales que cumplan con los requisitos de corderos pesados.

Las altas asociaciones registradas entre los parámetros cuantitativos de la especie forrajera utilizada y la performance animal, demuestran la potencialidad del uso de los parámetros post pastoreo, principalmente la altura del forraje, como instrumentos para predecir la productividad animal y realizar un adecuado manejo de pasturas y animales, siendo estas herramientas de bajo costo y alto valor predictivo.

El alto grado de asociación encontrado entre las variables animales determinadas *in vivo* y *post mortem*, confirma que mediante la utilización del peso vivo final y la condición corporal se puede predecir el peso de la canal caliente en el frigorífico, mientras que para el engrasamiento de la misma, la condición corporal sería un estimador de valor predictivo superior. Los resultados obtenidos muestran al peso vivo final, la condición corporal y el peso

de la canal caliente como predictores de aceptable exactitud del peso de los cortes considerados de alto valor. Estos posibilitan a nivel del establecimiento o en etapas tempranas en la industria frigorífica, predecir con mayor exactitud, los productos cárnicos posibles de producir y destinos a los que se puede acceder a partir de un animal dado. Estos comentarios deben considerarse en un contexto del uso de estas estimaciones en grupos de animales homogéneos en cuanto a su biotipo, edad y sexo.

Para la región Cristalino del Este del Uruguay, manejando cargas animales en el rango de 15 a 30 corderos/ha, sobre *Avena byzantina* cv LE 1095a, durante un período de 110 días, es posible alcanzar productividades del orden de 101 a 152 kg de peso vivo y de 32 a 63 kg de lana por hectárea, lográndose que un buen porcentaje de los animales superara los pesos y grados de terminación requeridos por el mercado de corderos pesados.

Estos resultados demuestran que la tecnología propuesta podría tener un alto potencial para incrementar la actual producción de carne de los sistemas productivos orientados a la producción ovina en la región Este, estando la viabilidad económica de la captación de esta alternativa tecnológica fuertemente asociada a las relaciones de precios de insumos y productos de cada empresa y de la capacidad de carga del sistema de engorde.

6 RESUMEN

El presente trabajo experimental tuvo como objetivo principal definir alternativas de alimentación y manejo para la producción de carne ovina de calidad sobre *Avena byzantina* cv. LE 1095a para la región Cristalino del Este del Uruguay. El mismo se realizó en la Unidad Experimental "Palo a Pique" perteneciente a la Estación Experimental del Este del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), por un período de 110 días, comprendido entre el 6 de junio y el 24 de setiembre de 1997. El diseño experimental utilizado fue de parcelas al azar con arreglo factorial donde se evaluaron tres cargas (15, 30 y 45 corderos/hectárea) y dos niveles de suplementación (0% y 1.2% del peso vivo con afrechillo de trigo), donde se utilizaron 60 corderos de la raza Corriedale con un peso vivo inicial de 27.0 ± 2.0 kg.

Las variables evaluadas fueron: a) en los animales; peso vivo lleno (PV), condición corporal final (CC), conducta animal (tiempo dedicado al pastoreo, al consumo de suplemento y a otras actividades), crecimiento ($\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{día}$) y calidad (rendimiento al lavado, largo y diámetro) de la fibra y producción de lana vellón; b) en la pastura (pre y post pastoreo); disponibilidad (kgMS/ha), altura de regla (cm), composición botánica (%), valor nutritivo (%PC, %DMO, %FDA y %FDN), distribución de la materia seca (%) en la estructura vertical del tapiz pre pastoreo y el valor nutritivo del forraje disponible mediante la técnica de muestreo manual (handplucking); c) en las canales; clasificación y tipificación de las canales, peso de la canal caliente (PC) y fría, cobertura de grasa de la canal (GR) y peso de los cortes con y sin hueso y d) consumo de suplemento.

La carga animal afectó significativamente la disponibilidad (4270, 3083, 2313 kgMS/ha, $P < 0.01$) y altura (35, 26 y 21 cm, $P < 0.01$) del forraje pre pastoreo y la disponibilidad (3816, 2408 y 1530 kgMS/ha, $P < 0.01$) y altura (25, 13 y 7 cm, $P < 0.01$) del forraje post pastoreo para las cargas animales baja, media y alta, respectivamente. En cambio, al variar este factor no se afectó significativamente ($P > 0.05$) la composición botánica y el valor nutritivo de la pastura para el total del período experimental. La distribución vertical de la materia seca fue alterada por la carga animal, registrándose una tendencia a una mayor concentración de nuevos macollos y restos secos en los estratos inferiores del tapiz con el avance del experimento particularmente en la cargas altas.

La suplementación afectó positivamente la disponibilidad y altura del forraje pre y post pastoreo, probablemente por un efecto sustitutivo de pastura por suplemento. Como resultado, la disponibilidad y altura del forraje pre pastoreo fueron superiores en los tratamientos suplementados con relación a aquellos no suplementados (3635 vs 3108 kgMS/ha, $P < 0.05$; y 29 vs 26 cm, $P < 0.01$), siendo estas tendencias mantenidas una vez que se retiró el pastoreo (2920 vs 2249 kgMS/ha, $P < 0.01$; y 17 vs 14 cm, $P < 0.01$).

Las variables estudiadas en los animales fueron afectadas negativamente al aumentar la carga animal de 15 a 30 y a 45 corderos/ha: ganancia diaria (GD; 81, 66 y 19 g/an/día, $P < 0.01$), peso vivo final (PVF; 36.3, 34.6 y 29.6 kg, $P < 0.01$), condición corporal final (CCF; 3.6, 3.2 y 2.8 unidades, $P < 0.01$), crecimiento de lana (1447, 1296 y 1230 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{día}$, $P < 0.05$), diámetro de fibra (29.4, 27.2 y 26.1 μ , $P < 0.01$), largo de fibra (3.38, 3.25 y 2.95 cm, $P < 0.05$), peso de la canal caliente (PC; 16.1, 15.1 y 12.6 kg, $P < 0.01$), GR derecho (GRd; 6.9, 5.3 y 3.0 mm,

P<0.01), peso de la pierna con cuadril (PCC; 1.48, 1.34 y 1.13 kg, P<0.01) y peso del bife (B; 0.36, 0.33 y 0.26 kg, P<0.01). La carga animal influyó sobre el tiempo dedicado al pastoreo por los animales, siendo éste superior en la medida que la misma aumentó (291 vs 320 vs 439 min, para las cargas de 15, 30 y 45 corderos/ha).

La suplementación tuvo un efecto positivo sobre algunas de las variables estudiadas en los animales: ganancia diaria (GD; 68 y 42 g/an/día, P<0.01), peso vivo final (PVF; 34.9 y 32.1 kg, P<0.01), condición corporal final (CCF; 3.4 y 3.0 unidades, P<0.01) y peso de la canal caliente (PC; 15.1 y 14.1 kg, P<0.05). El suministro de suplemento a los corderos implicó que estos dedicaran menos tiempo a la cosecha de forraje (319 vs 303 min).

Mediante el método de regresión se cuantificó la asociación entre diferentes parámetros cuantitativos de la pastura y entre estos parámetros con la tasa promedio de GD por tratamiento. En este sentido, se destacan las siguientes ecuaciones analizadas: a) entre disponibilidad y altura del forraje pre pastoreo: disponible (kgMS/ha) = 107.95 altura (cm) + 172.08, $R^2 = 0.73$; b) entre disponibilidad y altura del forraje post pastoreo: disponible (kgMS/ha) = 137.09 altura (cm) + 388.17, $R^2 = 0.87$; c) entre ganancia diaria y disponibilidad del forraje post pastoreo: GD (g/an/día) = 0.0526 disponibilidad (kgMS/ha) - 52.027, $R^2 = 0.70$ y d) entre ganancia diaria y altura del forraje post pastoreo: GD (g/an/día) = 9.962 altura (cm) - 53.646, $R^2 = 0.82$.

Con el objetivo de obtener ecuaciones predictivas de interés productivo y comercial para calidad de canales se cuantificó el grado de asociación existente entre las distintas variables estudiadas *in vivo* y *post mortem* utilizando el método de regresión. De las ecuaciones obtenidas se destacan aquellas que asocian: a) PVF (kg) = 5.78 CCF (unidades) + 13.1, $R^2 = 0.58$; b) PC (kg) = 3.02 CCF (unidades) + 5.0, $R^2 = 0.67$; c) PC (kg) = 0.47 PVF (kg) - 0.18, $R^2 = 0.91$; d) PCC (kg) = 0.045 PVF (kg) - 0.088, $R^2 = 0.86$; e) PCC (kg) = 0.272 CCF (unidades) + 0.456, $R^2 = 0.60$; f) PCC (kg) = 0.090 PC (kg) + 0.015, $R^2 = 0.87$; g) B (kg) = 0.009 PVF (kg) + 0.031, $R^2 = 0.67$; h) B (kg) = 0.066 CCF (unidades) + 0.11, $R^2 = 0.65$ y i) B (kg) = 0.019 PC (kg) + 0.0395, $R^2 = 0.75$.

La productividad por unidad de superficie que se registró en el presente trabajo experimental fue -1.1, 152 y 101 kg/ha de peso vivo y 93, 63 y 32 kg/ha de lana, para las cargas de 45, 30 y 15 corderos/ha respectivamente. La productividad por unidad de superficie fue de 99 y 35 kg/ha de peso vivo y 64 y 62 kg/ha de lana para los niveles de suplementación de 0% y 1.2% del peso vivo respectivamente.

Los resultados obtenidos en este experimento indican que es posible alcanzar productividades del orden de 101 a 152 kg de peso vivo y de 32 a 63 kg de lana por hectárea en un periodo de 110 días, logrando que un alto porcentaje de los animales cumplan con los pesos y grados de terminación requeridos por el mercado de corderos pesados. La suplementación de los corderos con afrechillo de trigo, sería recomendable principalmente con cargas altas, y particularmente hacia el final del periodo de engorde, permitiendo esta técnica aumentar el porcentaje de animales terminados y mantener el uso de altas cargas animales sobre este tipo de pasturas.

7 SUMMARY

The main objective of the present experimental study was to define different feeding strategies for the production of quality lamb meat, based on *Avena byzantina* cv. LE 1095a sward. The trial was carried out from 6th June to 24th September 1997, at "Palo a Pique" Research Unit, which belongs to INIA Treinta y Tres Research Station, located at 33° 13' 40" South latitude, 54° 26' 00" West longitude and 47 m above sea level in Uruguay. A complete randomised design with factorial structure was used, where three stocking rates (45, 30 and 15 lambs/ha) and two levels of supplementation (0 and 1.2% of liveweight (LW), using wheat bran concentrate) were evaluated. Sixty Corriedale lambs (LW; 27 ± 0.2 kg), were utilised, and splitted into the six treatments in applied, according to their LW.

The variables measured were: (a) on lambs; full liveweight (LW), final condition score (CS), grazing behaviour (grazing, supplement intake and other activities), wool quality (fiber diameter and length), wool growth rate ($\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{d}$) and fleece weight; (b) on pasture (pre and post-grazing); herbage mass (kgDM/ha), sward height (cm), botanical composition, nutritive value (%CP, %OMD, %ADF and %NDF), vertical distribution (%) of dry matter and nutritive value of forage on offer estimated by the cutting and handplucking techniques, respectively; (c) on carcasses; classification and grading, hot (HCW) and cold carcass weights, fat cover (GR) and bone and boneless cut weights and (d) supplement intake.

Stocking rate affected significantly pre-grazing herbage mass (4270, 3083 and 2313 kgDM/ha, $P<0.01$) and sward height (35, 26 and 7 cm, $P<0.01$) and post-grazing herbage mass (3816, 2408 y 1530 kgDM/ha, $P<0.01$) and sward height (25, 13 y 7 cm, $P<0.01$) for 15, 30 and 45 lambs/ha, respectively. However, stocking rate did not affected significantly ($P>0.05$) botanical composition and herbage nutritive value. Sward vertical structure was affected by stocking rate, increasing the proportion of new tillers and dead material accumulation at the base of the oat sward, increasing this effect with the advancement of the experimental period.

Supplementation increased pre and post-grazing herbage mass and sward height, probably due to substitutive effect of herbage by supplement, resulting in higher pre-grazing herbage mass (3635 vs 3108 kgDM/ha, $P<0.05$) and sward height (29 vs 26 cm, $P<0.01$) values in supplemented treatments. The same situation was recorded on post-grazing herbage mass (2920 vs 2249 kgDM/ha, $P<0.01$) and sward height (17 vs 14 cm, $P<0.01$).

Most of the animal variables evaluated were affected negatively by stocking rate: daily liveweight gain (LWG; 81, 66 and 19 g/an/d, $P<0.01$), final liveweight (FLW; 36.3, 34.6 and 29.6 kg, $P<0.01$), final condition score (FCS; 3.6, 3.2 and 2.8 units, $P<0.01$), wool growth rate (1447, 1296 and 1230 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{d}$, $P<0.05$), fiber diameter (29.4, 27.2 and 26.1 μ , $P<0.01$), fiber length (3.38, 3.25 and 2.95 cm, $P<0.05$), hot carcass weight (HCW; 16.1, 15.1 and 12.6 kg, $P<0.01$) and GRright (GRr; 6.9, 5.3 and 3.0 mm, $P<0.01$), boneless leg weight (BLW; 1.48, 1.34 and 1.13 kg, $P<0.01$) and loin weight (L; 0.36, 0.33 and 0.26 kg, $P<0.01$) for 15, 30 and 45 lambs/ha, respectively. Stocking rate increased grazing time (291, 320 and 439 min, for 15, 30 and 45 lambs/ha, $P>0.1$, respectively).

Supplementation had a positive effect on some of the animal variables studied: liveweight daily gain (LWG; 68 and 42 g/an/d, $P<0.01$), final liveweight (FLW; 34.9 and 32.1 kg, $P<0.01$), final condition score (FCS; 3.4 and 3.0 units, $P<0.01$) and hot carcass weight (HCW; 15.1 and 14.1 kg, $P<0.05$). Supplementation decreased grazing time (319 vs 303 min) for supplemented and unsupplemented treatments, respectively.

In order to quantify the association recorded between sward and animals variables, the regression analysis method was performed, highlighting the following equations obtained: a) between pre-grazing herbage mass and sward height: herbage mass (kgDM/ha) = 107.95 sward height (cm) + 172.08, $R^2 = 0.73$, b) between post-grazing herbage mass and sward height: herbage mass (kgDM/ha) = 137.09 sward height (cm) + 388.17, $R^2 = 0.87$, c) between daily liveweight gain and post-grazing herbage mass: LWG (g/an/d) = 0.0526 herbage mass (kgDM/ha) - 52.027, $R^2 = 0.70$, y d) between daily liveweight gain and post-grazing sward height: LWG (g/an/d) = 9.962 sward height (cm) - 53.646, $R^2 = 0.82$.

Predictive equations of productive and commercial interest, were performed between animal *in vivo* and *post mortem* variables, highlighting the following equations: a) FLW (kg) = 5.78 FCS (units) + 13.1, $R^2 = 0.58$; b) HCW (kg) = 3.02 FCS (units) + 5.0, $R^2 = 0.67$; c) HCW (kg) = 0.47 FLW (kg) - 0.18, $R^2 = 0.91$; d) BLW (kg) = 0.045 FLW (kg) - 0.088, $R^2 = 0.86$; e) BLW (kg) = 0.272 FCS (units) + 0.456, $R^2 = 0.60$; f) BLW (kg) = 0.090 HCW (kg) + 0.015, $R^2 = 0.87$; g) L (kg) = 0.009 FLW (kg) + 0.031, $R^2 = 0.67$; h) L (kg) = 0.066 FCS (units) + 0.11, $R^2 = 0.65$ and i) L (kg) = 0.019 HWC (kg) + 0.0395, $R^2 = 0.75$.

Animal productivity levels obtained per unit of area in this study were -1.1, 152 and 101 LWkg/ha and 93, 63 and 32 kg of fleece weight/ha, for 15, 30 and 45 lambs/ha, respectively. Considering supplementation effect, animal production ranged between 99 and 35 LWkg/ha and 64 and 62 kg of fleece weight/ha for supplementation allowances of 0% y 1.2% of LW, respectively.

The results obtained in this study show that is possible to reach production levels 101 to 152 LWkg/ha and 32 to 63 kg of fleece weight/ha, achieving most of the carcass the required weight and fat cover levels by the heavy lamb market. The use of wheat bran supplement improved lamb productivity, when high stockings rates are used, particularly to the end of the fattening period. This technique permitted to increase the percentage of lambs finished and to maintain higher stocking rates on this type of pasture.

8 BIBLIOGRAFÍA

1. **AHMAD, N.A. and LLOYD DAVIES, H.** 1988. Effect of sex and dietary energy on feed conversion ratio, growth, and carcass characteristics in Merino x Border Leicester lambs. *Australian Society of Animal Production.* 16:116-122.
2. **ALLDEN, W.G.** 1979. Feed intake, diet composition and wool growth. *In: Physiological and Environmental Limitations to Wool Growth.* Ed. J.L., Black and P.J., Reis. (University of New England Publishing Unit: Armidale). pp. 61-78.
3. **ALLDEN, W. and WHITTAKER, I.** 1970. The determinants of herbage intake by grazing sheep: the interrelationships of factors influencing herbage intake and availability. *Australian Journal of Agricultural Research.* 21: 755-766.
4. **AROCENA, C.M. y 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 pp.
5. **ARNOLD, G.W.** 1981. Grazing behaviour. *In: Grazing Animals.* (Ed. F. H. W. Morley.) pp. 79-104.
6. **AZZARINI, M.** 1996. Producción de carne ovina. *En: XXIV Jornadas Uruguayas de Buiatría.* Paysandú (13, 14 y 15 de Junio, 1996). Paysandú: CMV. pp. c.1.1-c.1.7.
7. **AZZARINI, M. y PONZONI, R.** 1971. Aspectos modernos de la producción ovina. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. pp. 149-83.
8. **BANCHERO, G. y MONTOSSI, F.** 1998. Engorde intensivo de corderos: uso alternativo de concentrados, ensilajes y/o pasturas mejoradas. *En: Jornada Ovinos y Pasturas.* La Estanzuela: INIA. pp. 1-25. (Serie Actividades Difusión, 167).
9. **BANCHERO, G.; MONTOSSI, F.; SAN JULIÁN, R.; GANZÁBAL, A. y RÍOS, M.** 1999. Producción intensiva de carne ovina de calidad con la Raza Ideal en el Litoral Oeste del Uruguay. *En: 4º Congreso Mundial y 3º Sudamericano de la Raza Polwarth-Ideal.*(6-11 de Setiembre, 1999). Montevideo, Uruguay. Montevideo: Expo Prado. pp. 119-153.
10. **BEATTIE, A. and THOMPSON, R.** 1989. Controlled grazing management for sheep. *Department of Agricultural Tasmania.* pp. 21-37.
11. **BELL, A.K.** 1990. *Proceeding of the Australian Society of Animal Production.* 18: 62-68.

12. **BIRGHAM, J.M.** 1974. Effect of shearing interval on fleece weight and wool on a delineated midside patch. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 17: 407-10.
13. **BIRRELL, H.A.** 1981. Some factors which affect the liveweight change and wool growth of adult Corriedale wethers grazed at various stocking rates on perennial pastures on southern Victoria. *Australian Journal Agricultural Research*. 32: 353-77.
14. **BIRRELL, H.A.** 1989. The Influence of Pasture and Animal Factors on the Consumption of Pasture by Grazing Sheep. *Australian Journal Agricultural Research*. 40: 1261-75
15. **BLACK, J.L.** 1984. Nutrition and Wool Growth. Proceeding of a Seminar on Wool. Prod. In: W. A. by ASAP. pp. 89-98.
16. **BONECARRERE, L.M.** 1972. Crecimiento y desarrollo animal. Producción y comercialización de carnes. Universidad de la República. pp. 65-83.
17. **CAMPBELL, A.G.** 1970. Intensive pasture utilization and animal production. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 32: 145-152.
18. **CARÁMBULA, M.** 1996. Pasturas naturales mejoradas. Editorial Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay. pp. 309-62.
19. **CARÁMBULA, M.; AYALA, W.; BERMÚDEZ, R y CARRIQUIRY, E.** 1996. Verdeos de invierno asociados. Treinta y Tres: INIA. 19 pp. (Boletín de Divulgación, 58).
20. **CHESTNUTT, D.M.B.** 1992. Effect of sward surface height on the performance of ewes and lambs continuously grazed on grass/clover and nitrogen-fertilized grass swards. *Grass and forages Science*. 47: 70-80.
21. **CHURCH, D.C.** 1984. Alimentos y alimentación del ganado. Montevideo. Editorial Hemisferio Sur. 405 pp.
22. **CIBILS, R.; VAZ MARTINS, D. y RISSO, D.** 1997. ¿Qué es suplementar?. En: Suplementación estratégica para engorde de ganado. La Estanzuela: INIA. pp. 7-10. (Serie Técnica, 83).
23. **CONWAY, A.** 1965. Varying stocking rate experiment. Research Report Animal Production Division. *An Foras Taluntais*. 8: 7.
24. **CORREA, D.; GONZÁLEZ, F. y 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 pp.

25. **CUTHBERTSON, N.A. and LLOYD DAVIES, H.** 1988. Calidad de las canales ovinas. Meat and livestock commission. Queensway house, Milton Keynes. 25 pp.
26. **DAVIES, A. and PENNING, P.** 1996. Prospects for Improving the Efficiency of Sheep Production from Grass. Irish Grasslands & Animal Production Association Journal. 30: 129-142.
27. **DA SILVEIRA, J.C. y SAÑUDO, C.** 1996. Qualidade da carne ovina. Programa de Treinamento em ovinocultura. Federação Brasileira dos Criadores de ovinos carne. Febrocarne, Porto Alegre, RS., Brasil. (15-19 de julio, 1996). 100 pp.
28. **EARL, C.; STAFFORD, J.; ROWE, J. and ROSSE, R.** 1994. The effect the stocking rate on fibre diameter, staple strenght and wool weight in high and low fibre diameter wool sheep on clover based pastures. Proceedings of the Australian Society of Animal Production. 20: 309-12.
29. **GANZÁBAL, A.** 1997a. Alimentación de ovinos con pasturas sembradas. La Estanzuela: INIA. 43 pp. (Serie Técnica, 84).
30. **GANZÁBAL, A.** 1997b. Suplementación de ovinos en condiciones de pasturas mejoradas. En: Suplementación estratégica de la cría y recría ovina y vacuna. La Estanzuela: INIA. pp III-1-III-4. (Serie Actividades de Difusión, 129).
31. **GARCÍA, A.** 1994. Valor nutritivo de los suplementos disponibles en el Uruguay. En: Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. INIA. pp. 195-200. (Serie Técnica, 13).
32. **GARCÍA, J.; REBUFFO, M. y FORMOSO, F.** 1991. Las Forrajeras de La Estanzuela. La Estanzuela: INIA. 15 pp. (Boletín de divulgación, 7).
33. **GARCÍA TOBAR, J.A.** 1987. Suplementación en invernada. Suplemento ganadero. Revista CREA. N° 126: X-XV
34. **GEENTY, K.G. and RATTRAY, P.V.** 1987. The energy requirements of grazing sheep and cattle. En: Livestock feeding on pasture. New Zealand Society of Animal Production. Occasional Publication N° 10. 3: 39-55.
35. **GIBB, M.J. and TREACHER, T.T.** 1976. The effect of herbage allowance on herbage intake and performance of lambs grazing perennial ryegrass and red clover swards. Journal Agricultural Science, Cambridge. 86: 355-365

36. **GORDON, L.J. and LASCANO, C.** 1993. Foraging strategies of ruminant livestock on intensively managed grasslands: potential and constraints. Proceedings of the XVII International Grasslands Congress. pp. 681-690.
37. **GUARINO, L. y 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. 127 pp.
38. **HODGSON, J.** 1975. The influence of grazing pressure and stocking rate on herbage intake and animal performance. British Grasslands Society. Occ Symposium N° 8. pp. 93-103.
39. **HODGSON, J.** 1979. Nomenclature and definitions in grazing studies. Grass and Forages Science. 36: 11-8.
40. **HODGSON, J.** 1981. Variations in the surface characteristics of the sward and the short-term rate of herbage intake by calves and lambs. Grass and Forage Science. 36: 49-57.
41. **HODGSON, J.** 1982. Ingestive behaviour. *In*: Herbage intake handbook. British Grasslands Society. Ed: J.D. Leaver. pp. 113-39.
42. **HODGSON, J.** 1984. Sward conditions, herbage allowance and animal production: an evaluation of research results. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 44: 99-104.
43. **HODGSON, J.** 1985. The significances of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. Proceedings of the XV IGC. Hill Farming Research Organisation, Edinburgh, UK. pp. 63-7.
44. **HODGSON, J.** 1990. Grazing management, science into practice. Longman Scientific & Technical. Whittemore, C.; Simpson, K. (Ed). 203 pp.
45. **HODGSON, J.; MACKIE, C.K. and PARKER, J.W.G.** 1986. Sward Surface Heights for Efficient Grazing. British Grasslands Society. 19 pp.
46. **HOLMES, W.** 1980. Grazing management. *In*: Grass: its production and utilization. The British Grassland Society. Blackwell scientific publications (Ed), Oxford. pp. 130-171.
47. **INSTITUTO NACIONAL DE CARNES (INAC).** 1996. Producción de corderos pesados en sistemas laneros. SUL. 41 pp.
48. **FIELD, R.A.; MAIORANO, G.; Mc CORMICK, R. J.; RILEY, M.L.; RUSSELL, W.C.; WILLIAMS JR., F.L. and CROUSE, J.D.** 1990. Effect of Plane of

Nutrition and Age on Carcass Maturity of Sheep. *Journal Animal Science*. 68: 1616-23.

49. **FRIGORÍFICO SAN JACINTO**. 1996. Proyecto de corderos pesados. En: Producción de corderos pesados en sistemas laneros. SUL. pp. 25-9.
50. **JEFFERIES, B.C.** 1961. Body condition scoring and its use in managment. *Tasmania Journal of Agriculture*. 39: 19-21.
51. **JONES, R.; KNIGHT, R. and WHITE, A.** 1989. Nutrition of intensively reared lambs. In: Recent Advances in Animal Nutrition. Ed. W. Haresign and D.J.A. Cole. 10: 195-208.
52. **JUNG, H.G. and SAHLU, T.** 1989. Influence of Grazing Pressure on Forage Quality and Intake by Sheep Grazing Smooth Brome grass. *Journal of Animal Science*. 67: 2089-97.
53. **KARNEZOS, T.; MATCHES, A.; PRESTON, R. and BROWN, C.** 1993. Corn supplementation of lambs grazing Alfalfa. *Journal of Agricultural Science, Texas Tech University*. pp. 783-9.
54. **KEMPTON, T.J.** 1979. Protein to energy ratio of absorbed nutrient in relation to wool growth. In: Physiological and environmental limitations to wool growth. Black, J.L. and Reis, P. J., Editors. C.S.I.R.O., Sydney, Australia.
55. **KENNY, P.A. and BLACK, J.L.** 1984. Factors Affecting Diet Selection by Sheep. I Potential Intake Rate and Acceptability of Feed. *Australian Journal Agricultural Research*. 35: 551-63.
56. **KENNY, P.T. and REED, K.F.M.** 1984. Effects of pasture type on the growth and wool production of weaner sheep during summer and autumn. *Aust. J. Exp. Agric. Anim.*. 24: 322-331.
57. **KIRTON, A.** 1985. Prediction of lamb composition from GR and carcass weight. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 45: 63-5.
58. **KIRTON, A.; SINCLAIR, D.; CHRYSTALL, B.; DEVINE, C. and WOODS, E.** 1981. Effect of plane of nutrition on carcass composition and the palatability of pasture fed lambs. *Journal of Animal Science*. 52: 285-291.
59. **KIRTON, A. and MORRIS, C.** 1989. The effect of mature size, sex and breed on patterns of change during growth and development. In: Meat production and processing. *New Zealand Journal of Animal Production, Occasional Publication N° 11*. New Zealand. pp. 87-101.

60. **KJELDHAL, J.** 1984. Official Methods of Analysis, 14th ed. Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D. C..
61. **LABANDERA, M.; CASTRO, M.; CONDÓN, F.; ALTIER, N. y STEWART, S.** 1998. Evaluación de cultivares de especies forrajeras. En: Jornada de Lechería y Pasturas. La Estanzuela: INIA. pp. 69-90. (Serie Actividades de difusión, 163)
62. **LANGE, A.A.** 1980. Suplementación de pasturas para la producción de carne. Colección Investigación aplicada. Revista CREA. Argentina.
63. **LANGER, R.** 1981. Pastures and pasture plants. Traductor: P.L. de Elizondo. Edición Hemisferio Sur. Montevideo, 1981. 514 pp.
64. **LEAVER, J.** 1985. Effects of supplements on herbage intake and performance. In: Grazing Occasional Symposium, N° 19. British Grassland Society. Frame, J. (Ed.). pp. 79-88.
65. **LEE, G.J.** 1986. Growth and carcass composition of ram and wether lambs fed at two levels of nutrition. Australian Journal Experimental Agricultural. 26: 275-8.
66. **LIU, A.H. and YOUNG, M.J.** 1994. Reduction of carcass fatness in overfat lambs fed low energy diets supplemented with protein. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 54: 193-6.
67. **LORD, E.A.; FENNESY, P.F. and LITTLEJOHN, R.P.** 1988. Comparisson of genotype and nutritional effects on body and carcass characteristics of lambs. New Zealand Journal of Agricultural Research. 31:13-19.
68. **MARTIN, J.H.; PHILLIPS, C.J. and ALCOCK, M.B.** 1991. Supplementary forage for grazing sheep. 2. Effects on weaned lambs. Grass and Forage Science. 46: 217-22.
69. **Mc MEEKAN, C.** 1960. Grazing management. Proceedings of the International Grassland Congress (8th). pp. 21-26.
70. **MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA.** 1979. Descripción de las Unidades de Suelos. En: Carta de Reconocimiento de Suelos. Tomo III. pp. 23-7.
71. **MIERES, J.M.** 1997. Tipo de suplemento y su efecto sobre el forraje. En: Suplementación estratégica para engorde de ganado. La Estanzuela: INIA. pp. 11-5. (Serie Técnica, 83).
72. **MILLOT, J.C.; REBUFFO, M. y ACOSTA, Y.** 1981a. RLE 115: Nueva variedad de avena. En: AVENA. CIAAB, Miscelánea 36. pp. 1-12.

73. MILLOT, J.C.; REBUFFO, M. y ACOSTA, Y. 1981b. Manejo: Una condicionante del éxito en variedades de avena. En: AVENA. CIAAB, Miscelánea 36. pp. 14-22.
74. MILNE, J.A.; MAXWELL, T.J. and SOUTER, W. 1981. Effect of supplementary feeding and herbage mass on the intake and performance of grazing ewes in early lactation. *Animal Production*. 32: 185-195.
75. MONTOSI, F.; RISSO, D. y FIGURINA, G. 1996a. Consideraciones sobre utilización de pasturas. En: Producción y manejo de pasturas. Tacuarembó: INIA. pp. 93-105. (Serie técnica, 80).
76. MONTOSI, F.; SAN JULIÁN, R.; RISSO, D.F.; BERRETTA, E.J.; MEDEROS, A.; MOTTA, J.P. y ZAMIT, W. 1996b. Engorde invernal de borregos sobre verdes de avena, raigras y holcus. En: Producción ganadera en Basalto. Tacuarembó: INIA. pp VII.1-VII.6. (Serie actividades de difusión, 101).
77. MONTOSI, F.; SAN JULIÁN, R.; AYALA, W.; BERMÚDEZ, R.; FERREIRA, G. 1997. Alternativas de intensificación de la producción de carne ovina en sistemas ganaderos del Uruguay. En: Jornadas Uruguayas de Buiatría. Congreso Latinoamericano de Buiatría (25,9, 18-21 Junio, 1997, Paysandú). Paysandú: CMV, 1997. pp. 23-32.
78. MONTOSI, F.; SAN JULIÁN, R.; RISSO, D.F.; BERRETTA, E.J.; RÍOS, M.; FRUGONI, J.C.; ZAMIT, W. y LEVRATTO, J. 1998. Alternativas tecnológicas para la intensificación de la carne ovina en sistemas ganaderos del Basalto: II. Producción de corderos pesados. En: Seminario de actualización en tecnologías para Basalto. Tacuarembó: INIA. pp. 243-56. (Serie Técnica, 102).
79. MOTT, G.O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. 8th Proceedings of the International Grasslands Congress. pp. 606-11.
80. MUIR, P.; WALLACE, G.; SMITH, N. and RYAN, A. 1989. Early lambing in Hawkes Bay: The effect of pasture allowance and protein supplementation at pasture on lamb growth rates. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 49: 237-43.
81. MURPHY, T.A.; LOERCH, S.C.; Mc CLURE, K.E. and SOLOMON, M.B. 1994. Effects of Grain or Pasture Systems on Carcass Composition and Tissue Accretion Rates of Lambs. *Journal Animal Science*. 72: 3138-44.
82. NEW ZEALAND MEAT PRODUCERS BOARD. 1995. Guide to lamb and mutton carcass classification. Wellington, New Zealand. 4 pp.
83. NEWTON, J.E. and YOUNG, N.E. 1974. The performance and intake of weaned lambs grazing S24 perennial ryegrass, with and without supplementation. *Animal Production*. 18: 191-9.

84. **NORBIS, H.P.** 1991. Factores que influyen en el consumo voluntario y la performance animal. Paysandú. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Cátedra de Bovinos de Leche. Rep. 668. S/F. 32 pp.
85. **N.R.C.** 1985. Nutrient Requirements of Sheep. Sixth Revised Edition. National Academy Press, Washington D.C. pp. 2-25.
86. **OFICIALDEGUI, R.** 1990. Suplementación estratégica en lanares. En: Seminario Técnico de Producción Ovina, (III, 1990, Paysandú). SUL, Uruguay. pp. 167-77.
87. **PARMA, R.** 1999. Engorde de corderos. Algunos aspectos del manejo de la pastura. En: Lananoticias N° 121, SUL. pp. 34-7.
88. **PEARSON, C.J. e ISON, R.L.** 1994. Agronomía de los sistemas pastoriles. Traductor: J.L. Danelón. Edición Hemisferio Sur. 1ª edición, 1994. 157 pp.
89. **FIGURINA, G.** 1989. Generalidades sobre suplementación en condiciones de pastoreo. En: Jornada de estrategias de suplementación de pasturas en sistemas intensivos. MGAP-DGTT. CIAAB "La Estanzuela".
90. **FIGURINA, G.** 1994. Suplementación dentro de una estrategia de manejo en áreas de ganadería extensiva. En: Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. INIA. pp. 195-200. (Serie Técnica, 13).
91. **FIGURINA, G. y METHOL, M.** 1994. Tabla de contenido nutricional de pasturas y forrajes del Uruguay. En: Guía para la alimentación de rumiantes. La Estanzuela: INIA. pp. 3-39. (Serie Técnica, 44).
92. **POPPI, D.P.; HUGHES, T.P. and L'HULLIER, P.J.** 1987. Intake of pasture by grazing ruminants. En: Livestock feeding on pasture. New Zealand Society of Animal Production. Occasional Publication N° 10. 4: 55-63.
93. **PURCHAS, R.W.** 1978. Some effects of nutrition and castration on meat production from male Suffolk cross (Border Leicester * Romney cross) lambs. New Zealand Journal of Agricultural Research. 21: 367-76.
94. **PURCHAS, R.W. and KEOGH, R.G.** 1984. Fatness of lambs grazed on "Grasslands Maku" lotus and "Grasslands Huia" white clover. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 44: 219-21.
95. **RATTRAY, P.V.; THOMPSON, K.F.; HAWKER, H. and SUMNER, M.W.** 1987. Pastures for sheep production. In: Livestock feeding on pasture. New Zealand Society of Animal Production. Occasional Publication N° 10. Chapter 7: 89-104.

96. **REBUFFO, M.** 1998. Avena sativa INIA Polaris. En: Jornada Lechería y Pasturas. La Estanzuela: INIA. pp. 92-102. (Serie Actividades Difusión, 163).
97. **REIS, P.J.; TUNKS, D.A. and MUNRO, S.G.** 1992. Effect of Abomasal Protein and Energy Supply on Wool Growth. In: Merino Sheep. Australian Journal Agricultural Research. 43: 1353-66.
98. **RODRÍGUEZ, A.** 1983. Conceptos a tener en cuenta en la utilización de pasturas con lanares. En: Boletín Técnico. Ovinos y Lanas N° 8. pp. 7-14.
99. **RODRÍGUEZ PALMA, R.** 1996. Eficiencia del proceso de producción de lana. Montevideo. Facultad de Agronomía. 34 pp.
100. **ROVIRA, J.** 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Editorial Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay. pp. 29-50.
101. **RUSSEL, A.J.F.; DONEY, J.M. and GUNN, R.G.** 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. Journal of Agricultural Science. 72: 451-54.
102. **SALGADO, C.** 1996. Mercado de Carne Ovina: los cambios y las nuevas oportunidades. En: Producción de corderos pesados en sistemas laneros. SUL. pp. 31-8.
103. **SAN JULIÁN, R.; MONTOSI, F.; SCAGLIA, G.; CASTRO, L.; CÁNEPA, G.; ROBAINA, R. y ABRAHAM, D.** 1999. Producción de carne ovina de calidad. En: El País Agropecuario, N° 47. pp. 23-6.
104. **SANTINI, F. y REARTE, D.** 1997. Estrategias de alimentación en la invernada. En: Suplementación estratégica para engorde de ganado. La Estanzuela: INIA. pp. 37-45. (Serie Técnica, 83).
105. **SAS Proc. GLM (SAS Institute Inc.).** 1993. Versión 6.12.
106. **SCAGLIA, G.; MONTOSI, F.; SAN JULIÁN, R. y TERRA, J.** 1999. Alternativas de producción de carne ovina de calidad para la Región Este de Uruguay. En: Producción Animal. Treinta y Tres: INIA. pp. 1-22. (Serie Actividades Difusión, 195).
107. **SEARLE, T.W.; GRAHAM, N.; DONNELLY, J.S. and MARGAN, D.E.** 1989. Breed and sex differences in skeletal dimension of sheep on the first year of life. Journal of Agricultural Science. Cambridge. 113: 349-54.
108. **SOEPARNO and DAVIES, H.** 1982. The Effect of Dietary Energy Concentration on Growth and Carcass Composition in Daldale Wether Sheep. Proceeding Australian Society Animal Production. 15: 593-6.

109. **SOEPARNO and DAVIES, H.** 1987. Studies on the Growth and Carcass Composition in Daldale Wether Lambs. In: The Effect of Dietary Energy Concentration and Pasture Species. Australian Journal Agricultural Research. 38: 403-15.
110. **TATUM, J.D.; DE WALT, M.S.; LE VALLEY, S.W.; SAVELL, J.W. and WILLIAMS, F.L.** 1998. Relationship of Feeder Lamb Frame Size to Feedlot Gain and Carcass Yield and Quality Grades. Journal Animal Science. 76: 435-40.
111. **TILLEY, J.M. and TERRY, R.A.** 1963. A two stage technique for in vitro digestion for forage crops. Journal British Grasslands Society. 18: 104-11.
112. **THERIEZ, M; VANQUACKBE, E. and CAZES, J.P.** 1976. Influence de l'alimentation sur la croissance, l'état d'engraissement et la qualité de carcasses. Croissance, engraissement, et qualité des carcasses de la recherche ovine et caprine. I.N.R.A. pp. 73-95.
113. **THOMPSON, J.** 1991. Meat production. In: Australian sheep and wool handbook. Editor (D.J. Cottle). Impact printing, Melbourne, Australian. 11: 243-51.
114. **TULLOH, H.M.** 1963. The carcass composition of the sheep, cattle and pigs as functions of body weight. Symposium of carcass composition and appraisal of meat animals. Melbourne University. Ed. Tribe. Melbourne, Australia.
115. **ULYATT, M.; FENNESSY, P.; RATTRAY, P. and JAGUSCH, K.** 1980. The nutritive value of supplements. Supplementary feeding. New Zealand Society of Animal Production. 5: 157-84.
116. **VAN SOEST, P.J.** 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press. Ithaca, New York.
117. **VAZ MARTINS, D.** 1997. Suplementación energética en condiciones de pastura limitante. En: Suplementación estratégica para engorde de ganado. La Estanzuela: INIA. pp. 17-22. (Serie Técnica, 83).
118. **VAZ MARTINS, D. y BIANCHI, J.L.** 1982. Relación entre distintos parámetros de la pastura y el comportamiento animal en pastoreo. CIAAB. Miscelánea 28. pp. 1-16.
119. **VÁZQUEZ PLATERO, R. y PICERNO, A.** 1997. Estudio de comercialización de carne ovina en la región. Montevideo: INIA. 73 pp. (Serie Técnica, 85).
120. **VIGLIZZO, E.** 1981. Dinámica de los sistemas pastoriles en la producción lechera. Buenos Aires (Argentina). Ed. Hemisferio Sur. pp 67-82.

121. **WHITE, D.H.** 1987. Stocking rate. *Ecosystems of the world*, 17B. CSIRO, Midland, W. A. Australia. Snaydon, R. (Ed). pp. 227-38.
122. **WHITE, D.H. and Mc CONCHIE, B.J.** 1976. Effect of Stocking Rate on Fleece Measurements and their Relationships in Merino Sheep. *Australian Journal Agricultural Research*. 27: 163-74.
123. **WILLIAMSON, J.F.; BLAIR, H.T.; GARRICK, D.J.; POMROY, W. and DOUCH, P.G.C.** 1994. The relationship between internal parasite burden, faecal egg count, and mucosal mast cells in fleece weight-selected and control sheep. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 54: 9-13.
124. **YOUNG, N.E.; NEWTON, J.E. and ORR, R.J.** 1980. The effect of a cereal supplement during early lactation on the performance and intake of ewes grazing perennial ryegrass at three stocking rates. *Grass and Forage Science*. 35: 197-202.

ANEXO

Anexo 1. Escala de condición corporal (CC) en ovinos.

Condición	Características físicas	Representación Gráfica
0	Animal extremadamente flaco; próximo a morir. No se detecta músculo ni tejido adiposo entre piel y hueso.	
1	AE: Se sienten prominentes y agudas. AT: También son agudas. Los dedos pasan fácilmente debajo de los extremos. Los espacios entre vértebras se palpan fácilmente. ML: Superficiales y sin cobertura de grasa.	
2	AE: Se sienten prominentes pero suaves. Las apófisis individuales solo se palpan como corrugaciones finas. AT: Son suaves y redondeadas. Es posible pasar los dedos debajo de los extremos con una leve presión. ML: Tiene una profundidad moderada y poca cobertura de grasa.	
3	AE: Se detectan solo como elevaciones pequeñas. Son suaves y redondeadas y los huesos individuales solo se palpan presionando. AT: Son suaves y están bien cubiertas. Es necesario presionar firmemente para palpar los extremos. ML: Están llenos y tienen una moderada cobertura de grasa.	
4	AE: Se detectan, presionando, como una línea dura entre la cobertura de grasa del área del ojo del lomo. AT: No se pueden palpar sus terminaciones. ML: Están llenos y tienen una gruesa capa de grasa.	
5	AE: No se pueden palpar, aun presionando con fuerza. Hay una depresión entre las capas de grasa en el lugar donde normalmente se sienten las apófisis espinosas. AT: No se pueden detectar. ML: Están completamente llenos y tienen una capa de grasa muy gruesa. Pueden haber grandes depósitos de grasa sobre el anca y la cola.	

Referencias: AE: apófisis espinosas, ML: músculos del lomo y AT: apófisis transversas.

Fuente: Jefferies (1961), adaptado por Russel *et al.* (1969).

Anexo 2. Efecto de la carga y de la suplementación sobre la disponibilidad del forraje ofrecido (kgMS/ha) en cada ciclo de pastoreo y en el total del período experimental.

Ciclo	Tratamiento					
	Alta No	Alta Sí	Media No	Media Sí	Baja No	Baja Sí
1	3329a	3435a	2876a	3561a	2887a	3458a
2	2679c	2986bc	3170bc	3584bc	3969ab	5007a
3	1605d	2312cd	3182bc	3588b	6356a	6634a
4	445c	883c	1741bc	2466b	4362a	5088a
Total	2120c	2506bc	2810bc	3356b	4396a	5044a

Referencias: a, b, c, y d = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

Anexo 3. Efecto de la carga y de la suplementación sobre la altura del forraje ofrecido (cm) en cada ciclo de pastoreo y en el total del período experimental.

Ciclo	Tratamiento					
	Alta No	Alta Sí	Media No	Media Sí	Baja No	Baja Sí
1	35a	35a	34a	33a	34a	33a
2	19d	23cd	25bc	26bc	30ab	35a
3	11d	18c	23bc	25b	35a	39a
4	5d	16c	19c	25b	37a	41a
Total	19c	23bc	25b	27b	34a	37a

Referencias: a, b, c y d = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

Anexo 4. Efecto de la carga y de la suplementación sobre la disponibilidad del forraje rechazado (kgMS/ha) en cada ciclo de pastoreo y en el total del período experimental.

Ciclo	Tratamiento					
	Alta No	Alta Sí	Media No	Media Sí	Baja No	Baja Sí
1	2219b	3036ab	2886ab	3297ab	2702ab	3639a
2	1495d	2172cd	2394cd	2603bc	3351ab	4017a
3	238e	1436d	1803d	2712c	3806b	4838a
4	0d	236cd	1045bc	1287b	4404a	4310a
Total	1129e	1932d	2173cd	2644c	3446b	4185a

Referencias: a, b, c, d y e = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

Anexo 5. Efecto de la carga y de la suplementación sobre la altura del forraje rechazado (cm) en cada ciclo de pastoreo y en el total del periodo experimental.

Ciclo	Tratamiento					
	Alta No	Alta Sí	Media No	Media Sí	Baja No	Baja Sí
1	13c	14c	16bc	16bc	20b	25a
2	6d	9cd	12bc	14b	23a	26a
3	1d	6c	10bc	11b	24a	28a
4	0e	4d	8c	12b	30a	33a
Total	6e	9d	12cd	14c	23b	27a

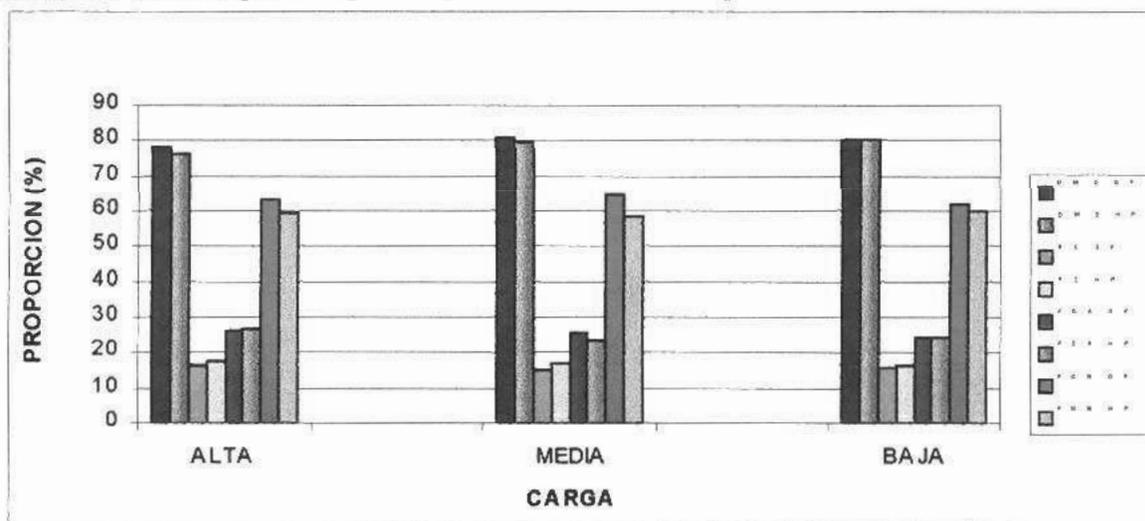
Referencias: a, b, c, d y e = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

Anexo 6. Efecto de la carga y de la suplementación sobre el valor nutritivo (% en base a materia seca) del forraje ofrecido y rechazado para el total del periodo experimental.

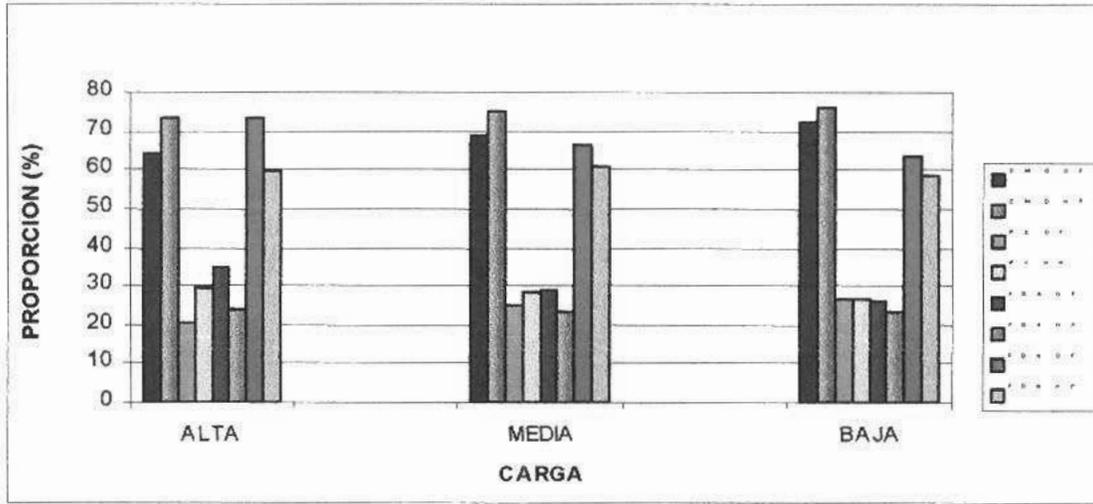
Ofrecido	Tratamiento					
	Alta No	Alta Sí	Media No	Media Sí	Baja No	Baja Sí
DMO	71.17	72.73	71.67	72.97	71.02	71.43
PC	19.28	20.47	18.04	19.51	16.59	18.18
FDA	30.70	29.60	30.68	30.55	31.35	29.70
FDN	72.06	72.24	71.38	73.64	71.68	74.41
Rechazo						
DMO	60.09	56.25	63.52	59.72	62.95	63.00
PC	12.30	12.89	13.80	13.46	12.83	13.01
FDA	37.03	42.95	36.04	39.34	35.48	36.78
FDN	72.86	77.00	72.22	75.87	72.07	75.06

Referencias: DMO = digestibilidad de la materia orgánica, PC = proteína cruda, FDA = fibra detergente ácido y FDN = fibra detergente neutro.

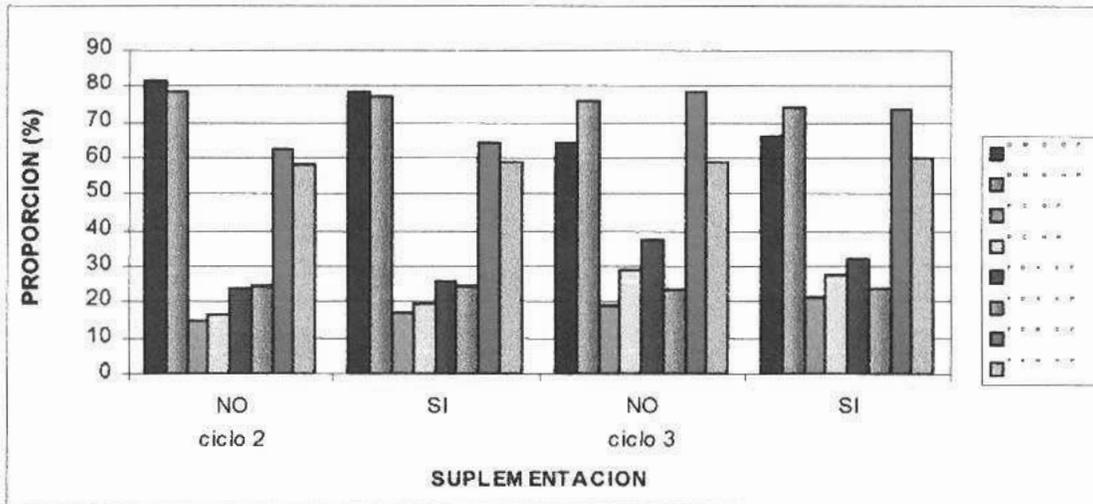
Anexo 7. Efecto de la carga animal en las diferencias entre el valor nutritivo del forraje ofrecido (OF) y del obtenido por handplucking (HP) en el ciclo 2 de pastoreo.



Anexo 8. Efecto de la carga animal en las diferencias entre el valor nutritivo del forraje ofrecido (OF) y del obtenido por handplucking (HP) en el ciclo 3 de pastoreo.



Anexo 9. Efecto de la suplementación en las diferencias entre el valor nutritivo del forraje ofrecido (OF) y del obtenido por handplucking (HP) en los ciclos de pastoreo 2 y 3.



Anexo 10. Efecto de la carga y de la suplementación sobre el valor nutritivo (% en base a materia seca) del componente hoja verde para el total del periodo experimental.

Ofrecido	Tratamiento					
	Alta No	Alta Sí	Media No	Media Sí	Baja No	Baja Sí
DMO	77.00	73.20	77.45	74.39	75.27	73.19
PC	25.84	26.69	23.65	24.25	23.61	23.02
FDA	25.13	27.87	26.55	28.38	28.31	28.29
FDN	67.81	67.31	67.29	65.41	62.48	66.45
Rechazo						
DMO	77.74	79.33	73.34	74.52	71.77	71.89
PC	14.13	18.82	20.72	20.38	20.15	19.86
FDA	27.02	30.17	31.16	31.33	29.96	31.27
FDN	61.72	70.29	69.64	67.47	70.98	67.13

Referencias: DMO = digestibilidad de la materia orgánica, PC = proteína cruda, FDA = fibra detergente ácido y FDN = fibra detergente neutro.

Anexo 11. Efecto de la carga y de la suplementación sobre el valor nutritivo (% en base a materia seca) del componente tallo verde para el total del periodo experimental.

Ofrecido	Tratamiento					
	Alta No	Alta Sí	Media No	Media Sí	Baja No	Baja Sí
DMO	73.04	75.90	75.33	74.79	73.97	74.43
PC	17.35ab	19.12a	15.79b	16.10ab	17.12ab	16.73ab
FDA	28.74	29.64	30.83	32.78	30.82	30.75
FDN	66.11	69.20	69.81	71.01	69.63	72.16
Rechazo						
DMO	77.90	76.71	75.63	70.20	74.39	64.63
PC	17.94a	15.79ab	16.06ab	15.42ab	12.09b	13.02b
FDA	s/d	29.98	33.16	36.58	43.67	38.18
FDN	s/d	67.96	71.84	71.61	61.08	73.99

Referencias: a y b = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre si ($P < 0.05$) y s/d = sin información disponible.

DMO = digestibilidad de la materia orgánica, PC = proteína cruda, FDA = fibra detergente ácido y FDN = fibra detergente neutro.

Anexo 12. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre el valor nutritivo (% en base a materia seca) del componente hoja seca para el total del período experimental.

Ofrecido	Carga				Suplemento			(C*S)
	Alta	Media	Baja	P	Sí	No	P	P
DMO	59.79	55.99	55.25	ns	58.07	55.95	ns	ns
PC	12.65a	11.64a	10.19b	*	11.86	11.14	ns	ns
FDA	38.74	40.05	40.51	ns	39.31	40.22	ns	ns
FDN	77.34	78.82	80.39	ns	80.23	77.48	ns	ns
Rechazo								
DMO	53.40	46.62	45.72	ns	46.61	50.55	ns	ns
PC	9.94	11.59	8.83	ns	10.72	9.53	ns	ns
FDA	44.51	43.85	45.01	ns	45.39	43.52	ns	ns
FDN	81.76	80.19	83.33	ns	80.44	83.08	ns	ns

Referencias: * = $P < 0.05$, ns = diferencia estadísticamente no significativa.

a y b - medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre sí ($P < 0.05$).

DMO = digestibilidad de la materia orgánica, PC = proteína cruda, FDA = fibra detergente ácido y FDN = fibra detergente neutro.

Anexo 13. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre el valor nutritivo (% en base a materia seca) del componente malezas para el total del período experimental.

Ofrecido	Carga				Suplemento			(C*S)
	Alta	Media	Baja	P	Sí	No	P	P
DMO	67.92	68.22	s/d	ns	s/d	66.16	ns	ns
PC	25.04	25.35	24.95	ns	26.55	23.67	ns	ns
FDA	36.40	34.34	s/d	ns	s/d	36.89	ns	ns
FDN	72.60	65.54	s/d	ns	s/d	69.94	ns	ns
Rechazo								
DMO	s/d	61.22	68.49	ns	61.84	67.87	ns	ns
PC	s/d	17.66	19.01	ns	15.25	21.42	ns	ns
FDA	s/d	37.67	33.75	ns	38.11	33.31	ns	ns
FDN	s/d	69.08	63.89	ns	68.01	64.96	ns	ns

Referencias: ns = diferencia estadísticamente no significativa y s/d= sin información disponible.

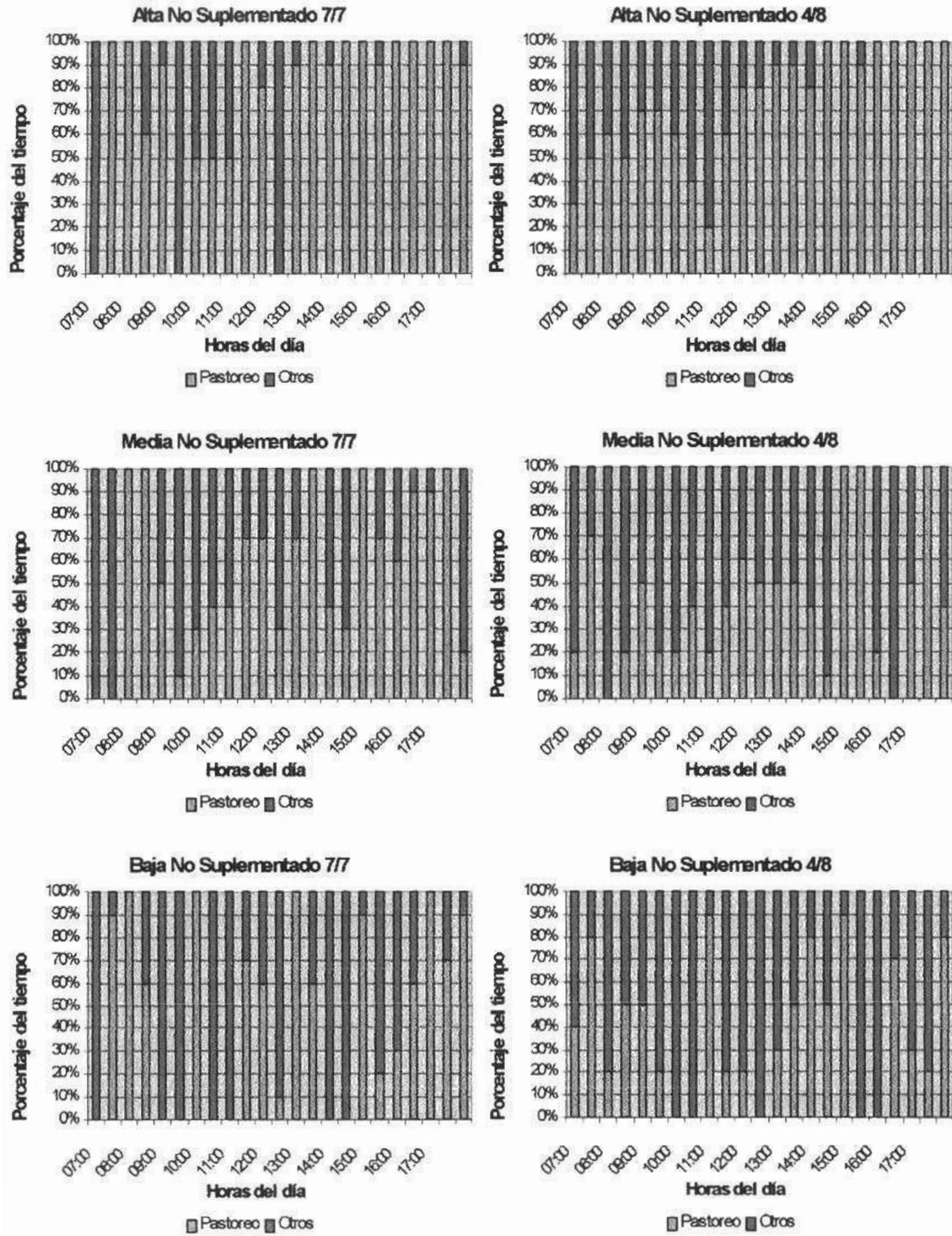
DMO - digestibilidad de la materia orgánica, PC - proteína cruda, FDA - fibra detergente ácido y FDN = fibra detergente neutro.

Anexo 14. Conducta animal en pastoreo registrada para cada tratamiento en los ciclos de pastoreo 2 y 3.

Fecha		Ciclo 2 (7/07)						Ciclo 3 (4/08)					
Actividad		Pastoreo		Supl		Otras		Pastoreo		Supl		Otras	
Tiempo		min	%	min	%	min	%	min	%	min	%	Min	%
Tratamientos	CASS	522	76	-	-	168	24	516	75	-	-	174	25
	CMSS	393	57	-	-	297	43	291	42	-	-	399	58
	CBSS	333	48	-	-	357	52	267	39	-	-	423	61
	CACS	309	45	75	11	306	44	408	59	51	7	231	34
	CMCS	288	42	63	9	339	49	309	45	27	4	354	51
	CBCS	348	50	36	5	306	45	216	31	99	14	375	55

Referencias: CASS = carga alta sin suplementación, CMSS = carga media sin suplementación, CBSS = carga baja sin suplementación, CACS = carga alta con suplementación, CMCS = carga media con suplementación y CBCS = carga baja con suplementación.

Anexo 16. Porcentaje del tiempo dedicado a cada actividad según carga animal dentro de los tratamientos no suplementados en los ciclos 2 (7/7) y 3 (4/8).



Anexo 17. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la ganancia diaria de peso vivo (g/an/día) en cada ciclo de pastoreo y en el total del período experimental.

Ciclo	Tratamiento					
	Alta No	Alta Sí	Media No	Media Sí	Baja No	Baja Sí
1	80a	77a	98a	80a	143a	111a
2	-25c	48b	57b	123a	48b	173a
3	-33b	-20b	95a	54a	86a	45a
4	-30bc	54a	-43c	46a	12abc	17ab
Total	-2d	39c	54bc	77ab	74ab	88a

Referencias: a, b, c y d = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

Anexo 18. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la evolución de peso vivo (kg) por ciclo de pastoreo.

Ciclo	Tratamiento					
	Alta No	Alta Sí	Media No	Media Sí	Baja No	Baja Sí
1	29.8	29.7	30.3	29.8	31.5	30.6
2	29.1c	31.0bc	31.9bc	33.2ab	32.8ab	35.4a
3	28.1b	30.5b	34.5a	34.7a	35.2a	36.7a
4	27.3d	31.8c	33.4bc	35.9ab	35.5ab	37.1a

Referencias: a, b y c = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

Anexo 19. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la producción y características de lana.

Variables	Tratamiento					
	Alta No	Alta Sí	Media No	Media Sí	Baja No	Baja Sí
Peso vellón (kg)	1.99	2.14	2.13	2.06	2.10	2.18
Rendimiento (%)	70a	72a	72a	71a	73a	73a
Diámetro (micras)	25.9c	26.4c	27.2bc	27.3bc	28.8ab	29.9a
Largo de mecha (cm)	2.9b	3.0b	3.3ab	3.3ab	3.5a	3.3ab
Crecimiento (ng/cm ² /día)	1241b	1218b	1355ab	1238b	1355ab	1538ab

Referencias: a, b y c = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

Anexo 20. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre los diferentes parámetros estimados de producción y calidad de carne.

Característica	Tratamiento					
	Alta No	Alta Sí	Media No	Media Sí	Baja No	Baja Sí
Peso vivo final (kg)	25.3d	29.7c	31.3bc	33.8ab	33.4ab	34.9a
Peso pre faena (kg)	23.9d	28.0c	29.5bc	31.4ab	31.5ab	33.4a
Destare (%)	5.4d	5.7c	5.9b	7.0a	5.8b	4.2e
Peso canal caliente (kg)	11.8d	13.6c	14.6bc	15.5ab	16.0a	16.3a
Rendimiento (%)	49.1ab	48.5b	49.6ab	49.4ab	50.9a	48.7b
Peso canal frío (kg)	11.4d	13.2c	14.3bc	15.2ab	15.7a	15.9a
Merma (%)	2.9a	2.4a	2.3a	2.2a	2.2a	2.6a
GR derecho (mm)	2.8c	3.2c	5.2b	5.3b	7.8a	5.9b

Referencias: a, b, c, d y e = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre si ($P < 0.05$).

Anexo 21. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la producción (kg) de cortes.

Característica	Tratamiento					
	Alta No	Alta Sí	Media No	Media Sí	Baja No	Baja Sí
Paleta (kg)	1.25b	1.40b	1.43ab	1.43ab	1.55a	1.60a
Pierna (kg)	1.83b	1.93b	2.18ab	2.48a	2.50a	2.55a
Asado (kg)	0.78b	1.00b	1.13ab	1.30a	1.23ab	1.33ab
Carré (kg)	1.08b	1.30b	1.38ab	1.48ab	1.58a	1.53ab
Otros (Kg)	0.75c	0.85bc	0.90ab	0.93ab	1.00a	0.85bc
Pierna c/cuadril (kg)	1.00c	1.25b	1.28b	1.40ab	1.45a	1.50a
Bife (kg)	0.23c	0.30b	0.30b	0.35ab	0.35ab	0.38a
Lomo (kg)	0.10a	0.10a	0.10a	0.10a	0.10a	0.13a
Garrón (kg)	0.20b	0.20b	0.20b	0.25ab	0.23ab	0.28a

Referencias: a, b y c = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre si ($P < 0.05$).

Otros = cogote, aguja, garrón y carne chica y Pierna c/cuadril = pierna con cuadril.

Anexo 22. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre la producción (kg) y las proporciones (%) de delantero y trasero en las canales.

Característica		Carga			P	Suplemento		P	P
		Alta	Media	Baja		Si	No		
Medio delantero	kg	2.96b	3.71a	4.04a	**	3.74a	3.4b	*	ns
	%	49.0	51.1	50.7	ns	50.2	50.4	ns	ns
Relación del/tras.		0.73	0.70	0.70	ns	0.72	0.70	ns	ns

Referencias: * = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$, ns = diferencia estadísticamente no significativa.

a, b y c = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre si ($P < 0.05$).

Relación del/tras. = relación entre el medio delantero y el trasero.

Anexo 23. Efecto de la carga animal y de la suplementación sobre distintos parámetros estimados en producción y calidad de carne.

Característica	Tratamiento					
	Alta No	Alta Sí	Media No	Media Sí	Baja No	Baja Sí
Media res derecha (kg)	5.6d	6.7c	7.0bc	7.7ab	7.6ab	7.9a
Media res izquierda (kg)	5.5d	6.7c	7.1bc	7.5ab	7.7ab	8.3a
GR izquierdo (mm)	2.0c	2.8c	4.3bc	5.3ab	6.3ab	7.0a
Medio delantero (kg)	2.7c	3.2c	3.6ab	3.9ab	3.9ab	4.2a
Relación del/tras.	0.7a	0.8a	0.7a	0.7a	0.7a	0.7a

Referencias: a, b, c y d = medias con letras distintas entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

Anexo 24. Regresiones entre los diferentes parámetros productivos y de calidad de carne estimados

ECUACIÓN	R ²	P	CME	CV
PC = 4.99 + 3.02CC	0.6653	0.0001	1.274	8.72
PC = 3.46 + 4.07CC - 0.17CC ²	0.6664	0.0001	1.283	8.78
PC = 0.0181 + 0.466PVF	0.9055	0.0001	0.677	4.63
PC = -0.987 + 0.53PVF - 0.01PVF ²	0.9056	0.0001	0.682	4.67
PC = 0.068 + 0.491PPF	0.904	0.0001	0.682	4.70
PC = -1.8 + 0.623PPF - 0.002PPF ²	0.9100	0.0001	0.686	4.70
CC = 0.0244 + 0.101PVF	0.5794	0.0001	0.385	12.11
CC = -5.193 + 0.445PVF - 0.006PVF ²	0.6445	0.0001	0.357	11.23
GRd = -4.856 + 3.11CC	0.4894	0.0001	1.886	37.46
GRd = 5.92 - 4.22CC + 1.19CC ²	0.5291	0.0001	1.827	36.29
GRd = -15 + 1.05PPF - 0.01PPF ²	0.2900	0.0001	2.230	44.30
GRd = -4.74 + 0.33PPF	0.2800	0.0001	2.230	44.30
GRd = -6.579 + 0.794PC	0.4396	0.0001	1.975	39.25
GRd = -1.572 + 0.084PC + 0.025PC ²	0.4430	0.0001	1.986	39.46
GRi = -5.852 + 3.295CC	0.5461	0.0001	1.734	37.84
GRi = -4.87 + 2.65CC + 0.103CC ²	0.5453	0.0020	1.775	38.73
GRi = -20.84 + 1.34PPF - 0.016PPF ²	0.4200	0.0036	2.020	43.90
GRi = -7.47 + 0.41PPF	0.4310	0.0009	1.990	43.50
GRi = -8.290 + 0.888PC	0.5328	0.0001	1.769	38.39
GRi = -16.26 + 2.02PC - 0.039PC ²	0.538	0.0003	1.789	39.05
GRd = -4.828 + 0.314 PVF	0.2863	0.0001	2.229	44.29
GRd = -13.89 + 0.913PVF - 0.09PVF ²	0.2963	0.0001	2.263	44.36
GRi = -7.462 + 0.383PVF	0.3935	0.0010	2.005	43.75
GRi = -20.26 + 1.235PVF - 0.014PVF ²	0.4050	0.0043	2.032	44.34

Anexo 25. Regresiones entre los parámetros productivos y de calidad de carne y los pesos de los cortes sin hueso considerados valiosos.

ECUACIÓN	R ²	P	CME	CV
PCC = 0.0456 + 0.272CC	0.6430	0.0001	0.129	9.81
PCC = 0.074 + 0.524CC - 0.04CC ²	0.6357	0.0001	0.132	9.93
BIFE = 0.11 + 0.066CC	0.6520	0.0001	0.028	8.81
BIFE = 0.018 + 1.26CC - 0.009CC ²	0.6500	0.0001	0.028	8.95
LOMO = 0.069 + 0.014CC	0.2090	0.0250	0.164	13.99
LOMO = 0.013 + 0.051CC - 0.006CC ²	0.2203	0.0721	0.166	14.13
PCC = 1.117 + 0.044GRi	0.3060	0.0050	0.169	12.90
PCC = 7.30 + 2.723GRi - 0.194GRi ²	0.8154	0.0001	0.948	6.54
BIFE = 0.269 + 0.011GRi	0.3510	0.0020	0.038	11.90
BIFE = 0.186 + 0.05GRi - 0.004GRi ²	0.5499	0.0003	0.032	10.25
LOMO = 0.108 + 0.001GRi	0.0320	0.3902	0.017	13.43
LOMO = 0.071 + 0.019GRi - 0.0016GRi ³	0.3052	0.0219	0.015	13.31
PCC = 0.088 + 0.045PVF	0.8598	0.0001	0.077	5.80
PCC = 0.545 + 0.0026PVF + 0.0007PVF ²	0.8333	0.0001	0.077	5.85
BIFE = 0.031 + 0.009PVF	0.6683	0.0001	0.027	8.50
BIFE = -0.234 + 0.027PVF - 0.0003PVF ²	0.6875	0.0001	0.027	8.54
LOMO = 0.035 + 0.003PVF	0.3556	0.0020	0.014	12.50
LOMO = 0.076 - 0.0002PVF + 0.00004PVF ²	0.3664	0.0097	0.014	12.81
PCC = 0.047 + 0.0898PC	0.8744	0.0001	0.072	5.48
PCC = 0.504 + 0.020PC + 0.0024PC ²	0.8890	0.0001	0.073	5.52
BIFE = 0.0395 + 0.1923PC	0.7450	0.0001	0.024	7.48
BIFE = -0.189 + 0.052PC - 0.011PC ²	0.7647	0.0001	0.023	7.44
LOMO = 0.0329 + 0.0056PC	0.4437	0.0004	0.013	11.64
LOMO = 0.047 + 0.003PC + 0.00007PC ²	0.4451	0.0021	0.013	11.91
PCC = -0.069 + 0.047PPF	0.8511	0.0001	0.079	5.96
PCC = 0.38 + 0.015PPF + 0.0005PPF ²	0.8519	0.0001	0.791	6.05
BIFE = 0.034 + 0.0096PPF	0.6782	0.0001	0.027	8.58
BIFE = -0.219 + 0.027PPF - 0.0003PPF ²	0.6834	0.0001	0.027	8.58
LOMO = 0.035 + 0.0003PPF	0.3665	0.0020	0.141	12.49
LOMO = 0.085 - 0.0008PPF + E4-0.6PPF ²	0.3628	0.0090	0.152	12.75