FACULTAD DE
AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

ENGORDE DE CORDEROS SOBRE VERDEOS DE INVIERNO

por

Juan FRIZZI AROCENA
Martín SEGREDO RESTANO

TESIS

2001

MONTEVIDEO **URUGUAY**

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA

ENGORDE DE CORDEROS SOBRE VERDEOS DE INVIERNO

por

Juan FRIZZI AROCENA
Martín SEGREDO RESTANO

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2001

Tesis aprobada por:

Director: _____

Ing. Agr., Andres Ganzabal

_____

Ing. Agr., Daniel Fernández

_____

Ing. Agr. Jorge Bermudez

Fecha: _____

Autores: _____

Juan I. Frizzi Arocena

_____

Martín S. Segredo Restano

AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres, novias y hermanos por habernos apoyado en todo momento y a Guillermo Frizzi en particular por la ayuda en la edición.

Al personal de campo de la Unidad Experimental Palo a Pique por su colaboración durante la etapa de campo y en especial a Daniel de Souza

A los Ings. Agrs. Daniel Fernández y Jorge Bermúdez por sus aportes en la discusión del trabajo.

Finalmente queremos agradecer al Ing. Agr. Andrés Ganzabal, el haber aceptado tomar la dirección de la tesis.

TABLA DE CONTENIDO

PAGINA DE APROBACIÓN..... II

AGRADECIMIENTOS..... III

TABLA DE CONTENIDO..... IV

LISTA DE CUADROS..... VII

LISTA DE FIGURAS..... IX

I) INTRODUCCIÓN..... 1

II) REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... 4

II.1) EFECTO DE LA CARGA SOBRE LA PRODUCCIÓN ANIMAL INDIVIDUAL Y POR HECTÁREA..... 4

II. 1.1) Introducción..... 4

II. 2) Efecto de la carga sobre la evolución del peso vivo..... 5

II.1.2) Efecto de la asignación de forraje sobre la evolución de peso vivo... 6

II.1.3.1) Selectividad de pastoreo..... 10

II.I.4) Efecto de la carga sobre la producción de carne por unidad de superficie.. 13

II.1.5) Efecto de la carga sobre las características de la pastura..... 15

II.1.5.1) Disponibilidad y tasa de crecimiento..... 15

II.1.5.2) Calidad de la pastura..... 16

II.2) FACTORES QUE AFECTAN LA TASA DE CRECIMIENTOS DE LOS CORDEROS 16

II..2.1) Consumo..... 16

II.2.2) Sexo..... 19

II.2.3) Genotipo..... 20

II.2.4) Restricción alimenticia y crecimiento compensator..... 23

II.2.5) Ambiente..... 24

II.3) REGULACIÓN DEL CONSUMO..... 24

II.3.1) Factores no nutricionales..... 25

II.3.1.1) Asignación de forraje..... 26

II.3.1.2) Altura del tapiz..... 28

II.3.1.3) Densidad del tapiz 29
II.3.2) Factores Nutricionales 29
II.3.2.1) Restricciones físicas 29
III.3.2.1.1) Tamaño de la partícula 31
III.3.2.1.2) Densidad de partícula 32
II.3.2.2) Restricciones metabólicas 32
II.4) REQUERIMIENTOS ENERGÉTICOS Y PROTEICOS **34**
II.4.1) Requerimientos energéticos 35
II.4.2) Requerimientos proteicos 37
II. 5) SUPLEMENTACIÓN **38**
II.5.1) Introducción 38
II.5.1.2) Relaciones pastura-suplemento 39
II.5.1.3) Efecto del suministro de suplemento sobre la producción animal 43
II.6) FUNCIONAMIENTO RUMINAL **45**
II.6.1) Introducción 45
II.6.2) Metabolismo ruminal 46
II.6.2.1)Carbohidratos 46
II.6.2.2)Compuestos nitrogenados 47
II.6.3) Efecto de la dieta en el metabolismo ruminal 47
II.6.3.1) Cambios en el pH 47
II.6.3.2) Utilización del nitrógeno 49
II.6.3.3) Digestión de la fibra 51
II.6.3.4) Sincronización de nutrientes 52
II.6.3.4.1)Sincronización de nutrientes administrados al rumen 53
II.6.3.4.2) Sincronización de nutrientes absorbidos 54
II.6.4) Trastornos metabólicos 55
II.6.4.1) Acidosis 55
II.6.4.1.1) Desarrollo de la enfermedad 57

III) MATERIALES Y METODOS **60**

III.1) LOCALIZACIÓN, SUELOS Y DURACIÓN **60**
III.1.1) Suelos 60
III.2) PASTURA **60**
III.3) SUPLEMENTO **60**
III.4) ANIMALES **60**
III.5) SANIDAD **60**
III.6) DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS **61**
III.7) ANÁLISIS ESTADÍSTICO **62**

III.8) DETERMINACIONES REALIZADAS..... 62
III.8.1)En la pastura..... 62
III.8.1.2) Forraje disponible y remanente..... 62
III.8.3) En los animales..... 63
III.9.) ESTIMACIONES REALIZADAS..... 63

IV) RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 65

IV.1) ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA .. 65
IV.1.1) Características del forraje Ofrecido..... 65
IV.1.1.1) Disponibilidad y altura del forraje ofrecido..... 65
IV.1.1.2) Valor nutritivo..... 67
IV.1.2) Características del forraje remanente luego de los pastoreos..... 69
IV.1.2.1) Disponibilidad y altura..... 69
IV.1.2.2) Valor nutritivo del forraje remanente..... 71

IV.2) EFECTOS DE LA CARGA SOBRE EL CONSUMO VOLUNTARIO DE PASTURA Y SUPLEMENTO..... 73
IV.2.1) Relación entre nivel de oferta de forraje y carga..... 73
IV.2.2) Consumo..... 74
IV.2.2.1) Consumo de materia seca de la pastura..... 74
IV.2.2.2) Consumo de materia orgánica digestible (MOD) de la pastura..77
IV.2.2.3) Consumo de proteína cruda (PC) de la pastura..... 78
IV.2.3) Efectos del nivel de oferta de forraje en la selección..... 79
IV.2.3.1) Índice de selección..... 79
IV.2.5) Utilización de forraje..... 80
IV.2.6.) Consumo de suplemento..... 81
IV.2.7) Consumo total de MS..... 83
IV.2.7.1) Tasa de sustitución..... 84

IV.3) ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL..... 85
IV.3.1) Evolución y ganancia de peso vivo..... 85
IV.3.2.) Condición corporal..... 89
IV.3.3.) Efectos de la asignación de forraje en el comportamiento animal. 90
IV.3.4) Producción de lana..... 91
IV.3.5) Producción animal por unidad de superficie..... 92

V) CONCLUSIONES..... 94

VI) RESUMEN..... 95

VII) BIBLIOGRAFÍA..... 96

VIII) ANEXOS..... 106

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Efecto de la dotación y el periodo de tiempo sobre la ganancia de peso vivo (gr/animal/día) 6
Cuadro 2: Peso vivo (lb) según cargas y métodos de pastoreo 6
Cuadro 3: Efecto de la asignación y rechazo sobre el consumo y la ganancia diaria. 7
Cuadro 4: Descripción aproximada del estado de la pastura al retiro de los animales en diferentes niveles de oferta de forraje 8
Cuadro 5: Efecto de la carga sobre la ganancia diaria en corderos pastoreando diferentes verdeos 9
Cuadro 6: Producción de carne por ha. según dotación 13
Cuadro 7: Efecto de la carga sobre la producción de carne por ha. y la ganancia diaria. 14
Cuadro 8: Efecto de la carga en la producción de carne por ha. , la ganancia diaria y la condición corporal. 14
Cuadro 9: Efecto de la carga sobre la producción de carne por ha. y el cumplimiento de los objetivos planteados. 15
Cuadro 10: Efecto del consumo sobre la ganancia diaria de corderos 17
Cuadro 11: Resultados de peso, rendimiento y gordura de corderos Corriedale. Azzarini (1996) 20
Cuadro 12: Resultados generales de la faena (145 ± 6.9 días) de corderos Corriedale y cruzas al pie de sus madres. Experimento 1. 21
Cuadro 13: Resultados generales a la faena (171 ± 7.2 días) de corderos Corriedale y cruzas. Experimento 2. 21
Cuadro 14: Requerimientos de EN (Kcal/dia) para corderos y borregos 36
Cuadro 15: Requerimientos de proteína bruta (gr/día) para corderos y borregos. 37
Cuadro 16: Efecto del nivel de proteína del forraje ofrecido en el coeficiente de sustitución. 41
Cuadro 17: Descripción de los tratamientos utilizados en el experimento realizado por Banchero et. al. (1998). 43
Cuadro 18: Efecto del NOF y suplementación sobre la producción animal y por ha. 44
Cuadro 19: Efecto de la carga y la suplementación sobre la ganancia diaria de PV y la producción/ha 45
Cuadro 20: Influencia del tipo de suplemento y la dieta base en el pH ruminal 48
Cuadro 21 : Disponibilidad de forraje (kg MS/ha), por ciclo de pastoreo y promedio en función de la carga y la suplementación 65

Cuadro 22: Altura del forraje ofrecido (cm) por cada ciclo de pastoreo, en función de los tratamientos de cargas y suplementación. **66**
Cuadro 23: Variables de calidad del forraje ofrecido en función de la carga y la suplementación para todo el período experimental **67**
Cuadro 24: Variables de calidad del forraje ofrecido por ciclos de pastoreo **68**
Cuadro 25: Forraje rechazado (kg MS/ha) por ciclo en función de la carga y la suplementación **70**
Cuadro 26: Altura del forraje remanente por ciclos en función de la carga y la suplementación **70**
Cuadro 27: Calidad del forraje remanente en función de la carga y la suplementación **72**
Cuadro 28 : Calidad del forraje remanente por ciclos de pastoreo **72**
Cuadro 29: Consumo de forraje (gr MS/animal/día) por ciclos, en función de las cargas y la suplementación. **75**
Cuadro 30: Consumo de forraje (gr MS/animal/día) por ciclos, en función de las cargas y la suplementación. **75**
Cuadro 31: Estimación del CMV a través de la variable de FDN. **77**
Cuadro 32: Utilización de forraje (%) por ciclos en función de la carga y la suplementación **80**
Cuadro 33: Valor nutritivo del grano de cebada para cada ciclo de pastoreo **81**
Cuadro 34: Consumo de suplemento (gr/día) según cargas y ciclos de pastoreo **82**
Cuadro 35: Consumo de suplemento (% del PV/día) según cargas y ciclos de pastoreo **82**
Cuadro 36: Eficiencia de conversión del suplemento (kg de suplemento/kg de PV), en función de la carga y el ciclo de pastoreo. **83**
Cuadro 37: Consumo de forraje, suplemento y total, para todos los tratamientos **83**
Cuadro 38: Tipo de efecto, consumo de forraje y consumo total con diferentes valores de tasa de sustitución. **84**
Cuadro 39: Pesos inicial, final y evolución del peso vivo (kg) por ciclos, para todos los tratamientos **85**
Cuadro 40: Ganancias diarias (gr/animal/día) por para todo el periodo experimental, según carga y suplementación **86**
Cuadro 41: Ganancias medias diarias del primer ciclo (gr/animal/día), para todos los tratamientos **87**
Cuadro 42: Ganancias medias diarias del segundo ciclo (gr/animal/día), para todos los tratamientos **88**
Cuadro 43: Ganancias medias diarias del tercer ciclo (gr/animal/día), para todos los tratamientos **88**

Cuadro 44: Efectos de la carga y la suplementación sobre la evolución de la condición corporal (grados de CC) **89**
Cuadro 45: Peso de vellón (Kg/animal) según carga y nivel de suplementación. **91**
Cuadro 46: Producción de lana y carne (kg/ha), para todos los tratamientos **92**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relaciones entre el producto por animal y el producto por unidad de superficie). **5**
Figura 2: Efecto de la cantidad de pastura remanente en la ganancia diaria de los animales. **9**
Figura 3: Índice de selección de la DMO, según la digestibilidad de la dieta ofrecida. **11**
Figura 4: Efecto del nivel de oferta de forraje, sobre el índice de selección expresado en % de Materia orgánica digestible (MOD%) **12**
Figura 5: Efecto del nivel de oferta de forraje, sobre el índice de selección expresado en % de Proteína cruda (%PC) **12**
Figura 6: Ganancias diarias(gr/animal/día), según tipo de pasturas y disponibilidad. **18**
Figura 7: Factores nutricionales y no nutricionales que inciden en el consumo **25**
Figura 8: Relación entre asignación y consumo de forraje **27**
Figura 9: Efecto del nivel de oferta de forraje sobre el consumo de Materia Seca **28**
Figura 10: tiempo de retención en el rúmen y consumo voluntario de materia orgánica digestible. **31**
Figura 11: Regulación física y metabólica del consumo **33**
Figura 12: Modelo conceptual del consumo voluntario en ovinos con dietas que difieren en la relación proteína /energía metabolizable. **34**
Figura 13: Relaciones de adición y sustitución (adaptado de Lange, 1980) **40**
Figura 14: Tasa de sustitución de forraje por concentrado en vacas lecheras consumiendo distintas cantidades de forraje **42**
Figura 15: Respuesta a la suplementación de novillos en dos presiones de pastoreo. Risso et al., (1991), (adaptado de Vaz Martins, 1997) **43**
Figura 16: Modelos de predicciones de los requerimientos y aporte de proteína dietaria, incluyendo el reciclaje de proteína microbiana y NH3. **54**
Figura 17: Modelos de predicción de relaciones de absorción de nutrientes a partir de dietas "sincronizadas" y "no sincronizadas". **55**
Figura 18: Contribución de los diferentes compuestos orgánicos a la acidez y a la osmolaridad ruminal. **58**
Figura 19: Componentes de la pastura (avena, raigrás y restos secos), según cargas, para cada ciclo de pastoreo **66**
Figura 20: Disponibilidad del forraje ofrecido (kg MS/ha) en función de la altura (cm) **67**

Figura 21: Variables de calidad en función de los ciclos de pastoreo **69**
Figura 22 : Disponibilidad del forraje remanente (kgMS/ha) en función de altura de forraje (cm) **71**
Figura 23: Valor nutritivo(%), según cargas y ciclos de pastoreo **72**
Figura 24: Efectos de los ciclos de pastoreo en la calidad del forraje **73**
Figura 25: Nivel de oferta de forraje por carga y por ciclo de pastoreo **74**
Figura 26: Consumo de forraje (gr MS/animal/día) según el nivel de oferta de forraje (%) **76**
Figura 27: Consumo de forraje (%del PV), según el nivel de oferta de forraje (%) **77**
Figura 28: Consumo de Materia orgánica digestible de pastura(gr MOD/animal/día), en función del nivel de oferta de forraje **78**
Figura 29: Consumo de PC de la pastura (gr/animal/día), en función del nivel de oferta de forraje **78**
Figura 30: Efecto del nivel de oferta de forraje, sobre el índice de selección (MOD %) **79**
Figura 31: Efecto del nivel de oferta de forraje, sobre el índice de selección (%PC) **80**
Figura 32: Utilización de forraje (%) según el nivel de oferta de forraje (% de PV) **81**
Figura 33: Consumo de MS (gr/animal/día), para todos los tratamientos **83**
Figura 34: Tasa de sustitución de suplemento por pastura según el nivel de oferta de forraje **85**
Figura 35 : Evolución del peso vivo por ciclo de pastoreo **86**
Figura 36: Relación entre el peso vivo y la condición corporal **90**
Figura 37: Ganancia diaria (kg/animal/día) según el nivel de oferta de forraje **91**
Figura 38: Producción de carne y lana por superficie, para tratamientos suplementados y no suplementados **93**

I) INTRODUCCIÓN

Históricamente el rubro ovino ha tenido una orientación netamente lanera, rubro que constituyó el principal producto de exportación del país en el promedio de los años 1987 -1997, el énfasis en la producción lanera se podía evidenciar en diversos aspectos. En primer lugar en el tamaño del rodeo nacional, constituyéndose hasta 1998 en el rebaño mas grande de América del Sur; en segundo lugar la estructura que presentaba este rebaño (aproximadamente 50 % ovejas de cría y 30 % entre capones y borregos; DICOSE 1997); en tercer lugar las razas utilizadas, con un claro predominio de razas doble propósito o laneras (Corriedale, Merino e Ideal); en cuarto lugar las condiciones de explotación y tipo de suelo utilizado para este rubro, condiciones semi- extensivas o extensivas y suelos de basalto superficial o suelos de limitaciones grandes en cuanto a fertilidad o posibilidades de mejoras; en quinto lugar la tasa de extracción en porcentaje de cabezas, la cual era aproximadamente del 18% en comparación al 41% de Australia y 72% de Nueva Zelanda y por ultimo el gran desarrollo que ha tenido la industria textil lanera del Uruguay no siendo así hasta hace pocos años el desarrollo de la industria frigorífica en cuanto al procesamiento de carne de calidad ovina.

El interés que ha cobrado el rubro carne ovina en los últimos seis años esta basado en diferentes aspectos, dependiendo estos de que agente se trate. Por un lado las instituciones dedicadas a la investigación detectaron la posibilidad de lograr un producto de calidad con alto valor agregado, el cual para lograrlo se debían forzosamente mejorar los indicadores reproductivos y potenciar el crecimiento animal y alcanzar a través de un producto diferenciado de calidad, objetivos tan buscados por estas instituciones. La industria frigorífica encontrando nuevos productos con buen valor, nuevos mercados para estos, demanda mas estable, así como una mayor integración vertical con los productores. Los productores encontraron una nueva alternativa para seguir dentro del rubro ovino, frente a los precios tan deprimidos de la lana en los últimos años. Además diversificación (nuevas alternativas y opciones), apoyo técnico y posibilidades de colocar sus productos.

La experiencia de otros países, como el caso de Australia, demuestra que a pesar de ser fuertes productores de lana de calidad, la carne ovina se ha constituido en un complemento ideal, de gran significado tanto para la economía de la empresa como la del sector, sin perder y a su vez continuar progresando en las características productivas y de calidad de la primera (Vazquez Platero y Picerno,1995).

Dentro de las diferentes opciones tradicionales dentro del rubro carne ovina (corderos livianos de fin de año, capones y ovejas gordas de descarte), el cordero pesado aparece como una alternativa interesante. El objetivo es obtener un animal diente de leche, que tenga un peso vivo entre 34 y 45 Kg y una condición corporal de por lo menos 3.5. Para lograr este tipo de animal las instituciones de investigación han ido

dando señales claras de cómo lograrlo, presentando a los productores diferentes alternativas de manejo, tipos de pasturas y cargas a utilizar. Además han realizado un esfuerzo en mantener líneas de investigación, aportando cada años nuevos avances e información de los diferentes aspectos de esta producción, lo cual ha contribuido a lograr continuidad en la oferta de este producto, mejorar la rentabilidad de los establecimientos y mejorar la calidad del producto ofrecido.

El INIA, en el marco del proyecto de investigación denominado "Calidad y Rendimiento de Carne Vacuna y Ovina en Sistemas de Intensificación Variable", ha realizado una serie de experimentos de engorde ovino, orientada a aquellos productores ovejeros de las diferentes regiones ganaderas del país (Basalto, Cristalino, Areniscas, etc) con posibilidades de incorporar pasturas mejoradas, de manera de reducir la zafralidad de la producción y aumentar el ingreso del establecimiento mediante la producción de carne ovina, complementando la producción de lana.

En el proyecto mencionado, se han utilizado diferentes categorías animales, diferentes bases forrajeras y estrategias de manejo, obteniéndose una oferta variada de alternativas que sugieren un alto grado de flexibilidad y adaptabilidad del proceso de engorde ovino a diferentes condiciones productivas (Montossi et al., 1997).

Los resultados obtenidos tanto por el SUL como por el INIA muestran resultados interesantes así como promisorios. Se ha demostrado que manejando diferentes cargas 12 a 24 corderos/ha es posible alcanzar interesantes tasas de ganancias individuales (140 a 180 g/animal/día) y aceptables grados de terminación (7.4 a 12.3 mm) (Azzarini et al. 1996). El INIA manejando cargas entre 20 y 35 corderos/ha obtuvo ganancias individuales de 108 a 152 g/animal/día, y grados de terminación entre 6 y 12 mm. A su vez las producciones por hectárea logradas estuvieron entre 270 y 532 Kg/ha. Estos resultados obtenidos son ejemplos del potencial de producción de carne que ofrecen los sistemas ovejeros de mayor difusión del país. Lo cual no significa que se descalifiquen otras alternativas de producción de carne ovina, en especial aquellas que se basan en el aprovechamiento del vigor híbrido de ovejas y corderos, posiblemente estas alternativas encontraran cabida en las zonas de mayor fertilidad de nuestro país (Azzarini et al. , 1996).

Los resultados obtenidos tanto en la producción por animal individual como en la producción por unidad de superficie, demuestran la viabilidad de obtener el producto deseado así como que es una opción interesante para los productores, lo que llevaría a tener que replantearse sus objetivos productivos para poder introducir esta alternativa en sus sistemas de producción.

A pesar de la continuidad en investigación ya mencionada que existe, aún quedan elementos que dilucidar con exactitud, a la vez que se descubren o proponen nuevas alternativas tecnológicas dentro de la línea mencionada. Dentro de estos estudios de

investigación, se encuentran estudios para definir cuales son los niveles de carga o asignaciones de forraje mas adecuados para las distintas condiciones productivas, estudios de suplementación tanto acerca de diferentes tipos de suplemento, así como en mejorar la respuesta a la suplementación. También se apunta a trabajos de investigación que incluyen estudios de comportamiento ingestivo, selección de dieta, consumo de forraje y la interacción de los mismos, los cuales resultan esenciales para mejorar el entendimiento de los efectos que causan las características de la pastura, sobre el comportamiento animal (Montossi, 1995).

Dentro de estos estudios llevados a cabo por el INIA es que se encuentra este trabajo, que tiene por objetivo evaluar la performance animal a diferentes niveles de carga, con suplemento y sin suplemento sobre un verdeo invernal (avena y raigrás). Además de aportar parámetros acerca de diferentes variables en estudio, los cuales ayudan al manejo de sistemas de producción de este tipo.

II) REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

II.1) EFECTO DE LA CARGA SOBRE LA PRODUCCIÓN ANIMAL INDIVIDUAL Y POR HECTÁREA.

II. 1.1) Introducción

Existen diferentes maneras de definir la relación entre la pastura y el componente animal dependiendo de los objetivos buscados, del periodo de tiempo considerado y del grado de precisión establecido.

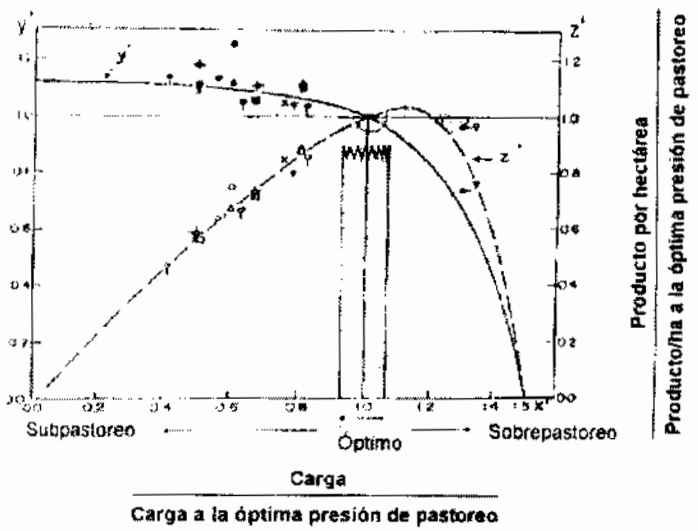
La carga animal es definida como el número de animales de una clase específica que soporta una unidad de área, en un tiempo determinado, lo común es usar el número de ovinos o bovinos por unidad de superficie pastoreadas (dotación).

La presión de pastoreo, es definida como el número de animales que pastan por unidad de forraje disponible en un momento y lugar dado (Mott, 1960), la cual se puede medir en unidades ganaderas por kg de forraje o kg de animal por kg de forraje. También puede expresarse como la oferta de forraje en % de peso vivo animal promedio diario.

La asignación de forraje o Nivel de Oferta de Forraje (NOF); se define como la cantidad de materia seca o materia orgánica disponible por unidad de peso vivo animal (expresado como g/kg o % del PV) por unidad de tiempo(Greenhal et al., 1966 citado por Hodgson, 1975).Según Ganzabal (1997) el termino NOF se consideraría mas apropiado para facilitar la relación entre los conceptos que utiliza que el la presión de pastoreo, ya que si el NOF aumenta la disponibilidad de forraje es mayor.

Mott (1960), presentó una curva que describe la relación entre presión de pastoreo y la producción por animal y por unidad de superficie (figura 1). En esta curva se estableció que con una dotación menor a la optima, usualmente se obtienen mayores producciones por animal. Esto es probablemente debido a una mayor oportunidad de que se realice un pastoreo selectivo por parte del animal. Por otro lado la producción de carne/superficie aumenta a presiones de pastoreo medias, posiblemente debido a mejores eficiencias de utilización del forraje, comenzando a disminuir las ganancias individuales. Al aumentar la carga por unidad de superficie se llega a un punto donde la producción por hectárea también disminuye debido a que el descenso en producción individual es muy grande y no compensa con el incremento en el número de animales la disminución de la performance animal.

Figura 1: Relaciones entre el producto por animal y el producto por unidad de superficie).



Fuente: Mott (1960)

Considerando que existe un gran número de situaciones productivas, Hodgson et al. , (1986), opinan que cada productor debería saber para su sistema en particular cual es la carga adecuada para obtener un balance razonable entre la producción de la pastura y la performance animal.

II.1.2) Efecto de la carga sobre la evolución del peso vivo

Con bajas cargas y alta acumulación de forraje los niveles de producción por animal son altos debido principalmente a que los animales pastorean selectivamente, el crecimiento de la pastura se acerca a sus máximas tasas y el consumo de los animales aumenta (hasta que la calidad por exceso de madurez sea limitante). A medida que la carga aumenta, la ganancia de peso de los animales decrece a causa de una menor selectividad del forraje por animal, una menor tasa de crecimiento de la pastura y un menor consumo de forraje por parte de los animales (Carámbula, 1977 ; Jagush, 1979 ; Morley , 1981 y Campbell 1966 citado por Risso ,1981).

En el experimento llevado acabo por Ferrari et al. , (1978), la dotación tuvo un efecto muy significativo ($P<0.01$) en la tasa de ganancia diaria. Este efecto fue relativamente pequeño en el sub - periodo 14/9 - 8/10, donde las diferencias observadas entre las dotaciones extremas 45 y 135 corderos/ha fueron del 23%. En el sub - periodo 18/10 - 22/11 las tasas de ganancias fueron muy pequeñas y hubo un marcado efecto de la dotación (Cuadro 1).

Cuadro 1: Efecto de la dotación y el periodo de tiempo sobre la ganancia de peso vivo (g/animal/día).

Dotación (Corderos/ha)	Periodo experimental 14/9 - 22/11	Sub-periodo A 14/9 - 18/10	Sub-periodo B 18/10 - 22/11
45	144	179	110
75	123	170	77
105	110	157	63
135	96	145	48

Fuente: Ferrari et al. (1978)

A partir de este cuadro se observa una clara diferencia en la ganancia entre cargas, disminuyendo las ganancias individuales cuando se manejaron dotaciones y tiempos mas allá de lo que la pastura permitía.

La carga tiene mayor o menor efecto sobre el peso vivo de los animales dependiendo también si se trata de pastoreos controlados (rotativos) o continuos. Mc Meekan (1962) observó que a mismas cargas las ganancias diarias fueron menores cuando se realizaban pastoreos continuos que pastoreos rotativos. El autor trabajando con vacas obtuvo que la carga optima es alcanzada en un nivel 5 - 10% menor en pastoreo continuo que en pastoreo controlado, por lo que estos deben ser asociados con cargas altas, para explotar en plenitud la eficiencia de este método (cuadro 2).

Cuadro 2: Peso vivo (lb) según cargas y métodos de pastoreo.

AÑO	R.B	R.A	C.B	C.A
1957/58	862	863	824	801
1958/59	865	861	846	784
1959/60	852	829	849	746
1960/61	837	807	816	727

R.B: rotativo, baja carga **R.A**: rotativo, alta carga **C.B**:continuo, baja carga **C.A**: continuo, alta carga

Fuente: Mc Meekan et al. , (1962).

II.1.3) <u>Efecto de la asignación de forraje sobre la evolución de peso vivo.</u>

La presión de pastoreo tiene influencia en la proporción de forraje recogido por el animal, el grado de selectividad, el consumo, la concentración de nutrientes del forraje y en consecuencia en el desempeño animal.

Jagush (1979) trabajando sobre pasturas de trébol blanco y raigrás concluye que la asignación de forraje y no la disponibilidad (Kg MS/ha), digestibilidad o la accesibilidad al forraje, fue el factor que más afecto las ganancias de peso y el peso de la carcasa. Corderos recién destetados requieren consumos de 1kg MS/día para un rápido crecimiento, sin embargo, para lograr ese consumo es necesario ofrecerles aproximadamente 4-5 kg de MS por día, logrando ganancias de 150 g por día. La naturaleza de la respuesta estuvo relacionada con la oportunidad de selección y la dominancia en el comportamiento, relacionado esto al territorio de pastoreo.

En el cuadro 3 puede observarse sobre diferentes tipos de pasturas el efecto marcado de la asignación de forraje sobre el crecimiento de corderos, que pesaban al inicio del experimento entre 27 y 30 Kg de PV (Scales, 1993).

Cuadro 3: Efecto de la asignación y rechazo sobre el consumo y la ganancia diaria.

Tipo de cordero	Tipo de pasturas	Peso vivo promedio	Asignación (% PV)	Rechazo (kgMS/ha)	Consumo (kgMS/DIA)	GMD
E	Trébol blanco	35	3.4	400	0.9	119
E	Trébol blanco	35	4.6	900	1.1	201
E	Raigrás perenne	35	5.7	1000	1.3	116
E	Raigrás perenne	35	13.1	2400	1.5	160
C	Trébol blanco	35.5	5.4	1040	1.0	120
C	Trébol blanco	35.5	11.8	1700	1.4	234
C	Trébol blanco	35.5	16	1960	1.5	305
C	Trébol blanco	35.5	2.5	480	0.7	120
C	Trébol blanco	35.5	5.9	1340	1.2	210
C	Trébol blanco	35.5	20	2220	1.5	306
C	Raigrás perenne	35.5	8.2	1050	1.2	120
C	Raigrás perenne	35.5	34.6	1710	2.7	218

E=corderos enteros **C**= corderos criptorquidios **Fuente:** Adaptado de Scales (1993)

Altas asignaciones de forraje fueron necesarias para alcanzar ganancias por encima de 150 g/día con pasturas de raigrás y aproximadamente la mitad de la asignación fue necesaria para alcanzar la misma ganancia con pasturas de trébol blanco, lo que indicaría la posibilidad de aumentar la carga en este tipo de pasturas.

Cuando la presión de pastoreo aumenta (menor cantidad de forraje disponible por animal), la proporción de forraje que es utilizado aumenta y el consumo declina, se llega a un punto de máxima utilización a partir del cual el consumo alcanza sus valores mínimos.

Ganzabal (1997) señala que con la utilización del NOF% se puede controlar el nivel de consumo promedio, el nivel de utilización de las pasturas, la carga promedio anual y por lo tanto incidir en la producción individual y por unidad de superficie del sistema. En el cuadro 4 se ve la relación existente entre NOF% y la utilización de la pastura, para un amplio rango de pasturas sembradas.

Cuadro 4: Descripción aproximada del estado de la pastura al retiro de los animales en diferentes niveles de oferta de forraje

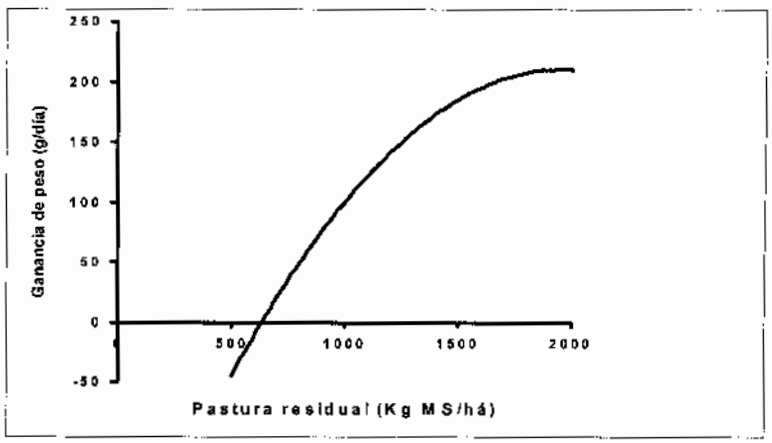
NOF %	Descripción	% de utilización
1	El retiro de los animales se efectúa cuando han cosechado todo el forraje verde y casi todos los restos secos del tapiz	90-100
3	El retiro de los animales se efectúa cuando han cosechado todo el forraje verde y buena parte de los restos secos	70-80
5	El retiro de los animales se efectúa cuando han consumido una parte importante del forraje verde y poco o nada del forraje seco	60-70
7	El retiro de los animales se efectúa con un remanente de forraje verde el forraje seco prácticamente no ha sido consumido	50-60

Fuente: Ganzabal (1997)

Milligan, (1983) citado por Parma (1999), observó que las máximas ganancias se obtienen con una cantidad de pastura remanente de por lo menos 1500 kg, indicando una baja utilización del forraje (Figura 2).

Jagush et al. ,1979, concluyen que si bien para engordar corderos, no se debería provocar una utilización mayor del forraje del 30 - 35%, el buen manejo de la pastura puede alcanzarse al hacer pastorear ovejas a continuación de los corderos teniendo siempre presente que para mantener adecuadas ganancias no se debe de descender de los 1000 kg de MS/ha. Las diferencias en ganancias entre las diferentes categorías estarían dadas por la posibilidad de selección de partes de las plantas de mayor digestibilidad y proteína y con menor contenido de fibra y lignina por parte del primer grupo.

Figura 2: Efecto de la cantidad de pastura remanente en la ganancia diaria de los animales.



Fuente: Milligan (1983) citado por Parma (1999).

De los diferentes experimentos acerca de engorde de corderos sobre verdeos realizados por el INIA, se obtuvieron los siguientes resultados (Cuadro 5):

Cuadro 5: Efecto de la carga sobre la ganancia diaria en corderos pastoreando diferentes verdeos.

Tipo De verdeo	Carga (an/ha)	Disp. (kgMS/ha)	Rech. (kgMS/ha)	Dig.del disp. (%)	NOF %	Ganancia (g./día)	PI (kg)	PF (kg)	Periodo de Evaluación (días)	Autores
R	35	5820	4160	63	5	108	27.3	38.1	100	Montoss et al.,(1996
H	35	4320	3340	64	3.5	152	27.2	42.4	100	
A	20	4350	2840	-	15	203	28.8	37.5	43	San Julian et al.,(1997
A	10	5010	3760	-	36	202	28.7	37.5	43	
T+R	40	2710	1875	-	5	80	22.4	26.8	56	Montossi et al., (1997)
T+R	30	2980	2838	-	7	138	22.4	30.1	56	
T+R	20	3275	2529	-	11	146	22.4	32.1	56	
A	45	1510	782	73	1.5	16	26.7	28.1	86	Scaglia et al., (1997)
A	30	1855	1362	73	2.5	88	26.9	34.5	86	
A	15	2684	1961	73	7	98	26.8	35.2	86	
A	18	-	-	64.2	6	66	29.4	35.4	90	Banchero (1998)

R=Raigras H=Holcus A=Avena T+R=Triticale+Raigras PI=Peso inicial PF=Peso final

Fuente: adaptado de Montossi et al. , (1996 y 1997); San Julián et al. , (1997); Scaglia et al. , (1997); Banchero et al. , (1998).

De aquí se desprende la gran variabilidad que existe en las ganancias diarias en los diferentes verdeos. Dependiendo estas ganancias principalmente de las asignaciones de forraje. Al aumentar la asignación de forraje dentro un mismo tipo de verdeo, la ganancia de peso individual aumenta.

II.1.3.1) Selectividad de pastoreo

La performance animal no se relaciona simplemente al valor nutritivo promedio de la pastura ofrecida, ya que el pastoreo selectivo (consumo de determinadas fracciones de la pastura sobre otras o determinados componentes de la pastura sobre otros), lleva a que halla una gran diferencia entre el valor nutricional promedio de la pastura y el valor promedio de la dieta consumida (Spedding, 1965).

La diferencia de digestibilidad entre el forraje ofrecido y la dieta consumida, seria el resultado de la selección realizada por los ovinos en pastoreo de las fracciones más digestible del material verde (Arnold, 1964).

Arnold y Duzinsky (1978) citados por Rodríguez et al. , (1987), sostienen que los sentidos; vista, tacto en la boca, gusto y olfato están involucrados en la selección de la dieta.

Diversos investigadores concluyen acerca de esto, determinado que los ovinos son extremadamente selectivos por forraje verde en preferencia al seco (Milton, 1953 citado por Morley, 1981 y Arnold, 1964), por hojas antes que tallos (Arnold, 1964 y Hamilton, 1973) y pueden mostrar preferencia por especies individuales.

Dentro de la comunidad vegetal algunas especies y ciertas partes de las plantas son preferidas ante otras. Esas especies preferidas son las más palatables aunque sean de menor valor nutritivo. Se ha visto que los animales comen selectivamente lo más palatable pero pudiendo ser de menor calidad alimenticia antes que un alimento de mayor calidad alimenticia pero menos palatable (Arnold, 1964; 1987; Shalu et al., 1989). Laredo y Minson (1973) a pesar de que la digestibilidad del tallo fue mayor que la digestibilidad de la hoja en todas las gramíneas tropicales estudiadas por estos autores, la fracción hoja fue consumida en mayor proporción, en promedio 46% superior al consumo de tallo.

El pastoreo selectivo depende de la uniformidad de la pastura, son muy pocas las pasturas uniformes en calidad por lo que el pastoreo selectivo se da siempre. El grado de selección varía con la oportunidad de selección que tiene los animales y también depende de la disponibilidad de forraje (Spedding , 1965).

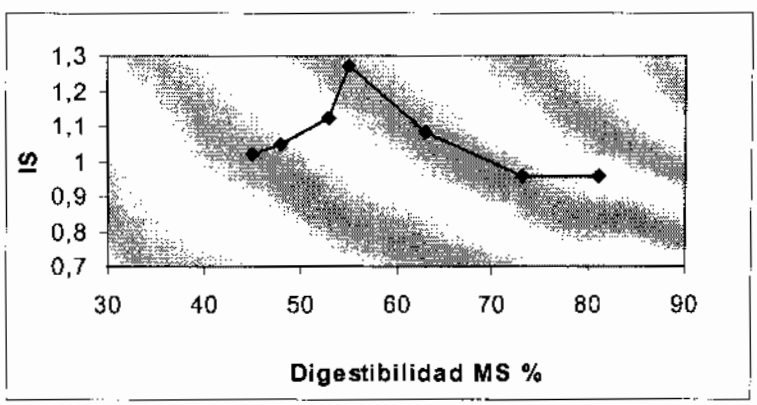
Hodgson (1985), citado por Acosta (1993), observó que la selectividad aumenta al incrementarse la altura del forraje, y es menor en tapices densos.

A medida que transcurre el tiempo con los animales pastoreando una determinada parcela, declina la cantidad y la calidad del forraje disponible, y se incrementa la selectividad en un intento por mantener el consumo de MS y PC (Shalu et al., 1989).

Animales consumiendo pasturas mixtas pueden seleccionar aquel componente que se encuentra en menor proporción, dejando de consumir con grandes tamaños de bocados y altas tasas de bocado, pero obteniendo una compensación debido a la mayor concentración de nutrientes de los componentes de la pastura seleccionados (Hodgson, 1985 citado por Acosta, 1993).

Shalu et al., (1989), trabajando con índices de selección (IS) para digestibilidad de la materia orgánica (DMO), PC, FDN y lignina, vieron que cuando la DMO era muy alta no había selección, pero a medida que esta declinaba la selección se incrementaba marcadamente hasta digestibilidades en torno a 55% que declinaba la selección en forma abrupta (figura 3). Similares efectos encontraron con la PC del forraje donde el punto de ruptura en el cual la selección baja es aproximadamente 8% de PC.

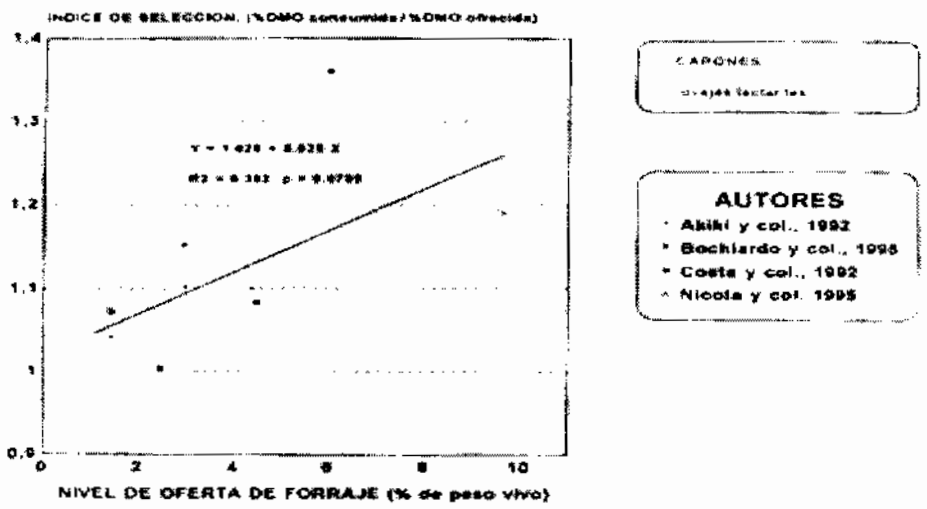
Figura 3: Índice de selección de la DMO, según la digestibilidad de la dieta ofrecida.



Fuente: Shalu et al., (1989)

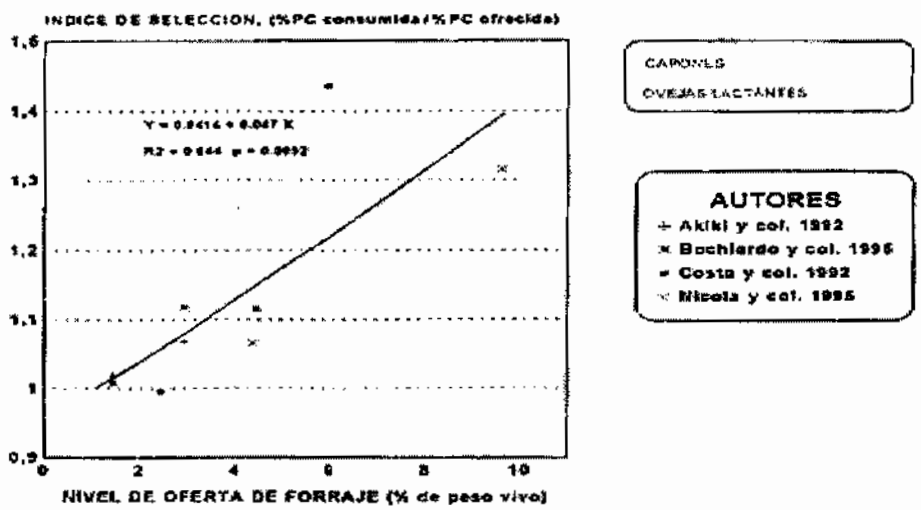
Según Ganzábal (1997), en un conjunto de trabajos analizados, él IS expresado en % DMO (digestibilidad de la materia orgánica) y %PC (proteína cruda) crece en la medida que aumenta el nivel de oferta de forraje, para pasturas de similares características. Una mayor asignación de forraje determina que los ovinos pueden acceder a aquellas fracciones más palatables o de mayor valor nutritivo, las que generalmente se corresponden con las de más fácil acceso. Existe una correspondencia negativa entre nivel de utilización y los índices de selección (Figuras 4 y 5).

Figura 4: Efecto del nivel de oferta de forraje, sobre el índice de selección expresado en % de Materia orgánica digestible (MOD%)



Fuente: adaptado de Ganzábal (1997).

Figura 5: Efecto del nivel de oferta de forraje, sobre el índice de selección expresado en % de Proteína cruda (%PC)



Fuente: adaptado de Ganzábal (1997).

En aquellos NOF en los cuales la utilización es máxima los índices de selección son cercanos a uno, lo que expresa que no hay posibilidades de selección. Por el contrario cuando aumentan la oferta de forraje y disminuyen el nivel de aprovechamiento, aumentan los índices de selección situándose la calidad de forraje entre un 20 a 40% por encima del disponible.

Illius et al. (1996) trabajando con ovejas determinaron que estas seleccionaron dietas que maximizaban las tasa de crecimiento, seleccionando dietas mas balanceadas en cuanto a la concentración de proteína con respecto a la concentración energética, no consumiendo dietas con concentraciones muy altas o bajas de proteína en relación a la concentración energética de estas. Como se puede ver en las figuras 4 y 5, los resultados nacionales muestran que los ovinos seleccionarían hacia dietas con contenidos cada vez mas altos de DMO o de proteína, lo cual levaría a dietas desbalanceadas.

II.I.4) Efecto de la carga sobre la producción de carne por unidad de superficie.

Ferrari et al. (1978), trabajando con corderos determinaron que sucesivos incrementos en la dotación provocaron una mayor producción de peso vivo por unidad de área. Los incrementos sucesivos en la dotación, provocaron incrementos decrecientes en la producción de PV/ha (cuadro 6), lo cual coincidiría con Mott (1960).

Cuadro 6: Producción de carne por ha. según dotación .

Dotación (Corderos/há)	Producción (PV/ha)			
	Periodo 14/9 - 22/11	Sub-periodo A 14/9 - 18/10	Sub-periodo B 18/10 - 22/11	Incremento en PV/ha
45	448	275	173	-
75	637	435	202	189
105	793	561	232	156
135	898	669	229	105

Fuente: Mazitelli et al. (1978).

Coincidiendo con lo anterior, Montossi et al (1996), trabajando en la producción de corderos livianos sobre pasturas de achicoria y trébol rojo, encontró que al aumentar la dotación/ha. aumentaba la producción PV/ha., no encontrándose para las dotaciones utilizadas una disminución en la GMD (cuadro 7).

Cuadro 7: Efecto de la carga sobre la producción de carne por ha. y la ganancia diaria.

Variables	Carga (animales/ha)		
	20	40	60
Duración (días)	63	63	63
Peso inicial (kg)	16	15.4	15.2
Peso al 15/12 (kg)	26.8	23.8	23.5
Ganancia (g/día)	172	132	132
PV/ha	217	333	499

Fuente: Montossi et al. (1997).

San Julián et al. (1996), determinaron que no siempre los aumentos en la dotación llevan a mayores producciones por ha., ya que trabajando con dos cargas de capones (25 y 33 capones/ha), no obtuvo mayor producción/ha. con la carga alta (Cuadro 8), estos capones tenían una menor ganancia diaria (aproximadamente 30%). Lo que indicaría que las cargas manejadas se encuentran dentro del rango de la curva de Mott (Figura 1) donde las menores producciones individuales, no son compensadas por el mayor número de animales por unidad de superficie.

Cuadro 8: Efecto de la carga en la producción de carne por ha. , la ganancia diaria y la condición corporal.

Carga	Peso vivo (kg)		CC		NOF %	Gan g/dia	Producción (kg PV/ha)
	Inicio	Fin	Inicio	Fin			
Carga alta (33 cap./ha)							142
Livianos	32.2	36.7	2.7	3.5	4.5	80	
Pesados	38.2	42.3	2.9	3.9	3.8	73	
Carga baja (25 cap./ha)							140
Livianos	31.6	37.9	2.5	3.7	6	113	
Pesados	38.3	43.1	3.3	4.2	5	83	

Fuente: San Julián et al. (1996).

Debemos tener en cuenta que cuando se engordan corderos, no siempre al aumentar la producción de carne/ha, se alcancen los objetivos de peso y condición corporal mínimos, lo que podría llevar a pobres resultados económicos. Esto se puede

ver en el cuadro 9, donde Scaglia (1997) trabajando sobre verdeos de invierno (avena), teniendo como objetivo la obtención de corderos de al menos de 35 kg PV en la carga alta logra buenas producciones/ha pero no llega al peso mínimo requerido.

Cuadro 9: Efecto de la carga sobre la producción de carne por ha. y el cumplimiento de los objetivos planteados.

Tratamiento	Peso inicial	Peso final	NOF (%)	Ganancia (g/ani./día)	kg de PV/ha	kg de lana/ha.	kg de carne equivalente/ha
Baja 15 cord./ha	26.8	35.2	7	98	126	30	200
Media 30 cord./ha	26.9	34.5	2.5	88	227	60	375
Alta 45cord./ha	26.7	28.1	1.5	16	63	90	285.

II.1.5) Efecto de la carga sobre las características de la pastura.

II.1.5.1) Disponibilidad y tasa de crecimiento

Uno de los principales efectos que ejerce la presión de pastoreo sobre la pastura es afectar su tasa de crecimiento y por lo tanto las disponibilidades futuras. Por un lado, a baja presiones de pastoreo, la misma se reduce debido al incremento en la senescencia y a una mayor proporción de hojas viejas que son fotosintéticamente menos eficientes (White, 1987). En el otro extremo, la reducción en el área foliar causada por una presión de pastoreo muy intensa puede resultar en una reducción de la intercepción de la radiación solar y por lo tanto en una menor actividad fotosintética de la pastura (Davidson y Philip, 1956; Vickery, 1973 citado por White, 1987).

Hodgson (1990), menciona que si bien la tasa de crecimiento de la pastura decrece al aumentar la carga, el mayor efecto de esta es sobre el aumento en la eficiencia de utilización de ese crecimiento.

Ferrari et al . (1978), trabajando con cuatro cargas de corderos (45,75,105 y 135 corderos /ha) sobre verdeos de invierno, determino que existió un efecto muy significativo de la dotación en la evolución de la disponibilidad en el transcurso del experimento. La disponibilidad forrajera para la dotación de 45 corderos/ha., se incrementó constantemente hasta llegar a un máximo de 5700 kg/ha. Esto está indicando que la tasa de crecimiento de la pastura es superior a la capacidad de consumo de los

corderos en esa dotación. Lo contrario ocurrió para la dotación de 135 corderos/ha. Para las dotaciones intermedias de 75 y 105 corderos/ha., la disponibilidad mostró poca variación lo cual parece indicar que para este rango de dotaciones el consumo de forraje se equilibra con la tasa de crecimiento de la pastura, en el periodo evaluado y para las condiciones de ese año.

Morris (1969), concluyó que los mejores rendimientos anuales de MS de la pastura podrían ser obtenidos con defoliaciones severas pero poco frecuentes. Esto coincidiría con lo expresado por Morley (1981), quien dice que las defoliaciones poco frecuentes tienden a maximizar los rendimientos en MS tanto en pasturas mono especificas como en mezclas, pero en estás ultimas provocan cambios en la composición porcentual de las especies hacia una dominancia de gramíneas.

II.1.5.2) Calidad de la pastura

Vaz Martins y Bianchi (1982), sostienen que los pastoreos muy aliviados conducen a una acumulación de restos secos, los cuales tienen muy baja digestibilidad y por lo tanto disminuyen la digestibilidad total del forraje disponible.

En el experimento llevado acabo por Ferrari et al. , (1978) existió muy poco efecto de la dotación sobre la digestibilidad. La época del año fue el factor que mayor influencia tuvo en la digestibilidad de la MO (DMO) del forraje.

II.2) FACTORES QUE AFECTAN LA TASA DE CRECIMIENTOS DE LOS CORDEROS

II.2.1) Consumo

Sin lugar a dudas que uno de los factores que más afectan las ganancias diarias de peso de los rumiantes es el nivel de consumo diario de alimentos, (Mc Lean 1965 y Jagush 1979).

Thompson et al. , (1980), observaron que la relación entre crecimiento y consumo diario de MS de los corderos es curvilínea.

Andrews y Orscov, 1970 citado por Murphy et al. ,1994 justifican la disminución en la ganancia diaria observada como resultado de la restricción del alimento, a una menor deposición de grasa y no a una reducción del incremento en la tasa de deposición de músculo y hueso. Esto determino un incremento en el % de músculo y una reducción en el % de grasa en de carcasas de igual peso.

Corderos que consumían un 70% de lo que consumían los corderos que recibían una dieta ad libitum, mantuvieron una tasa de crecimiento del 72% con respecto a los

que tenían acceso ad libitum (Murphy, et al. ,1944).Similares resultados a los mencionados obtuvieron Álvarez, et al. (1998), las mejores ganancias individuales iban acompañadas de mayor nivel de consumo, el cual seria el principal factor que haría variar las ganancias individuales dentro de cada tratamiento (Cuadro 10).

Cuadro 10: Efecto del consumo sobre la ganancia diaria de corderos.

	Tratamiento 1	**Tratamiento 2**	**P**
Consumo (g/d)	1171.7 (97.2)	850.9 (34.2)	**
Ganancia (g/d)	181.0 (1.4)	140.7 (26.8)	*

** P<0.01; * P<0.05).

Fuente: Álvarez et. al. (1998).

Estos autores observaron que existía una alta relación entre la ganancia diaria y el consumo de MS y energía. La diferencia de consumo de energía fue de 27 % (2.67 Mcal/día para el tratamiento 1 contra 1.94 Mcal/día para el tratamiento 2), siendo la diferencia para la ganancia diaria de 23%. Lo que permite apreciar que no solo el consumo de MS afecta la ganancia diaria, sino también la energía diaria consumida, que es la variable de mayor peso en las diferencias de ganancia diaria.

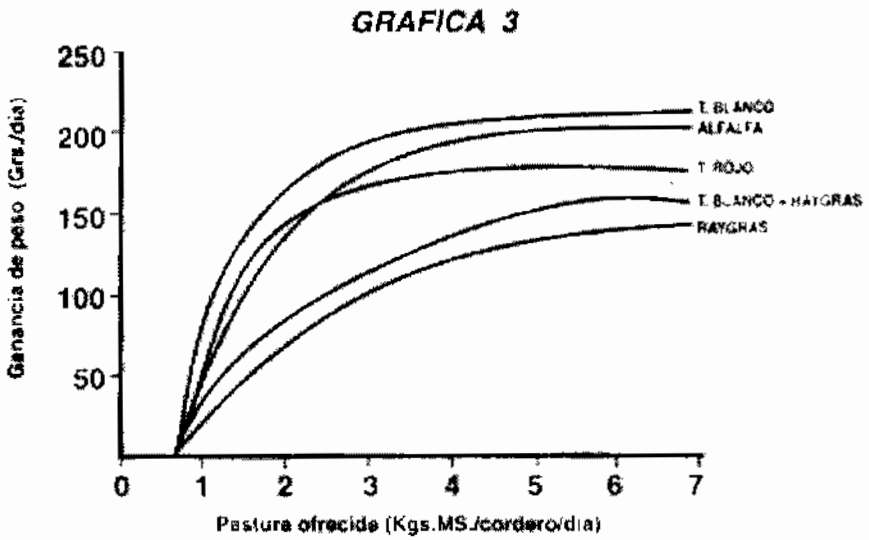
El consumo de MS en si mismo solo explica parcialmente las ganancias de peso vivo animal, también el consumo de nutrientes y energía estarían incidiendo, Bermúdez, et al . , 1993, trabajando con corderos Corriedale alimentados con heno de avena como dieta base sola, mezcla con Vicia sativa y en otro caso mezclada con suplemento concluye, que los cambios en consumo de materia orgánica digestible en las diferentes dietas explicarían el 67% de la variación en ganancia de peso de los animales y condujeron a una mayor eficiencia de utilización del alimento.

Mazzitelli et al. (1978), trabajando con corderos durante la lactación y luego del destete, observaron que los diferentes tipos de pasturas promovían marcadas diferencias de los pesos vivos de los corderos a una fecha dada y, por consiguiente, en el numero de días para llegar al peso de faena.

Mc Lean (1965), comparando alimentos de diferentes digestibilidades, observó que el consumo era el principal factor que explicaba las diferencias observadas en ganancia de peso vivo, pero no el único; los alimentos de alta digestibilidad producen a nivel ruminal, mayor concentración de ácido propiónico y butírico con relación al ácido acético, que son los utilizados con mayor eficiencia en el crecimiento animal. A su vez dietas de mayor digestibilidad permitían por fermentación a nivel ruminal, obtener un mayor contenido de los tres AGV

Jagush et al. (1979); Mc Lean (1965) ; Amstrong y Eadie (1973) citados por García y López (1985) y Rattray y Joyce (1974) citado por Soperano y Davies (1987) encontraron que las diferencias halladas en el crecimiento de corderos pastoreando leguminosas sobre las gramíneas, fueron debidas a un mejor balance en los AGV producidos, a un uso más eficiente de los metabolitos y a un mayor consumo voluntario de las leguminosas, ya que estas tienen una mayor velocidad de pasaje a través del tracto digestivo.

Figura 6: Ganancias diarias(g/animal/día), según tipo de pasturas y disponibilidad.



Fuente: Jagush (1979).

Parma (1999) concluye que, desde le punto de vista práctico, es posible lograr la misma ganancia de peso con la mitad de pastura ofrecida al comparar las leguminosas con las gramíneas, por lo que se necesitaría una menor área de pasturas.

Otro factor que influye en la ganancia diaria y determina el tipo de alimento es el contenido de MS, las condiciones climáticas en áreas templadas y húmedas hacen que las especies anuales presenten al principio de su ciclo de aprovechamiento una deficiencia de materia seca que hace poco eficiente su utilización y provoque diarrea en los animales. Generalmente se acepta que por debajo de un 15-18% el forraje tiene déficit de materia seca . Esta falta de materia seca imposibilita que el animal obtenga la cantidad de MS para su normal producción (Josifovich, 1995).

Los forrajes muy acuosos tienen una baja capacidad de llenado del rumen; después de las comidas el rumen se presenta repleto, aunque con un contenido muy

acuoso (90% de agua) y se vacía rápidamente. La capacidad de consumo puede estar limitada por la gran cantidad de materia fresca, que tiene que pastar y tratar, y no por la cantidad de materia seca y pared celular presente en el rumen (Jarrige, 1990).

II.2.2) Sexo

El sexo es un factor de alta influencia en los niveles de ganancias diarias y dentro de animales de igual sexo, los tratamientos que se les pueda aplicar (castración y criptorquidismo).

Spiker et al. (1992) citados por Alvarez et. al., (1998), encontraron que los animales criptorquididos se criaron hasta la madurez mas rápidamente que los capones y estos a su vez mas que las hembras. Igualmente Mahgoub y Lodge (1994) citados por Alvarez et. al., (1998), encontraron que los corderos enteros se criaban mas rápidamente y tenían mayores ganancias diarias, y que por lo tanto llegaban antes al peso de faena que lo machos castrados y las hembras.

Azzarini y Ponzoni (1971) y Sainz (1996), afirman que los machos crecen más rápidamente y depositan menos grasa que las hembras, así como los machos castrados se encuentran en una posición intermedia. Sí estos animales fueran sacrificados a la misma edad, el macho tendría una carcasa mas pesada, luego le seguiría el macho castrado y por último la hembra. Sin embargo, el contenido de grasa (gordura) de la carcasa seria lo contrario.

Por el contrario, Vesley (1973) no encontró diferencia significativas, ni en ganancia de peso entre castrados, enteros, inducidos a criptorquidia, ni en la tipificación de la carcasa.

Deambrosis (1972), señala que la relación entre peso vivo y el rendimiento en segunda balanza fue mayor para los machos enteros, después para los machos castrados y por último para las hembras.

Aparecen como más aclaratorias acerca del tema las citaciones que realizan, Azzarini y Ponzoni (1971), que afirman que estas diferencias se acentúan a medida que aumenta el peso de faena, como así también si pasamos a mejores planos de alimentación, ya que no se detectan diferencias entre machos enteros y castrados bajo condiciones de pobre alimentación.

Azzarini (1996), a partir de ensayos realizados para obtener corderos pesados aporta resultados donde se ve que tanto para obtener corderos de este tipo en otoño, como en primavera; (en el primer caso trabajando con corderos que se destetaban y se asignaban a un tratamiento de engorde sobre praderas y en el segundo caso se destetaban

sobre campo natural) los animales enteros obtenían mayores pesos a faena, tanto si eran mellizos como hijos únicos, a igual edad (Cuadro 11).

Cuadro11: Resultados de peso, rendimiento y gordura de corderos Corriedale.

Categoría	Nº	Edad Faena (Meses)	Peso Faena (kg)	Peso 2ª.Bal. (kg)	G.R. (Mm)
Enteros (U)	**15**	7	38.0	19.0	10.9
Castrados (U)	**14**	7	33.9	17.3	10.8
Enteros (Uy M)	**19**	11	39.8	20.4	9.4
Castrados (U y M)	**20**	11	33.3	17.2	7.4

U: únicos **M**: mellizos **Fuente:** Azzarini (1996)

II.2.3) <u>Genotipo</u>

Azzarini y Ponzoni (1971), explican que la velocidad de crecimiento de las distintas razas guarda una relación inversa con la precocidad y conformación de los animales, debido a que una aceleración en la deposición de grasa va acompañado de una disminución en la deposición de músculo y la velocidad de crecimiento baja.

En iguales condiciones de alimentación las razas de tamaño adulto menor son generalmente más precoces, pero tienen un ritmo de crecimiento menor (Azzarini y Ponzoni, 1971).

Flamant y Perret (1976) citados por Berreta et. al. (1993) , sostienen que las diferencias entre razas y cruzamientos (en el índice de crecimiento y la conformación), está dadas por las distintas relaciones de tejido, siendo él más variable el adiposo.

Según Cardellino (1983), las diferencias entre razas puede cambiar significativamente de un ambiente a otro, ya sea con o sin cambios en el ranking de las velocidades de crecimiento de los mismos, lo cual implicaría una interacción genotipo - ambiente.

Deambrosis (1972), cita diferencias de velocidad de crecimiento en corderos entre las razas Corriedale, Ideal y Merino, con una ganancia diaria de 231.5, 204 y 184.5 g respectivamente.

Nitter et. al. (1978) citado por Cardellino (1989), estimaron las heterosis individuales para diferentes caracteres: peso al nacer +3.2%, peso al destete +5%, ganancia de peso pre- destete +5.3% ganancia de peso pos - destete +6.6%, peso adulto +5.2% y caracteres de carcasa 0%.

Sidnell y Miller, (1971) citados por Berreta et. al. , (1993). trabajando con varias cruzas, han encontrado las siguientes heterosis: peso al nacer 2.33 - 7.33%, peso al destete 5.23-10.1% y ganancia diaria al destete 6.52-10.5 .

Pelle et . al. (1987) citados por Berreta et. al. (1993), encontraron diferencias significativas de las cruzas con respecto a las razas puras, para peso al destete y peso a la faena.

Bianchi (1997), observa que los cruzamientos con razas carniceras mejoran la velocidad de crecimiento de los corderos e incrementa la proporción de carne comestible y de cortes valiosos. En términos absolutos se registraron incrementos del 2 - 46% en la ganancia diaria de los corderos cruza con respecto a la razas laneras, para la obtención de corderos livianos (10 - 12 kg de carcasa).

Bianchi (1998), trabajando sobre cruzamientos tanto para obtener corderos livianos, como para corderos pesados obtuvo los siguientes resultados (Cuadro 12 y 13):

Cuadro 12: Resultados generales de la faena (145 ± 6.9 días) de corderos Corriedale y cruzas al pie de sus madres. Experimento 1.

	C	TX	HD	SD	TOTAL
Peso en establecimiento (kg)	36.3	39.1	40.0	40.1	38.7
Peso en frigorífico (kg)	34.2	37.1	38.4	37.9	36.7
Peso en 2ª balanza (kg)	16.9	19.3	19.5	19.3	18.7
Rendimiento (%)	49	52	51	51	51

Fuente: Garibotto et al. (1998)

Cuadro 13: Resultados generales a la faena (171 ± 7.2 días) de corderos Corriedale y cruzas. Experimento 2.

	C	TX	IF	MI	TOTAL
Peso en establecimiento (kg)	30.1	31.8	36.8	34.4	32.9
Peso en frigorífico (kg)	28.7	30.6	35.4	33.4	31.7
Peso en 2ª balanza (kg)	13	14.9	17.2	16.1	15.3
Rendimiento (%)	45	49	49	48	48

Fuente: Bianchi et al. (1998)

C: Corriedale; TX: Texel; HD: Hampshire Down; SD: Southdown; IF: Ile de France; MI: Milchschaf

Para el caso del experimento 1, e independientemente de la cruza considerada, se observó una superioridad de los corderos cruzas en el peso vivo al momento de la faena

que osciló entre 8-12% sobre la raza tradicional, incrementándose al 15% cuando la variable analizada es los kilogramos de carne en segunda balanza, producto de los 2-3 puntos porcentuales de superioridad de las cruzas en los rendimientos.

En el experimento 2 la superioridad en peso vivo de las cruzas comparativamente a la raza pura es aun mayor, particularmente para el caso IF (+23%) y MI (+16%), que también superaron al TX. En tanto que se repite la supremacía de todos los cruzamientos en cuanto a kg de carne en segunda balanza (+3-4 puntos porcentuales en rendimiento con relación a los corderos C), a pesar de presentar valores de rendimiento inferiores a los registrados en el experimento 1, entre otras cosas estos animales fueron destetados, mientras que los otros permanecían al pie de la madre hasta su faena.

Al comparar la velocidad de crecimiento para dos tipos de corderos (liviano y pesado) se observan diferencias entre los distintos tipos de cruzamiento. Los resultados sugieren para el experimento 1, que la utilización de los cruzamientos terminales no parece justificarse cuando el producto final es el cordero liviano, al menos en lo que se refiere a velocidad de crecimiento. Por el contrario la decisión de utilizar cruzamientos resulta significativa cundo la modalidad de venta es el cordero pesado.

En cambio en el experimento 2, en cuanto a la velocidad de crecimiento surgieron diferencias a favor de los corderos cruza pero para ambas modalidades de producción de corderos. En efecto, la utilización de razas carniceras paternas sobre ovejas Corriedale permitió obtener corderos livianos significativamente de mayor peso y antes en el tiempo, particularmente cuando los padres eran IF y MI.

Por lo que la superioridad de las razas carniceras en velocidad de crecimiento se manifiesta cuando se pasa de cordero liviano a pesado, lo cual concuerda con otros trabajos realizados en el país y con lo expuesto internacionalmente, en el sentido de que la heterosis para ganancia de peso diaria aumenta conforme aumenta la edad del animal.

En cuanto a calidad de la res, casi todos los animales presentaron terminaciones adecuadas (3-3.5), registrándose ligeras diferencias a favor de las cruzas con Texel y Southdown y solo en los corderos del experimento1. Mientras que los corderos MI mostraron una tendencia a la falta de terminación (estado corporal promedio<3) y valores de GR menores (muy bajos), sugiriendo que esta raza se adecua mas a la producción de canales más pesadas (mayores a 20kg).

Por lo que se desprende que dentro de las diferentes razas carniceras posibles de utilizar en cruzamientos terminales, no existe una que se destaque en todos los aspectos evaluados, sino que más bien tienden a complementarse (Bianchi, 1998).

Deambrosis (1972), sostiene que se podría seleccionar dentro de razas, ya que existen individuos de una misma raza que poseen diferente velocidad de crecimiento,

que se deben en alguna medida, a diferencias genéticas, por lo cual es posible seleccionar por velocidad de crecimiento.

II.2.4) Restricción alimenticia y crecimiento compensatorio

La restricción alimenticia es uno de los factores que afectan en una medida importante las ganancias diarias de los animales. En animales jóvenes la oferta de bajos niveles de alimento puede traer como consecuencia un crecimiento compensatorio cuando se levanta la restricción.

El termino crecimiento compensatorio es utilizado para describir el incremento en la tasa de crecimiento comúnmente observado posterior a un periodo de estrés nutricional (Kamalzadeh, 1996 citado por Álvarez et. al. , 1998).

Factores que condicionan el crecimiento compensatorio:

1- severidad o grado de limitación del consumo del alimento
2- duración de la restricción
3- estado de desarrollo al comienzo de la restricción
4- naturaleza de la realimentación

El efecto de la restricción alimenticia será más evidente y profundo sobre el crecimiento cuando ésta es impuesta a animales muy jóvenes.

En general se acepta que el aumento de peso observado en animales restringidos luego de iniciado el periodo de alimentación normal, se debe tanto al llenado del tracto digestivo como a la deposición de tejido corporal a un ritmo más acelerado que en los animales no restringidos. El apetito de los animales que han sido restringidos y luego son realimentados es mayor, por el cual tiende a presentar un mayor consumo (Verde, 1972).

Poppi et., al. (1995), notaron que el crecimiento compensatorio ocurre cuando la sub-nutrición reduce marcadamente la actividad metabólica del pool de tejidos del intestino y particularmente del hígado.

En la mayoría de los estudios se reduce el consumo para restringir el crecimiento, pero puede restringirse debido a una deficiencia en proteína (con consecuencias sobre el consumo). De esto se espera que tenga un mayor efecto depresivo en el crecimiento metabólico de la actividad de los tejidos (Drouillard, et. al. , 1991)

Orskov et. al. (1976) y Hovell et. al. (1987) citados por Poppi et. al. (1995), demostraron que animales en compensación respondían mas al incremento en la

suplementación con proteína que los animales que no estaban en crecimiento compensatorio.

II.2.5) Ambiente

Existe una zona de confort térmico donde las respuestas termo regulables son mínimas. En la zona de neutralidad térmica, en la cual la tasa metabólica no depende de la temperatura del animal, existe una zona intermedia donde el metabolismo es optimo. Los límites de esta zona dependen del consumo de alimento y del estado fisiológico de cada animal.

Los dos factores que influyen en el tiempo de pastoreo son la duración del día y el clima. Un 65 a 85% del total el pastoreo se efectúa durante las horas de luz, al acortarse los días parte el pastoreo deberá efectuarse fuera de las horas de luz. El mal tiempo reduce el pastoreo, tal vez no es afectado por lloviznas o lluvias muy cortas pero si las lluvias fuertes y prolongadas lo afectan reduciendo el tiempo del mismo. (Josifoivich, 1995).

Las pérdidas de calor podrían ser evitadas, en parte por el animal, por medio de los nervios pilomotores que regulan la erección del pelo. Entre estos pelos se encuentra una capa de aire quieto, con cierto grado de humedad que actúa como capa aislante alrededor del cuerpo. Algunas observaciones prácticas indican que al producirse esta erección en condiciones de altísima humedad como el caso de llovizna la perdida sería mayor que si se produce a baja humedad. Cuando el animal pierde mas calor que el que produce (medio frío), este debe de realizar un trabajo físico (ingestión, digestión, movimiento, etc.) para mantener el calor corporal. Esta desviación de energía para mantener el calor corporal provoca disminuciones en las ganancias diarias, esto sucede cuando la temperatura esta fuera del rango optimo, o sea, cuando el animal esta fuera de la zona térmica neutral o zona de confort (Josefovich, 1995).

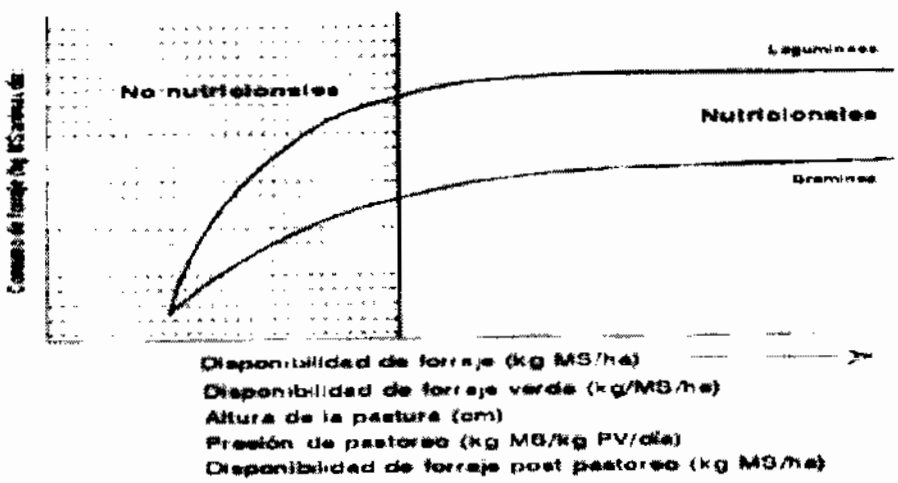
La cantidad de grasa externa así como la condición del pelaje o lana, condicionará las ganancias invernales, debido a que esto influirá en las posibilidades de control por parte del animal de la temperatura corporal (Josefovich, 1995).

II.3) REGULACIÓN DEL CONSUMO

El consumo animal y el forraje disponible están relacionados generalmente en forma curvilínea, distinguiéndose claramente dos secciones en la curva. En la parte ascendente los factores (no nutricionales) relacionados a la posibilidad de los animales para cosechar la pastura aparecen como determinantes del consumo; dentro de estos factores los de mayor incidencia son : la estructura de la pastura, la conducta de pastoreo de los animales (consumo por bocado, tasa de bocado, tasa de bocados y tiempo de pastoreo) y selección. En la sección asintótica de la curva factores

nutricionales tales como la digestibilidad de la pastura, el tiempo de retención del alimento en el rumen y la concentración de productos finales de la digestión ruminal adquieren importancia en determinar el consumo (Poppi et al. 1987) (Figura 7).

Figura 7: Factores nutricionales y no nutricionales que inciden en el consumo



Fuente: Poppi et al., (1987) .

Según Montossi et al. (1996), esta conceptualización de los factores que afectan el consumo en condiciones de pastoreo sirve para ejemplificar las relaciones existentes, sin embargo, ambos factores nutricionales y no nutricionales están actuando en conjunto, para determinar el consumo a baja o alta disponibilidad de forraje.

II.3.1) Factores no nutricionales

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

II.3.1.1) Asignación de forraje.
II.3.1.2) Altura del tapiz.
II.3.1.3) Densidad del tapiz.

La asignación de forraje es un factor que puede actuar sobre ambos mecanismos de control del consumo nutricionales y no nutricionales (Ganzábal, 1997).

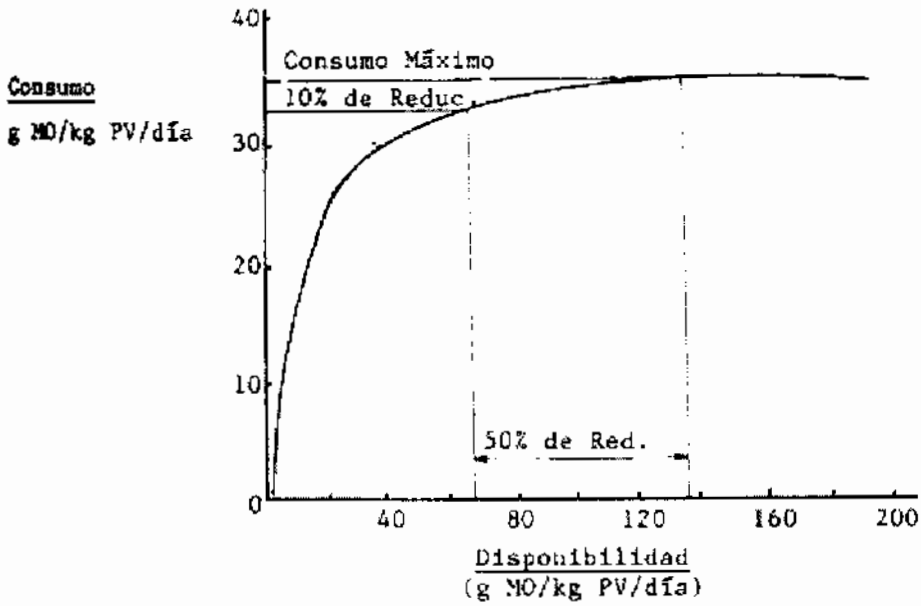
II.3.1.1) Asignación de forraje

La asignación de forraje es el factor de mayor importancia y está directamente relacionado al volumen de forraje cosechado y consumido. En la medida que la asignación de forraje disminuye, también lo hace la cantidad de forraje que puede acceder el animal con cada bocado, lo que lleva a que los animales modifiquen su comportamiento ingestivo (Hodgson, 1982 y Allden y Wittaker, 1970). Los animales pueden mantener un determinado consumo de alimento, a pesar de ocurrir cambios en la disponibilidad de la pastura variando tanto el tiempo de pastoreo como la tasa de consumo y que hay un limite para ambos factores donde el consumo se reduce crecientemente a medida que disminuye la disponibilidad de forraje (Arnold, 1962; Allden y Wittaker, 1970 y Jagush , 1979).

Según Greenhalgh (1966) y Gordon et al., citados por Norbis (1994), existe una relación curvilínea entre consumo y oferta de forraje, alcanzándose un máximo de consumo cuando al animal en pastoreo tiene acceso a un 50% mas de forraje que lo que en realidad come; decreciendo la respuesta en consumo con progresivos aumentos de la asignación.

A su vez Hodgson (1975) citado por Norbis (1994), concluye que bajo condiciones templadas, el forraje consumido se aproxima al máximo sólo con niveles de asignación diaria (medida a nivel del suelo) equivalente a cuatro veces la cantidad comida y declina rápidamente cuando la disponibilidad cae a menos de 40gr de MO/kg de PV/ día. Esto resulta del aumento de la dificultad de capturar el pasto cuando el pastoreo es restringido (Figura 8).

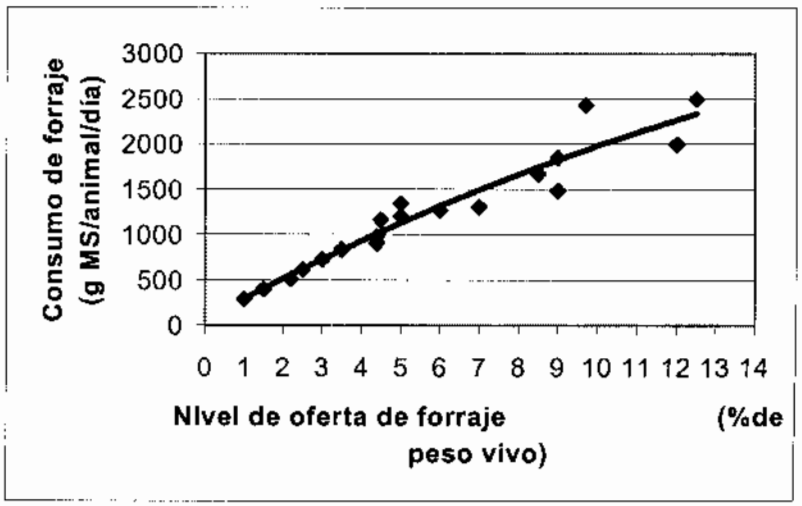
Figura 8: Relación entre asignación y consumo de forraje.



Fuente: Hodgson 1976 (adaptado por Norbis 1994)

La asignación de forje alcanza a explicar el 40% de la variación del consumo, pero cuando se la considera junto con la digestibilidad el largo de hoja y la densidad e la pastura explica el 86% de dicha variación (Arnold y Dudzinki, 1966 citado por Jagush 1979). Ganzábal (1997), observó que el consumo de materia seca (en ovinos de aproximadamente 40 kg de PV, alimentándose con pasturas sembradas,) se incrementa en la medida que aumenta el nivel de forraje ofrecido, desde valores de consumo inferiores a los 500 g de MS/ovino/día con niveles de oferta de forraje (NOF) marcadamente limitantes (1%), hasta 2500 g de MS/ovino/día cuando los NOF exceden las posibilidades de consumo de las ovejas, por lo que la asignación de forraje explicaría el 90% del consumo de los animales. El consumo de MS aparentemente se estabiliza a partir de NOF de 8-9%, valores en los que ovejas lactantes de 40 kg de PV en promedio alcanzarían el máximo consumo voluntario de MS (Figura 9). En corderos en cambio existen respuestas en consumo de MS, hasta niveles de asignación aun mayores.

Figura 9: Efecto del nivel de oferta de forraje sobre el consumo de Materia Seca



Fuente: adaptado de Ganzábal (1997).

II.3.1.2) Altura del tapiz

La altura del tapiz esta estrechamente relacionada a la tasa de consumo de los animales en pastoreo, cuanto más dificultad encuentre el animal para efectuar una defoliación que le permita ingerir abundante cantidad de forraje, menor será el nivel de consumo (Allden y Whittaker, 1970). Estos autores observando las diferencias de consumo entre borregos (43 kg) y corderos (25 kg), vieron que los corderos se comportaban mejor en pasturas bajas, si medimos el consumo por unidad de peso (borregos: 0.07 grMS/kgPV/min vs. corderos: 0.12 grMS/kg PV/min). Al aumentar la altura de los tallos los borregos pasaban a consumir más, cuando la altura de los tallos superaba los 20 cm, la tasa de consumo de los corderos disminuía, no disminuyendo la tasa de consumo de los borregos.

Allden y Whittaker (1970), al aumentar la altura de los tallos, encontraron que, el tamaño de bocado aumenta casi linealmente y la tasa de bocado luego de un pequeño incremento decrece. La tasa de bocado fue siete veces menor en ovejas pastoreando pasturas de 7 cm de altura que en pasturas de 3cm de altura. A mayores alturas de tallo el tamaño de bocado y la tasa de bocado varían inversamente para así mantener una tasa de consumo constante. Cuando el acceso a la pastura por parte de las ovejas se veía limitado debido a una baja altura, estas eran capaces de compensar la baja cantidad de forraje presente con el aumento del tiempo de pastoreo, pasando de 6 a 13 hs/día. Sin embargo, a medida que el animal extiende el periodo de pastoreo la compensación se vuelve cada vez más incompleta.

A su vez Wiliams et al. (1973) citados por Fraser et al. (1989), trabajando con ovejas hallaron una reducción del consumo de forraje del 60-70% cuando la altura no alcanzaba a los 5 cm y determinaron que la altura del forraje debe de superar los 10-12 cm para que el consumo no se vea disminuido.

Johnstone et al. (1944) citados por Allden y Whittaker (1970), puntualizaron que cuando el ganado pastorea sobre pasturas ralas y tiene dificultad de acceso (por bajas alturas), cualquier deficiencia en la cantidad de forraje presente por acre, no puede ser compensada incrementando el número de acres disponibles por animal.

II.3.1.3) Densidad del tapiz

En términos generales al aumentar la densidad del tapiz se incrementa marcadamente el consumo. Sin embargo, los valores muy altos pueden tener incluso efectos depresivos debido a que pueden provocar dificultades en la accesibilidad, dependiendo del tipo (ovino, vacuno), o el tamaño del animal (cordero, oveja).

Allden y Whittaker (1970), trabajando en pasturas de diferente densidad pero igual disponibilidad, encontraron que la tasa de consumo variaba según la distribución que tuviera la pastura, y concluyen que únicamente la asignación no sería un parámetro confiable para estimar el consumo y que la altura de los tallos estaría más estrechamente relacionada con la tasa de consumo que la MS por unidad de área.

II.3.2) Factores Nutricionales

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

Las tradicionales teorías del control metabólico y físico del consumo han sido criticadas por diversos autores por no tomar en cuenta la influencia potencial de las características de las pasturas y animales sobre la selectividad y consumo animal (Hodgson,1990 y Poppi et al. , 1987 citados por Montossi et al. 1997).

II.3.2.1) Restricciones físicas

El consumo voluntario puede estar restringido por distensión del rumen, resultando en una restricción del flujo de la digesta a través del tracto gastro-intestinal. La capacidad de llenado de los animales depende del peso y volumen de la digesta, que causa la distensión y la tasa de flujo de la digesta, desde el órgano donde se produce la

distensión. La limitación de distensión se puede producir en uno o más tramos del tracto gastrointestinal, dando como resultado un menor consumo (Allen, 1996).

Coincidentemente con estos autores Conrad et al. (1964) citados por Jung et al. (1989), desarrollaron el concepto de que el llenado físico del rumen limita el consumo en dietas de baja digestibilidad y se asume que este llenado físico del rumen está causado por altos contenidos de fibra en el forraje. Los constituyentes de la pared celular, los cuales representan la fracción fibra bruta del forraje limitan el consumo cuando su proporción se incrementa a mas de 55-60% de la materia seca (Norbis, 1994).

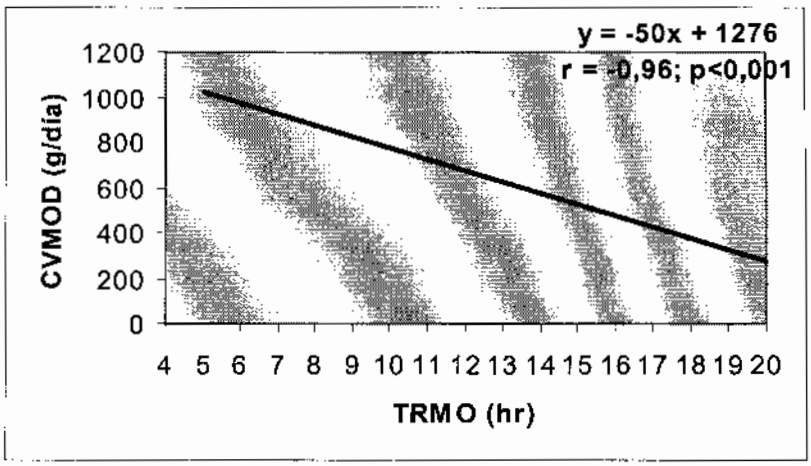
Según Robles et al. (1981) citados por Acosta et al. (1993), es la fracción indigestible de la fibra la que retarda la digestión aumentando el tiempo de retención y disminuyendo la tasa de pasaje.

Varios autores han sugerido que el contenido de FDN del forraje, está relacionado con el consumo voluntario (Jung et al. , 1989 ;Van Soest, 1965 y Waldo, 1986 citados por Allen, 1996). La correlación hallada por Jung et al. ,(1989) entre estos parámetros fue de r = 0.78. Aunque por si solo no es el predictor del consumo mas adecuado, ya que existen otros factores que inciden, como tamaño de partícula, fragilidad de las partículas, proporción de FDN (%FDN) y magnitud de la digestión de esa FDN (DFDN%) (Allen, 1996).

Esto ultimo coincide con lo hallado por Jung et al. , (1989), quienes encontraron una correlación mayor entre consumo y la DFDN % (r = 0.92). Los resultados experimentales sugieren, que manejos y forrajes que proporcionen fibras altamente digestibles pueden resultar en altos consumos y ganancias que otros cambios en la calidad de forraje.

Las diferentes fracciones de una pastura pueden ser comidas en diferentes proporciones a pesar de poseer similares digestibilidades de sus materias secas. Esto lo observaron Laredo y Minson, (1974) donde los tallos tuvieron un 35% mas de tiempo de retención en el retículo rumen y un menor consumo de estos con relación a las hojas. Las diferencias estuvieron asociadas a un mayor tiempo de retención en el rumen, debido a su mayor contenido de fibra. De acuerdo a esto los autores afirman que el tiempo de retención en el rúmen aparece como uno de los factores más importantes que afectan el consumo voluntario (Figura 10).

Figura 10: tiempo de retención en el rúmen y consumo voluntario de materia orgánica digestible.



Fuente: Larredo y Minson (1974).

Milfrod y Minson (1966), Vlyatt (1971) y Weston y Hogan (1971) citados por Thorton y Minson (1972), determinaron que las dietas con leguminosas eran consumidas en cantidades mayores que las dietas con gramíneas. Para un determinado nivel de digestibilidad las dietas con leguminosas tuvieron un mayor consumo de materia orgánica digestible y un menor tiempo de retención en el rumen. Al igual que en estudios previos, el consumo estuvo relacionado con el tiempo de retención de la materia orgánica en el rumen (por un mayor contenido de fibra) y a la mayor tasa de consumo y consumo por bocado logrado por animales sobre leguminosas que sobre gramíneas.

Cuando las limitaciones físicas para el consumo existen, el desplazamiento del contenido del retículo - rumen por material inerte determina una menor tasa de pasaje, esto tendría que resultar en una disminución del CVMS (consumo voluntario de MS). A las ovejas que se les ofreció heno de alfalfa (51% FDN) consumieron 1757 g/día, mientras que las ovejas que consumieron heno de Dactilis (70% FDN) tuvieron un menor consumo (1099 g/día), lo que demuestra las diferentes características de llenado de los forrajes utilizados y su relación con la tasa de pasaje (Baumont et al., 1990, citado por Allen (1996)

II.3.2.1.1) Tamaño de la partícula

La reducción del tamaño de partícula del forraje, mediante la masticación incrementa la tasa de fermentación debido al incremento en la superficie especifica (Allen 1996), y disminuye la capacidad de la partícula para retener gases, por lo que ambos factores afectarían la densidad. Es probable que la tasa de picado, sea una de las

determinantes importantes del llenado, cuando las limitaciones resultantes por volumen ocurren.

La reducción en el largo de la partícula es un requisito para que se del flujo desde el retículo - rumen (Ewing y Wright, 1918 citado por Allen, 1996). Coincidiendo con esto Poppi et al.(1996), señalan que la resistencia a que se produzca el flujo, aumenta desde el retículo- rumen a medida que se incrementa el tamaño de partícula.

II.3.2.1.2) Densidad de partícula

A pesar de que la importancia que tiene la reducción en el tamaño de partícula para que se produzca el flujo desde el retículo - rumen, esto no tiene porque ser siempre una restricción ya que ha sido observado que la mayoría de las partículas en el retículo - rumen son más pequeñas y el diámetro del orificio del retículo - omaso es más grande que la partícula más grande en las heces (Bueno y Ruckebusch, 1974; McBride et al., 1983 citados por Allen, 1996). Por lo que debe haber otros factores que están influyendo en las diferencias en flujos que existen (Okine et al., 1973 citado por Allen, 1996)

Una relación negativa entre la densidad de partícula y el tiempo de retención en el retículo - rumen fue establecida en experimentos donde se utilizaban partículas inertes y paredes celulares indigestibles (Allen, 1996), la relación entre la densidad de partícula y el tiempo de retención en el retículo rumen es casi lineal, con tiempos de retención que aumentan desde 19hs a 91hs a medida que la densidad se incrementa de 0.9 a 1.5 g/ml en experimentos utilizando partículas inertes de diferentes densidades (Lechner-Doll et al., 1991 citados por Allen, 1996).

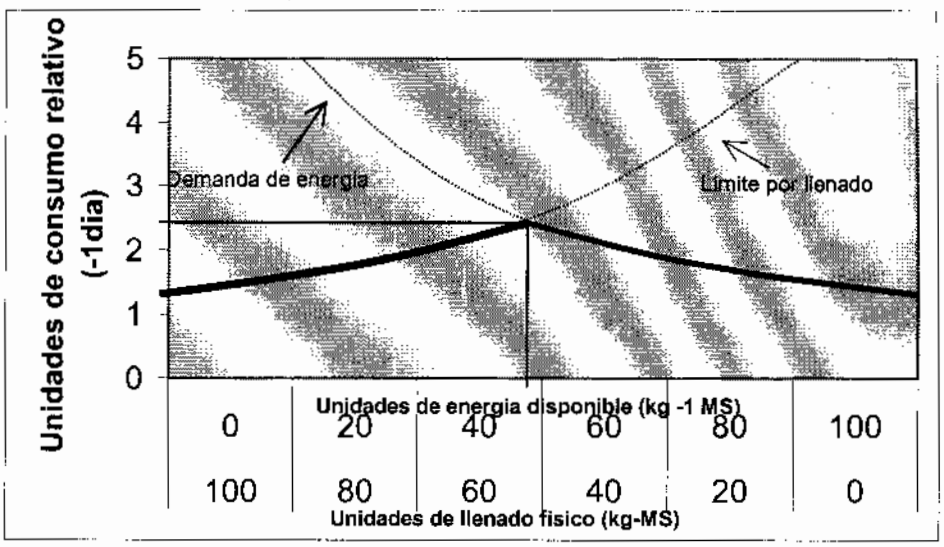
II.3.2.2) Restricciones metabólicas

El punto débil de cualquier método o modelo de formulación de raciones, es la predicción del consumo. La mayor incertidumbre no se da en los casos en que el consumo voluntario esta limitado por factores físicos, pero sí en el caso en que se regula o se limita el consumo debido a factores metabólicos (Illius y Jessop, 1996).

Dietas con alta digestibilidad tienen un potencial de consumo mayor que dietas de baja calidad antes que las restricciones físicas reguladoras del consumo voluntario actúen, con muy altas digestibilidades se producen cambios en la concentración de AGV (que operan limitando el consumo antes que el control físico de distensión), por lo que las restricciones que aparecerán en estos casos son del tipo metabólicas, relacionadas con la capacidad del animal de utilizar los nutrientes absorbidos (Norbis,1994; Allen, 1996). Ganzábal (1997), concuerda con que los mecanismos fisiológicos reguladores del consumo actúan, cuando el forraje es de alta calidad y la disponibilidad no es limitante.

En la figura 11, se puede observar como a medida que aumenta la calidad de la dieta (menor contenido de fibra), dejan de actuar los mecanismos físicos de control del consumo y pasan a actuar los mecanismos metabólicos de regulación del consumo (Mertens, 1994). En la medida que la FDN disminuye y aumenta la energía disponible del forraje, el consumo disminuye ya que los mecanismos de regulación metabólica están actuando.

Figura 11: Regulación física y metabólica del consumo.



Fuente: Mertens, 1994

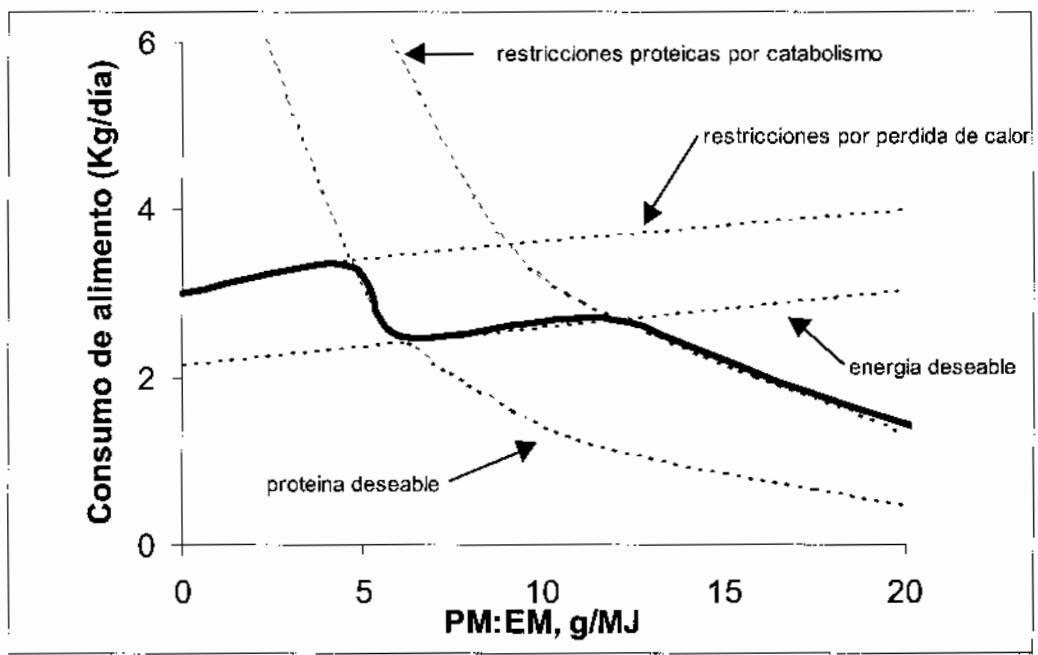
El limite de digestibilidad de la materia orgánica a partir del cual deja de actuar la regulación física y se desencadena un mecanismo de regulación metabólica, estaría situado según diferentes autores, en 67% (Robles et al. , 1981 citado por Ganzábal, 1997) y 70% (Orcasberro et al. ,1982 citado por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

El modelo conceptual sobre restricciones metabólicas propuesto por Illius y Jessop, (1996) muestra el diferente consumo (kgMS/animal/día) de los animales, en busca de cubrir sus requerimientos de proteína y energía con diferentes dietas y con diferentes proporciones de PM/EM (g/Mj) (PM= proteína metabolizable). En este modelo se ve que el consumo esta limitado por tasas máximas posibles de perdida de calor y de catabolismo de proteínas. El máximo consumo esta sujeto a estas restricciones, donde se minimiza el consumo de nutrientes en exceso.

El consumo optimo se da en la intersección de los requerimientos de proteína y de energía (figura 12). Por debajo de la optima proporción de PM/EM, aumenta el consumo para lograr cubrir los requerimientos de proteína lo cual va a determinar un excesivo consumo de energía, lo cual llevaría a un incremento en la síntesis de lípidos. Por encima de la relación optima de PM/EM, el aumento en desaminación provee de

energía logrando cubrir los aumentos en requerimientos de energía debidos al aumento en consumo de proteína. Si la relación PM/EM sigue aumentando el consumo disminuye ya que aumentan las perdidas de nitrógeno, lo que determina un gasto de energía extra, esta disminución en el consumo incluso puede llegar hasta que el animal no logre satisfacer sus requerimientos de energía, ya que el exceso de proteína no puede superar la tasa de catabolismo de proteína. Estos incrementos en las perdidas de nitrógeno pueden ser económicamente y ambientalmente indeseables.

Figura 12: Modelo conceptual del consumo voluntario en ovinos con dietas que difieren en la relación proteína /energía metabolizable.



Fuente: Illius y Jessop (1996).

II.4) REQUERIMIENTOS ENERGÉTICOS Y PROTEICOS

El crecimiento de un animal se puede definir como los cambios que operan en las magnitudes del animal hasta que alcanza el estado adulto, ya sean estas medidas de longitud, altura, largo, etc. o de peso vivo, mientras que por desarrollo se entiende los cambios que ocurren en la forma, la estructura anatómica y las funciones fisiológicas del animal a medida que avanza la vida del animal (Bonecarrere, 1971).

II.4.1) Requerimientos energéticos

La energía que excede a la necesaria para mantenimiento, se usa para las distintas formas de producción y la eficiencia con que se utilice en la producción depende de varios factores. Por ejemplo, un animal joven en crecimiento transforma la energía consumida en los nuevos tejidos, mientras un animal adulto en engorde la almacena en forma de grasa (Mac Donald, 1986).

Las evaluaciones de requerimientos del NRC (cuadro 14), para mantenimiento predicen las necesidades de los animales en jaulas metabólicas, pero cuando se trabaja con animales en pastoreo, las estimaciones asociadas a los requerimientos tomados en jaulas metabólicas, no siempre se ajustan a las respuestas en producción.

Los costos de alimentación (el tiempo usado en comer, la rumia y los costos de locomoción) pueden tomar un rango de pérdidas de entre 20 y más de 300 kcal por animal por cada kg de alimento consumido (Robins 1993 citado por Caton et al.,1997. En climas templados las actividades de pastoreo aumentan los requerimientos energéticos de los animales entre 20 a 100% en comparación con animales estabulados (Geenty et al., 1987 citados por Montossi et al. , 1996), siendo este factor de mucha importancia cuando se realizan estimaciones de requerimientos de animales en pastoreo y posibles consumos para cubrir los mismos. Langlands et al., (1963) citados por Shalu et al. (1989), concluyeron que a los requerimientos de mantenimiento para animales estabulados, habría que agregarle un 25 a 75% mas por pastoreo. Shalu et al. (1989) trabajando con capones en pastoreo concluyeron que los requerimientos de mantenimiento eran 152% mayores que los reportados por NRC 1975 y 235% mas si esos mismos corderos eran manejados en altas cargas y bajas disponibilidades de forraje. Osuji, (1974) citado por Caton et al., (1997) indicó que la energía gastada por ovejas pastoreando puede ser un 30% mayor que la de aquellas que estaban confinadas.

La mayoría de estos incrementos están asociados al trabajo muscular, específicamente al trabajo de comer, al de estar parado y caminar. La energía gastada asociada al trabajo de pastoreo está relacionada con el tiempo de pastoreo y la disponibilidad del forraje. El tiempo de pastoreo incrementa en la medida que la disponibilidad de forraje baja y los trabajos asociados al pastoreo aumentan (Caton et al.,1997).

La suplementación energética puede alterar los requerimientos de pastoreo por los cambios en conductas de pastoreo y por la eficiencia en el uso de nutrientes. Kryss y Hess (1993) citados por Caton et al.,(1997), estudiando la influencia de la

suplementación en el tiempo de pastoreo, concluyeron que incrementando el nivel de suplementación con granos el tiempo de pastoreo decrece.

Entonces si el tiempo de pastoreo decrece, la energía demandada por los trabajos de pastoreo decrece también y la eficiencia en el uso de la energía debería aumentar (Caton et al., 1997).

Cuadro 14: Requerimientos de EN (Kcal/dia) para corderos y borregos.

Peso Vivo	**10**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**
Requerimientos de ENm	**315**	**530**	**625**	**718**	**806**	**891**	**973**	**1053**
Ganancia (g)								
Requerimientos de ENg								
Peso Vivo	**10**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**
Peso vivo adulto menor (aprox. 95 kg)								
100	178	300	354	406	456	504	551	596
150	267	450	532	610	684	756	826	894
200	357	600	708	812	912	1008	1102	1192
250	446	750	886	1016	1140	1261	1377	1490
300	535	900	1064	1219	1368	1513	1652	1788
Peso vivo adulto medio (aprox. 115 kg)								
100	155	261	309	354	397	439	480	519
150	233	392	463	531	596	658	719	778
200	310	522	618	708	794	878	960	1038
250	388	653	771	884	993	1097	1199	1297
300	466	784	926	1062	1191	1316	1438	1557
350	543	914	1080	1238	1390	1536	1678	1816
400	621	1044	1234	1415	1589	1756	1918	2076
Peso vivo adulto mayor (aprox. 135 kg)								
100	132	221	262	300	337	372	407	439
150	197	332	392	450	505	558	610	660
200	263	442	5243	600	674	744	813	880
250	329	553	654	750	842	930	1016	1099
300	394	663	785	900	1010	1116	1220	1320
350	461	775	916	1050	1179	1303	1423	1540
400	526	885	1046	1200	1347	1489	1626	1760

Fuente: NRC (1985)

II.4.2) Requerimientos proteicos

Cuadro 15: Requerimientos de proteína bruta (g/día) para corderos y borregos.

Peso Vivo	10	20	25	30	35	40	45	50
Ganancia (g)								
Requerimientos de PB (g/animal/día)								
Peso Vivo								
Peso vivo adulto menor (aprox. 95 kg)	10	20	25	30	35	40	45	50
100	84	112	122	127	131	136	135	134
150	103	121	137	140	144	147	145	143
200	123	145	152	154	156	158	154	151
250	142	162	167	168	168	169	164	159
300	162	178	182	181	180	180	174	168
Peso vivo adulto medio (aprox. 115 kg)								
100	85	114	125	130	135	140	139	139
150	106	132	141	145	149	153	151	149
200	127	150	158	160	163	166	163	160
250	147	167	174	175	177	179	175	171
300	168	185	181	191	191	191	186	181
350	188	203	207	206	205	204	198	192
400	209	221	224	221	219	217	210	202
Peso vivo adulto mayor (aprox. 135 kg)								
100	94	128	134	139	145	144	150	156
150	115	147	152	156	160	159	164	169
200	136	166	170	173	176	174	178	183
250	157	186	188	190	192	189	192	195
300	179	205	206	207	208	204	206	208
350	200	224	224	224	224	219	220	221
400	221	243	242	241	240	234	234	234
450	242	262	260	256	256	249	248	248

Fuente: NRC (1985), (adaptado de Rivera 1989)

El estudio sobre los requerimientos proteicos es muy importante y se debe poner especial énfasis sobre todo cuando se trabaja con categorías de animales jóvenes. Esto es debido a que los mismos se encuentran en pleno crecimiento (depositando músculo), y una depresión en las cantidades de proteínas puede resentir su crecimiento, afectando la producción futura. Andrew y Orskov (1970) y Orskov et al (1971) citados por Álvarez et al. (1998), estimaron los niveles proteicos básicos para engorde de corderos jóvenes

observando que el mejor nivel proteico es entre 15 y 17% de PB/kg de MS para machos y 2% menos para hembras, dado que estas depositan mas grasa para igual aumento de peso. Cañeque y Galvez (1975) citados por Álvarez et al. (1998) observaron un crecimiento más rápido y un mejor índice de conversión tanto para machos como para hembras con niveles medios de proteína (en el entorno a 15%) hasta que los animales alcanzaban un peso de 20 kg y posteriormente la máxima eficiencia se lograba con niveles inferiores de proteína (14% de PB).

II. 5) SUPLEMENTACIÓN

II.5.1) Introducción

Podemos definir al proceso de suplementación como, el suministro de alimentos adicionales al forraje pastoreado o dieta básica, cuando este es escaso o esta inadecuadamente balanceado, de alcanzar determinados objetivos de producción (Pigurina, 1994).

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

Mediante la suplementación se procura obtener uno o varios de los siguientes efectos inmediatos: a) aumentar el nivel de producción individual, b) una mayor utilización de la producción forrajera y manejo racional de las pasturas (aumentando la capacidad de carga y evitando la sucesión de situaciones de sobre y subpastoreo), c) mejorar la eficiencia de utilización del alimento, d) prevenir enfermedades nutricionales (Lange, 1980)

El índice de conversión no puede ser el único elemento a tomar en cuenta a la hora de realizar la evaluación económica de la suplementación, ya que existen efectos indirectos o mediatos de esta práctica, como la posibilidad de incrementar la dotación promedio del predio y así mejorar la utilización del forraje, aumentando la producción por unidad de superficie, u obtener mejores precios de venta, por tener el producto terminado con anterioridad o con una mejor calidad. Por otra parte, otros aspectos benéficos pueden capitalizarse en etapas más avanzadas del ciclo productivo, por ejemplo, suplementar ovejas lactando redunda en una mejor performance para la siguiente temporada de servicios.

Los suplementos energéticos pueden tener efectos diferentes en el consumo de forraje, la utilización de la pastura y el comportamiento animal dependiendo del tipo y composición del suplemento, la cantidad y la calidad del forraje disponible y las condiciones climáticas (Bernardo et al. , 1994 citado por Vaz Martins , 1998).

II.5.1.2) Relaciones pastura-suplemento.

Lange (1980), señala que la relación entre el consumo de pastura y el de suplemento puede ser de distintos tipos:

De adición: Este efecto puede ocurrir cuando el animal obtiene de la pastura una cantidad reducida de nutrientes, debido a bajas disponibilidades de forraje, baja digestibilidad, tiempo de pastoreo restringido o forraje poco apetecible; no habiendo completado su capacidad de ingestión, al suministrarle cantidades de relativamente pequeñas de un suplemento, los nutrientes que este provee se suman a los proporcionados por la pastura (Figura 13).

De sustitución: en pastoreos con abundante forraje y de alto valor nutritivo, el animal puede obtener de la pastura suficiente cantidad de nutriente para el máximo nivel de producción individual; Al suministrar grano se induce un menor consumo de pastura, no afectando esa sustitución el aumento diario de peso que era máximo antes de dar el grano. La tasa de sustitución aumenta a medida que aumenta la oferta de suplemento (Pigurina,1994). La sustitución es esperable con suplementos cuya calidad o palatibilidad superan a las del forraje, a raíz de esta sustitución se generan excedentes de pasto que ampliarían la capacidad de carga del sistema (Viglizzo, 1981)

De adición - sustitución: como efectos combinados de adición y de sustitución , quedan comprendidas todas las situaciones intermedias que ocurren con mayor frecuencia que los efectos puntuales de adición total sustitución total. Se produciría cuando la demanda de pasto excediera a la oferta, niveles crecientes de suplementación adicionan nutrientes, que por un lado contribuyen a elevar la producción, mientras que por el otro, introducen un efecto sustitutivo que reduce la contribución de la pastura a la producción por animal, en general esta acción se produce con suplementos que superan en calidad al pasto (Viglizzo, 1981).

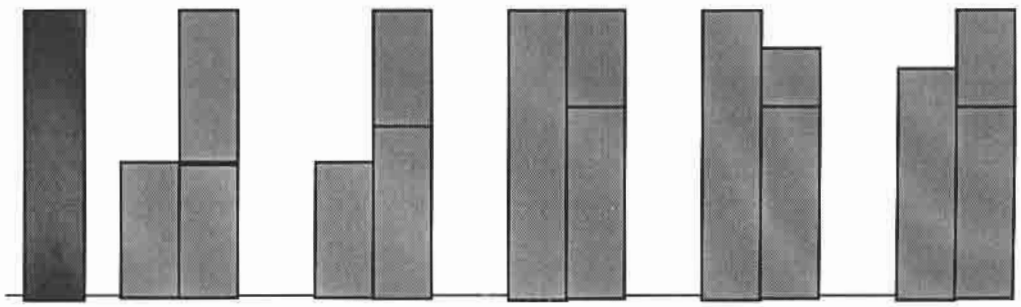
De adición con estimulo: Esta situación podría presentarse por ejemplo al suministrar un suplemento proteico a animales que pastorean forrajes de baja calidad, suponiendo que el suplemento adiciona proteína y energía; hay una estimulación de mayor consumo de forraje de bajo valor nutritivo.

De sustitución con depresión: ocurre cuando el suplemento es de menor valor nutritivo que el forraje, esto provocaría una depresión en el consumo y digestión del mismo (Lange, 1980). Ciertas modificaciones del ambiente ruminal pueden ser causa de la depresión (Pigurina, 1994).

La figura 13 representa las cinco relaciones de adición sustitución descriptas, donde la altura de las barras representa la cantidad total de nutrientes que el animal

obtiene del alimento ingerido, discriminando la contribución de la pastura (P) y del suplemento (S) a ese total, también se indica en que sentido varia la ganancia de peso y la capacidad de carga.

Figura 13: Relaciones de adición y sustitución (adaptado de Lange, 1980)



A	A+E	S	S+D	A+D
TS=0	TS<0	TS=100	TS>100	TS=0-100
Capacidad de carga:				
0	0/-	+	+	+

A=Adición A+E=Adición con estimulo S=Sustitución
S+D=Sustitución con depresión A+D=Aditivo sustitutivo

- Potencial de consumo del animal
- Consumo de pastura
- Consumo de suplemento

La tasa o coeficiente de sustitución se define como la relación entre la diferencia en kg de forraje ingerido con y sin suplemento y los kg de concentrado consumidos (Ganzabal, 1997)

Minson (1990), citado por Caton et al. (1997), haciendo una revisión de varios autores, con varios niveles de suplementación y distintas dietas bases, estimó un coeficiente de sustitución de 0.69; Westving (1992) y Ulmer (1990) citados por Caton et al. (1997), suplementando con cebada a novillos estimaron coeficientes de sustitución de 0.48 y 0.40 respectivamente, Chase y Hibberd (1987) citados por Caton (1997) suplementando con maíz a vacas consumiendo dietas en base a campo natural cortado de baja calidad estimaron coeficientes de sustitución de 0.83; Según Minson (1990) citado por Caton (1997) los coeficientes de sustitución dependen de la calidad del forraje, este

autor muestra que a medida que aumenta la proteína cruda del forraje los coeficientes de sustitución aumentan (Cuadro 16).

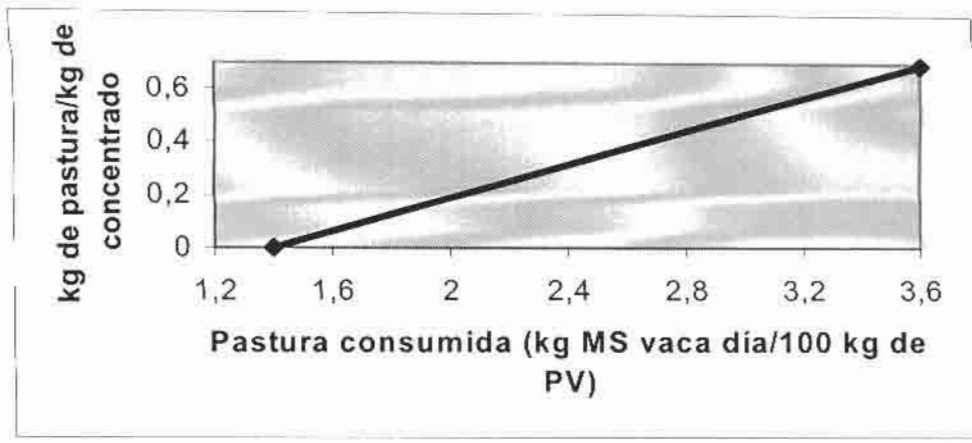
Cuadro 16: Efecto del nivel de proteína del forraje ofrecido en el coeficiente de sustitución. (adaptado de Minson, 1990 citado por Caton 1997).

PC del forraje, %	Numero de estudios	Coeficiente de sustitución	PC % promedio del forraje ofrecido
0 a 7	13	0.27	4.4
7 a 14	9	0.44	10.3
Mas de 14	10	0.51	17.5

Matejovsky et al., (1995), citados por Caton et al., (1997), suplementando corderos con tres dietas bases de forraje (5.2, 10.2 y 14.2% de PC), indicaron que los corderos que consumían las dietas 2 y 3 tenían consumos decrecientes de forraje causados probablemente por una alta tasa de sustitución. La tasa de sustitución varia dependiendo de la calidad de forraje y su efecto se hace mas pronunciado con los aumentos en digestibilidad (Horn y Mc Collum, 1987 citados por Vaz Martins,1997).

Vaz Martinz (1997) coincide que a niveles bajos de suplementacion (0,5 a 1% del PV) bajo condiciones de pastura restringida la respuesta en ganancia diaria y eficiencia de conversión es altamente dependiente de la calidad de la pastura. En pasturas de mayor calidad, se obtendrán mejores comportamientos de 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 mas altos de suplementación con grano pero el comportamiento animal será menor. Esto confirma que existe un rango muy estrecho de respuesta a la suplementación si no se quiere caer en situaciones de sustitución. Además el nivel de sustitución tiene una relación directa con la cantidad de forraje disponible, afirmando que por debajo de niveles de consumo del 1,5% del peso vivo, el efecto de sustitución es mínimo y la eficiencia de conversión de suplemento en PV es elevada (Figura 14).

Figura 14: Tasa de sustitución de forraje por concentrado en vacas lecheras consumiendo distintas cantidades de forraje



Fuente: Grainger et al. (1989) adaptado de Vaz Martins (1997)

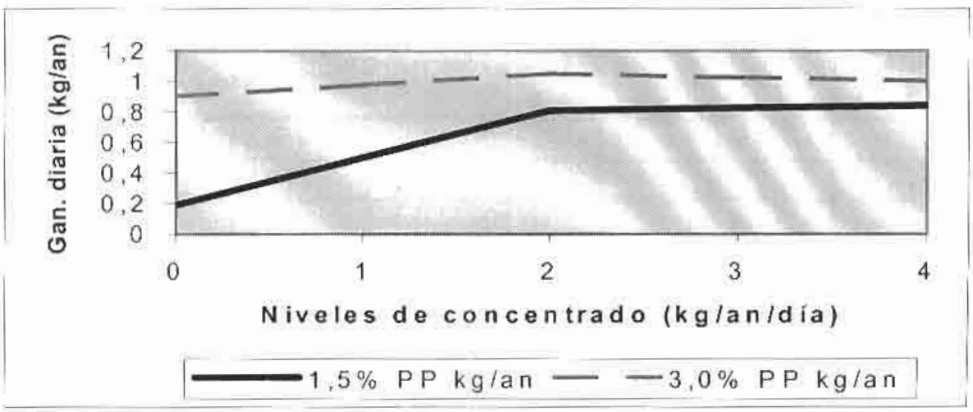
Ganzabal (1997) trabajando con capones a distintos NOF% determino que cuando el NOF es bajo (1% PV), existió adicion total y a medida que aumentaba el NOF% existieron sustituciones parciales hasta valores de 0.73 cuando el NOF% fue de 5%

Informes donde, bajos niveles de suplementación, aumentan el consumo de la dieta base (adición con estimulo) ocurren mas frecuentemente en ovinos que en bovinos. Henning et al., (1980) citado por Caton et al., (1997), trabajando con ovejas reportaron que a bajos niveles de suplementación con maíz (7.8% de la dieta consumida), incrementaron los consumos de forraje, mientras que con altos niveles de suplementación (23% de la dieta consumida), el forraje consumido era menor comparado con el control.

La información obtenida por Vaz Martins (1997) concuerda con la obtenida por Ramirez et al. , (1995), quien suplementando con concentrados energéticos a corderos cuya dieta base era Cenchrus ciliaris, de muy baja calidad (PC 10.8%, FDA 50.6% y DMO 45%), vieron que a niveles crecientes de suplementación (0.8, 1.1, 1.4, 1.7 y 2% del PV), no hubo sustitución y hubo aditividad en PC, ED y MS en todos los niveles.

Muchos resultados obtenidos en investigación en Uruguay en suplementación energética se pueden resumir en la (Figura 15), que muestra las relaciones existentes entre el nivel de suplementación y la presión de pastoreo.

Figura 15: Respuesta a la suplementación de novillos en dos presiones de pastoreo. Risso et al., (1991), (adaptado de Vaz Martins, 1997)



II.5.1.3) Efecto del suministro de suplemento sobre la producción animal

Existe un mayor efecto de la suplementación a medida que se aumenta la carga, lo cual lleva a concluir que la suplementación permite mantener cargas altas y ganancias individuales aceptables en el sistema (Scaglia et. al. , 1997 y Banchero et. al., 1998).

La suplementación debe considerase como una práctica que permite mejorar el nivel productivo de un predio al promover un mayor consumo de nutrientes, contribuyendo al adecuado manejo de la relación pastura - animal (Risso et al . , 1991).

Banchero et. al. (1998) trabajando con corderos Corriedale determino que la suplementación no tenía efecto ninguno durante todo el periodo cuando el NOF (nivel de oferta de forraje) era del 7 %, mientras que cuando el NOF era bajo (3,5 %) existía una respuesta positiva a la suplementación. En este experimento a una de las conclusiones que se llega es que la inclusión de afrechillo de arroz tuvo un efecto importante como vehículo de carga , donde a niveles de NOF de 3.5% con la inclusión de 1.5% de PV, permitió lograr similares ganancias de peso vivo que el testigo del 7% de NOF al doble de carga (Cuadros 17 y 18).

Cuadro 19: Descripción de los tratamientos utilizados en el experimento realizado por Banchero et. al. (1998).

Tratamiento	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
NOF		**7**			**3.5**	
Nivel de oferta e suplemento (% del PV)	0	1.5	3	0	1.5	3

Cuadro 18: Efecto del NOF y suplementación sobre la producción animal y por ha.

Tratamiento	Carga (animales/ha)	GMD (g/día)	Eficiencia de conversión	Producción de carne (kg PV/ha)
1	19.8	72	-	213
2	19.1	85	30	263
3	18.5	90	33.1	259
4	45.8	37	-	260
5	41.3	68	11.2	315
6	38.6	77	14.4	445

Scaglia et al. , (1997) trabajando con corderos de la raza Corriedale sobre un verdeo de avena, obtuvieron como resultado para la carga media (30 corderos/ha suplementados y no suplementados), la mayor producción de carne por ha (399 vs. 375 kg/ha), frente a las cargas bajas y altas (15 y 45 corderos/ha). Por otro lado, la mejor performance individual se logró con las cargas bajas tanto para el caso de corderos suplementados como no suplementados (113.4 vs. 102.4 g/día), observándose una leve superioridad en la ganancia diaria en el caso de los corderos suplementados. El mayor efecto de la suplementación se vio en las cargas altas, obteniéndose las diferencias mayores entre los tratamientos suplementados y no suplementados (39 vs. 17 g/día), a pesar de que las ganancias individuales fueron bajas (cuadro 21).

San Julián et al. , (1997), suplementando corderos sobre una pastura de triticale (Triticale secale) y raigrás (Lolium multiflorum), en cargas altas (40 corderos/ha) y medias (30 corderos/ha), tuvieron ganancias de peso vivo durante el segundo ciclo de pastoreo mayores que los testigos no suplementados (43 vs. -11 y 78 vs. 59 g/animal/día), mientras que en la carga baja (20 corderos/ha) los animales suplementados tuvieron un comportamiento inferior (85 vs. 112 g/animal/día). Esta depresión de las ganancias de peso vivo de los corderos a baja carga cuando son suplementados , se puede deber a la influencia negativa del afrechillo de trigo en el proceso digestivo y a la sustitución de forraje, afectando de manera negativa su performance. Scaglia et. al. , (1997), sostienen también que durante el primer ciclo de pastoreo existe un efecto depresivo del suplemento, debido a que los corderos necesitan acostumbrarse a la dieta combinada (pastura de calidad + concentrado). Una vez que el rumen de los corderos se acostumbra a la dieta ofrecida, estos realizaron ganancias individuales muy altas en los siguientes quince días (0.22, 0.20 y 0.31 kg/día respectivamente para cargas alta, media y baja), respondiendo así aparentemente al efecto del crecimiento compensatorio.

Newton y Young (1974) citados por Arocena y Dighiero (1999) , experimentando con cargas de 43, 60 y 87 corderos/ha , sobre una pastura de raigrás (Lolium perenne), suplementados con 100/g/día de pellets de cebada, encontraron una interacción significativa entre carga y suplementación. Los corderos en las cargas altas y media que recibían suplementación crecieron más ligero que los del grupo control (85 - 121 vs. 42 - 19 g/animal/día respectivamente), incrementándose significativamente la proporción de animales que alcanzaron el peso objetivo (35kg) para la faena. La eficiencia de utilización del suplemento fue 2.6, 5.5 y 20.2 kg de suplemento/kgPV adicional para las cargas alta, media y baja respectivamente (cuadro 19).

Cuadro 19: Efecto de la carga y la suplementación sobre la ganancia diaria de PV y la producción/ha.

Autor y duración	Suplemento y pastura	Carga Corderos/ha	GMD (g/animal/día)		Producción de carne equivalente /ha.		Ef. Conversión (kg supl/kg adicional)
			CON	SIN	CON	SIN	
Sacaglia et. al., (1997) * (84 días)	Afrechillo de trigo (1.2% de PV); avena	45	38	16	367	286	14.8
		30	100	88	399	375	32.4
		15	111	98	213	200	23.5
San Julian et. al. , (1997)	Afrechillo de trigo (1.2% del PV); triticale + raigrás	40	110	60	493	269	5.6
		30	123	133	413	447	-26.9
		20	158	168	354	376	-8.7
Newton y Young (1974) (95 días)	Pellets de cebada (100 g/día) ; raigrás perenne	87	85	-38	110.5	9	2.6
		60	121	30	113	78	5.5
		43	73	73	114	105.5	20.2

Nota: * La ganancia media diaria es tomada del 15/7 al 18/10 y la producción/ha del 15/6 al 18/10.

II.6) FUNCIONAMIENTO RUMINAL

II.6.1) Introducción

El rumen principal órgano fermentador, presenta un ambiente muy favorable al crecimiento microbiano. Un ambiente ruminal optimo en su actividad celulolítica para la digestión de la fibra y síntesis de proteína bacteriana, es aquel que presenta un pH de 6.7-6.8, una concentración de NH3 de 5-8 mg/100ml y de AGV de 70-90 mMol/l (Santini y Rearte, 1997). Los valores de pH, entre 5.5 y 7, y la temperatura (39-40°C) son óptimos para muchos de los sistemas enzimáticos; el alimento llega a él de una forma más o menos continua y las contracciones de las paredes del estómago favorecen la puesta en contacto de los microorganismos en todo momento con los alimentos recién ingeridos o rumiados. Las condiciones de humedad son favorables para muchos microorganismos y los productos finales de la fermentación, los cuales se eliminan por absorción o por paso a otras porciones del tubo digestivo (Church 1974).

En el ambiente ruminal existe una considerable diversidad de microorganismos, debida a la complejidad de las sustancias alimenticias ingeridas por los rumiantes (Church, 1974; García, 1991). Los organismos pueden adaptarse a utilizar cierto número de nutrientes (haciéndose así mas especializados) o a gran diversidad de los mismos; los primeros crecerían bien en las condiciones que se adaptaran a ellos, mientras que los últimos tendrían mas probabilidades de supervivencia cuando las condiciones fueran cambiantes. En el rumen se encuentran ejemplos de ambos tipos.

Las dos principales clases de microorganismos del rumen son las bacterias y los protozoarios, aunque también se encuentran ocasionalmente cantidades apreciables de levaduras. En dietas en que hay presencia de carbohidratos de fácil digestión (pasturas en estado vegetativo, etc.) la proporción de protozoarios es superior, lo que reviste importancia en el control del pH, ya que se alimentan de los azucares a la vez que predan sobre otros microorganismos presentes en él liquido ruminal (García 1991). Las bacterias son importantes en las dietas ricas en carbohidratos estructurales (pasturas maduras, rastrojos, etc.) ya que son sus enzimas las responsables de la degradación de la celulosa. La presencia de hongos anaerobios cumple la función de preparar la fibra para la degradación ulterior por las bacterias celulolíticas (García 1991). Las condiciones del rumen son anaerobias por lo que las formas microbianas son casi todas anaerobias o facultativas (Church, 1974).

II.6.2) Metabolismo ruminal

II.6.2.1)Carbohidratos

La mayoría de los microorganismos del rumen obtienen la energía de la fermentación de los azucares (esqueletos carbonados, celulosa, almidón, etc.).

Inicialmente todos los carbohidratos de la dieta son convertidos en glucosa, sin embargo, la misma está presente solo en forma transitoria y es pronto convertida en AGV pasando por piruvato, estos son absorbidos a través de las paredes del rumen, retículo y omaso. Las bacterias metanogénicas utilizan el formiato, hidrogeno y CO2 para producir metano, que es expulsado del rumen (Maynard, 1984; Jarrige, 1990).

Con alimentación en base a pasturas, esta mezcla de AGV esta constituida por 60-65% de ácido acético, 18-20% ácido propiónico, 10-15% de ácido butírico y 2-5% de otros AGV (Jarrige, 1990).

El porcentaje de acético aumenta a medida que aumenta el contenido de pared celular en la dieta, el porcentaje de propiónico aumenta con la presencia de cereales en la dieta y el butírico aumenta en la medida que aumenten los glúcidos solubles en la dieta (Jarrige, 1990)

II.6.2.2)Compuestos nitrogenados

Los compuestos nitrogenados consumidos por el rumiante, pueden ser divididos en nitrógeno no proteico y proteína verdadera, el primero es rápidamente fermentado a amoniaco, el cual es utilizado por las bacterias para la síntesis de su proteína, la eficiencia del uso de este N amoniacal por los microorganismos ruminales esta relacionada directamente con la disponibilidad de energía del medio. La proteína verdadera, puede ser de fácil o difícil degradación; la primera da como productos, péptidos, aminoácidos (la mayoría de los cuales son desaminados posteriormente), amoníaco, AGV y CO2 siendo los tres primeros utilizados por los microorganismos en mayor o menor grado para formar proteína microbiana, la proteína de difícil degradación (poco soluble), escapa a la degradación ruminal y puede ser degradada a nivel del intestino delgado. Si en el rumen se produce una mayor cantidad de amonio del que los microorganismos son capaces de utilizar, éste puede ser absorbido hacia la circulación portal, transportado al hígado y convertido en urea, la que puede retornar al rumen desde la sangre a través de la saliva o por transferencia directa a través de la pared ruminal, o ser eliminada por la orina (Maynard, 1984; García, 1991).

II.6.3) Efecto de la dieta en el metabolismo ruminal

II.6.3.1) Cambios en el pH

Las diferentes dietas consumidas, poseen un efecto directo sobre el pH y los AGV en el rumen. Briggs et al. (1957) citado por Church (1974) trabajando con ovejas alimentadas solamente con heno de alfalfa, vieron que la disminución del pH en el rumen se da cuando aumentan los niveles de AGV, lo cual determina una relación inversa entre pH y los AGV. Sin embargo, cuando suministraban raciones que determinan la producción de ácido láctico en el rumen (140 g. paja de trigo, 340gr cebada aplastada, 170gr melaza y 85gr caseína), hubo una relación igualmente elevada e inversa entre el pH del contenido del rumen y el ácido láctico; los niveles altos de ácido láctico y bajos de pH en el rumen se producen simultáneamente; y esto determinó niveles inferiores de AGV. Lo que determina que la bajada de pH coincidía con la producción de AGV, siempre que esta no fuera provocada por la producción de ácido láctico.

Reid et al. (1957) citado por Church (1974) utilizando este tipo de dietas (que incluían raciones) notaron que se producía siempre un descenso del pH por debajo 5-5.5 después del consumo de alimentos asociado a una clara disminución en la proporción de ácido propiónico y butírico hasta niveles de 8 y 5% respectivamente. El consumo continuado de la dieta no afecto la proporción de ácido butírico, pero se produjo con frecuencia un importante aumento en el ácido propiónico llegando a ser en algunos de los casos el 39% del total; probablemente esto se produjo como resultado del desarrollo

de microorganismos ácido resistentes que, seguramente, fermentan el ácido láctico a propiónico.

También se ha visto que animales muy seleccionadores en pasturas, tienen una alta producción de AGV provenientes de una rápida fermentación de los carbohidratos en esas dietas, produciéndose una bajada del pH ruminal (Van Soest, 1994 citado por Hume et al. , 1995). La actividad de rumia, la producción de saliva y el pH ruminal es por lo general mas bajo para el ganado comiendo dietas altas en concentrados, especialmente cebada (Krause et al. ,1988).

Numerosos trabajos en suplementación con granos indican que no siempre existe reducción en el pH ruminal como se puede apreciar en el cuadro 20.

Cuadro 20: Influencia del tipo de suplemento y la dieta base en el pH ruminal

Animal	Suplemento	Dieta base	Influencia en el pH ruminal	Autores
Novillos de carne	Maíz, .2, .4, .6% del PV	Pasto de verano	No hubo efecto, rango entre 6.3 y 6.4	Pordomingo et al., 1991
Novillos de carne	Cascarilla de soja, 0, 15, 30, 45 y 60% de la dieta	Bromus de baja calidad	Reducción lineal; nunca debajo de 6.1	Grisby et al., 1992
Novillos de carne	Cebada, 10, 30 y 60% de la MS consumida	Heno de bromus	Reducción de pH seis horas por debajo de 6	Leventini et al., 1990
Novillos de carne	Cascarilla de soja y Maíz (grano entero)	Chala de maíz	Rápida reducción con maiz, reducción gradual con cascara de soja.	Anderson et al., 1988
Novillos de carne	0.5, y 1 kg ración balanceada	Trigo forrajero	No hubo efecto, rango entre 5.3 y 6.5	Braine et al., 1995
Novillos de carne	Grano de sorgo; 0, 0.17, 0.32 y 0.66% del peso vivo.	Crecimiento temprano de verdeo de verano	Reducción lineal, por debajo de 6.45	Vanzant et al., 1990
Novillos	Niveles crecientes de grano de maíz; 0, 2 y 4 g de almidón por kg de peso vivo	Heno de pasto	Reducción de pH por debajo de 6 por ocho horas	Sanson et al., 1990
Novillos de carne	22.5 y 45% de los requerimientos de EM	Heno de baja calidad	Altos niveles reducen el pH por debajo de 6.4	DelCurto et al., 1990
Novillos de carne	Grano de sorgo; 0.5 kg	Blue grama rangeland	No hubo efecto	Krysl et al., 1989
Vacas de carne	Grano de maíz; 0, 1, 2 y 3 kg por animal por día	Heno de baja calidad	2 y 3 kg redujeron el pH por 9 horas. Nunca debajo de 6.2	Chasse et al., 1987
Vacas de carne	Cascarilla de soja 0, 1, 2 y 3 kg por animal por día	Heno de baja calidad	Redujo el pH, nunca debajo de 6.2	Martin et al., 1990

Vacas lecheras	0-10 kg de pellets de alta energía; trigo o cebada	Pradera	No hubo efecto	Stockdale et al., 1987
Novillos de carne	Grano de maiz	Heno de pradera	No hubo efecto	Cordes et al., 1988
Ovejas	Grano de maíz; 0, 10 y 20 g/0.75kg de la dieta	Paja	Reducción lineal de 4 a 12 horas después de comer, nunca debajo de 6.2	Zorrilla-Rios et al., 1989

Fuente: Caton (1997)

En base a numerosos trabajos de otros autores que midieron pH ruminal y distintos tipos de dietas en vacas lecheras, novillos y ovejas, Pitt et al., (1996) estimaron la regresión entre el porcentaje de forraje en la materia seca consumida y el pH ruminal y la regresión entre el porcentaje de FDN de la materia seca consumida y el pH ruminal, concluyendo que incrementando el forraje en la dieta el pH ruminal aumentaba levemente, lo mismo que sucedía al incrementar la FDN de la dieta.

II.6.3.2) Utilización del nitrógeno

Bajo condiciones naturales, la dieta del rumiante contiene nitrógeno proteico y no proteico (NPN). En los forrajes frescos hasta el 30% del N puede estar en forma de NNP (Church, 1974).

El valor biológico del nitrógeno de la dieta varia determinando mayor o menor retención del mismo. Cuando la fuente del nitrógeno es NNP, la retención del mismo es menor que para las fuentes proteicas. Las diferencias en la utilización del nitrógeno puede estar debida a la velocidad de degradación en el rumen, por lo que Chalmers et al. (1954) citado por Church, (1974), concluyeron que la formación de amoníaco en el rumen puede ser un factor importante que determina el valor biológico para los animales.

Las altas concentraciones amoniacales, se originan en el alto contenido de proteína bruta de las pasturas y en la alta degradabilidad que dicha proteína tiene a nivel ruminal. Si el amoníaco producido no es utilizado por las bacterias del rumen, este se absorbe rápidamente. Un alto nivel de amoniaco en el rumen puede conducir a una disminución de la síntesis proteica ruminal y a una mayor síntesis de urea en el hígado, determinando un mayor gasto energético y en ultimo termino a una inferior utilización del N, particularmente si existe una deficiencia de carbohidratos fácilmente solubles en rumen (Church, 1974; Santin y Rearte 1997).

Dellow et al. , (1988) Citado por Karnezos, (1994), indican que concentraciones de nitrógeno mayores a 30gr. de N por kg de materia seca resulta en un exceso de nitrógeno amoniacal, que es absorbido por el torrente sanguíneo y excretado en forma de urea.

Según Loosli y Mc Cay, 1943 citados por Church, 1974, el uso de urea para reemplazar parte de la proteína no ha afectado consistentemente a los rendimientos, donde terneros suplementados con dietas pobres en proteínas y el agregado de 4% de urea se logro un incremento en la velocidad de crecimiento, retención de N y digestibilidad de la materia seca y de los carbohidratos.

Karr et al. , (1965) citado por Church, (1974), concluye que generalmente la velocidad de ganancia fue inferior para los corderos que recibían urea, que para los que recibían suplementos proteicos, pero adicionando urea a raciones pobres en proteína se pueden mejorar los rendimientos de los corderos de engorde. Por lo tanto resulta obvia la inutilidad de agregar urea a las dietas que ya alcanzan los requerimientos proteicos. Existe evidencia "in vitro" que indica que las bacterias no son capaces de utilizar eficientemente el amoníaco si la concentración de éste en el rumen excede 5-8 mg por 100ml (Maynard, 1984).

La ganancia de peso vivo depende principalmente del suministro de aminoácidos (AA) y de los substratos de la producción de energía liberados hacia los tejidos hasta el limite genético para la síntesis proteica, lo cual es probable que nunca se alcance por animales consumiendo pasturas. El suministro de AA depende del contenido de proteína de la dieta, de la transferencia neta a través del rumen hacia el intestino como proteína indegradable del forraje y proteína microbiana y finalmente de la absorción a nivel del intestino delgado. La deposición de proteína depende de la eficiencia con que es utilizada la proteína absorbida, la cual es dependiente de la disponibilidad de substratos energéticos producidos y AA esenciales.

Lo que emerge de los datos anteriores es que, se produce una transferencia neta de la proteína ingerida, cuando el contenido de la dieta esta por debajo de 160gr de PC/kg de materia orgánica (MO). Utilizando las relaciones surgidas de vacunos y ovinos, seria mas confiable establecer que las perdidas de proteína o la incompleta transferencia, ocurriría cuando la PC excede aproximadamente los 210 g./kg de MO. Este valor puede ser utilizado para identificar situaciones donde perdidas significantes de proteína ingerida en la dieta pueden ocurrir (Poppi, 1995).

Soeperano y Davies (1987) sugiere que cuando la absorción de proteína esta en exceso para la cantidad necesaria para la máxima síntesis proteica, la producción de calor se incrementa y la eficiencia en la utilización de la EM se reduce y hay menos energía para la lipogenesis.

Información del efecto en variar la cantidad de proteína en relación a la energía en dietas para crecimiento de corderos, sugiere que el crecimiento y la composición de la carcasa algunas veces puede ser manipulado, alterando la cantidad de proteína (Soeperano y Davies, 1987).

Los datos obtenidos, muestran que corderos alimentados con dietas de alto contenido de proteína que crecían mas rápidamente en relación a corderos alimentados con bajo contenido de proteína (32.5gr N/kgMS y 17.2 g. N/kgMS respectivamente), ambas dietas eran altas en energía (Soeperano y Davies, 1987).

II.6.3.3) Digestión de la fibra

La actividad celulolítica de los microorganismos del rumen es un proceso complejo. Para una completa digestión de la celulosa se necesitan de tres enzimas especificas, endocelulosa, exocelulosa y celobiosa. Numerosos microorganismos del rumen son capaces de producir una o dos de estas tres enzimas, pero ninguno puede producir las tres, para una completa digestión de la celulosa en el rumen es necesaria una relación simbiótica entre los mismos. La síntesis de enzimas celulolíticas producidas por microorganismos cultivados " in Vitro" es estimulada por la celulosa mientras que la glucosa y otros azucares tendrían un efecto negativo en la síntesis de enzimas celuloliticas (endo y exo), (Hume et al, 1995).

La sensibilidad de las bacterias del rumen al pH y los cambios en las poblaciones de bacterias en respuesta a la reducción de pH, se sugieren como las razones de reducción de consumo y digestión del forraje como consecuencia de una menor eficiencia de la utilización de los componentes de la pared celular (Hume et al. , 1995; Caton et al. , 1997; Owens, 1998)

Mertens (1977) citado por Caton et al. (1997), sugiere que la digestión de la fibra del forraje declina cuando el pH ruminal se sitúa por debajo de 6.7, sin embargo, Orskov (1982) citado por Caton et al. (1997), indican que el pH ruminal por debajo de 6.2 puede reducir la actividad de las bacterias celulolíticas y la digestión del almidón respectivamente. Church (1974) mantiene que los rumiantes consumiendo forraje como dieta base presentan un pH ruminal en el rango de 6.2-6.8 pero que al consumir concentrados el rango de pH varió de 5.8-6.6. Russell et al. (1980), indicaron que las poblaciones de bacterias celulolíticas disminuían cuando los pH se situaban en el entorno de 5.7-6.2 mientras que las bacterias fermentadoras de carbohidratos solubles persistían todavía en los rangos de pH de 4.6-4.9.

Leedle et al. , (1982) encontraron que las bacterias celulolíticas aumentaban cuando se daban dietas con contenidos altos en fibra (pasturas o forrajes toscos), con relación a cuando se daban dietas altas en concentrados. Dehority y Tirabasso, (1998) obtuvieron como resultado que al suministrar un alimento más fibroso, o sea, alto en celulosa (64.3%), la flora celulolítica aumentaba (163.4*10 8) pero la digestibilidad de la celulosa permanecía igual (21.3%) que cuando se suministraba una dieta baja en celulosa (19.6%), la cual determinaba una concentración de bacterias celulolíticas de 7.4*10 8 y una digestión de 24.7%. Lo que se observo que en las dietas altas en fibra el pH permanecía mas bajo aunque las diferencias no eran significativas.

Estos autores concluyen que una dieta fibrosa aumenta el porcentaje de bacterias celulolíticas, incluso en dietas que ya eran altas en fibra (55%) y se pasa a una dieta mas alta en fibra (65%) , a pesar de que el pH era marcadamente mas bajo para este ultimo caso 5.9 y 5.5 respectivamente. No hubo diferencias en la digestión de la fibra como consecuencia del aumento de la concentración de las bacterias celulolíticas incluso cuando se mantuvo constante el pH en 6 y esto se explicaría debido a que todos los sitios disponibles para que se realice la digestión, ya estarían saturados con la primera concentración de bacterias celulolíticas por lo que un aumento en estas no determinaría una mayor digestión de la fibra. Estos autores sugieren que al aumentar el sustrato (forraje) y al aumentar el numero de bacterias celulolíticas podría aumentar la digestión de la fibra. Por lo que factores asociados con el forraje en si mismo, la tasa de hidrólisis de la celulosa y el tamaño del sustrato, tendrían una gran influencia sobre la cantidad de celulosa digerida en el rumen .

Los efectos de las suplementaciones energéticas en la digestibilidad de la dieta, en rumiantes consumiendo forrajes como dietas bases, han sido variados. Numerosos estudios han demostrado que la suplementación con grano ha reducido la digestión de la materia seca y la materia orgánica en todo el tracto digestivo (Hannan et al. , 1989, Zorrilla-Rios et al., 1989, Vanzant et al., 1990 citados por Caton, 1997) . Otros han notado incrementos o ningún efecto en la digestibilidad (Kartchner, 1981, Krysl et al.,1989, DelCurto et al., 1990, Freeman et al., 1992, Matejovsky y Sanson, 1995, Braine et al., 1995 citados por Caton 1997). Las diferencias encontradas pueden ser parcialmente explicadas por los niveles de proteína suministrados. La sensibilidad de la digestibilidad a la suplementación energética, puede depender del nivel de proteína. En situaciones donde el nivel de proteína cruda es limitante, la suplementación energética podría incluso empeorar las deficiencias de PC y como resultado de esto se reduciría el consumo, la digestibilidad y la performance animal (Caton, 1997).

Por otro lado Bermúdez, et al (1993), concluyen que una pequeña inclusión de concentrado, conduce a un aumento de la concentración de carbohidratos no estructurales, los cuales pueden haber estimulado la digestión de la pared celular o al menos no afectarla en forma sustancial que a mayores niveles.

II.6.3.4) Sincronización de nutrientes.

Egan (1977) citado por Illius y Jessop (1996), mostró que el consumo de forrajes de baja calidad puede ser mejorado incrementando el suministro de proteína con relación a la energía, en los nutrientes absorbidos. Otros estudios han demostrado similares incrementos en el consumo cuando forrajes de baja calidad eran suplementados a nivel ruminal con N disponible para los microorganismos del rumen (Leng, 1990 citado por Illius y Jessop, 1996).

Esto ha llevado a considerar el estudio del balance nutricional a dos niveles, uno a nivel ruminal y otro al nivel de absorción de nutrientes por el animal, de cualquier manera estos están estrechamente relacionados.

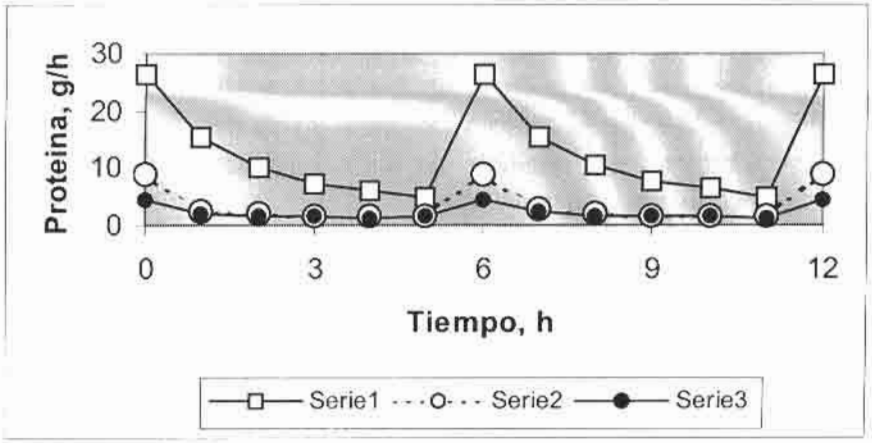
II.6.3.4.1)Sincronización de nutrientes administrados al rumen

Existe un balance optimo para los microorganismos del rumen; no lograr este balance resulta en una disminución de la eficiencia con que los nutrientes son convertidos en compuestos que puedan ser utilizados por el animal. Ha sido reportado que la falta de sincronización de los nutrientes para los microorganismos tiene un gran impacto en la eficiencia con que los substratos son fermentados y en la tasa de crecimiento de los microorganismos (Illius y Jessop, 1996).

Las restricciones en el suministro de N disponible para el rumen en relación a la energía, limita severamente el crecimiento de los microorganismos, su actividad y puede llegar a causar una disminución en la digestión (Leng, 1990 citado por Illius y Jessop, 1996). A su vez la restricción de carbohidratos fermentables con relación al N disponible, también limita el crecimiento de los microorganismos y su actividad y resulta en una ineficiencia en la utilización los aminoácidos, debido a que mayores cantidades van a ser desaminadas, provocando un aumento en las perdidas de N del animal por la orina.

El no tener en cuenta el N endógeno (proveniente de la saliva y por difusión a través de la pared ruminal, descamación del epitelio ruminal y reciclaje de materia microbiana), puede llevar a errores o sobre alimentaciones con N. Cuando se tiene en cuenta el N endógeno es predecible que aparezcan los carbohidratos fermentecibles como la limitante de la producción microbiana. Esto se ve en la figura 16, que a pesar de que la mayoría del N reciclado proviene del N absorbido a través del rumen, debido al reciclaje y a la frecuencia de consumo del alimento, es que los niveles de amonio son casi siempre suficientes para abastecer de N al rumen (Illius y Jessop, 1996)..

Figura 16: Modelos de predicciones de los requerimientos y aporte de proteína dietaria, incluyendo el reciclaje de proteína microbiana y NH3.



Fuente: Illius et. al. (1996).

Serie 1: Suministro de proteína incluyendo el reciclaje de NH3
Serie 2: Suministro de proteína incluyendo el reciclaje de proteína microbiana.
Serie 3: Predicción de los requerimientos de proteína.

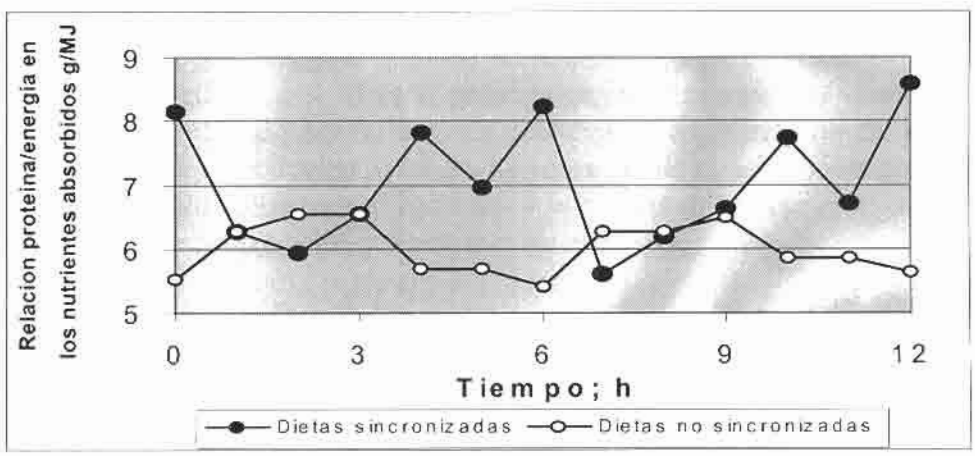
Las fuentes endógenas de N proveen una base de N disponible a nivel ruminal, es esencial el nivel y el modelo de consumo que determinaran la magnitud de la desincronización. A bajos niveles de consumo o bajo condiciones en que la tasa de consumo es baja y relativamente constante (Ej. Pastoreo), cualquier desincronización en los nutrientes que provenga de la dieta se enmascara, debido al aporte de N endógeno. Solamente cuando el consumo es alto y excede al aporte de N endógeno, la desincronización va a ser realmente observada (Illius y Jessop, 1996).

II.6.3.4.2) Sincronización de nutrientes absorbidos

La tasa de fermentación ruminal depende tanto de la fermentabilidad y balance entre nutrientes disponibles para los microorganismos del rumen y puede variar en forma marcada a lo largo del día, particularmente en animales donde el alimento se les es suministrado. Los desbalances en los nutrientes absorbidos ocurren cuando ambos productos de la fermentación, materia microorgánica y AGV están presenten para la absorción en diferentes tasas, lo cual esta influenciado por la tasa de flujo desde el rumen, hacia el resto del tracto gastrointestinal. Por lo tanto variaciones en la tasa de flujo desde el rumen pueden resultar en marcadas diferencias en la tasa de absorción de AGV.

Cuando se aumenta la tasa de flujo, lo primero que sucede es un incremento en la salida de AGV del rumen hacia el omaso y abomaso, que debido al menor pH, la absorción de estos va a ser más rápida y completa. La concentración de microorganismos en el agua libre es generalmente baja, por lo que la relación P/E en los nutrientes absorbidos cae enseguida de comer, debido a que la cantidad de AGV aumenta. Dependiendo de la degradabilidad de la dieta y el contenido de nutrientes solubles, el aumento del número de microorganismos en el agua libre puede ser rápido después de comer, causando con el tiempo un aumento de los microorganismos del fluido ruminal. Por lo que la relación P/E de los nutrientes absorbidos aumenta en este tipo de dietas. Dependiendo del tipo de dieta, la tasa de flujo del liquido ruminal va a tener gran incidencia sobre el modelo de absorción de nutrientes (Illius y Jessop, 1996).

Figura 17: Modelos de predicción de relaciones de absorción de nutrientes a partir de dietas "sincronizadas" y "no sincronizadas".



Fuente: Illius et. al. (1996).

II.6.4) Trastornos metabólicos

II.6.4.1) Acidosis

La acidosis es el desequilibrio ácido - base del ambiente ruminal, resultado de un aumento abrupto en el consumo de carbohidratos rápidamente fermentecibles (forrajes en crecimiento vegetativo que contienen relativamente altas concentraciones de carbohidratos solubles, granos de cereales, etc.), que exceden la capacidad de la flora ruminal de utilizarlos. Estos carbohidratos estimulan y transforman la fermentación microbiana hacia la producción de ácidos, en particular el ácido láctico, cuya acumulación determina la caída del pH ruminal (Huntington , 1988 y Carriquiry, 1998).

Un excesivo consumo de almidón muy fermentecible ocurre a menudo cuando los animales están siendo adaptados a una dieta alta en energía o cuando los animales son cambiados de una dieta, donde actuaban los mecanismos de control del consumo físicos a una dieta donde actúan los mecanismos metabólicos (quimioestáticos)del control del consumo (Owens, et al . , 1998).

Cuando se cambia de una alimentación en base a forrajes o de bajas cantidades de granos a otra con altas cantidades de carbohidratos se produce un incremento en el consumo en unos pocos días, seguido por un periodo de inapetencia, lo que indica un trastorno del metabolismo del animal, debido a los cambios producidos en el rumen, los síntomas se producen uno o dos días después del cambio de dieta (Church, 1974 y Lange, 1980).

Estos trastornos se pueden presentar, en forma aguda, crónica (subaguda) y hasta subliminal dependiendo de las circunstancias de aparición, de su evolución y de los síntomas y lesiones que genere. La acidosis aguda es la que tiene efectos mas impactantes, ya que generalmente produce la muerte del animal, la acidosis crónica no es fácil de diagnosticar, sus efectos principales, determinan una disminución del consumo, de la producción y por lo tanto de la eficiencia de utilización del alimento por los animales afectados, produciendo así las mayores pérdidas fisiológicas y económicas. Con la acidosis crónica se reduce el consumo y la performance pero el animal puede no parecer enfermo (Carrquiry, 1998 y Owens et al. , 1998).

El diagnostico clínico de la acidosis depende de mediciones de la acidosis ruminal o en sangre, los pH ruminales de 5.6 y 5.2, son a menudo utilizados como limites para diagnosticar acidosis crónicas o agudas, respectivamente (Cooper y Klopfenstein, 1996 citados por Owens et al. , 1988).

Generalmente estos trastornos ocurren durante la adaptación a dietas ricas en energía, y la acidosis crónica puede continuar durante el resto del periodo en que los animales son alimentados. Si la acidosis es aguda, tanto la acidez, como la osmolaridad ruminal se incrementan marcadamente al tiempo que ácidos y glucosa se acumulan; esto puede dañar la pared ruminal e intestinal, decrece el ph en sangre y provoca deshidratación lo cual puede ser fatal. Incluso cuando los animales se recuperen de la acidosis, la absorción de nutrientes se puede ver afectada (Owens, et al . , 1998).

Esto concuerda con Huntington, (1988) que dice que la acidosis puede provocar una anormal queratinización del epitelio ruminal, afectando la absorción de AGV y otros solutos del rumen. Considerando que la absorción de AGV representa entre un 65-75% del total de la EM utilizada por los rumiantes, esta reducción en la absorción estaría reduciendo sustancialmente la ganancia en peso y la eficiencia de conversión (Huntington, 1988 y Krehbiel et al., 1995).

Krehbiel et al., (1995), induciendo acidosis en corderos comprobaron que los corderos que mantenían por un prolongado tiempo condiciones de acidosis (pH debajo de 5.6), presentaron daños en los tejidos del rumen, como consecuencia tuvieron una menor absorción de AGV, aproximadamente un 40% menos que los testigos, esta menor absorción represento aproximadamente un 27% menos de EM. para los animales

II.6.4.1.1) Desarrollo de la enfermedad

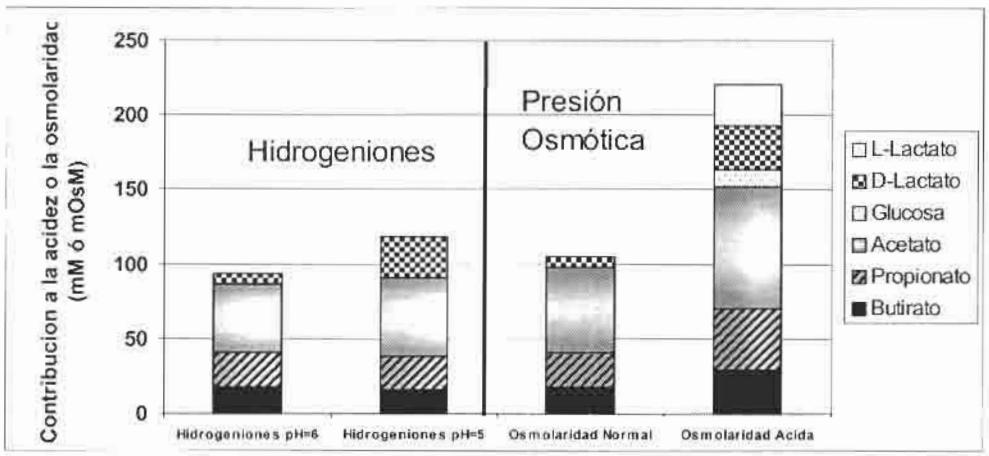
Tanto el ácido láctico como los AGV, son absorbidos en forma pasiva a través del epitelio ruminal e intestinal. La tasa de absorción es mayor cuando las concentraciones son altas, el pH es bajo y la osmolaridad es normal (Tabaru et al. ,1990 citado por Owens et al. , 1998).

El ácido láctico es un intermediario normal del metabolismo de los carbohidratos del rumen en la formación de AGV, siendo el propionato su principal producto, a pH cercanos a 7 los microorganismos que producen y utilizan el ácido láctico son muy variados, predominando bacterias y en forma secundaria algunos protozoarios. En esta situación la concentración de este ácido en el rumen es baja ya que su taza de producción es similar a su taza de utilización (Carriquiry, 1998).

El cambio abrupto en la dieta hacia la ingestión de excesivas cantidades de carbohidratos rápidamente fermentecibles determina la perdida de omeostasis del ambiente ruminal, resultando en cambios drásticos en la población microbiana, que se traduce en la acumulación de ácido láctico, factor desencadenante de la acidosis láctica o ruminal. Ya que las bacterias en el rumen son clasificadas en las que producen o las que utilizan ácido láctico, el balance entre estos dos grupos va determinar si el ácido láctico se acumula a o no (Carriquiry, 1998 y Owens et al. ,1998).

La relativa contribución de los diferentes compuestos orgánicos a la acidez y a la osmolaridad ruminal es representado en la figura 18.

Figura 18: Contribución de los diferentes compuestos orgánicos a la acidez y a la osmolaridad ruminal.



Fuente: Owens et. al. (1998).

Como indica la figura 14, cuando el pH desciende a 5 durante la acidosis, la ionización de los ácidos se incrementa levemente, pero el ácido láctico suplementario es el principal responsable del incremento en la concentración del ión hidrogeno (Owens et al. , 1998).. En comparación con las concentraciones normales, el cambio que se produce en la osmolaridad durante la acidosis es mayor que el que se produce en la concentración del ión hidrogeno. La absorción desde el rumen normalmente previene la acumulación de ácidos, pero el aumento en la osmolaridad reduce la tasa de absorción de ácidos (Tabaru et al. , 1990 citado por Owens et al. , 1998). Esto a su vez aumenta la acidez y la osmolaridad. Además, la acidez potencializa la actividad de la lactato deshidrogenasa, incrementando la conversión de piruvato a ácido láctico y complicando la recuperación de la acidosis.

La osmolaridad ruminal normalmente se sitúa entre 240 y 265 mOsm/L, en dietas con voluminosos y 280 a 300 mOsm/L en dietas con concentrados (Garza et al. , 1989 citado por Owens et al. , 1998). Los principales solútos son AGV, ácido láctico y glucosa en el liquido ruminal. En sangre la proteína disuelta contribuye sustancialmente a la presión osmótica, que normalmente esta entorno 285 a 310 mOsm. Cuando la presión osmótica del rumen es marcadamente mayor que la de la sangre, el agua de la sangre es arrastrada rápidamente a través de la pared del rumen. Esto provoca daños en la pared del rumen debido a la alta presión osmótica y estos se detectan luego como abscesos, por donde microbios entran libremente, como consecuencia estos daños en los tejidos son reparados y este se engruesa llevando a enlentecer la tasa de absorción de los AGV durante meses o años luego de ocurrido el daño (Krehbiel et al. , 1995 citado por Owens et al, 1998).

La elevada presión osmótica en el rumen es detectada por la pared del retículo rumen para inhibir el consumo (Carter y Grovum, 1990 citado por Owens et la. , 1998).

En algunos estudios el pH ruminal bajo por debajo de 5, sin la presencia de ácido láctico, esto ha llevado a suponer, que el total de ácidos (ácido láctico y AGV) y no únicamente el ácido láctico es el responsable de la acidosis, particularmente en la acidosis crónica (Britton y Stock, 1987 citados por Owens et al. , 1998).

Con el incremento de carbohidratos rápidamente fermentecibles en la dieta, en un primer momento la actividad de las bacterias amilolíticas y sacarolíticas se incrementó, lo que produjo altas tasas de fermentación y determinó un aumento de la concentración de AGV, fundamentalmente propiónico y butírico. La hidrólisis y fermentación se producen a una velocidad mayor que la desaparición del H_2 y las bacterias metanogénicas no presentan la habilidad de multiplicarse a una velocidad necesaria para utilizar este incremento en la producción de hidrogeniones. Esto es debido principalmente a la alta sensibilidad de estos microorganismos a las condiciones ácidas (su actividad cae drásticamente a pH<6), que se alcanzan luego del pico de fermentación, resultado únicamente de la producción de AGV con este tipo de dietas. Así se acumula H_2 en el rumen y el exceso de poder reductor debe ser canalizado hacia otros aceptores.

El aumento de carbohidratos rápidamente fermentecibles (ej. almidón) lleva en un primer momento a un aumento de la glucosa libre en el rumen, lo que tiene por lo menos tres efectos adversos:

1. Bacterias que normalmente no son competitivas en el rumen, pueden crecer rápidamente cuando se les provee de altas cantidades de glucosa, las cuales intervienen en la producción de ácido láctico;
2. Otros microbios oportunistas (ej. coliformes), que producen en vida o durante su lisis endotoxinas, proliferan cuando existe glucosa disponible
3. La glucosa actúa aumentando la osmolaridad del contenido ruminal.

Con estas condiciones de pH bajo el ácido láctico pasa a ser un metabolito intermedio en el pasaje de piruvato a propionico. El pasaje de ácido pirúvico a ácido láctico se produce a mayor velocidad que el pasaje de ácido láctico a ácido propiónico, lo que determina una acumulación de lactato. Como el ácido láctico es un ácido mas fuerte que los AGV el pH ruminal disminuye rápidamente (Carriquiry,1998).

III) MATERIALES Y METODOS

III.1) LOCALIZACIÓN, SUELOS Y DURACIÓN

El experimento fue realizado en el INIA Treinta y Tres, Unidad experimental Palo a Pique. La duración del mismo fue de 84 días, desde el 28 de mayo hasta el 21 de agosto de 1998.

III.1.1) Suelos

La unidad experimental Palo a Pique está situada a 12 Km de la ciudad de Treinta y Tres sobre ruta 19. Consta de 895 hectáreas, prácticamente en su totalidad correspondientes a la formación Alferez (CONEAT 10.7, 3.31, 3.15 y 3.52), suelos Brunosoles Subeutricos Lúvicos, con una pequeña proporción de la formación Charqueada (47 has.), suelos planosoles Subéutricos Ocrico/Melánicos y otra área de formación José Pedro Varela (66 has.), suelos Brunosoles Subeutricos Lúvicos .

III.2) PASTURA

La pastura sobre la que se desarrolló el experimento fue un verdeo de avena Tucana (Aveneae sativa cultivar Tucana) y raigras 284 (Lolium multiflorum cultivar LE 284) , realizado en siembra directa sobre un ratrojo de sorgo el dia 27 de marzo. La densidad de siembra fue de 80 kg de avena y 15kg de raigrás, con una fertilización a la siembra de 100 kg de urea.

III.3) SUPLEMENTO

El suplemento utilizado fue grano de cebada entero

III.4) ANIMALES

Los animales utilizados fueron 60 corderos de la raza Corriedale, nacidos entre agosto y setiembre de 1997 (siete meses de edad), con un peso inicial de 22.8± 1.7 kg, los cuales fueron asignados a seis diferentes tratamientos . Por cada tratamiento se asignaron 10 corderos al azar..

III.5) SANIDAD

Todos los corderos al inicio del experimento fueron vacunados contra clostridios y Ectima y se dosificaron con un antihelmintico de amplio espectro (ivermectina). Durante el experimento se realizaron dos baños podales con sulfato de zinc para curar a los animales afectados por "pietin".

III.6) DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS

El diseño experimental consistió en un experimento factorial con un diseño de parcelas al azar .

El modelo matemático utilizado es de la forma:

$$Yij = \mu + Cj + NSi + Nsi * Cj + Eij$$

Yij: evolución del peso vivo de los corderos para el tratamiento ij.
μ : Media general de la población.
Cj: Efecto de la carga animal (j = 15,30,45 corderos/ha) .
NSi: Efecto del nivel de suplementación (i = 0 y 0.6 % PV).
NSi*Cj: Efecto de la interacción de los factores, carga y nivel de suplementación.
Eij: Error experimental para el tratamiento ij.

Sesenta corderos corriedale fueron distribuidos en seis tratamientos, correspondientes a tres niveles de cargas (45, 30 y 15 corderos/ha) y dos niveles de suplementación (0 y 0.6% del PV).

El suplemento se daba de tarde todos los días, salvo los viernes que se les daba suplemento para tres días (viernes, sábado y domingo), por lo que el nivel de suplementación en este caso era del 1.8% del peso vivo.

El número de animales de los diferentes tratamientos era de 10 corderos, la carga se ajustaba modificando el tamaño de la parcela.

El área total fue de 2.44 hectáreas que se dividió de la siguiente manera:

		Carga alta		Carga media		Carga baja	
		SS	CS	SS	CS	SS	CS
Ciclos	1	555.5m²	555.5m²	833,3 m²	833,3 m²	1666,7 m²	1666,7 m²
	2	"	"	"	"	"	"
	3	"	"	"	"	"	"
	4	"	"	"	"	"	"

Se realizaba un pastoreo rotativo sobre cuatro parcelas, los corderos permanecían en cada parcela 7 días y el descanso de la pastura fue de 21 días..

Se refertilizó con 100 kg/ha de urea luego de cada pastoreo.

III.7) ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los análisis de regresión lineales y cuadráticos fueron realizados utilizando el programa estadístico SAS (Proc. Reg) y los análisis de varianza por el sistema SAS (Proc. Gim) (S.A.S. institute, 1982).

III.8) DETERMINACIONES REALIZADAS

III.8.1)<u>En la pastura</u>

Disponibilidad y rechazo cada semana en el área de pastoreo. Se efectuaban al menos doce cortes al ras del suelo con tijeras de martillo, en cuadros de 0.5m * 0.5 m , tanto para el disponible como para el rechazo (los cortes se realizaban colocando los cuadros a lo largo de los surcos. Las muestras obtenidas se identificaban y se llevaban al laboratorio donde se determinaba su peso fresco y luego se secaban en estufa a 60° C, para luego volverse a pesar y así determinar su porcentaje de materia seca.

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

Cada 28 días se realizaba un análisis botánico de la pastura tanto para el disponible como para el rechazo, el cual consistía en tomar 6 muestras del disponible de cada tratamiento de al menos 300 g. de peso verde y se separaba en: restos secos , plantas de avena , plantas de raigras y malezas. Dentro de la fracción avena se separaba tallo de hoja. Estas muestras se secaban a 60° C hasta la obtención de peso constante, cada fracción se conservaba envuelta en bolsas de polietileno, identificadas por tratamiento y fecha para ser enviadas a realizárseles análisis de calidad, donde se determinaba porcentajes de digestibilidad de la materia orgánica, proteína cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida y cenizas.

En el área de corte se midió la altura del disponible y del remanente. Se realizaban cinco mediciones con regla por cada cuadro. Se promediaba esas cinco mediciones y luego se usó el promedio de los doce cuadrados, para obtener la altura media del disponible y del rechazo para cada tratamiento.

III.8.1.2) Forraje disponible y remanente

En base al peso fresco de la pastura cortada y su porcentaje de materia seca y conociendo el area de los cuadros así como el numero de determinaciones tomadas se estimaba la cantidad de forraje disponible y el remanente por hectárea.

$$\text{DISPONIBLE} = \frac{\text{peso fresco de la muestra de disponible} * \%MS * 10000}{(0.5m * 0.5m) * 12}$$

$$\text{RECHAZO} = \frac{\text{peso fresco de la muestra de rechazo} * \%MS * 10000}{(0.5m * 0.5m) * 12}$$

El crecimiento diario de la pastura por parcela fue calculado como la diferencia entre el disponible y el rechazo anterior sobre los 21 días de descanso. Se supuso que el crecimiento durante los siete días de pastoreo fue el mismo.

III.8.3) <u>En los animales</u>

Los corderos no suplementados se pesaban y realizaban determinaciones de condición corporal cada catorce días y en los suplementados se pesaban y se realizaban determinaciones de condición corporal cada siete días (coincidiendo con el cambio de la parcela).

Las pesadas se efectuaron con una balanza electrónica, con precisión de 0.5 kg

III.9.) ESTIMACIONES REALIZADAS

Consumo de Materia seca (MS) de la pastura

Consumo de forraje = [Disponible (Kg MS/ha) + (Crecimiento (Kg MS/dia) * Nº días)] - Rechazo (Kg MS/ha)

Consumo de Materia orgánica (MO) de la pastura.

%MO = 1 - % de Ceniza

% MO consumido = ((kgMS Disponible * %MO)-(kgMS Rechazo * MO))/ (Consumo de MS)

Consumo de MO = Consumo de MS* %MO consumido

Consumo de Materia orgánica digestible de la pastura

% MOD consumido = ((kgMS Disponible * %MOD)-(kgMS Rechazo * MOD))/ (Consumo de MS)

Consumo de MOD = Consumo de MO * % MOD consumido

Consumo de PC %

% PC consumido = ((kgMS Disponible * %PC)-(kgMS Rechazo * %PC))/ (Consumo de MS)

Consumo de PC = Consumo de MS * % PC consumido

Consumo de suplemento

Todos los días se levantaba el rechazo de suplemento y se pesaba, para poder determinar el consumo diario. En el caso de los viernes que se daba suplemento para tres días, el rechazo se levantaba el lunes siguiente.

Se analizó la calidad de la cebada al comienzo de cada ciclo.

Nivel de oferta de forraje

NOF% = kg MS Disponible/(Nº de animales*Nº días*PV)

Indice de selección de MOD% de la pastura

IS MOD% = % MOD consumida / % MOD ofrecida

Indice de selección de la PC de la pastura

IS %PC = % PC consumida / % PC ofrecida

Indice de conversión de la ración

IC = consumo de suplemento (kg/animal/día)/(GMD (kg/animal/día) suplementados- GMD *(kg/animal/día) no suplementados)*

Consumo de PC %

% PC consumido = ((kgMS Disponible * %PC)-(kgMS Rechazo * %PC))/ (Consumo de MS)

Consumo de PC = Consumo de MS * % PC consumido

Consumo de suplemento

Todos los días se levantaba el rechazo de suplemento y se pesaba, para poder determinar el consumo diario. En el caso de los viernes que se daba suplemento para tres días, el rechazo se levantaba el lunes siguiente.

Se analizó la calidad de la cebada al comienzo de cada ciclo.

Nivel de oferta de forraje

NOF% = kg MS Disponible/(Nº de animales*Nº días*PV)

Indice de selección de MOD% de la pastura

IS MOD% = % MOD consumida / % MOD ofrecida

Indice de selección de la PC de la pastura

IS %PC = % PC consumida / % PC ofrecida

Indice de conversión de la ración

IC = consumo de suplemento (kg/animal/día)/(GMD (kg/animal/día) suplementados- GMD (kg/animal/día) no suplementados)

IV) RESULTADOS Y DISCUSIÓN

IV.1) ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

IV.1.1) Características del forraje Ofrecido

IV.1.1.1) Disponibilidad y altura del forraje ofrecido

El consumo de forraje es uno de los principales factores que determinan la eficiencia del sistema de pastoreo (Hodgson, 1990). Ambos, consumo de forraje y performance animal se incrementan a medida que aumenta, dentro de ciertos limites, la asignación de forraje o la altura de la pastura, asociándose a la facilidad con que los animales pueden cosechar su alimento (Rattray et al., 1987).

En este experimento, la disponibilidad y altura de forraje promedio al inicio de cada pastoreo para las tres cargas en todo el período de evaluación fue de 1084 kg de MS/ha y 26 cm respectivamente.

En el primer ciclo de pastoreo no hubo diferencias en la disponibilidad de forraje entre los tratamientos pertenecientes a las diferentes cargas, ni entre los pertenecientes a los diferentes niveles de suplementación, esto debido a que en este ciclo aun no se ha producido efecto del forraje remanente diferencial, ni del pisoteo. Recién a partir del segundo ciclo se comienzan a percibirse diferencias en disponibilidad entre las cargas bajas y las cargas altas, y es en el tercer ciclo donde se perciben las mayores diferencias entre las tres cargas debido fundamentalmente a un mayor forraje residual en la carga baja y posiblemente a un menor rebrote y muerte plantas en las parcelas pastoreadas mas intensivamente (alta y media) (cuadro 23).

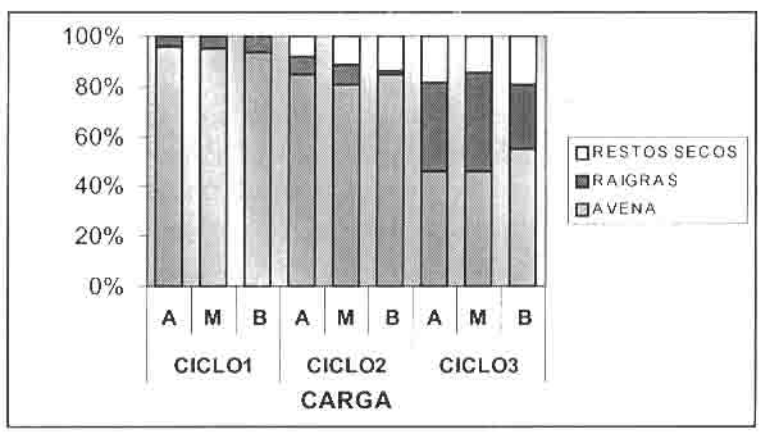
No fueron observados efectos debidos a la suplementación sobre las disponibilidades en ninguno de los tres ciclos, ya que el menor consumo esperable por una sustitución de suplemento por forraje, sería muy bajo para afectar los futuros crecimientos de la pastura y las disponibilidades el próximo pastoreo (cuadro 21).

Cuadro 21: Disponibilidad de forraje (kg MS/ha), por ciclo de pastoreo y promedio en función de la carga y la suplementación

Ciclo	Carga (C)			Suplemento (S)	
	45	30	15	Si	No
1	1229	1254	1085	1111	1268
2	783	1069	1204	943	1094
3	601	991	1540	1048	1040
Promedio	871	1104	1276	1134	1034

En la figura 19 se pueden observar las distintas fracciones de la pastura (avena, raigrás y restos secos) promedio para todos los tratamientos. En el primer ciclo hay una clara dominancia de la avena (95%), frente al raigrás (5%) debido al crecimiento diferencial en el tiempo de estas dos especies, no observándose restos secos debido posiblemente a la corta duración desde la siembra al primer corte. En el segundo ciclo de pastoreo, sigue habiendo dominancia de avena frente a raigrás (94% vs 6%), y comienzan a aparecer restos secos (de avena) debido a la senescencia de hojas y tallos por corte, pisoteo y envejecimiento, siendo la relación de verde (89%) sobre seco (11%) de 8.1:1. En el tercer ciclo la proporción de avena fue de 60%, frente a un 40% de raigrás; los restos secos aumentaron a 19%, resultando una relación verde sobre seco de 4.3:1

Figura 19: Componentes de la pastura (avena, raigrás y restos secos), según cargas, para cada ciclo de pastoreo

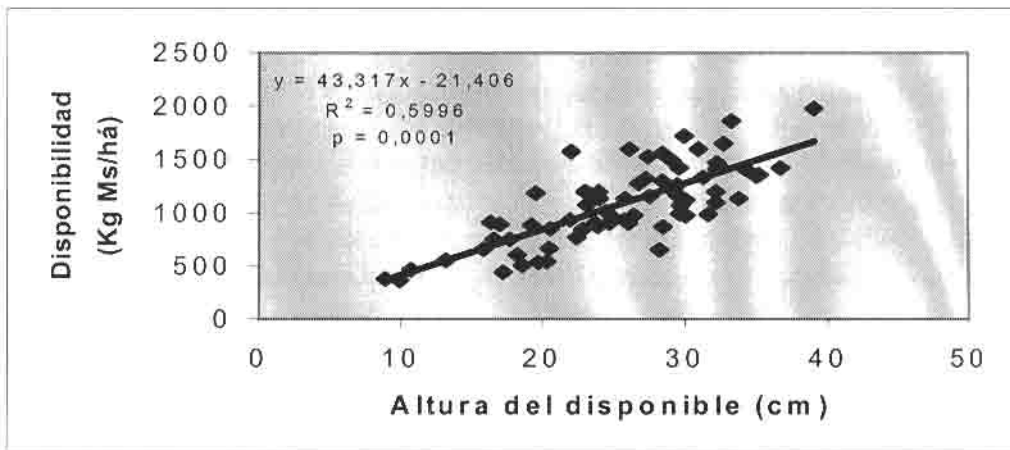


La altura del forraje (utilizada como estimador de la disponibilidad) muestra tendencias similares a las analizadas para el forraje disponible (cuadro 22). Presenta una alta correlación (r = 0,77) con la disponibilidad, lo que podría evidenciar (figura 20) un posible método sencillo de estimación de la cantidad de MS por ha, para un mismo tipo de pastura.

Cuadro 22: Altura del forraje ofrecido (cm) por cada ciclo de pastoreo, en función de los tratamientos de cargas y suplementación.

Ciclo	Carga (C)			Suplemento (S)	
	45	30	15	Si	No
1	32	32	29	31	32
2	22	25	28	24	26
3	14	20	28	20	21

Figura 20: Disponibilidad del forraje ofrecido (kg MS/ha) en función de la altura (cm)



IV.1.1.2) Valor nutritivo:

La calidad del forraje ofrecido no difiere significativamente ($p<0.05$), en ninguna de las variables de calidad en estudio (DMO, PC, FDA y FDN) cuando analizamos todo el período experimental en su conjunto, ya sea comparando entre los tratamientos de cargas ($p<0.05$), entre los niveles de suplementaciones ($p<0.05$), no existiendo interacciones entre carga y suplemento (cuadro 23) (Anexo 7).

Cuadro 23: Variables de calidad del forraje ofrecido en función de la carga y la suplementación para todo el período experimental

Variables de calidad (%)	Carga (C)				Suplemento (S)			C*S
	45	30	15	p	Si	No	p	P
MS	14.1 a	14.6 a	14.2 a	ns	13.8 a	14.8 a	ns	ns
DMO	71.4 a	72.6 a	71.5 a	ns	72.9 a	70.8 a	ns	ns
PC	18.9 a	20.4 a	19.7 a	ns	19.9 a	19.4 a	ns	ns
FDA	32 a	33.1 a	32.5 a	ns	32.1 a	33.1 a	ns	ns
FDN	67 a	72.5 a	66.7 a	ns	68.8 a	68.7 a	ns	ns
Cenizas	14.3 a	13.5 a	11.9 a	ns	12.8 a	13.7 a	ns	ns

Ref: ns = no significativo, * = p <0,05 ** = p<0,01
a, b, c, d =medias con distintas letras entre columnas son significativamente diferentes entre si (p<0,05)

Cuando analizamos las mismas variables entre diferentes ciclos de pastoreo por separado para todos los tratamientos juntos, comienzan a observarse diferencias significativas ($p< 0.05$) a medida que avanza el ciclo de cultivo. Se observa un descenso

en el porcentaje de la MS y la DMO y aumento del porcentaje de PC y FDN (cuadro 24)(figura 21) (Anexo 8).

Los valores hallados para PC y MS son diferentes a los obtenidos por Arocena y Dighiero (1999) y Jung y Shalu (1989) quienes observaron que bajan y suben respectivamente al transcurrir el período experimental, esta diferencia en estos parámetros puede estar debidas a la fertilización inicial y refertilizaciones de urea (100 kg/ha) efectuadas después de cada pastoreo, las que harían que el cultivo estuviera muy hojoso. También podría estar contribuyendo a esto, el crecimiento del raigrás que estaría enmascarando la perdida de calidad de la avena al comenzar el encañado.

Los valores de MS fueron promedialmente de 14%, y según Josifovich, (1995) se acepta que por debajo de un 15-18% el forraje presenta déficit de materia seca y esta carencia imposibilita que el animal consuma la cantidad necesaria para su normal producción. Analizando los restantes indicadores, vemos que la DMO presentó valores elevados , aunque concordantes con los valores manejados para estos tipos de pastura en estado vegetativo, lo mismo sucede para el caso de la PC (Cozzolino et al., 1994), la FDA aparece con niveles normales para el tipo y momento del ciclo en que se encontraba la pastura, estos niveles de FDA muestran que se trata de una pastura de buena calidad , no presentando valores tan bajos de FDA (FDA < 20-21%) que pudiera provocar disturbios digestivos, especialmente a nivel del rumen (Acosta, 1994). La FDN presenta valores elevados, que superan en todos los tratamientos el 55% de FDN, valor donde por encima pueden existir limitaciones en el consumo voluntario máximo y por lo tanto puede no lograrse satisfacer los requerimientos previstos (Acosta, 1994).

Cuadro 24: Variables de calidad del forraje ofrecido por ciclos de pastoreo

Variables de calidad (%)	Ciclo			
	1	2	3	P
MS	15,5 a	14,1 ab	13,4 b	*
DMO	76,8 a	75,6 a	63,2 b	**
PC	15,4 a	19 b	24,6 c	**
FDA	33 a	29,2 b	35,5 a	**
FDN	63,8 a	66 a	76,4 b	**
Cenizas	11,5 a	12,1 a	16 b	**

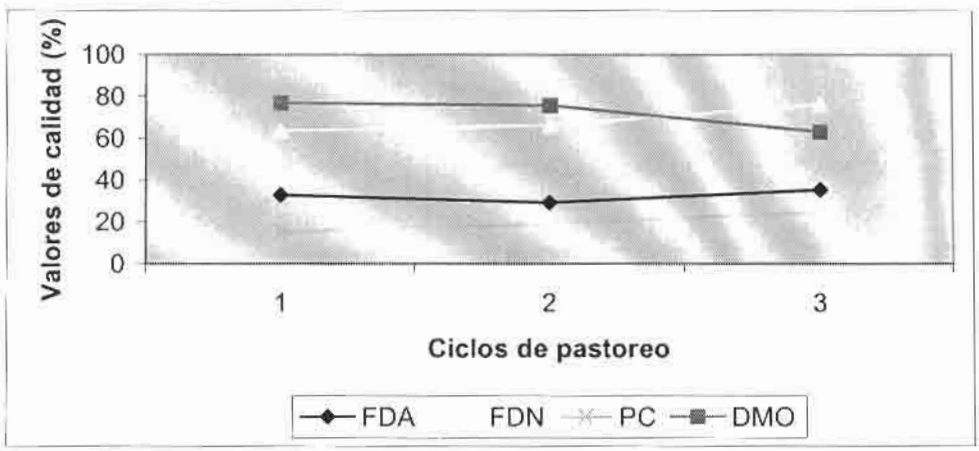
Ref: ns = no significativo, * = p <0,05 ** = p<0,01

a, b, c, d =medias con distintas letras entre columnas son significativamente diferentes entre si (p<0,05)

En el transcurso del experimento la DMO para el forraje disponible presento un valor promedio de 72%, con un rango comprendido entre 60 y 79 %. La PC presentó un valor promedio de 20% con rangos entre 15 y 27%, la FDN presento un valor promedio

de 69 % con rangos entre 61 y 88 %, la FDA presenta un valor promedio de 33 % con rangos entre 28 y 43 %, y la MS presento un valor promedio de 14 % con rangos entre 12 y 17 %.

Figura 21: Variables de calidad en función de los ciclos de pastoreo



IV.1.2) Características del forraje remanente luego de los pastoreos

IV.1.2.1) Disponibilidad y altura

Jagush (1979) y Parma (1999) relaciona las ganancias diarias con la cantidad de forraje residual luego del pastoreo (figura 2). Pudiéndose utilizar la cantidad de forraje residual como un método para determinar las ganancias de PV de los animales y momentos de retiro de los animales de las parcelas, para lograr ganancias adecuadas a los objetivos planteados.

Ganzabal (1997), concuerda con lo anterior, ya que el forraje remanente tiene una altísima correlación con la asignación de forraje y agrega que el forraje remanente rechazado por los animales durante todo el período de pastoreo, es el menos palatable, el de menor calidad y el mas maduro y envejecido, por lo tanto el mas susceptible a procesos de senescencia y perdidas por descomposición dentro del tapiz, por lo que será el de menor palatabilidad en el pastoreo siguiente, y concluye que en condiciones normales de pastoreo, el forraje remanente de un pastoreo es de limitada utilización en el próximo.

Los promedios de forraje remanente y la altura del tapiz al retiro de los animales en promedio de todo el periodo experimental fueron de 768 kg MS/ha y 12 cm respectivamente. Existió una tendencia en todos los ciclos en que a mayores cargas

hubo menor forraje remanente debido a un mayor consumo de forraje y a una menor disponibilidad previa. Si bien en el primer ciclo, la disponibilidad inicial era prácticamente la misma para las tres cargas, la cantidad de forraje rechazado fue algo menor al aumentar la carga (cuadro 25). El efecto de la mayor carga, que representa una mayor presión de pastoreo, se ve al transcurrir los sucesivos ciclos de pastoreo, ya que en la carga alta la cantidad de forraje rechazado era menor al transcurrir los sucesivos ciclos de pastoreo, mientras que en la carga media permanece prácticamente igual y en la carga baja, la cantidad de forraje rechazado aumenta, determinando a su vez cantidades de forraje rechazados mayores que en las otras cargas (cuadro 25).

Cuadro 25: Forraje rechazado (kg MS/ha) por ciclo en función de la carga y la suplementación

Ciclo	Carga (C)			Suplemento (S)	
	45	30	15	Si	No
1	649	847	946	758	925
2	362	684	1018	656	719
3	144	724	1454	813	734
Promedio	385	779	1139	743	793

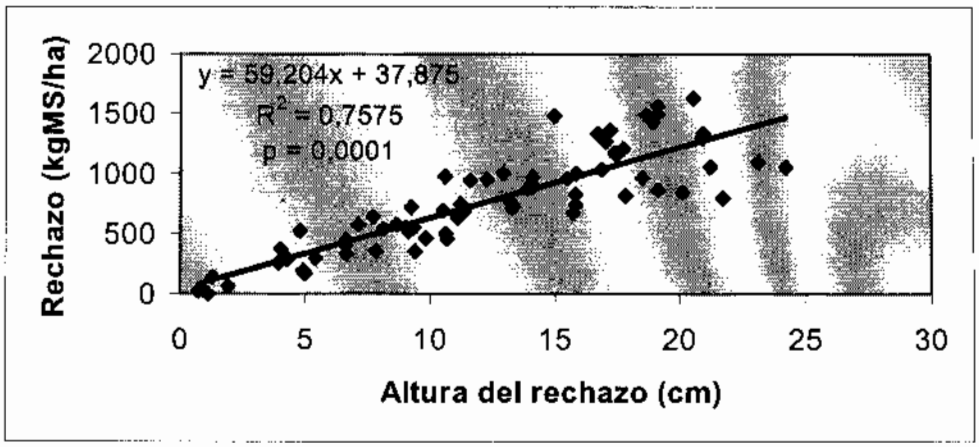
La altura del forraje remanente, tuvo un comportamiento similar al de cantidad de forraje remanente, observándose tendencias a una mayor altura en las cargas bajas para todos los ciclos de pastoreo y no encontrándose diferencias según los tratamientos de suplementación (cuadro 26).

La asociación que tuvo la altura con el forraje remanente (figura 22) fue de r=0.87 para un modelo lineal (y= a +bx), en donde se evidencia nuevamente que la medición de la altura de forraje como predicadora del forraje remanente puede ser un buen método para el manejo de la pastura y el manejo animal dentro de un mismo tipo de pastura.

Cuadro 26: Altura del forraje remanente por ciclos en función de la carga y la suplementación

Ciclo	Carga (C)			Suplemento (S)	
	45	30	15	Si	No
1	11	14	19	14	15
2	6	12	19	12	12
3	2	10	18	10	10
Promedio	6	12	19	12	12

Figura 22 : Disponibilidad del forraje remanente (kgMS/ha) en función de altura de forraje (cm)



IV.1.2.2) Valor nutritivo del forraje remanente

La calidad del forraje remanente para todo el periodo experimental (cuadro 27), difiere sensiblemente si la comparamos con la calidad del forraje disponible, evidenciándose para todas las variables y para todas las cargas la selección en el pastoreo. Fueron observadas diferencias significativas en los valores de MS ($p=0.005$) y cenizas ($p=0.06$). Estos valores aumentan con el incremento de la carga , debido principalmente a la mayor profundidad de pastoreo en las cargas más altas en las cuales el remanente estaba compuesto principalmente por tallos y restos secos. También aumento significativamente ($p=0.017$) la FDA al aumentar la carga. No se observaron diferencias debido a la suplementación, sobre la calidad (Anexo 9).

Cuando analizamos la calidad por ciclos de pastoreo (cuadro 28) (figura 23) vemos un descenso de la misma al transcurrir el tiempo evidenciándose en una caída en la DMO y un aumento en la FDN, debido a los cambios en el ciclo fisiológico de la pastura.

Cuadro 27: Calidad del forraje remanente en función de la carga y la suplementación

Variables de calidad (%)	Carga (C)				Suplemento (S)			C*S
	45	30	15	p	Si	No	P	P
MS	20,9 a	17,9 b	16,3 c	**	17,9 a	18,8 a	Ns	ns
DMO	59,2 a	62,2 a	63,4 a	ns	62,8 a	60,3 a	ns	ns
PC	16,3 a	16,9 a	16,7 a	ns	17,0 a	16,3 a	ns	ns
FDA	43,7 a	37,6 b	32,5 b	**	37,2 a	38,6 a	ns	ns
FDN	68,4 a	70,0 a	68,9 a	ns	67,9 a	70,4 a	ns	ns
Cenizas	20,9 a	18,3 ab	14,6 b	*	16,0 a	20,0 a	ns	ns

Ref: ns = no significativo, * = p <0,05 ** = p<0,01
a, b, c, d =medias con distintas letras entre columnas son significativamente diferentes entre si (p<0,05)

Cuadro 28: Calidad del forraje remanente por ciclos de pastoreo

Variables de calidad (%)	Ciclo			
	1	2	3	p
MS	18,7 a	17,2 a	19,2 a	ns
DMO	64,2 a	62,7 a	57,8 b	*
PC	14,9 a	15,3 a	19,8 b	**
FDA	38,1 a	35,9 a	39,9 a	ns
FDN	66,2 a	68,1 ab	73 b	*
Cenizas	15,1 a	18,7 a	20,1 a	ns

Ref: ns = no significativo, * = p <0,05 ** = p<0,01
a, b, c, d =medias con distintas letras entre columnas son significativamente diferentes entre si (p<0,05)

Figura 23: Valor nutritivo(%), según cargas y ciclos de pastoreo

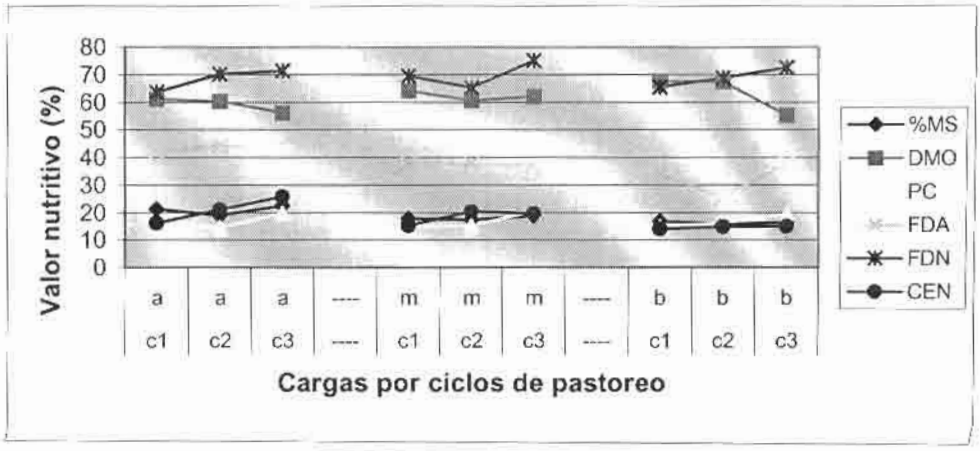
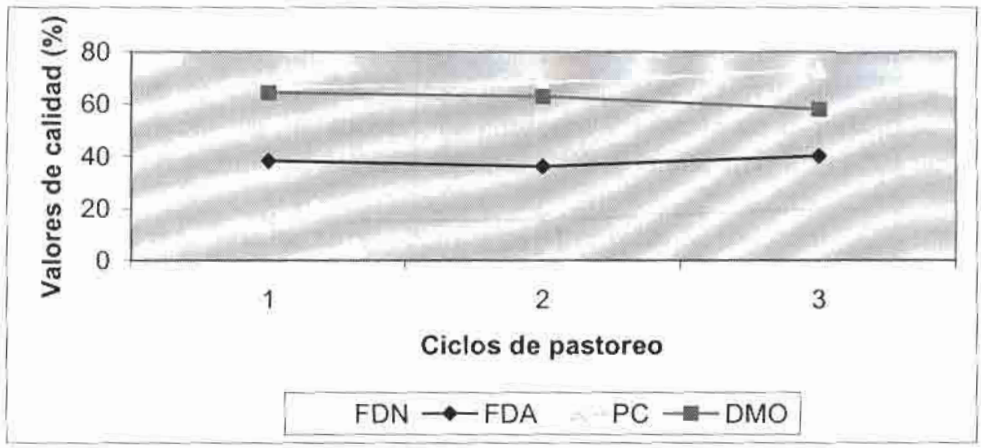


Figura 24: Efectos de los ciclos de pastoreo en la calidad del forraje



IV.2) EFECTOS DE LA CARGA SOBRE EL CONSUMO VOLUNTARIO DE PASTURA Y SUPLEMENTO

En este trabajo la forma de estimación del consumo voluntario de pastura fue la cantidad de forraje desaparecido; factores como pisoteo, perdidas de forraje por muerte de plantas y factores climáticos podrían estar contribuyendo a la sobreestimación de este parámetro.

IV.2.1) Relación entre nivel de oferta de forraje y carga

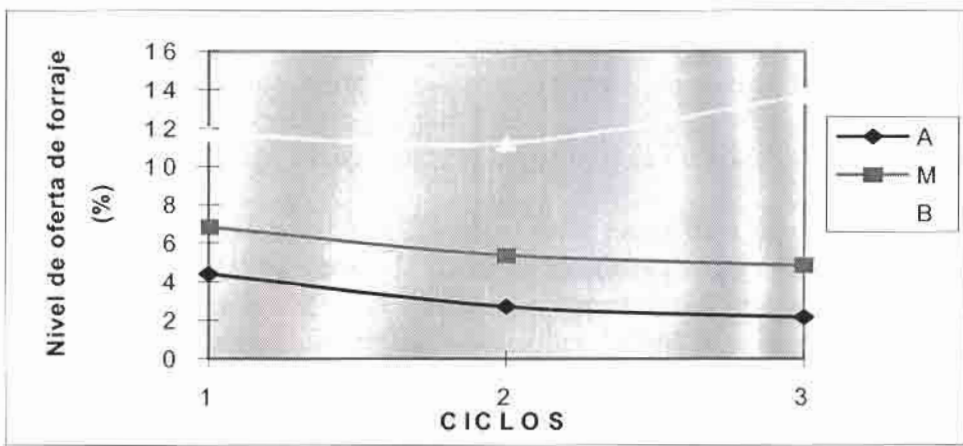
La carga animal se define como el número de animales de una clase especifica que soporta una unidad de área, en un tiempo determinado, por lo que solamente da una idea del componente animal y no vincula a este con la cantidad de forraje que esta disponible para estos; es por esto que se intenta hallar las relaciones existentes en el trabajo realizado, entre carga y nivel de oferta de forraje (NOF), el cual es definido como la cantidad de materia seca o materia orgánica disponible por unidad de peso vivo animal (expresado como g/kg o % del PV) por unidad de tiempo(Greenhal et al., 1966 citado por Hodgson, 1975).

Las relaciones halladas entre cargas y NOF (nivel de oferta de forraje) en este trabajo se presentan a continuación.

En el período experimental, el NOF promedio fue de 7%, la carga alta prometidamente tuvo un valor de 3%, la carga media de 6% y la carga baja de 12 %.

En la figura 25, podemos observar que en las cargas alta (45) y media (30) se reduce el NOF al transcurrir los ciclos de pastoreo, en tanto que la carga baja (15) este aumenta, debido ello a una mayor contribución del forraje remanente al termino de cada pastoreo. Al ser el periodo de descanso constante para las diferentes cargas y que al disminuir la carga se provocaba pastoreos menos intensos (cuadros 25 y 26), que llevarían posiblemente a un mayor crecimiento y rebrote de la pastura en la carga baja, que estaría contribuyendo al aumento del NOF al transcurrir los ciclos de pastoreo.

Figura 25: Nivel de oferta de forraje por carga y por ciclo de pastoreo



IV.2.2) Consumo

IV.2.2.1) Consumo de materia seca de la pastura

El consumo de materia seca de pastura para todo el experimento y en el promedio de los seis tratamientos fue de 527 g/día, incrementándose de 450,507 a 620 g/día, a medida que baja la carga 45, 30 y 15 corderos/ha (cuadro 29). En las cargas alta y media, el consumo bajó al transcurrir los ciclos, debido principalmente al descenso en el nivel de oferta de forraje, ocurrido por una disminución en la disponibilidad de forraje (kgMS/ha) en los ciclos posteriores de pastoreo. Parecidos resultados obtuvo Ganzabal (1997), que vio que el consumo de MS aumenta en la medida que se incrementa el nivel de oferta de forraje ofrecido, dentro de un rango de 1 a 9% de NOF .

Cuadro 29: *Consumo de forraje (g MS/animal/día) por ciclos, en función de las cargas y la suplementación.*

Ciclo	Carga (C)			Suplemento (S)	
	45	30	15	Si	No
1	560	531	580	610	570
2	380	550	650	480	580
3	430	440	620	450	540
Promedio	450	507	620	490	560

Cuando analizamos el consumo de forraje por ciclos (cuadro 29 y 30), vemos que este tiene un comportamiento bastante errático para cada tratamiento, las tendencias fueron de bajar el consumo por parte de los animales, con el transcurso del tiempo para todos los tratamientos excepto para la carga baja (15 corderos/ha) sin suplemento.

La tendencia a bajar el consumo en la carga baja con suplemento (cuadro 30) a pesar del alto NOF%, se puede deber al efecto negativo de la suplementación sobre el funcionamiento adecuado del rúmen. La sensibilidad que presentan las bacterias del rumen al pH y los cambios en las poblaciones de bacterias en respuesta a la reducción de pH, provocados por un elevado contenido de grano en la dieta, se sugieren como las razones de reducción de consumo y digestión del forraje como consecuencia de una menor eficiencia de la utilización de los componentes de la pared celular (Hume et al. , 1995; Caton et al. , 1997) .

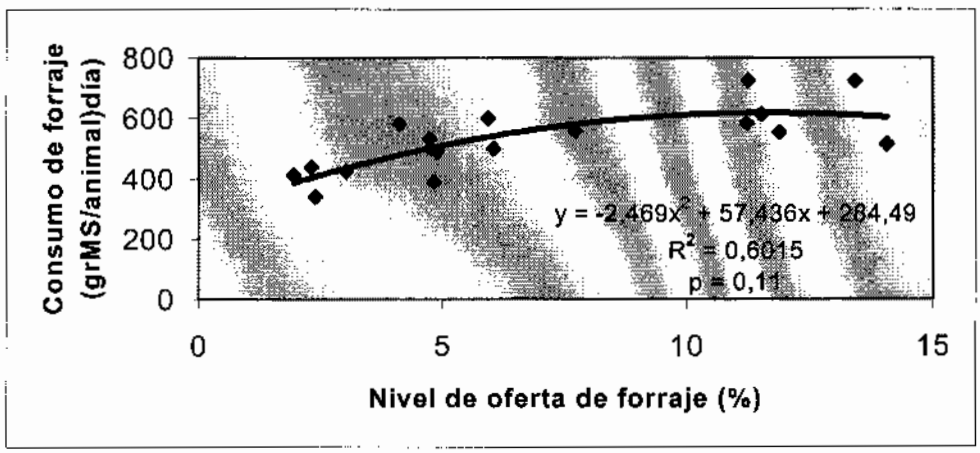
También se ha visto en animales en pastoreo que seleccionan mucho, una alta producción de AGV provenientes de una rápida fermentación de los carbohidratos en esas dietas, produciéndose una bajada del pH ruminal (Van Soest, 1994 citado por Hume et al. , 1995), por lo que para el caso del tratamiento carga baja suplementado , podrían estar actuando ambos mecanismos en la bajada del ph y por lo tanto provocar la disminución del consumo.

Cuadro 30: Consumo de forraje (g MS/animal/día) por ciclos, en función de las cargas y la suplementación.

Ciclo	Carga (C)					
	Suplementados			No suplementados		
	45	30	15	45	30	15
1	580	505	554	531	557	613
2	340	502	584	426	600	722
3	437	390	515	413	489	723
Promedio	452	465	551	457	549	686

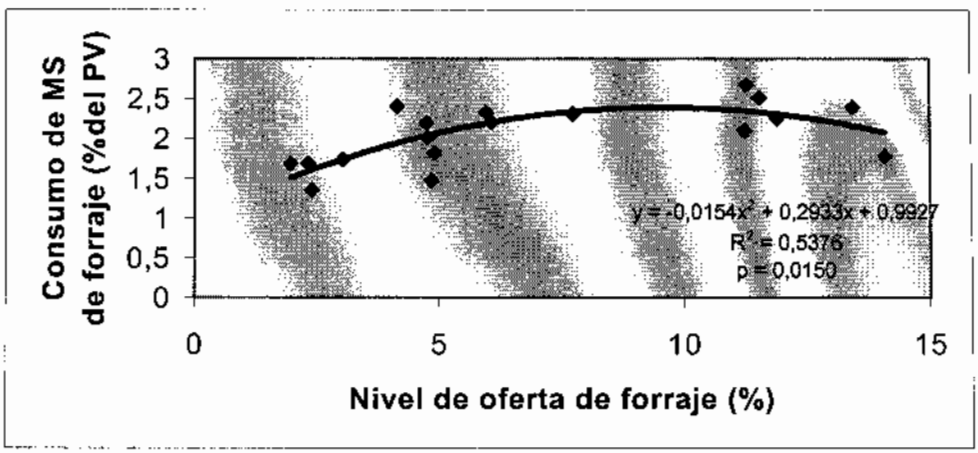
Cuando relacionamos el consumo de MS con el NOF, vemos que se comporta de forma cuadrática (ver figura 26). Estos datos se asemejan a los hallados por Ganzábal (1997), el cual obtuvo relaciones entre consumo de MS y NOF cuadráticas y consumos máximos a partir de NOF de 8-9 %.

Figura 26: Consumo de forraje (g MS/animal/día) según el nivel de oferta de forraje (%)



En la figura 27 la relación entre el NOF y el consumo de forraje como % del PV, indica que el máximo consumo de forraje se dio a partir de NOF de 9.5% siendo este el 2.39% del PV, la relación nos sugiere que el máximo consumo se estaría dando con NOF 4 veces mayores que el consumo en % del PV, esto coincidiría con Hodgson (1975) citado por Norbis (1994), que concluye que bajo condiciones templadas, el forraje consumido se aproxima al máximo sólo con niveles de disponibilidad diaria (media medida a nivel del suelo) equivalente a cuatro veces la cantidad comida y declina rápidamente cuando la disponibilidad cae a menos de 40gr de MS/Kg de PV/día (NOF de 4%). Analizando el consumo voluntario, se puede ver que estos no fueron elevados (máximo 2.39% del PV), esto se debería al bajo contenido de MS del forraje que presentó en todos los tratamientos y al elevado contenido de FDN (cuadro 31),lo cual podría estar limitando el CMV (consumo máximo voluntario). Según Mieres, (2000) el CMV se hallaría matemáticamente por el cociente de 120 dividido por el valor de FDN, para el caso de animales consumiendo forrajes. Para los valores obtenidos de FDN el CMV calculado estaría por debajo de los obtenidos mediante la estimación del consumo como forraje desaparecido como porcentaje del PV (cuadro 31).

Figura 27: Consumo de forraje (%del PV), según el nivel de oferta de forraje (%)



Cuadro 31: Estimación del CMV a través de la variable de FDN.

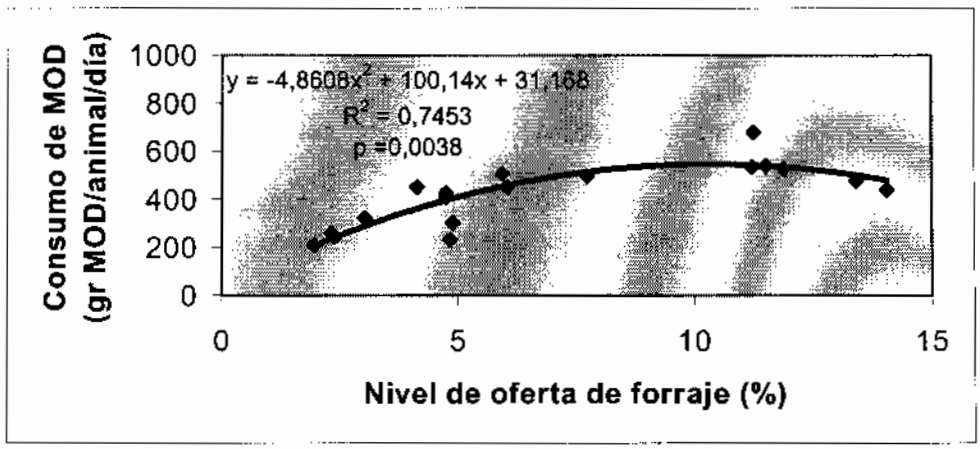
	CARGA			SUPLEMENTO	
	45	**30**	**15**	**SI**	**NO**
FDN (%)	67	72.5	66.7	68.8	68.7
CMV (%)	1.79	1.66	1.78	1.74	1.75

IV.2.2.2) Consumo de materia orgánica digestible (MOD) de la pastura

El consumo promedio de MOD del forraje para todo el experimento fue de 417 g/animal/día, con valores de 320,400 y 530 g/animal/día, para las cargas alta, media y baja respectivamente, los tratamientos suplementados y no suplementados tuvieron consumos de 395 y 440 g/animal/día.

El consumo de MOD (g/animal/día) tiene un comportamiento similar al de MS, con la diferencia de que la curva tiene valores menores a niveles bajos de NOF% y se asemeja a niveles mas altos de NOF (8%), esto debido a que la DMO% es menor a medida que baja el NOF%(figura 28)

Figura 28: Consumo de Materia orgánica digestible de pastura(g MOD/animal/día), en función del nivel de oferta de forraje

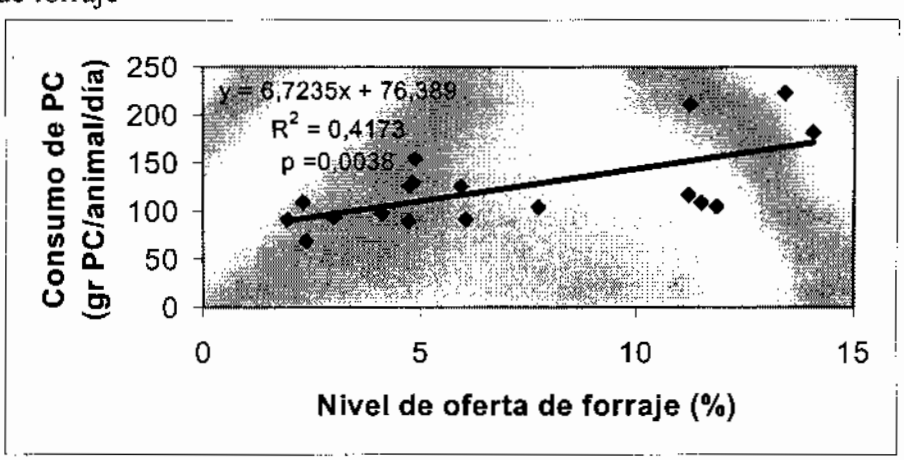


IV.2.2.3) Consumo de proteína cruda (PC) de la pastura

El consumo promedio de PC del forraje para todo el experimento fue de 123 g/animal/día, con valores de 91,122 y 157 g/animal/día, para las cargas alta, media y baja respectivamente, los tratamientos suplementados y no suplementados tuvieron consumos de 114 y 133 g/animal/día. Según los requerimientos que toma en cuenta el NRC (1985) para corderos de 25 kilos podemos concluir que el consumo de PC no sería el limitante en las bajas ganancias obtenidas en todas las cargas.

Vemos que cuando los relacionamos con el NOF (figura 29), el consumo aumenta al aumentar este, debido principalmente a la mayor selección posible.

Figura 29: Consumo de PC de la pastura (g/animal/día), en función del nivel de oferta de forraje



IV.2.3) Efectos del nivel de oferta de forraje en la selección

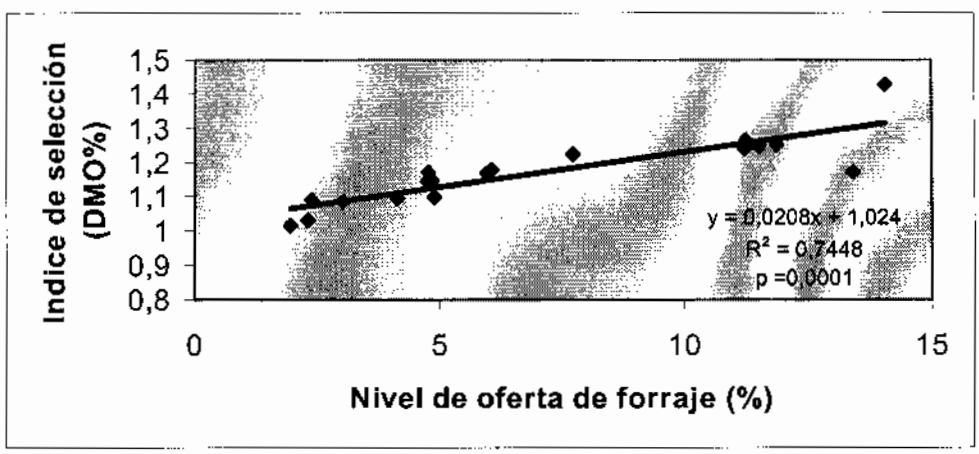
IV.2.3.1) Índice de selección

El índice de selección es el cociente entre el valor de calidad del forraje consumido y el valor de calidad del forraje ofrecido, e indica la capacidad de los animales de seleccionar las fracciones de la pastura de mayor calidad y puede ser expresado en términos de selección de PC o de DMO.

El índice de selección expresado en %DMO promedio para todos los tratamientos del experimento fue de 1.17 incrementándose de 1.07 a 1.16 y a 1.27, para las cargas alta media y baja respectivamente, no habiendo diferencias para los tratamientos suplementados y no suplementados (1.18 vs.1.16).

En la figura 30 se ve que el IS crece (p=0.0001)en la medida que aumenta el nivel de oferta de forraje, el cual explica el 75% de la variación en la selectividad, coincidiendo estos valores con los aportados por Ganzabal (1997).

Figura 30: Efecto del nivel de oferta de forraje, sobre el índice de selección (MOD %)

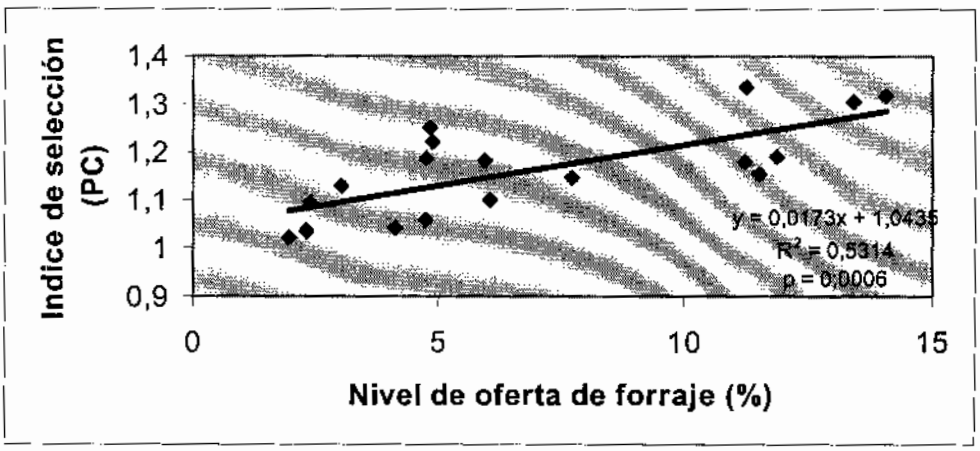


El índice de selección expresado como % de PC, promedio para el experimento fue de 1.16 incrementándose en de 1,06 a 1.18 y a 1.25 para las cargas alta, media y baja respectivamente. Entre los tratamientos suplementados y no suplementados no se detectaron diferencias (1.15 vs. 1.17).

En la figura 31 se aprecia que al aumentar el nivel de oferta de forraje el índice de selección también aumenta, datos que coinciden con los de Ganzabal (1997). Cuando los valores de NOF% son tan bajos como 1% el IS de la PC es bajo (1.02), debido a que

los animales no pueden seleccionar , mientras que al darle posibilidades de seleccionar (NOF% mayores de 8%) el índice de selección se sitúa en torno al 1,20.

Figura 31: Efecto del nivel de oferta de forraje, sobre el índice de selección (%PC)



IV.2.5) Utilización de forraje

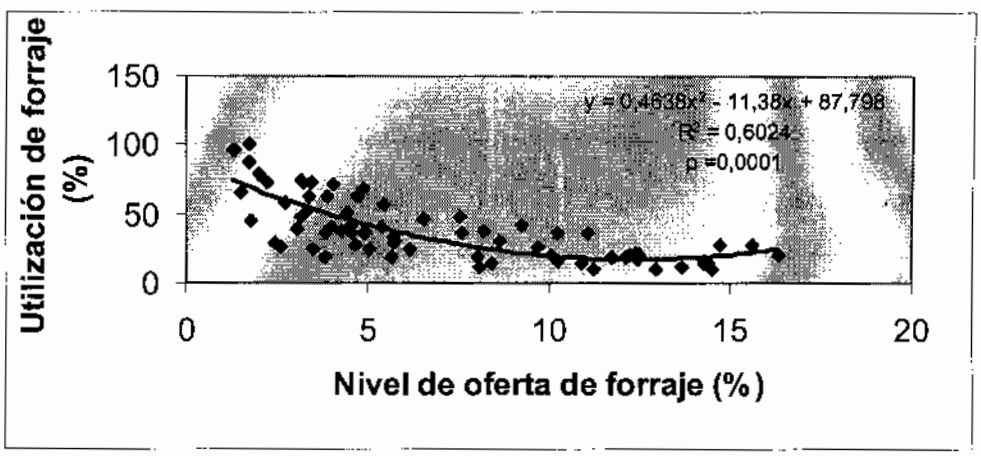
En el cuadro 32 pueden observarse los porcentajes de utilización de MS del forraje. El promedio para todo el experimento fue de 39%, vemos que este aumenta siempre en relación directa con el incremento en la carga, de 19% a 64% al pasar de 15 a 45 corderos/há, este aumento podría cuantificarse y decir que la utilización aumenta en 1.35 % por cada cordero que aumenta la carga.. Los tratamientos suplementados y no suplementados no tuvieron diferencias para el promedio del ciclo con utilizaciones de (38 vs.40) %, pero se observa que en el ultimo ciclo la utilización de los corderos no suplementados fue un 7% mayor que los suplementados.

Cuadro 32: Utilización de forraje (%) por ciclos en función de la carga y la suplementación

Ciclo	Carga (C)			Suplemento (S)	
	45	30	15	Si	No
1	52	38	21	37	32
2	56	40	21	39	39
3	83	33	15	40	47
Promedio	64	37	19	38	40

En la figura 32 se observa que las utilizaciones disminuyen acentuadamente al aumentar el nivel de oferta de forraje, estos datos coinciden con los aportados por Ganzabal (1997). Las utilizaciones fueron del 75 % cuando el NOF se ubica en el entorno al 1%, encontrándose utilizaciones del 100% para ese valor. Los resultados obtenidos muestran que con NOF bajos los animales hacen un aprovechamiento máximo de lo ofrecido. Contrariamente cuando los NOF son muy altos (mas del 10 %), las utilizaciones se ubican por debajo del 20 %, coincidiendo con el máximo consumo voluntario de MS.

Figura 32: Utilización de forraje (%) según el nivel de oferta de forraje (% de PV)



IV.2.6.) Consumo de suplemento

En el cuadro 33 se observan los valores nutritivos de la cebada para cada ciclo de pastoreo, los valores promedio para todo el experimento fueron: DMO 84%, PC 10.7%, FDA 9.2%, FDN 29% y Cenizas 3.2%.

Cuadro 33: Valor nutritivo del grano de cebada para cada ciclo de pastoreo

Ciclo	Valor nutritivo de la cebada (%)				
	DMO	PC	FDA	FDN	Cenizas
1	82,7	11,6	10,4	33,7	3,1
2	85,5	10,7	8,8	25,0	3,0
3	83,6	9,8	8,2	28,5	3,4
Promedio	83,9	10,7	9,2	29,0	3,2

El consumo de suplemento tuvo un comportamiento diferente en cada uno de los tratamientos. Si bien se les ofreció en todas las cargas el 0.6% del peso vivo en grano, este fue mas aceptado en los primeros dos ciclos, al incrementarse la carga (cuadro 34).

La carga alta en el ciclo 1 consumió el 0.5% del PV (casi el total de lo ofrecido), frente al 0.1% del PV en la carga baja, este mayor consumo inicial podría ser debido a los menores NOF% , lo que determino que los animales consumieran antes y en mayor cantidad el suplemento ofrecido en busca de satisfacer sus necesidades, lo que provocó que este se adicionara a la pastura consumida.

Cuadro 34: Consumo de suplemento (g/día) según cargas y ciclos de pastoreo

Ciclo	Consumo de suplemento (g/día)		
	Carga		
	45	30	15
1	126	80	27
2	149	149	115
3	155	160	174

Cuadro 35: Consumo de suplemento (% del PV/día) según cargas y ciclos de pastoreo

Ciclo	Consumo de suplemento (% de PV/día)		
	Carga		
	45	30	15
1	0.5	0.3	0.1
2	0.6	0.6	0.4
3	0.6	0.6	0.6

La eficiencia de conversión del suplemento tuvo respuestas distintas según la carga (cuadro 36), la carga alta fue la única en donde la adición de suplemento generó respuestas positivas en la ganancia de PV, en esta carga la eficiencia de conversión promedio fue de 10. En el primer ciclo donde la disponibilidad de forraje no fue limitante esta fue de 21 y en los siguientes ciclos en donde ya la disponibilidad comenzó a ser limitante las eficiencias fueron muy altas (5 y 4), estas eficiencias son consideradas como muy buenas desde el punto de vista biológico y económico.

En la cargas media y en la baja la adición de suplemento no tuvo efectos positivos en la ganancia media diaria (GMD) y como veremos más adelante tuvo efectos negativos en la ganancia de peso.

Cuadro 36: Eficiencia de conversión del suplemento (kg de suplemento/kg de PV), en función de la carga y el ciclo de pastoreo.

Ciclo	Índice de conversión (kg suplemento/kg de PV)		
	Carga		
	45	30	15
1	21	-4	1
2	5	5	-4
3	4	-5	-1

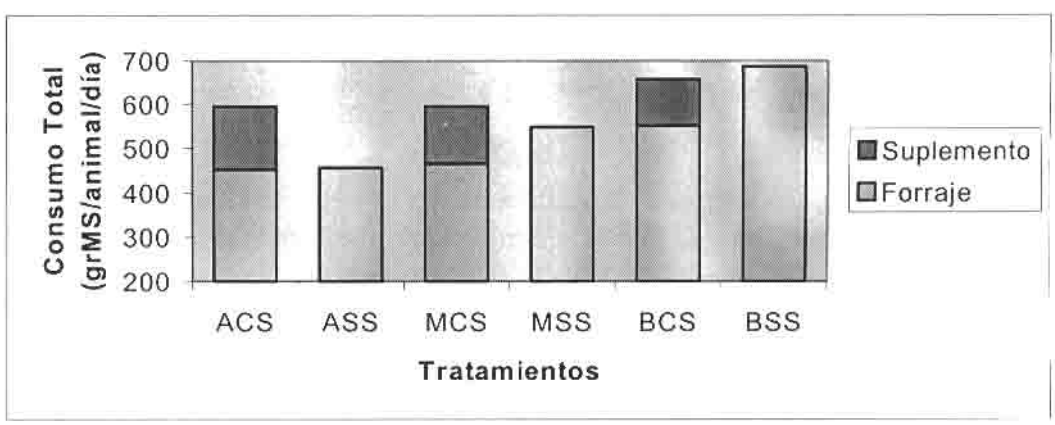
IV.2.7) Consumo total de MS

El consumo total de MS fue para el promedio de los tratamientos suplementados de 615 g MS/animal/día y para los no suplementados de 560 g/animal/día, cuando contamos por separado el consumo de forraje y de suplemento este fue de 489 y 130 g/animal/día frente a 560 y 0 g/animal/día para el promedio de los tratamientos suplementados y no suplementados respectivamente(Cuadro 37 y Figura 31).

Cuadro 37: Consumo de forraje, suplemento y total, para todos los tratamientos

Tipo de alimento	Carga (C)					
	Suplementados			No suplementados		
	45	30	15	45	30	15
Forraje	452	465	551	457	549	686
Suplemento	143	130	105	0	0	0
Total	595	595	656	457	549	686

Figura 33: Consumo de MS (g/animal/día), para todos los tratamientos



IV.2.7.1) Tasa de sustitución

La tasa de sustitución es el cociente entre la diferencia del forraje consumido de los animales sin suplemento frente a los con suplemento para un mismo NOF y la cantidad de concentrado consumido.

Cuadro 38: Tipo de efecto, consumo de forraje y consumo total con diferentes valores de tasa de sustitución.

Tasa de sustitución (%)	Tipo de efecto	Consumo de forraje	Consumo total
< 0	Adición con estimulo	Aumenta	Aumenta
0	Aditivo	No varia	Aumenta
0 - 100	Aditivo - Sustitutivo	Disminuye	Aumenta
100	Sustitutivo total	Disminuye	No varia
> 100	Sustitutivo- Depresivo	Disminuye	Disminuye

Fuente: Ganzabal (1997).

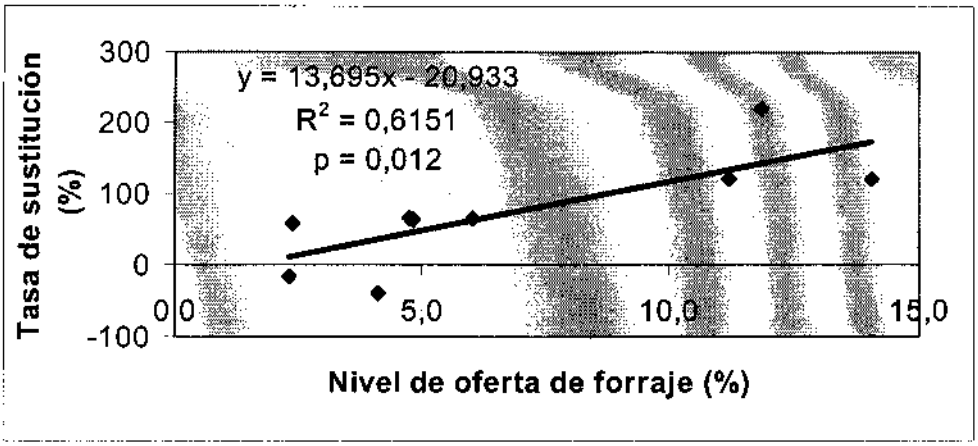
Para este experimento la tasa de sustitución promedio fue de 66 % con valores de 4, 65 y 128% para las cargas alta media y baja respectivamente.

En el cuadro 37 vemos que las cargas alta y media suplementadas tuvieron un consumo total de MS de 138 y 50 gramos mas frente a las testigos, y que la carga baja suplementada tuvo un consumo 30 gramos menor que la no suplementada.

De esta forma se puede decir que existieron efectos aditivos en la carga alta, aditivos-sustitutivos en la carga media y sustitutivos-depresivos en la carga baja (ver figura 33). Según Ganzabal (1997) este efecto sustitutivo-depresivo puede ocurrir cuando el suplemento es de menor valor nutritivo que la dieta ó puede darse también cuando la adición de concentrado a la dieta provoca una disminución del pH ruminal (acidosis)

En la figura 34 se observa que la sustitución aumenta al aumentar los niveles de oferta de forraje, que van desde valores menores a 0 con asignaciones menores a 2 % que indican que hay adición con estimulo, de 2 a 9 % de NOF se ve un efecto aditivo-sustitutivo y en valores mayores a 9% de NOF estarían sucediendo efectos depresivos.

Figura 34: Tasa de sustitución de suplemento por pastura según el nivel de oferta de forraje



IV.3) ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL

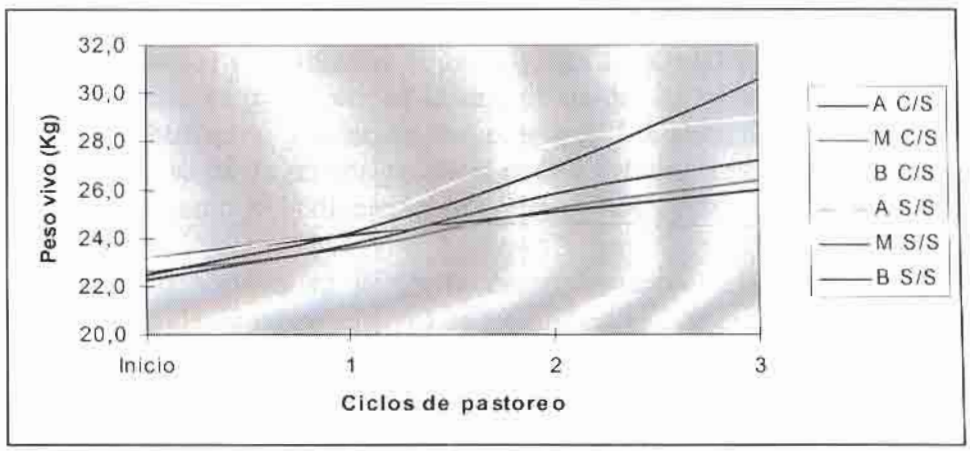
IV.3.1) Evolución y ganancia de peso vivo

En el cuadro 39 y en la figura 35 se puede apreciar el peso inicial, final y la evolución de peso para todos los tratamientos agrupados por ciclos de pastoreo. El peso inicial promedio para todos los tratamientos del experimento fue de 22.8 Kg. Este peso es inferior al recomendado para este tipo de engorde (90 días y este tipo de pasturas) y si observamos el peso final del experimento vemos que ningún tratamiento tuvo las suficientes ganancias diarias para llegar al peso mínimo de faena (33 kg).

Cuadro 39: Pesos inicial, final y evolución del peso vivo (kg) por ciclos, para todos los tratamientos

Carga	Peso inicial	Ciclos			Peso final
		1	2	3	
45 C/S	**23,3**	24.3	25.1	26.1	**26.7**
30 C/S	**22,6**	23.8	25.2	26.6	**27.6**
15 C/S	**22,9**	25	28.1	28.9	**28.7**
45 S/S	**23,3**	24.3	24.7	24.6	**24.7**
30 S/S	**22,3**	24	25.9	27.5	**28.7**
15 S/S	**22,4**	24.5	27.4	30.9	**32.1**

Figura 35 : Evolución del peso vivo por ciclo de pastoreo



La carga fue el factor que más influyó en la ganancia media diaria (GMD) (Cuadro 40), se ve un incremento de la GMD a medida que la carga disminuye (p=0.0001), datos que concuerdan con los aportados por Mott (1960), Carambula (1977), Jagush (1979) Risso (1981) y Ganzabal (1997), quienes observaron que a medida que la carga aumenta, la ganancia de peso de los animales decrece, a causa de una menor selectividad del forraje por animal , una menor tasa de crecimiento de la pastura y un menor consumo de forraje por parte de los mismos.

La suplementación no tuvo un efecto positivo sobre la ganancia de peso vivo no encontrándose diferencias significativas (p=0.3530) en ganancia de peso vivo para los tratamientos con diferentes niveles de suplementación en el promedio del experimento(Cuadro 40).

Cuadro 40: Ganancias diarias (g/animal/día) para todo el periodo experimental, según carga y suplementación

Suplementación (S)	**Total**			
	Carga (C)			**Promedio**
	45	**30**	**15**	
CS	35 ab	55 bc	70 c	71
SS	8 a	68 c	115 d	54
Promedio	24	61	92	**p=0.3530** **p=0.0001**
Interacción C*S	**p=0.0292**			

Ref: a, b, c, d =medias con distintas letras entre columnas son significativamente diferentes entre si (p<0,05)

Existió interacción entre carga y suplemento (p=0.0292) cuadro (40), lo que determinó que para los tratamientos de igual carga las GMD dependieran del nivel de suplementación. Esto se puede ver en la carga baja donde los animales del tratamiento sin suplemento obtuvieron ganancias mayores que los animales del tratamiento con suplemento. La causa de la menor ganancia podría deberse a una interferencia negativa por parte del suplemento en la digestión de la fibra y absorción de nutrientes.

El aumento abrupto en la oferta de suplemento causado por el método de administración, donde de lunes a jueves se les ofrecía lo que correspondía para cada día (0.6% del PV) y el viernes se les ofrecía el suplemento de ese día y los 2 siguientes (1.8% del PV) podría ser la causa de una posible formación de acidosis. Según Owens (1998), el cambio brusco en la dieta hacia la ingestión de excesivas cantidades de carbohidratos rápidamente fermentecibles determina la perdida de homeostasis del ambiente ruminal, resultando en cambios drásticos en la población microbiana, que se traduce en la acumulación de ácido láctico, factor desencadenante de la acidosis láctica o ruminal.

En el primer ciclo de pastoreo la carga fue el factor que hizo variar las ganancias de peso, observándose diferencias significativas (p=0.0003) entre las tres cargas (cuadro 41), aumentando las ganancias a medida que baja la carga. No hubo diferencias significativas (p=0.6819) entre los tratamientos con distintos niveles de suplementación. No hubo interacción entre la carga y el suplemento(p=0.3080).

Cuadro 41: Ganancias medias diarias del primer ciclo (g/animal/día), para todos los tratamientos

Suplementación (S)	**Primer ciclo**			
	Carga (C)			**Promedio**
	45	30	15	
CS	59	91	155	104 a
SS	53	112	121	99 a
Promedio	57 a	101 b	138 c	**p=0.6819** **p=0.0003**
Interacción C*S	**p=0.3080**			

Ref: a, b, c, d =medias con distintas letras entre columnas son significativamente diferentes , entre si (p<0,05)

En el segundo ciclo de pastoreo las GMD continuaron con la tendencia anterior (Cuadro 42), no se observan diferencias significativas entre las cargas alta y media y si se observan diferencias significativas (p<0.05) entre estas dos y la carga baja, no hubo

diferencias significativas (p=0.5901) entre los tratamientos con distintos niveles de suplementación. No hubo interacción entre la carga y el suplemento (p=0.1819)(anexo 5).

Cuadro 42: Ganancias medias diarias del segundo ciclo (g/animal/día), para todos los tratamientos

Suplementación (S)	Segundo ciclo			
	Carga (C)			Promedio
	45	30	15	
CS	32	59	82	59 a
SS	4	31	113	57 a
Promedio	20 a	46 a	98 b	p=0.5901 p=0.0003
Interacción C*S	p=0.1819			

Ref: a, b, c, d =medias con distintas letras entre columnas son significativamente diferentes entre si (p<0,05)

En el tercer ciclo de pastoreo la carga y la suplementación tuvieron efectos significativos (p=0.047 y p=0.058) en la ganancia diaria, la interacción carga - suplemento fue significativa (p=0.0030). En este ciclo es donde los efectos de la suplementación fueron negativos en la carga baja, la diferencia fue de 130 g/animal/día a favor de la carga baja sin suplemento, esto estaría midiendo los efectos de la posible acidosis causada por la forma inadecuada del administrar el suplemento(Cuadro 43).

Cuadro 43: Ganancias medias diarias del tercer ciclo (g/animal/día), para todos los tratamientos

Suplementación (S)	Tercer ciclo			
	Carga (C)			Promedio
	45	30	15	
CS	42 ab	67 bc	-10 a	31
SS	0 a	98 bc	121 c	81
Promedio	24	82	55	p=0.0586 p=0.0467
Interacción C*S	p=0.0030			

Ref: a, b, c, d =medias con distintas letras entre columnas son significativamente diferentes entre si (p<0,05)

4.3.2) Condición corporal

El estado nutricional de los animales medido a través de la escala de condición corporal (0 a 5), se observaron diferencias significativas entre cargas para el promedio del experimento ($p<0.0049$), no existiendo diferencias significativas ($p=0.2190$) entre los tratamientos con distintos niveles de suplementación. Las diferencias entre tratamientos comienzan a darse a partir del segundo ciclo, entre la carga baja y las demás cargas. La condición corporal aumenta al transcurrir el experimento para todas las cargas, mostrando valores mas altos a medida que esta baja; la carga alta y media no presentaron diferencias significativas ($p>0.05$) y si existieron diferencias significativas ($p<0.05$) entre la carga baja y las otras cargas. No existió interacción entre carga y suplemento ($p=0.2519$) (Cuadro 44) (anexo 11).

Cuadro 44: Efectos de la carga y la suplementación sobre la evolución de la condición corporal (grados de CC)

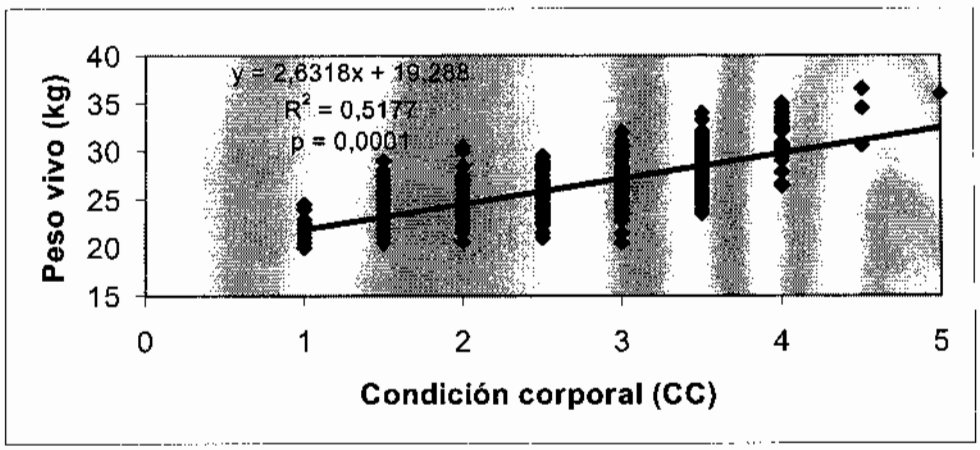
Suplementación (S)	**Carga (C)**			**Promedio**
	45	**30**	**15**	
CS	2.4	2.4	2.7	2.5 a
SS	2.4	2.6	3	2.7 a
Promedio	2.4 a	2.5 a	2.8 b	**p=0.2190** **p=0.0049**
Interacción C*S	**p=0.2519**			

Ref: a, b, c, d =medias con distintas letras entre columnas son significativamente diferentes entre si ($p<0,05$)

Ninguno de los tratamientos llegó a la condición corporal mínima necesaria que exige la industria para corderos pesados (3.5)

La figura 36 muestra la relación entre la CC y el peso vivo. Esta presenta una correlación elevada ($r=0.72$) y se puede concluir que a partir de los 19 kg de PV una unidad de CC corporal representa 2,63 kg de peso vivo, este valor es muy inferior a los encontrados por Arocena y Dighiero (1999) y Montossi et al.., (1998) de 6.8 y 7.6 kg/grado de CC.

Figura 36: Relación entre el peso vivo y la condición corporal



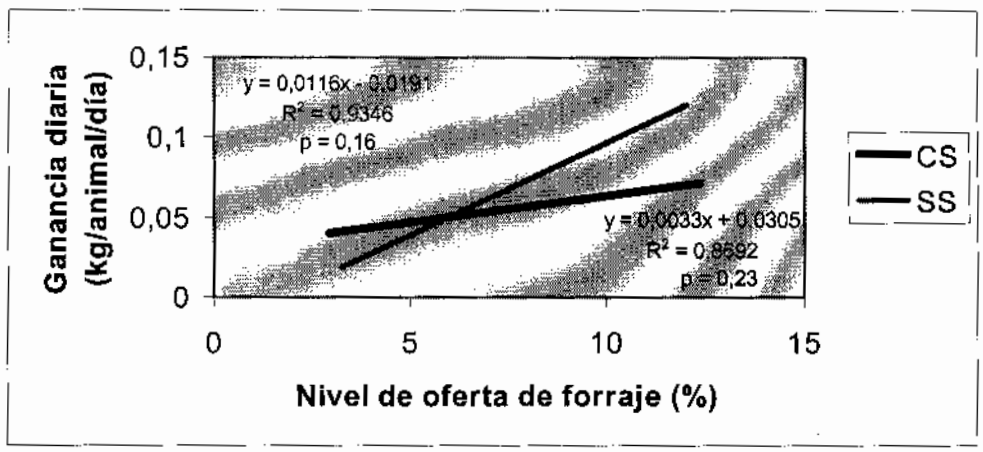
IV.3.3) Efectos de la asignación de forraje en el comportamiento animal

La asignación de forraje expresada como el nivel de oferta de forraje (NOF%), es la cantidad de forraje disponible por un periodo de tiempo, para un numero dado de animales a partir del cual deben seleccionar y extraer su dieta (Ganzabal, 1997), está asociada muy fuertemente con el comportamiento animal.

Los resultados obtenidos (Figura 37), muestran que al aumentar el NOF aumentan las ganancias diarias tanto para los tratamientos suplementados como para los no suplementados, aunque en diferente magnitud, ya que en el caso de los tratamientos no suplementados el aumento ganancias por cada punto de aumento en el NOF es mayor (0.0116 g por cada punto de NOF) que para los tratamientos suplementados (0.0033 g por cada punto de NOF) (Figura 37). Esto coincidiría con lo hallado por Jagush (1979) quien concluye que la asignación de forraje y no la disponibilidad, digestibilidad o la accesibilidad al forraje, fue el factor que más afecto las ganancias de peso y el peso de la carcasa. Corderos recién destetados requieren consumos de 1kg MS/día para un rápido crecimiento, sin embargo, para lograr ese consumo es necesario ofrecerles aproximadamente cuatro veces lo que consumen los animales , logrando ganancias de 150 g por día.

Los tratamientos suplementados presentaron mayores ganancias que los no suplementados cuando los NOF eran menores al 6% y a partir de este valor de NOF las GMD fueron menores que en los no suplementados.

Figura 37: Ganancia diaria (kg/animal/día) según el nivel de oferta de forraje



IV.3.4) Producción de lana

Al realizarse el análisis estadístico para la variable peso de vellón se puede ver que no existió diferencias significativas entre cargas (p=0.1221), entre niveles de suplementación(p=0.5574) así como tampoco existió interacción entre carga y suplemento (p = 0.1882)(Cuadro 44) (anexo 12).

Hay trabajos de Jardine et al., (1975) citados por Williams (1991) que encontraron que hay una disminución en la producción de lana por animal y un aumento en la producción/ha al aumentar la carga animal, esta disminución en la producción por animal al aumentar la carga no se pudo determinar estadísticamente, aunque se puede observar un a tendencia en este sentido (Cuadro 45).

Cuadro 45: Peso de vellón (Kg/animal) según carga y nivel de suplementación.

Pesos (Kg/animal)	Carga (C)				Suplemento (S)			C*S
	45	30	15	p	Si	No	p	p
Peso de vellón	2.293	2.240	2.469	**0.1221**	2.370	2.314	**0.557**	**0.1882**

IV.3.5) Producción animal por unidad de superficie

Para el período experimental la producción promedio por unidad de superficie fue de 120 kg de carne/ha y 75 kg de lana/ha, la mayor producción de carne fue para la carga media sin suplemento (171 kg/ha) y la menor producción la tuvo la carga alta sin suplemento (30 kg/ha).

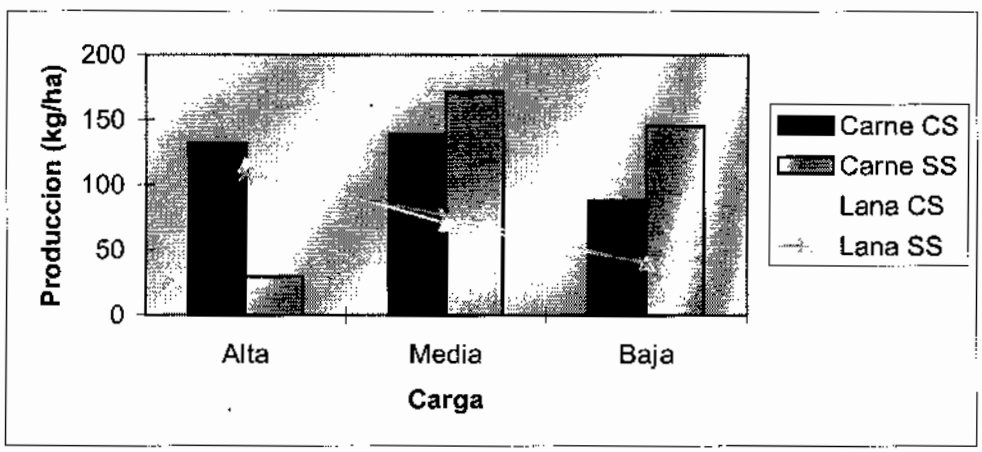
En la figura 38 se puede observar como se comporta la producción de carne por ha para los tratamientos suplementados y no suplementados. Los resultados obtenidos, responden a los conceptos manejados por Mott (1960), donde con dotaciones menores a la optimas, usualmente se obtienen mayores producciones por animal. Por otro lado la producción de carne por hectárea aumenta a presiones de pastoreo medias. Al aumentar la carga por unidad de superficie se llega a un punto donde la producción por hectárea también disminuye debido a que el descenso en producción individual es muy grande y no compensa con el incremento en el número de animales la disminución de la performance.

La producción de lana se incrementó al aumentar la carga ajustándose a una regresión del tipo lineal (para todos los tratamientos), siendo la función de regresión $y = 2.4x + 2.7 (p<0.01)$, también estos resultados coinciden con los conceptos de Mott, ya que estaríamos en la sección ascendente de la curva (cuadro 45), por lo que la dotación optima para producción de lana sería mas alta que para producción de carne, ya que no se vio descenso en la producción de lana /ha para ninguno de los tratamientos utilizados (cuadro 46).

Cuadro 46: Producción de lana y carne (kg/ha), para todos los tratamientos

Producción (kg/ha)	**Carga (C)**					
	Suplementados			**No suplementados**		
	45	**30**	**15**	**45**	**30**	**15**
Carne	132	139	88	30	171	145
Lana	115	70	40	108	76	39

Figura 38: Producción de carne y lana por superficie, para tratamientos suplementados y no suplementados



VI) CONCLUSIONES

El incremento de la carga determinó una disminución en la disponibilidad y altura del forraje disponible, una menor cantidad (Kg MS/ha) y calidad del forraje remanente, un menor consumo individual, una menor selección de en MOD y PC, una mayor utilización de la pastura y una menor ganancia diaria (g/animal/día) y CC en todo el periodo experimental.

La suplementación tuvo efectos diferentes en el consumo de la pastura según la carga, en la carga baja hubo un efecto de sustitución con depresión, en la carga media hubo una alta tasa de sustitución y en la carga alta el efecto fue de adición total. No existieron efectos en las ganancias diarias debidas a la suplementación en las cargas alta y media y existió un efecto negativo en las ganancias diarias en la carga baja.

El manejo en la frecuencia de suministro del suplemento posiblemente ocasionó trastornos digestivos, que se manifestaron en bajas ganancias diarias.

Las bajas ganancias obtenidas en todos los tratamientos durante el periodo experimental (comparado con experimentos de similares características), fueron debidas a un bajo consumo de forraje por los animales. Este bajo consumo fue probablemente causado por las características de la pastura (muy bajo contenido de MS y muy altos niveles de FDN), y las elevadas precipitaciones que se dieron durante el periodo experimental (sumado a esto el mal drenaje de los suelos) que provocaron afecciones pódales en los animales.

La utilización de la altura del forraje disponible antes y después del pastoreo aparece como una herramienta sencilla y de bajo costo para estimar la disponibilidad de forraje en este tipo de pasturas, ya que la correlación hallada entre altura del forraje y disponibilidad fue alta.

VII) RESUMEN

El presente trabajo experimental esta enmarcado dentro del proyecto de investigación llevado a cabo por el INIA, denominado "Calidad y Rendimiento de Carne Vacuna y Ovina en Sistemas de Intensificación Variable". El objetivo principal, fue definir alternativas de alimentación y niveles de carga, para producir carne ovina de calidad. El experimento se llevó a cabo en la unidad "Palo a Pique" de INIA Treinta y Tres, ubicada sobre la unidad Alferez, durante el periodo comprendido entre el 28 de mayo y el 21 de agosto de 1998 (84 días) . La pastura utilizada fue un mezcla de Avena sativa cv. INIA Tucana con Lolium multiflorum cv. LE 284. Consistió en un arreglo factorial con un diseño de parcelas al azar, donde se evaluaron: seis tratamientos, combinando tres dotaciones (15, 30 y 45 corderos /ha) con dos niveles de suplementación (0 y 0.6 % de PV de grano de cebada). La disponibilidad promedio de MS/ha aumentó al disminuir la carga (CA= 871, CM= 1104 y CB= 1276 Kg MS/ha) al igual que el remanente de forraje (CA= 385, CM= 779 y CB= 1139 Kg MS/ha). Los valores de NOF promedio para todo el periodo experimental variaron con la carga y fueron: CA=3%, CM= 6% y CB= 12% y el consumo promedio de MS fue: CA=450, CM= 507 y CB= 620 g/cordero/día. La regresión de consumo y NOF fue de la forma: Consumo = 284.5+57.4NOF-2.5 NOF^2; r^2 =0.615 y p= 0.11), como para % PV : Consumo = 0.99 + 0.3 NOF - 0.02 NOF^2 ; r^2 =0.538 y p=0.015. El índice de selección de la MOD y de la PC aumentó al aumentar el NOF, hallándose una alta asociación (IS MOD = 1.02 + 0.02 NOF; r^2 = 0.7448 y p=0.0001) y (IS PC = 1.04+0.017NOF; r^2 = 0.5314 y p= 0.0006). La utilización de la pastura disminuyó al aumentar el NOF (Utilización = 87.8 - 11.4 NOF + 0.46 NOF^2 ; r^2 = 0.6024 y p= 0.0001). El % de utilización para las diferentes cargas fue: CA= 64%, CM= 37% y CB= 19% respectivamente. El consumo total de MS(pastura + suplemento) para los tratamientos suplementados fue: CA= 595, CM= 595 y CB= 656 (g/animal /día). La tasa de sustitución fue: CA= 4%, CM= 65 y CB= 128%. Para los tratamientos sin suplementación, el consumo total de MS aumentó al disminuir la carga : CA= 457, CM= 549 y CB= 686 (g/animal /día). Los resultados del experimento demostraron el efecto altamente significativo que tuvo la carga sobre las ganancias diarias (p= 0.0001; CA=24, CM= 61 y CB= 92 g /cordero /día), y sobre la CC (p=0.0049; CA= 2.4, CM= 2.5, CB=2.84). La carga no tuvo efecto sobre la producción de lana individual (p= 0.12; CA= 2,293, CM= 2,24 y CB= 2,469 Kg/cordero). Los valores promedio de producción /ha alcanzados fueron: CA= 81; CM= 155; CB= 117 Kg/ha. No existieron diferencia significativas entre las ganancias diarias de los tratamientos suplementados y los no suplementados (p= 0.3530). Existió interacción (p=0.0292) entre carga y suplemento para la ganancia diaria de los animales. Se determinaron asociaciones positivas entre disponibilidad de MS/ha y altura de la pastura medida con regla (Kg MS/ha= -21.406 + 43.317 cm; r^2 = 0.5996 y p =0.0001), mientras que para el forraje rechazado las mismas fueron (Kg MS/ha= 37.875 + 59.204 cm; r^2 = 0.7575 y p =0.0001).

VIII) BIBLIOGRAFÍA

1. ACOSTA, A.; HEGUY, P.; SANTIN, P.. 1993. Efecto de la estrategia de suplementación y el nivel de oferta de forraje sobre el comportamiento de capones. Tesis Ingeniero Agrónomo. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 141 pp.

2. ALVAREZ, M.; URDANGARIN, M..1998. Efecto del nivel de consumo de silo de maíz sobre el crecimiento y características de la carcasa en corderos Corriedale. Tesis Ing. Agr. Montevieo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 118 p.

3. ALLDEN, W.; WHITTAKER, I.. 1970 The determination of herbage intake by razing sheeps: the inter-relationships of factors influencing herbage intake and availability. Australian Journal of Agricultural Research. 21 (5): 755-766.

4. ALLEN, M. S..1996. Physical Constrains on Voluntary Intake of forages by ruminants. Journal Australian Science. 74 (12): 3063-3075.

5. ARNOLD, G.W.. 1964. Some principles in the investigation of selective grazing. Selecyive grazing by sheep of two forage species at deferments stage of growth. Proceedings of Australian Society of Animal Production. 5: 258-271.

6. ARNOLD, G. W.; BUSH, I. G.. 1962. The effects of stocking rate and grazing management on fat lamb production. Proceedings of the Australian Society of Animal Production. 4: 121-129.

7. AROCENA, C.; DIGHIERO, A..1999. Evaluación de la producción y calidad de carne de cordero sobre una mezcla forrajera de avena y raigrás, bajo los efectos de carga animal, suplementación y sistemas de pastoreo para la región de basalto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 146 p.

8. AZZARINI, M..1996. Producción de carne ovina a partir de los sistemas laneros. En: Producción de corderos pesados en sistemas laneros. SUL. pp. 5-13.

9. AZZARINI, M.; OFICIALDEGUI, R.; CARDELINO, R..1996. Sistemas alternativos de producción ovina; potenciación de la producción de carne en sistemas laneros. SUL. Producción Ovina Nº 9. pp. 7-20.

10. AZZARINI, M.; PONZONI, R.. 1971. Aspectos modernos de la producción ovina. Primera contribución, Paysandú, Uruguay, Facultad de Agronomía, E.E.M.A.C. pp. 183.

11. BANCHERO, G. ; MONTOSSI, F.. 1998. Engorde intensivo de corderos: uso alternativo de concentrados, ensilajes y/o pasturas mejoradas. INIA: Serie Actividades de Difusión Nº 167. pp. 1-21.

12. BERRETA, M.; GONCALVEZ, S.; SCHUETT, E.. 1993. Evaluación de crecimiento de corderos cruza de Ile de France con ovejas Corriedale o Ideal desde su nacimiento hasta su faena. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 175 p.

13. BERMUDEZ, J.; QUINTANA, Q.; MIRANDA, J.. 1993. Consumo, digestibilidad in vivo y ganancia de peso de corderos alimentados con heno de avena (Avena Sativa) sola, en mezcla con veza (Vicia Sativa) o suplementada con concentrado. Revista Latinoamericana de Pequeños Rumiantes. 1: 39-48.

14. BIANCHI, G.. 1998. Cruzamientos para carne ovina. Paysandú. Facultad de Agronomía. 43 p.

15. BONECARRERE. 1972. Crecimiento y desarrollo animal . EN: Producción y comercialización de carnes. Universidad de la República. pp. 63-83.

16. CARAMBULA, M..1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. R. O. Del Uruguay, Hemisferio Sur S.R.L. 464 p.

17. CARÁMBULA, M.; AYALA, W.; BERMUDEZ, R.; CARRIQUIRY, E.. 1996. Verdeos de invierno asociados. INIA. Boletín de divulgación Nº 58. 19 pp.

18. CARRIQUIRY, M..1998. Acidosis láctica. Montevideo. Facultad de Agronomía. 8 p.

19. CATON, J.; DHUYVETTER, D.. 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants requirements and responses. Journal of Animal Science . 75: 533-542.

20. COZZOLINO,D.; PIGURINA, G.; METHOL, M.; ACOSTA, Y; MIERES, J.; BASSEWITZ, H..1994 Guía para la alimentación de rumiantes. Inia. Serie Técnica Nº 44. 60 pp.

21. CHURCH, D.C.. 1974. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Zaragosa, Acridia. 3 vol. 641 p.

22. DEAMBROSIS, A.. 1972. Producción de carne ovina. II. Crecimiento. En: Producción y comercialización de carnes. Universidad de la República. pp. 235-256.

23. DROUILLARD, J.S.; KLOPFENSTEIN, T.J.; BRITTON, R.A.; BAUER, M.L.; GRAMLICH S.M.; WESTETR, T.J.; FERREL, C.L.. 1991. Growth, body composition, and visceral organ mass and metabolism in lambs during and after metabolizable protein or net energy restrictions. Journal-of-Animal-Science. 69 (8): 3357-3375.

24. DUMESTRE, J.; RODRIGUEZ, N.; VAZ MARTINS, D.; CIBILS, R..1998. Utilización de ensilaje de maiz y grano para el engorde de novillos; comportamiento de novillos sometidos a distinto manejo y niveles de suplemento sobre dos pasturas. INIA. Serie Técnica Nº 98. pp. 13-22.

25. FERRARI, J.M.; MAZZITELI, F.. 1978. Efecto de la carga animal en pasturas de raigrás y crecimiento post destete de corderos. En: Pasturas IV. CIAAB ed. R. O: del Uruguay, MAP. pp. 239-244.

26. FRASER, A. et. al.. 1989. Ganado ovino; producción y enfermedades.España, Ediciones Mundi Prensa. 358 p.

27. GANZÁBAL, A.. 1997a. Alimentación de ovinos con pasturas sembradas. INIA. Serie técnica Nº84. 43 pp.

28. GANZÁBAL, A..1997b. Suplementación de ovinos en condiciones de pasturas mejoradas. *En*: suplementación estratégica de la cría y recría ovina y vacuna. INIA. Serie Actividades de Difusión Nº 129. pp. III-1- III-4.

29. GARCIA, A.. 1991. El Medio Ambiente Ruminal. In: Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. INIA. Serie técnica Nº 13. pp. 201-203.

30. GARCIA, A.; LOPEZ, E.. 1985. Comparación de técnicas de introducción de lotus (Lotus Corniculatus L.) en el tapiz natural y su efecto en la velocidad de crecimiento de corderos. Tesis Ing. Agr. Montevideo , Uruguay, Facultad de Agronomía. 145 p.

31. GREENHALGH, J.F.D.; REID, G. W.; AITKEN, J. N.; FLORENCE, E.. 1966. The effect of grazing intensity on herbage consumption and animal production. I. Short term effects in strip - grazed dairy cows. Journal Animal Science. 67: 13-23.

32. DEHORITY B.A.; TIRABASSO, P.A.. 1998. Effect of ruminal celulolytic bacterial concentrations on In Situ digestion of forage cellulose. Journal Animal Science. 76 (11): 4091-4096.

33. HAMILGTON, B. A. et. al.. 1973. Relationship between the diet selected by grazing sheep and herbage offer. Australian of Agricultural Research. 24 (2): 271-277.

34. HODGSON, J.. 1975. The influence of grazing pressure and stocking rate on herbage intake and animal performance. British Grassland Society. Occasional Symposium Nº 8. pp. 93-103.

35. HODGSON, J.. 1979. Nomenclature and definitions in grazing studies. Grassland and Forage Science . 34: 11-18.

36. HODGSON, J. 1981. Variations in the surface characteristics of the sward and the short - term rate of herbage intake by claves and lambs. Grass and Forage Science. 36: 49-57.

37. HODGSON, J.. 1990. Grazing management, science into practice. Longman Scientific & Technical. Whittemore, C.. Simpson, K. (Ed). 203 pp.

38. HODGSON, J.. 184. Sward conditions, herbage allowance and animal production: an evaluation of research results. 44: 99-104.

39. HODGSON, J.; MACKIE, C.; PARKER, J.. 1986. Sward surface heights for efficient grazing. Grass Farmers. 24: 5-10.

40. HUNTINGTON, G. B.. 1988. Acidosis. In: The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition. Church D.C. Waveland Press, Inc. Pp 474 - 480.

41. HUME, I.D.; HOFMANN, R.R.; LECHNER -DOLL, M.. 1995. Comparison of herbivore forage selection and digestion. Proceeding of the IV th international symposium on the nutrition of herbivore. pp. 231-244.

42. ILLIUS, A. W.; JESSOP, N. S.. 1996. Metabolic Constraints on Voluntary Intake in Ruminants. Journal of Animal Science. 74 (12): 3052- 3062.

43. JAGUSH, K. T.; RATTRAY, P. V.; OLIVER, T. W.; COX, N.R..1979.The effect of herbage yield and allowance on growth and carcass characteristics of weanded lambs. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 39: 255-259.

44. JARRIGE, J.1990. Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos. España; Ediciones Mundi Prensa. 431 p.

45. JOSIFOVICH, J.A.. 1955. Invernada en el norte de la provincia de Buenos Aires. Primera edición. Argentina, Editorial Hemisferio Sur. 319 p.

46. JUNG, H. G. ; SAHLU, T.. 1989. Influence of grazing pressure on forage quality and intake by sheep grazing smooth bromegrass. Journal of Animal Science. 67: 2089-2097.

47. KARNEZOS, T.; MATCHES, A.; PRESTON, R.; BROWN, C.. 1994. Corn supplementation of lambs grazing alfalfa. Journal of Animal Science. 72 (3): 783-789.

48. KREHBIEL, C. R.; BRITTON, R. A.; HARMON, D. L.; WESTER, T. J.; STOCK, R. A.. 1995. The Effects of Ruminal Acidosis in Volatile Fatty Acid Absorption and Plasma Activities of Pancreatic Enzymes in Lambs. Journal of Animal Science. 73: 3111-3121.

49. LANGE, A.. 1980. Suplementación de pasturas para la producción de carne 2° ed. CREA Argentina, Colección Investigación aplicada. pp. 74.

50. LANGLANDS, J.P.. 1969. The feed of sheep supplemented with varying quantities of wheat while grazing pastures differing in herbage availability. Australian Journal Agricultural Research. 20: 919-924.

51. LAREDO, M.A.; MINSON, D. J.. 1974. The voluntary intake, digestibility and retention time, by sheep of leaf and steam fractions of five grasses. Australian journal of Agricultural Research. 24 (6): 875-888.

52. LEEDLE, J.A.Z.; BRYANT, M.P.; HESPELL, R.B..1982. Leedle,-J.A.Z.; Bryant,-M.P.; Hespell,-R.B. : Diurnal variations in bacterial numbers and fluid parameters in ruminal contents of animals fed low- or high-forage diets. Applied-Environ-Microbiol. Washington, D.C., American Society for Microbiology. 44 (2) : 402-412.

53. LIU, F.; HODGSON, J.; BARRY, T.. 1997. Comparative studies of herbage intake and performance of lambs grazing Yorkishire fog (Holcus lanatus) and tall fescue (Festuca arundinacea) pastures under rotational management in summer. New Zealand Journal of Agricultural Research. 40: 4, 475-487.

54. MC DONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D..1986. Nutrición animal; valoración de los alimentos. Acriba S.A., Zaragosa, citados por cátedra de nutrición animal en consumo de alimentos, Tomo II, Univ. De la Rep. O. del Uruguay.

55. MAYNARD, L.. 1984. Animal nutrition, México, Mc Graw Hill. pp. 419-583.

56. MAZZITELLI, F.; PISCIOTTANO, E.; LARRIERA, F.; RISSO, D.; SCABINO, J.. 1978. Crecimiento de corderos Corriedale en diferentes tipos de pasturas. En: Pasturas IV. CIAAB ed. R. O. del Uruguay. MAP. pp. 245-252.

57. Mc LEAN, J.W. et. al. . 1965. Lamb growth and development in relation to pastures species. Proceeding of the Ruakura Farmer's. 17: 34-42.

58. Mc MEEKAN, C. P.; WALSHE, M. J.. 1963. The inter-relationships of grazing method and stocking rate in the efficiency of pasture utilization by dairy cattle. Journal of Agriculture Science. 61: 147-163.

59. MIERES, J.M..2000. Valor nutricional de las alfalfas en diferentes estados fisiológicos y de conservación. En: Tecnología en alfalfa. Rebuffo, M.; Risso, D.F.; Restaino, E. INIA. Boletín de divulgación Nº 69. pp. 147-152.

60. MONTOSSI, F.; RISSO, D.; PIGURINA, G.. 1996. Consideraciones sobre utilización de pasturas. INIA. Serie técnica Nº 80. pp. 93-105.

61. MONTOSSI, F.; SAN JULIÁN, R.; AYALA, W.; BERMÚDEZ, R.; FERREIRA. G.. 1997. Estrategia para el engorde de corderos en sistemas intensivos: 1- Producción intensiva de corderos en base a pasturas de alta producción. *En*: Jornada de pasturas y ovinos. INIA ed. Serie Actividades de Difusión Nº 137. pp. 45-51.

62. MONTOSSI, F.; SAN JULIÁN, R.; AYALA, W.; BERMÚDEZ, R.; FERREIRA. G.. 1997. Alternativas de intensificación de la producción en carne ovina en sistemas ganaderos de Uruguay. *En*: Jornadas Uruguayas de Buiatría (25ª- Congreso Latinoamericano de Buiatría (9). Paysandú. pp. 23-25.

63. MONTOSSI, F.; SAN JULIAN, R.; RISSO, D. F.; BERRETTA, E. J.; MEDROS, A.; MOTTA, J. P.; ZAMIT, W.. 1996. Engorde invernal de borregos sobre verdeos de Avena, Raigrás y Holcus. INIA. Serie de Actividades de Difusión Nº 108. pp. VII-1 al VII-6.

64. MONTOSSI, F.; SAN JULIÁN, R.; BERRETTA, E.; FERREIRA. G.; RISSO, D.; ZAMIT, W.; LEVRATTO, J.. 1997. Producción de carne ovina en sistemas laneros de la región de basalto. INIA. Serie Actividades de Difusión Nº 145. pp. II 27- II 33.

65. MONTOSSI, F.; SAN JULIÁN, R.; LIMA, G.; MARCHESI, C.. 1997. Utilización de verdeos invernales en el engorde ovino: 2- Capones. INIA. Serie Actividades de Difusión Nº 139. pp. III-9 al III-16.

66. MORLEY, F.H.W.. 1981. Crecimiento de pasturas bajo pastoreo. IN: World Annual Science, B. Disciplinary Approach 1. Morley, F.H.W. ed. Elsevier Scientific Publishing Company. pp . 55-77.

67. MORRIS, R. M.. 1969. The pattern of grazing in " continuously" grazed swards. Journal of the British Grassland Society. 24: 65-70.

68. MOTT, G.. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. Proceedings of the International Grassland Congress (8^{th}). pp. 606-611.

69. MURPHY, T.A.; LOERCH, S.C.; Mc CLURE, K.E.; SOLOMON, M.B.. 1994b. Effect of grain or pasture finishing sistems on carcass composition and tissue accretion rates of lambs. Journal Animal Science. 72: 3138-3144.

70. NEWTON, J. E.; YOUNG, N. E.. 1974. The performance and intake of weaned lambs grazing S24 perennial ryegrass, with and without supplementation. Animal Production. 18: 191-199.

71. NORBIS, H.M.. 1994. Factores que influyen sobre el consumo voluntario y la performance animal. In: Utilización de pasturas. Cátedra de bovinos de carne. Facultad de Agronomía. pp. 33-68.

72. N.R.C.. 1985. Nutrient Requirements of Sheeps. 6ed. Revised Edition. National Academy Press, Washington D.C. pp. 2-25.

73. ORSKOV, E.R.; Mc DONALD, I.; GRUBB, D.A.; PENNIE, K.. 1976. The nutrition of the early weaned lamb. IV. Effects on growth rate, food utilisation and body composition of changing from a low to a high protein diet. Journal of Agricultural Science, Cambridge. 86: 411-423.

74. OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J.; GILL, D.R..1998. Acidosis in cattle: a review. Journal Animal Science. 76: 275-286.

75. PARMA, R.. 1999. Engorde de corderos. Algunos aspectos del manejo de pasturas. En: Lananoticias Nº 121, SUL. pp. 34-37.

76. PIGURINA, G.. 1994. Suplementación dentro de una estrategia de ,anejo en áreas de ganadería extensiva. *En*: Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. INIA. Serie técnica Nº 13. pp. 195-200.

77. POPPI, D.P.; Mc LENNAN, S.R.. 1995. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. Journal of Animal Science. 1: 278-290.

78. POPPI, D.P.; HUGHES, T; L'HUILLER, P..1987. Intake of pastures by grazing ruminants. In: Feeding livestock on pastures. New Zealand Animal Production. Ocasional Publication Nº 10. Nicol, A.(Ed). pp. 55-64.

79. RISSO, D. 1981. Utilización de pasturas y engorde eficiente de novillos; influencia del manejo en el comportamiento del animal y de la pastura. CIAAB. Miscelánea Nº 28. pp. 1-6.

80. RISSO, D.; AHUNCHAÍN, M.; CIBILS, R.; ZARZA, A.. 1991. Suplementación en invernadas del litoral. *En*: Pasturas y producción animal en áreas de ganadería intensiva. INIA. Serie técnica Nº 15. pp. 51-65.

81. RODRIGUEZ, D.J; RODRIGUEZ, S.G.. 1987. Efecto de la carga animal y el método de pastoreo con ovinos, sobre la productividad y la composición botánica de tapices naturales en la zona de Caraguatá. Tesis Ing. Agr. Montevideo , Uruguay, Facultad de Agronomía. 157 p.

82. SAINZ, R. D.. 1996. Qualidade das carcasas de carne ovina e caprina .In: Reuniao anual da Sociedade Brasilera de Zootecnia (33ª., 1996, Fortaleza, Brasil). Fortaleza, SBZ. pp. 3-13.

83. SAN JULIAN, R.; MONTOSSI, F.; PITTALUGA, F.; GUARINO, L.. 1997. Utilización de verdeos invernales en el engorde ovino: 1. corderos. Serie Actividades de Difusión Nº 139. pp. 1-8.

84. SAN JULIÁN, R.; MONTOSSI, F.; BRITO, G.; KIMA, G.. 1996. Engorde de capones en Avena. INIA. Serie Actividades de Difusión Nº 105. pp. 44-50.

85. SAN JULIÁN, R.; MONTOSSI, F.; PITTALUGA, F.; GUARINO, L.. 1997. Utilización de verdeos invernales en el engorde ovino: 1- corderos. INIA. Serie Actividades de Difusión Nº 139. pp. III-1 al III-8.

86. SANTINI, J. F.; REARTE, D. H.. 1997. Estrategia de alimentación en invernada. En: Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Vaz Martins, D. INIA. Serie técnica Nº 83. pp. 37- 45.

87. SCAGLIA, G.; TERRA, J.; SAN JULIÁN, R.. 1997. Engorde de corderos sobre Avena. INIA. Serie Actividades de Difusión Nº 136. pp. 47-58.

88. SCALES, G.. 1993. Carcass fatness in lambs grazing various forages at different rates of liveweight gain. New Zealand Journal of Agricultural Research. 36 (2): 243-251.

89. SHALU, T; JUNG, H.G.; MORRIS, J. G.; 1989. Influence of grazing pressure on energy cost of grazing by sheep on Smooth Bromegrass. Journal of Animal Science. 67: 2098-2105.

90. SHEATH, G.; HAY, R.; GILES, K.. 1987. Managing pastures for grazing animals. *In*: Feeding livestock on pastures. New Zealand Animal Production. Occasional Publication N°10. Nicol, A. (Ed). pp 65-74.

91. SOEPARNO; LLOYD DAVIES, H. 1987. Studies on the growth and carcass composition in Daldale wether lambs .I The effect of dietary energy concentration concentration and pastures species. Australian Journal of Agricultural Research. 38: 403-415.

92. SOEPARNO; LLOYD DAVIES, H. 1987. Studies on the growth and carcass composition in Daldale wether lambs .II. The effect of dietary protein / energy ratio.Australian Journal of Agricultural Research 32(2): 417-426.

93. SPEEDING, C.R.W.. 1965. The physiological basis of grazing management. Jouranl British Grassland Society. 20 (1): 7-14.

94. THORNTON, R. F.; MINSON, D.J.. 1972. The relationship between apparent retention time in the rumen, voluntary intake and apparent digestibility of legume and grass diets in sheep. Australian Journal of Agricultural Research. 24(6): 889-898.

95. VAN SOEST, P.J.. 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. Journal of Animal Science. 24: 834-843.

96. VAZ MARTINS, D..1997. Suplementación energética en condiciones de pastura limitante. En: Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Vaz Martins, D. INIA. Serie técnica N° 83. pp.17-22.

97. VAZ MARTINS, D.; BIANCHI, J.. 1982. Relación entre distintos parámetros de la pastura y el comportamiento animal en pastoreo. CIAAB. Miscelánea 28. pp. 1-16.

98. VAZQUEZ PLATERO, R.; PICERNO, A.. 1995. Estudio de comercialización de carne ovina en el cono sur. Fondo de promoción de tecnología agropecuaria (INIA). 106 pp.

99. VERDE, J. 1973. La aplicación racional del crecimiento compensatorio. Balcarce. INTA, Est. Exp. Reg. Agrop. Balcarce. Depto. de Prod. Animal, Balcarce. 5p (Resultados de investigación n.53).

100. VESLEY, J.A.. 1973. Growth rates carcass grades and fat composition in rams lambs, wether lambs and induced cryptorchids. Canadian Journal Animal Science. 53: 187 - 192.

101. VIGGLIZO, E.; 1981.. Dinámica de los sistemas pastoriles de producción lechera. Buenos Aires, Hemisferio Sur. pp. 125.

102. WHITE, D.. 1987. Stocking rate. *In*: Ecosystems of the world, 17B. CSIRO, Midland, W.A. Australia. Snaydon, R. (Ed). pp. 227-238.

103. WILLIAMS, A.. 1991. Wool growth. *In*: Australian sheep and wool handbook. Cottle, D. (Ed). Impact printing, Melbourne, Australia. pp. 224 - 242.

IX) ANEXO

Anexo 1: Estimadores lineales de la evolución de peso de los corderos.

CARGA	SUP.	Nº	a	b	R2	p
A	CS	**25**	27,1	0,028	0,58	0,0060
A	CS	**28**	21,15	0,03	0,58	0,0064
A	CS	**48**	22,04	0,038	0,84	0,0001
A	CS	**51**	24,7	0,055	0,92	0,0001
A	CS	**76**	22,9	0,022	0,41	0,0300
A	CS	**93**	23,8	0,075	0,96	0,0001
A	CS	**99**	25,4	-0,03	0,67	0,0200
A	CS	**100**	22,5	0,061	0,92	0,0001
M	CS	**8**	21,87	0,075	0,93	0,0001
M	CS	**17**	20,91	0,045	0,79	0,0002
M	CS	**41**	21,64	0,094	0,87	0,0001
M	CS	**52**	26,4	0,035	0,38	0,0405
M	CS	**54**	24,03	0,068	0,73	0,0008
M	CS	**70**	21,5	0,058	0,79	0,0002
M	CS	**78**	23,2	0,016	0,23	0,1384
M	CS	**103**	23,8	0,048	0,73	0,0008
B	CS	**12**	29,87	-0,019	0,07	0,4304
B	CS	**20**	22,38	0,026	0,38	0,0422
B	CS	**34**	23,53	0,146	0,94	0,0001
B	CS	**64**	25,86	0,07	0,81	0,0010
B	CS	**66**	23,97	0,049	0,39	0,0384
B	CS	**68**	21,68	0,074	0,74	0,0007
B	CS	**72**	24,59	0,116	0,9	0,0001
B	CS	**88**	23,76	0,093	0,85	0,0001
B	CS	**94**	22,8	0,016	0,68	0,0002
A	SS	**1**	28,87	-0,022	0,43	0,0766
A	SS	**3**	24,36	0,01	0,097	0,4511
A	SS	**15**	21,99	0,02	0,59	0,0250
A	SS	**34**	25,34	0,038	0,76	0,0470
A	SS	**49**	23,38	0,015	0,17	0,3049
A	SS	**91**	20,51	0,012	0,32	0,1442
M	SS	**5**	23,53	0,09	0,89	0,0004
M	SS	**31**	21,73	0,087	0,91	0,0001
M	SS	**40**	23,4	0,051	0,77	0,0040
M	SS	**43**	22,14	0,094	0,94	0,0001
M	SS	**44**	25,33	0,0039	0,013	0,7800
M	SS	**65**	22,2	0,064	0,9	0,0003
M	SS	**79**	22,04	0,084	0,89	0,0004
B	SS	**21**	20,7	0,17	0,99	0,0001
B	SS	**36**	23,4	0,124	0,94	0,0001

B	SS	**39**	27,65	0,059	0,68	0,0112
B	SS	**71**	21,01	0,115	0,89	0,0004
B	SS	**77**	23,5	0,093	0,79	0,0028
B	SS	**83**	22,38	0,124	0,93	0,0001
B	SS	**84**	18,9	0,151	0,93	0,0001
B	SS	**96**	23,88	0,153	0,96	0,0001
B	SS	**97**	23,34	0,041	0,58	0,0272

Anexo 2: Estimadores y cuadráticos de la evolución de peso de los corderos

CARGA	SUP.	Nº	a	b	C	R2	p
A	CS	**25**	27,112	0,026	0,000025	0,59	0,9461
A	CS	**28**	21,57	-0,0027	0,00039	0,63	0,3100
A	CS	**48**	21,98	0,0432	-0,000053	0,85	0,8300
A	CS	**51**	24,3	0,089	-0,00004	0,84	0,0876
A	CS	**76**	22,04	0,093	-0,00085	0,75	0,0113
A	CS	**93**	23,98	0,06	0,00018	0,96	0,4301
A	CS	**99**	25,21	-0,015	-0,00016	0,68	0,6046
A	CS	**100**	22,57	0,057	0,000054	0,92	0,8400
M	CS	**8**	21,44	0,1105	-0,00041	0,94	0,1600
M	CS	**17**	20,63	0,067	-0,00027	0,8	0,4400
M	CS	**41**	21,06	0,141	-0,00056	0,88	0,3031
M	CS	**52**	25,42	0,11	-0,00095	0,54	0,1403
M	CS	**54**	25,09	-0,016	0,001	0,82	0,0826
M	CS	**70**	21,82	0,032	0,00021	0,8	0,5054
M	CS	**78**	22,32	0,086	-0,00083	0,56	0,0372
M	CS	**103**	23,79	0,047	0,000019	0,73	0,9673
B	CS	**12**	27,41	0,179	-0,0023	0,64	0,0071
B	CS	**20**	21,04	0,134	-0,0012	0,86	0,0008
B	CS	**34**	22,26	0,248	-0,0012	0,97	0,0063
B	CS	**64**	25,02	0,137	-0,00078	0,87	0,1022
B	CS	**66**	22,39	0,177	-0,0015	0,6	0,0796
B	CS	**68**	19,89	0,219	-0,0017	0,96	0,0002
B	CS	**72**	23,61	0,194	-0,00092	0,93	0,0747
B	CS	**88**	22,17	0,222	-0,0015	0,98	0,0001
B	CS	**94**	21,03	0,216	-0,0017	0,89	0,0047
A	SS	**1**	28,44	0,013	-0,00042	0,51	0,3962
A	SS	**3**	23,8	0,083	-0,0011	0,45	0,1334
A	SS	**15**	22,12	0,0094	0,0012	0,6	0,7019
A	SS	**34**	24,57	0,1028	-0,00075	0,93	0,0179
A	SS	**49**	23,69	-0,01	0,0003	0,21	0,6411
A	SS	**91**	20,28	0,031	-0,00022	0,39	0,4824
M	SS	**5**	23,41	0,1	-0,00012	0,89	0,8427
M	SS	**31**	21,12	0,14	-0,00059	0,93	0,2193
M	SS	**40**	23,88	0,01	0,00048	0,81	0,3618
M	SS	**43**	22,25	0,085	0,0001	0,95	0,7949
M	SS	**44**	24,04	0,1108	-0,0012	0,79	0,0076

M	SS	**65**	21,87	0,09	-0,00031	0,91	0,4268
M	SS	**79**	23,05	0,000083	0,00098	0,96	0,0325
B	SS	**21**	21,04	0,141	0,00033	0,99	0,1724
B	SS	**36**	23,51	0,119	0,000058	0,94	0,9200
B	SS	**39**	26,14	0,184	-0,0015	0,92	0,0105
B	SS	**71**	22,25	0,013	0,0012	0,94	0,0748
B	SS	**77**	22,29	0,193	-0,0012	0,86	0,1589
B	SS	**83**	23,11	0,064	0,00071	0,94	0,2600
B	SS	**84**	20,37	0,03	0,0014	0,97	0,2250
B	SS	**96**	23,22	0,2	-0,0006	0,97	0,2149
B	SS	**97**	23,32	0,04	-0,000015	0,58	0,9800

Referencias: N° =número de caravana, r =coeficiente de correlación, p =probabilidad, a = coordenada en origen, b =coeficiente lineal, c = coeficiente cuadrático de la regresión, r =coeficiente de correlación p =probabilidad

Anexo 3 : Análisis de varianza de la ganancia diaria para todo el periodo experimental

Fuente de variación	GL	SC	F	p
Modelo	5	0.049426	7.53	0.0001
Error	41	0.055385		
Total	46	0.103282		

Fuente de variación	GL	SC	F	P
Carga	2	0.038911	14.81	0.0001
Suplementación	1	0.001159	0.88	0.3530
Carga*Sup	2	0.010134	3.86	0.0292

Anexo 4 : Análisis de varianza de la ganancia diaria para el primer ciclo de pastoreo

Fuente de variación	GL	SC	F	P
Modelo	5	0.059679	4.54	0.0002
Error	41	0.107689		
Total	6	0.167365		

Fuente de variación	GL	Tipo III SS	F	P
Carga	2	0.052407	9.98	0.0003
Suplementación	1	0.000447	0.17	0.6819
Carga*Sup	2	0.006367	1.21	0.3080

Anexo 5 : Análisis de varianza de la ganancia diaria para el segundo ciclo de pastoreo

Fuente de variación	GL	SC	F	P
Modelo	5	0.061670	4.56	0.0021
Error	41	0.110987		
Total	45	0.172657		

Fuente de variación	GL	Tipo III SS	F	P
Carga	2	0.053823	9.54	0.0003
Suplementación	1	0.000798	0.29	0.5901
Carga*Sup	2	0.009620	1.78	0.1819

Anexo 6 : Análisis de varianza de la ganancia diaria para el tercer ciclo de pastoreo

Fuente de variación	GL	SC	F	P
Modelo	5	0.111614	4.99	0.0012
Error	41	0.183292		
Total	46	0.294853		

Fuente de variación	GL	Tipo III SS	F	P
Carga	2	0.027201	3.04	0.0586
Suplementación	1	0.018791	4.20	0.0467
Carga*Sup	2	0.060007	6.72	0.0030

Anexo 7 : Análisis de varianza de la calidad de la pastura disponible

Variables	Fuente de variación	GL	SC	F	p
MS	Modelo	5	5.658	0.485	0.781
	Error	12	27.993		
	Total	17	33.651		
	Carga	2	0.621	0.133	0.877
	Suplementación	1	4.702	2.016	0.181
	Carga*Sup	2	0.334	0.072	0.931
DMO	Modelo	5	10,783	0,09	0,992
	Error	12	286,740		
	Total	17	297,523		
	Carga	2	4,9210	0,0400	0,961
	Suplementación	1	19,2200	0,3160	0,585
	Carga*Sup	2	0,2100	0,0020	0,998
PC	Modelo	5	10,7830	0,0900	0,992
	Error	12	286,7400		
	Total	17	297,5230		
	Carga	2	6,6480	0,1390	0,872
	Suplementación	1	1,1250	0,0470	0,832
	Carga*Sup	2	3,0100	0,0630	0,939
FDA	Modelo	5	41,6580	0,5050	0,767
	Error	12	197,9870		
	Total	17	239,6450		
	Carga	2	3,6400	0,1100	0,896
	Suplementación	1	4,4010	0,2670	0,615
	Carga*Sup	2	33,6180	1,0190	0,390
FDN	Modelo	5	130,4840	0,3890	0,847
	Error	12	805,0600		
	Total	17	935,5440		
	Carga	2	127,208	0,948	0,415
	Suplementación	1	0,142	0,002	0,964
	Carga*Sup	2	3,134	0,023	0,977
CENIZAS	Modelo	5	23,176	0,604	0,699
	Error	12	92,12		
	Total	17	115,296		
	Carga	2	17,408	1,134	0,354
	Suplementación	1	3,645	0,475	0,504
	Carga*Sup	2	2,123	0,138	0,872

Anexo 8: Análisis de varianza para las variables de calidad para los ciclos de pastoreo

	Fuente de variación	GL	SC	F	p
MS	**Modelo**	2	14,1	5,4074	0,0172
	Error	15	19,55		
	Total	17	33,65		
DMO	**Modelo**	2	685,03	73,4413	0.0001
	Error	15	69,96		
	Total	17	754,98		
PC	**Modelo**	2	253,99	43,7597	0.0001
	Error	15	43,53		
	Total	17	297,52		
FDA	**Modelo**	2	120.26	7.5554	0.0054
	Error	15	119.38		
	Total	17	239.64		
FDN	**Modelo**	2	537,4	10,1234	0,0016
	Error	15	398,14		
	Total	17	935,54		
CENIZAS	**Modelo**	2	71,08	12,0572	0,0008
	Error	15	44,22		
	Total	17	115,3		

Anexo 9: Análisis de varianza para las variables de calidad del forraje remanente

Variables	Fuente de variación	GL	SC	F	p
MS	Modelo	5	70,793	6,137	0,005
	Error	12	27,687		
	Total	17	98,48		
	Carga	2	64,253	13,924	0,001
	Suplementación	1	3,38	1,465	0,249
	Carga*Sup	2	3,16	0,685	0,523
DMO	Modelo	5	91,143	0,712	0,626
	Error	12	307,18		
	Total	17	398,323		
	Carga	2	56,404	1,102	0,364
	Suplementación	1	29,134	1,138	0,307
	Carga*Sup	2	5,604	0,109	0,897
PC	Modelo	5	9,412	0,228	0,943
	Error	12	99,273		
	Total	17	108,685		
	Carga	1	2,347	0,284	0,604
	Suplementación	2	1,083	0,065	0,937
	Carga*Sup	2	5,981	0,361	0,704
FDA	Modelo	5	389,298	4,342	0,017
	Error	12	215,167		
	Total	17	604,464		
	Carga	2	374,954	10,456	0,002
	Suplementación	1	8,82	0,492	0,496
	Carga*Sup	2	5,523	0,154	0,859
FDN	Modelo	5	65,052	0,453	0,803
	Error	12	344,693		
	Total	17	409,745		
	Carga	2	7,823	0,136	0,874
	Suplementación	1	28,627	0,997	0,338
	Carga*Sup	2	28,601	0,498	0,62
CENIZAS	Modelo	5	207,318	2,851	0,064
	Error	12	174,527		
	Total	17	381,844		
	Carga	2	120,354	4,138	0,043
	Suplementación	1	72	4,951	0,046
	Carga*Sup	2	14,963	0,514	0,61

Anexo 10: Análisis de varianza para las variables de calidad del remanente para los ciclos de pastoreo

	Fuente de variación	GL	SC	F	p
MS	**Modelo**	2	12,02	1,043	0,3766
	Error	15	86,46		
	Total	17	98,48		
DMO	**Modelo**	2	133,62	3,786	0,0467
	Error	15	264,7		
	Total	17	398,32		
PC	**Modelo**	2	89,67	35,3681	0,0001
	Error	15	19,01		
	Total	17	108,68		
FDA	**Modelo**	2	49,02	0,6619	0,5303
	Error	15	555,44		
	Total	17	604,46		
FDN	**Modelo**	2	146,36	4,1678	0,0364
	Error	15	263,38		
	Total	17	409,74		
CENIZAS	**Modelo**	2	79,27	1,9648	0,1746
	Error	15	302,58		
	Total	17	381,84		

Anexo 11 : Análisis de varianza dela CC

Fuente de variación	GL	SC	F	p
Modelo	5	2,53482432	3,38	0,012
Error	41	6,15526138		
Total	46	8,6900857		

Fuente de variación	GL	Tipo III SS	F	P
Carga	2	1,82696583	6,08	0,0049
Suplementación	1	0,23395682	1,56	0,219
Carga*Sup	2	0,42815415	1,43	0,2519

Anexo 12 : Análisis de varianza de peso de vellón para todo el periodo experimental

Fuente de variación	GL	SC	F	p
Modelo	5	0,90722697	1,68	0,1604
Error	41	4,42085813		
Total	46	5,32808511		

Fuente de variación	GL	Tipo III SS	F	P
Carga	2	0,47760042	2,21	0,1221
Suplementación	1	0,0377231	0,35	0,5574
Carga*Sup	2	0,37531355	1,74	0,1882

REGRESIONES

Anexo 13 : Análisis de varianza del modelo de la regresión de la disponibilidad de forraje ofrecido según la altura del mismo.

Fuente de variación	GL	SC	F	p
Modelo	1	5595098,4	104,833	0.0001
Error	70	3735993,38		
Total	71	9331091,78		

Variable	GL	Parámetro estimado	Error standar	T	tP
Intercepto	1	-21,3796	111,3342	-0,19203084	0.8541
Altura Disp	1	43,3159	4,2306	10,239	0,0001

Anexo 14 : Análisis de varianza del modelo de la regresión de la disponibilidad de forraje remanente según la altura del mismo.

Fuente de variación	GL	SC	F	p
Modelo	1	9187809,66	218,579	0.0001
Error	70	2942395,41		
Total	71	12130205,11		

Variable	GL	Parámetro estimado	Error standar	T	tP
Intercepto	1	37,8759	54,9694	0,68903608	0,3782
Altura Rech	1	59,2042	4,0045	14,784	0,0001

Anexo 15 : Análisis de varianza del modelo de la regresión de la utilización del forraje según el NOF.

Fuente de variación	GL	SC	F	P
Modelo	2	22650,0885	52,273	0,0001
Error	69	14948,988		
Total	71	37599,0765		

Variable	GL	Parámetro estimado	Error standar	T	P
Intercepto	1	87,817969	6,34660278	13,837	0,0001
NOF	1	-11,428532	1,90194006	-6,009	0,0001
NOF*NOF	1	0,464299	0,11349558	4,091	0,0001

Anexo 16 : Análisis de varianza del modelo de la regresión de ISPC*NOF

Fuente de variación	GL	SC	F	p
Modelo	1	0.08617	18.077	0.0006
Error	16	0.07627		
Total	17	0.16244		

Variable	GL	Parámetro estimado	Error standar	T	PT
Intercepto	1	1,043576	0,03296128	31,63	0,0001
NOF	1	0,017307	0,00409417	4,252	0,0006

Anexo 17 : Análisis de varianza del modelo de la regresión de ISMOD*NOF

Fuente de variación	GL	SC	F	p
Modelo	1	0.12121	45.870	0.0001
Error	16	0.04228		
Total	17	0.16349		

Variable	GL	Parámetro estimado	Error standar	T	tP
Intercepto	1	1,023906	0,02454088	41,763	0,0001
NOF	1	0,020645	0,00304826	6,773	0,0001

Anexo 18 : Análisis de varianza del modelo de la regresión COFO*NOF

Fuente de variación	GL	SC	F	p
Modelo	2	111022,508	11,267	0,001
Error	15	73902,4544		
Total	17	184924,963		

Variable	GL	Parámetro estimado	Error standar	T	tP
Intercepto	1	284,491738	74,0478235	3,842	0,0016
NOF	1	57,435901	23,4050126	2,454	0,0268
NOF*NOF	1	-2,469423	1,46292832	-1,688	0,112

Anexo 19 : Análisis de varianza del modelo de la regresión COMOD*NOF

Fuente de variación	GL	SC	F	p
Modelo	2	211933,975	22,028	0,0001
Error	15	72158,2988		
Total	17	284092,274		

Variable	GL	Parámetro estimado	Error standar	T	tP
Intercepto	1	31,1684780	75,8357129	0,411	0,6872
NOF	1	100,1465540	22,87495523	4,378	0,0005
NOF*NOF	1	-4,8633280	1,42410776	-3,415	0,0038

Anexo 20 : Análisis de varianza del modelo de la regresión COPC*NOF

Fuente de variación	GL	SC	F	p
Modelo	1	12835,806	11,424	0,0038
Error	16	17977,0557		
Total	17	30812,8617		

Variable	GL	Parámetro estimado	Error standar	T	tP
Intercepto	1	76,388688	16,0021527	4,774	0,0002
NOF	1	6,718192	1,98765114	3,38	0,0038

Anexo 21 : Análisis de varianza del modelo de la regresión GANCS*NOF

Fuente de variación	GL	SC	F	p
Modelo	1	0.00054	6.644	0.2356
Error	1	0.00008		
Total	2	0.00062		

Variable	GL	Parámetro estimado	Error standar	T	tP
Intercepto	1	0,030521	0,01025793	2,975	0,2064
NOF	1	0,003331	0,00129226	2,578	0,2356

Anexo 22 : Análisis de varianza del modelo de la regresión GANSS*NOF

Fuente de variación	GL	SC	F	p
Modelo	1	0.00538	14.283	0.1647
Error	1	0.00038		
Total	2	0.00575		

Variable	GL	Parámetro estimado	Error standar	T	tP
Intercepto	1	-0,019148	0,02460992	-0,778	0,5791
NOF	1	0,011576	0,0030631	3,779	0,1647

Anexo 23 : Análisis de varianza del modelo de la regresión NOF*CON%PV

Fuente de variación	GL	SC	F	p
Modelo	2	1,2721	8,698	0,0031
Error	15	1,0969		
Total	17	2,369		

Variable	GL	Parámetro estimado	Error standar	T	tP
Intercepto	1	0,9929			
NOF	1	0,2930	0,08982	3,262	0,0053
NOF*NOF	1	-0,01537	0,005599	2,746	0,0150

Anexo 24 : Análisis de varianza del modelo de la regresión NOF*TASA SUST

Fuente de variación	GL	SC	F	p
Modelo	1	28665,0561	11,194	0,0123
Error	7	17926,0011		
Total	8	46591,0572		

Variable	GL	Parámetro estimado	Error standar	T	tP
Intercepto	1	-20,9153	32,6825	-0,6399541	0.3780
NOF	1	13,6945	4,0932	3,34567087	0,0123

Anexo 25 : Análisis de varianza del modelo de la regresión CC*PESO

Fuente de variación	GL	SC	F	p
Modelo	1	173,6494	481,973	0,0001
Error	449	161,7697		
Total	450	335,4191		

Variable	GL	Parámetro estimado	Error standar	T	tP
Intercepto	1	19,288	0,2348	-10,913	0.0001
CC	1	2,6318	0,008961	21,954	0.0001