

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**EFFECTO DEL TIPO DE ALIMENTACIÓN EN CORDEROS
CORRIEDALE, CASTRADOS, BAJO UN SISTEMA DE
CONFINAMIENTO, SOBRE LA CALIDAD DE LA CANAL Y LA
CARNE, ENFATIZANDO EN LOS ÁCIDOS GRASOS**

por

Juan Martín MONTEVERDE MONTANER

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2009**

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Ph D. Fabio MONTOSI

Ing. Agr. Ph D. Daniel FERNANDEZ

Ing. Agr. msc. Ricardo RODRIGUEZ

Fecha:

Autor:

Juan Martín MONTEVERDE MONTANER

AGRADECIMIENTOS

A toda la gente de INIA Tacuarembó, que hizo posible la realización de este trabajo. En particular a los Ingenieros Agrónomos, Santiago Luzzardo, Carolina Silveira, Ximena Lagomarsino, Gonzalo Trindade, Gonzalo Arrieta, Técnico Agropecuario Mauro Bentancourt, personal de Glencoe y Julio Costales.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2. <u>REVISION BIBLIOGRÁFICA</u>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.1 <u>ÁCIDOS GRASOS</u>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.1.1 <u>Definición y clasificación de lípidos</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1.1 Ácidos grasos saturados	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1.2 Ácidos grasos insaturados	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1.3 Acilglicéridos	¡Error! Marcador no definido.
2.1.2 <u>Ácidos grasos en los animales</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.1.2.1 Ácidos grasos de las grasas de la carne....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.2.2 Metabolismo de los lípidos en el rumiante	¡Error! Marcador no definido.
2.1.3 <u>Los lípidos y la salud humana</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.2 <u>CONFINAMIENTO DE CORDEROS</u>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.2.1 <u>Introducción</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.2.2 <u>Infraestructura</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.2.3 <u>Sanidad</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.2.3.1 Acidosis.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2.3.2 Parásitos gastrointestinales.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2.3.3 Enterotoxemia	¡Error! Marcador no definido.
2.2.3.4 Coccidiosis	¡Error! Marcador no definido.
2.2.3.5 Salmonelosis	¡Error! Marcador no definido.
2.2.3.6. Ojo rosado (queratoconjuntivitis)	¡Error! Marcador no definido.

2.2.3.7 Otras enfermedades.....	¡Error! Marcador no definido.
2.3 DIETA.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.3.1 <u>Introducción</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.3.2 <u>Requerimientos de materia seca (MS)</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.3.3 <u>Requerimientos de energía</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.3.4 <u>Requerimientos de proteína</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.3.5 <u>Requerimientos de fibra</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.3.6 <u>Vitaminas y minerales</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.3.7 <u>Fuentes de energía, proteína cruda y fibra cruda</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.3.8 <u>Consumo</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.3.8.1 Mecanismos que regulan el consumo.....	¡Error! Marcador no definido.
2.3.8.2 Factores que afectan el consumo.....	¡Error! Marcador no definido.
2.3.8.3 Manipulación del consumo.....	¡Error! Marcador no definido.
2.3.9 <u>Agua</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.4 EXPERIENCIAS INTERNACIONALES EN CONFINAMIENTO.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.5 CALIDAD DE LA CANAL.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.5.1 <u>Clasificación de canales</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.5.1.1 Tipificación.....	¡Error! Marcador no definido.
2.5.1.2 Nivel de engrasamiento y el punto GR.....	¡Error! Marcador no definido.
2.5.1.3 Área del ojo de bife (AOB) y punto C.....	¡Error! Marcador no definido.
2.5.2 <u>Factores que afectan la conformación y el engrasamiento</u> ...	¡Error! Marcador no definido.
2.5.2.1 Raza del animal.....	¡Error! Marcador no definido.
2.5.2.2 Peso de sacrificio y alimentación.....	¡Error! Marcador no definido.
2.5.2.3 Alimentación y tejido muscular.....	¡Error! Marcador no definido.
2.5.2.4 Alimentación y tejido adiposo.....	¡Error! Marcador no definido.
2.5.2.5 Alimentación y tejido óseo.....	¡Error! Marcador no definido.
2.5.3 <u>Órganos y vísceras</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.6 CALIDAD DE CARNE.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.6.1 <u>Introducción</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.6.2 <u>Características que la afectan</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.6.3 <u>Textura</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.6.4 <u>Color</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.6.5 <u>Flavor</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.6.6 <u>Jugosidad</u>	¡Error! Marcador no definido.
2.6.7 <u>pH</u>	¡Error! Marcador no definido.

2.7 EFECTO DE LA DIETA EN LA COMPOSICIÓN DE LA GRASA INTRAMUSCULAR	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.8 PRODUCCIÓN DE LANA EN CONFINAMIENTO;	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.9 EXPERIENCIAS NACIONALES EN CONFINAMIENTO;	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.9.1 <u>Calidad de canal</u>	¡Error! Marcador no definido.
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.1 LOCALIZACIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.2 INFORMACIÓN CLIMÁTICA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.3 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.3.1 <u>Objetivo del experimento</u>	¡Error! Marcador no definido.
3.3.2 <u>Ubicación del experimento</u>	¡Error! Marcador no definido.
3.3.3 <u>Animales</u>	¡Error! Marcador no definido.
3.3.3.1 General	¡Error! Marcador no definido.
3.3.3.2 Sanidad	¡Error! Marcador no definido.
3.3.4 <u>Tratamientos experimentales</u>	¡Error! Marcador no definido.
3.3.5 <u>Acostumbramiento al consumo de ración</u>	¡Error! Marcador no definido.
3.3.6 <u>Asignación de la dieta</u>	¡Error! Marcador no definido.
3.3.7 <u>Diseño experimental</u>	¡Error! Marcador no definido.
3.4 DETERMINACIONES	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.4.1 <u>Valor nutritivo de la dieta</u>	¡Error! Marcador no definido.
3.4.1.1 Procesamiento de las muestras de fardo...	¡Error! Marcador no definido.
3.4.1.2 Procesamiento de las muestras de ración.	¡Error! Marcador no definido.
3.4.2 <u>Animales</u>	¡Error! Marcador no definido.
3.4.2.1 Determinaciones a campo	¡Error! Marcador no definido.
3.4.2.2 Determinaciones post faena	¡Error! Marcador no definido.
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.1 CONSUMO DE MATERIA SECA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.2 CONSUMO DE PROTEÍNA CRUDA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

4.3 EVOLUCIÓN Y GANANCIA DE PESO VIVO LLENO;	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.4 EVOLUCIÓN Y GANANCIA DE PESO VIVO VACÍO;	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.5 EVOLUCIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL (CC);	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.6 CALIDAD DE LA CANAL	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.6.1 <u>Área del ojo de bife (AOB) y espesor de grasa subcutánea (Punto C) ..</u>	¡Error! Marcador no definido.
4.6.2 <u>Determinaciones <i>post mortem</i></u>	¡Error! Marcador no definido.
4.6.3 <u>Clasificación y tipificación de canales</u>	¡Error! Marcador no definido.
4.6.4 <u>Cortes valiosos</u>	¡Error! Marcador no definido.
4.6.5 <u>Composición tisular</u>	¡Error! Marcador no definido.
4.6.6 <u>Componentes no canal (órganos)</u>	¡Error! Marcador no definido.
4.7 CALIDAD DE LA CARNE	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.7.1 <u>Temperatura y pH</u>	¡Error! Marcador no definido.
4.7.2 <u>Terneza</u>	¡Error! Marcador no definido.
4.7.3 <u>Color</u>	¡Error! Marcador no definido.
4.7.4 <u>Ácidos grasos</u>	¡Error! Marcador no definido.
5. <u>CONCLUSIONES</u>	¡ERRO R! MARCADOR NO DEFINIDO.
6. <u>RESUMEN</u>	¡ERRO R! MARCADOR NO DEFINIDO.
7. <u>SUMMARY</u>	¡ERRO R! MARCADOR NO DEFINIDO.
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
9. <u>ANEXOS</u>	201

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Clasificación de lípidos según composición química.	¡Error! Marcador no definido.
2. Distintas nomenclaturas para diferentes ácidos grasos.	¡Error! Marcador no definido.
3. Puntos de fusión para diferentes ácidos grasos saturados.	¡Error! Marcador no definido.
4. Puntos de fusión para los diferentes ácidos grasos insaturados.	¡Error! Marcador no definido.
6. Contenido en ácidos grasos de diferentes especies (g / 100 g de grasa).	¡Error! Marcador no definido.0

7. Contenido en ácidos grasos comunes de la grasa de vacuno, de cerdo y de cordero (en % del contenido total).**¡Error! Marcador no definido.**
8. Composición de la grasa de los depósitos de grasa del ovino (% de la cantidad total de ácidos grasos).**¡Error! Marcador no definido.1**
9. Composición de la grasa de depósito de distintas regiones corporales del ganado vacuno (en % del total).**¡Error! Marcador no definido.**
10. Composición en ácidos grasos (mg/g) de lípidos procedentes de cuatro Regiones corporales en vacuno, de 16 a 22 meses de edad, alimentados con una dieta en base a heno.**¡Error! Marcador no definido.**
11. Cantidades (%) de los ácidos grasos linoleico más linolénico (linóleo) y araquidónicos en las grasas de las distintas especies animales.**¡Error! Marcador no definido.**
12. Cantidades de los ácidos linoleico y araquidónico en la grasa de rumiantes en diferentes tipos de grasa (% del total de ácidos grasos).**¡Error! Marcador no definido.**
13. Concentración de linoleico y araquidónico según edad y tipo de grasa (% del total de ácidos grasos).**¡Error! Marcador no definido.**
14. Ácidos grasos saturados e insaturados en glicéridos y fosfolípidos de la grasa de depósito en vacunos (% del total de ácidos grasos). **¡Error! Marcador no definido.**
15. Diferentes lipoproteínas y sus respectivas funciones.**¡Error! Marcador no definido.**
16. Composición (%) y características de las lipoproteínas plasmáticas del bovino.**¡Error! Marcador no definido.**
17. Efectos de los diferentes ácidos grasos en el cuerpo humano...**¡Error! Marcador no definido.**
18. Lipoproteínas y la influencia en el riesgo de aterogénesis.**¡Error! Marcador no definido.**
19. Efectos de dos series específicas ($\Omega 6$ y $\Omega 3$) de ácidos grasos en la salud humana.**¡Error! Marcador no definido.**
20. Concentración de fuente de alimento (%) según tipo de grano y día de acostubramiento.**¡Error! Marcador no definido.**
21. Diferentes enfermedades, con sus respectivas características, según Seymour (2000) y Miltom (2000).**¡Error! Marcador no definido.**
22. Concentración de la fuente de alimento (%) según día de acostubramiento. **¡Error! Marcador no definido.**

23. Requerimientos de materia seca (kg / día) para corderos de 4 a 7 meses de edad, según peso y ganancia diaria.**¡Error! Marcador no definido.**
24. Ingestión de materia seca (kd/día) total y de ensilado por los corderos en crecimiento alimentados con raciones groseras, de buena calidad o ensilado solo.....**¡Error! Marcador no definido.**
25. Relación de equivalencia entre julios y calorías.**¡Error! Marcador no definido.**
26. Relación entre EM y ED.**¡Error! Marcador no definido.**
27. Requerimientos de EM por kg de materia seca para corderos de 4 a 7 meses de edad, según peso y ganancia diaria.**¡Error! Marcador no definido.**
28. Requerimientos de proteína cruda en raciones balanceadas para corderos..... **¡Error! Marcador no definido.**
29. Requerimientos de proteína cruda (%) para corderos de 4 a 7 meses de edad, según peso vivo y ganancia diaria (g/animal).**¡Error! Marcador no definido.**
30. Requerimientos de vitamina A, D, E y sus respectivos síntomas de deficiencia.**¡Error! Marcador no definido.**
31. Requerimientos diarios de Vitamina A (UI) y E (UI), para corderos destetados según peso vivo y ganancia diaria.**¡Error! Marcador no definido.**
32. Requerimientos de macro y micro nutrientes (como % en base seca de la ración) con sus respectivos síntomas de deficiencia.**¡Error! Marcador no definido.**
33. Clasificación de los alimentos según componentes químicos...**¡Error! Marcador no definido.**
34. Composición química según tipo de grano.**¡Error! Marcador no definido.**
35. Origen de los alimentos proteicos, y porcentaje de proteína cruda (PC) de cada uno de ellos.**¡Error! Marcador no definido.1**
36. Diversas formas para incrementar del consumo.**¡Error! Marcador no definido.8**
37. Eficiencia de conversión de los alimentos según forma de procesamiento del grano en la dieta ingerida.**¡Error! Marcador no definido.0**
38. Efecto del nivel de concentrado durante dos fases de crecimiento en la respuesta de un confinamiento.**¡Error! Marcador no definido.1**
39. Efecto del nivel de consumo en la respuesta de corderos confinados..... **¡Error! Marcador no definido.2**
40. Eficiencia de conversión según tipo de dieta consumida.**¡Error! Marcador no definido.2**
41. Respuesta en crecimiento de corderos según concentración de energía metabolizable.**¡Error! Marcador no definido.3**

42. Respuesta en crecimiento para corderos diferente peso vivo, según consumo.
.....**¡Error! Marcador no definido.3**
43. Efecto de la dieta suministrada sobre el peso final vivo, peso canal caliente y engrasamiento de la canal.**¡Error! Marcador no definido.4**
44. Porcentaje de órganos en relación al peso vivo lleno al sacrificio, de corderos recibiendo diferentes relaciones voluminoso (v): concentrado (c), y sacrificados a los 30 o 34 kg de peso vivo lleno.....**¡Error! Marcador no definido.5**
45. Calidad de la carne de corderos pesados Corriedale y cruz. Media y desvío estándar.**¡Error! Marcador no definido.1**
46. Calidad de la carne de 5 músculos de corderos.....**¡Error! Marcador no definido.6**
47. Proporción de grasa intramuscular y composición en ácidos grasos de la carne de ovino alimentados con niveles diferentes de concentrado. .**¡Error! Marcador no definido.7**
48. Composición en ácidos grasos (como % del total) de diferentes alimentos. ... **¡Error! Marcador no definido.0**
49. Efecto de la relación voluminoso: concentrado sobre el consumo de materia seca y la eficiencia de conversión de los corderos. **¡Error! Marcador no definido.4**
50. Valores promedio para las características de la canal de corderos procedentes de 4 sistemas de alimentación.**¡Error! Marcador no definido.6**
51. Precipitaciones mensuales acumuladas durante el período del ensayo, para el año 2004 y la serie histórica.....**¡Error! Marcador no definido.8**
52. Evapotranspiración mensual acumulada durante el período del ensayo, para el año 2004 y la serie histórica.....**¡Error! Marcador no definido.8**
53. Balance hídrico mensual (PP-EVTP) durante el período del ensayo para el año 2004 y la serie histórica.**¡Error! Marcador no definido.9**
54. Temperaturas (⁰C) mínimas promedio durante el período del ensayo para el año 2004 y la serie 1997-2003.....**¡Error! Marcador no definido.9**
55. Temperaturas (0C) máximas en el período del ensayo (año2004 y1997/2003).
.....**¡Error! Marcador no definido.0**
56. Tratamientos experimentales y cantidades de los distintos componentes de la dieta que recibieron diariamente cada uno de los corderos al inicio del experimento, para un rango de peso de 26 a 30 kg de PV.**¡Error! Marcador no definido.4**
57. Suministro de vitaminas aplicadas, fechas, productos y dosis..**¡Error! Marcador no definido.5**
- 58 .Acostumbramiento de los animales al consumo de ración (g/animal/día) según tratamiento.**¡Error! Marcador no definido.5**

59. Rangos de peso, peso promedio y asignación diaria correspondiente. **¡Error! Marcador no definido.6**
60. Fecha de inicio, fin y duración de cada ciclo experimental. **¡Error! Marcador no definido.9**
61. Valor nutritivo (%) de los componentes de la dieta (ración y fardo), según ciclo. **¡Error! Marcador no definido.8**
62. Proporción (%) de los diferentes componentes de la dieta (ración y fardo) consumidos por ciclo, según tratamiento. **¡Error! Marcador no definido.29**
63. Consumo de materia seca total (ración y fardo) por tratamiento según ciclo (expresado en g MS/animal/día). **¡Error! Marcador no definido.0**
64. Consumo de materia seca por ciclo, y para el promedio de todo el período experimental, según tratamiento, como porcentaje del peso vivo lleno. **¡Error! Marcador no definido.1**
65. Consumo diario de materia seca digestible (g/animal/día) por ciclo y para el promedio de todo el periodo experimental. **¡Error! Marcador no definido.2**
66. Consumo diario de ración (g/MS/animal/día) por ciclo y para el promedio de todo el período experimental, según tratamiento. ... **¡Error! Marcador no definido.3**
67. Consumo diario de materia seca digestible de la ración (g/animal/día) por ciclo y para el promedio de todo el periodo experimental, según tratamiento. **¡Error! Marcador no definido.4**
68. Consumo diario de ración por ciclo, y para el promedio de todo el período experimental, según tratamiento, como porcentaje del peso vivo lleno. **¡Error! Marcador no definido.4**
69. Consumo diario de fardo (g/MS/animal/día) por ciclo y para el promedio de todo el período experimental, según tratamiento. ... **¡Error! Marcador no definido.5**
70. Consumo diario de fardo por ciclo, y para el promedio de todo el período experimental, según tratamiento (como porcentaje del peso vivo lleno). **¡Error! Marcador no definido.6**
71. Consumo diario de materia seca digestible de fardo (g/animal/día) por ciclo y para el promedio de todo el periodo experimental, según tratamiento. **¡Error! Marcador no definido.6**
72. Consumo diario de proteína cruda (g/animal/día) por ciclo y para el promedio de todo el periodo experimental, según tratamiento. **¡Error! Marcador no definido.7**

73. Consumo de proteína cruda por tratamiento según ciclo (como % de la materia seca consumida, en base seca), y el promedio para todo el período experimental. **¡Error! Marcador no definido.8**
74. Evolución del peso vivo lleno de los animales (kg) entre los diferentes ciclos según tratamiento.**¡Error! Marcador no definido.39**
75. Ganancia de peso vivo lleno (g/día/cordero) por ciclo y promedio para todo el periodo experimental, según tratamiento.**¡Error! Marcador no definido.1**
76. Evolución de los pesos vivos vacíos de los animales (kg/cordero) entre los diferentes ciclos, según tratamiento.**¡Error! Marcador no definido.4**
77. Eficiencia de conversión de los animales por ciclo, según tratamiento (en kg de materia seca/kg de carne producida).**¡Error! Marcador no definido.5**
78. Eficiencia de conversión según tipo de dieta consumida.**¡Error! Marcador no definido.6**
79. Consumo promedio para todo el período experimental, según tratamiento.... **¡Error! Marcador no definido.7**
80. Evolución de la condición corporal por ciclo, según tratamiento.. **¡Error! Marcador no definido.8**
81. Área de ojo del bife (AOB en cm²) y punto C (mm), según tratamiento. **¡Error! Marcador no definido.49**
82. Variables determinados *post mortem* en la canal, según tratamiento. **¡Error! Marcador no definido.3**
83. Frecuencia (%) de animales por tratamiento, según rango de espesor de grasa de cobertura GR (mm).**¡Error! Marcador no definido.6**
84. Clasificación interna del Frigorífico San Jacinto, según rangos de peso de la canal caliente.**¡Error! Marcador no definido.59**
85. Peso de cortes valiosos (pierna y Frenched Rack) según tratamiento. **¡Error! Marcador no definido.0**
86. Distribución (%) de piernas por rangos de peso según tratamiento. **¡Error! Marcador no definido.2**
87. Peso (kg) de la paleta y de los diferentes tejidos, según tratamiento. **¡Error! Marcador no definido.3**
88. Peso (kg) de la paleta y de los diferentes tejidos, según tratamiento, ajustados por el peso vivo vacío final.**¡Error! Marcador no definido.4**
89. Porcentaje (en peso) de los diferentes tejidos, según tratamiento (ajustados por peso vivo vacío final).**¡Error! Marcador no definido.5**

90. Peso (kg) de los diferentes componentes del aparato digestivo (vísceras verdes), según tratamiento.**¡Error! Marcador no definido.6**
91. Peso (kg) de los diferentes componentes del aparato digestivo (vísceras verdes), según tratamiento (ajustados por peso vivo vacío final).....**¡Error! Marcador no definido.7**
92. Peso de los diferentes órganos rojos (kg), según tratamiento. ...**¡Error! Marcador no definido.8**
93. Peso de los diferentes órganos rojos (kg), según tratamiento, ajustado por peso vivo vacío final.....**¡Error! Marcador no definido.8**
94. Evolución de la temperatura y pH de las canales, tomadas a la hora, tres horas y 24 horas *post mortem*, según tratamiento.....**¡Error! Marcador no definido.69**
95. Fuerza de corte (kgF) en el músculo *Longissimus lumborum* para diferentes períodos de maduración, según tratamiento.....**¡Error! Marcador no definido.1**
96. Valores de los diferentes parámetros de color evaluados al desosado para el músculo *Longissimus lumborum*, según tratamiento.**¡Error! Marcador no definido.3**
97. Parámetros de color de músculo, según nivel de suplementación. **¡Error! Marcador no definido.4**
98. Contenido de grasa intramuscular (%) y los diferentes tipos de ácidos grasos (% del total de AG) en el músculo *longissimus lumborum*, según tratamiento..... **¡Error! Marcador no definido.6**
99. Composición en ácidos grasos (como del total) de diferentes alimentos..... **¡Error! Marcador no definido.8**
100. Composición y proporciones de los principales ácidos grasos, identificados (en % respecto al total) en la grasa intramuscular, según tratamiento. **¡Error! Marcador no definido.0**
101. Relaciones de ácidos grasos indicadoras de interés por su influencia en la salud humana.....**¡Error! Marcador no definido.3**

Figura No.

1. Relación entre el agotamiento de ATP y la instalación del *rigor mortis*. **¡Error! Marcador no definido.7**

2. Cambios que ocurren en el músculo durante el proceso *post mortem* asociados a diferentes factores**¡Error! Marcador no definido.8**
3. Factores que afectan la calidad de la carne**¡Error! Marcador no definido.0**
4. Efecto de la temperatura durante el período de maduración sobre la terneza.... **¡Error! Marcador no definido.3**
5. Coloración de la carne y estados de oxidación de la mioglobina.**¡Error! Marcador no definido.5**
6. Relación de la tasa de descenso del pH con la temperatura del músculo de vacunos.....**¡Error! Marcador no definido.5**
7. Croquis del cobertizo y orientación según puntos cardinales.**¡Error! Marcador no definido.2**
8. Distribución de los animales dentro de los cobertizos (M_2 y M_6) según tratamiento.**¡Error! Marcador no definido.8**
9. Ganancia de peso vivo lleno y evolución del mismo por ciclo y para todo el período experimental, según tratamiento.**¡Error! Marcador no definido.3**
10. Correlación entre AOBu determinado *in vivo* (AOB) y determinado *post mortem* (AOBa; regla).....**¡Error! Marcador no definido.2**
11. Correlación entre el punto C (PC) determinado por ultrasonografía (*in vivo*) y el espesor de grasa determinado por cuadrícula (EG regla; *post mortem*)... **¡Error! Marcador no definido.2**
12. Porcentaje de animales según grado de conformación, para cada tratamiento.**¡Error! Marcador no definido.7**
13. Porcentaje de animales según grado de terminación, para cada tratamiento. ...**¡Error! Marcador no definido.8**
14. Porcentaje de animales por tratamiento, según clasificación interna del Frigorífico “San Jacinto”**¡Error! Marcador no definido.59**

1. INTRODUCCIÓN

La crisis lanera durante la década de los 90, tuvo importantes consecuencias en los sistemas laneros y de producción de carne ovina en el mundo. Esta situación, determinó una reducción de la población ovina mundial (de 1190 a 1008 millones de cabezas entre 1990 y 2002), y por otra parte provocó una reconversión hacia sistemas ovinos con un mayor énfasis en la producción de carne (Bianchi, 2007).

Gran parte de la reducción esta dada por la liquidación del stock de los principales países laneros del mundo, tales como: Australia, Nueva Zelanda, Uruguay y Argentina, los cuales redujeron la población ovina en 103 millones de cabezas. En países más orientados hacia la producción de carne, como los integrantes de la Unión Europea, la tendencia descendente se observó a partir del año 2000, acelerando este proceso con los brotes de aftosa ocurridos en el Reino Unido.

Por el contrario, China y el grupo de países de la Liga de los Estados Árabes, fueron uno de los pocos países del mundo que registraron aumentos en los censos, situándose en el año 2002 en el entorno de 137 y 154 millones de cabezas, respectivamente (Salgado, citado por Bianchi, 2007).

La evolución de los sistemas laneros hacia una producción de carne más eficiente se observa sobre todo en Nueva Zelanda y Australia, que concentran el 91 % de la producción. Este cambio de énfasis productivo fue acompañado del aumento de la oferta proveniente del proceso de liquidación de la población ovina mundial, lo que ha permitido un aumento en la producción de carne a nivel mundial, donde se estima un 8% acumulado desde el año 1990 al 2002, pasando de 7023 a 7585 miles de toneladas.

Este crecimiento en la oferta, fue acompañado de un incremento en el comercio mundial de carne ovina, registrándose dicho aumento en las importaciones mundiales: 4.6% entre la primera y segunda mitad de la década pasada. Dicho crecimiento en las importaciones se concentra en Arabia Saudita, Canadá, China, Estados Unidos, México, Unión Europea y Sudáfrica. Por contrapartida, se redujeron las importaciones de Japón, Corea, Emiratos Árabes Unidos y Rusia (Salgado, citado por Bianchi, 2007).

Entre 1987 y 1997, un total de 12 países de la Unión Europea, Australia, Finlandia y Suecia, mostraron muy pocos cambios en el consumo total de carnes, incluyendo la ovina y vacuna. El consumo total de carnes pasó de 85 a 85.5 kg *per cápita*, y la ovina de 3.7 a 3.9 kg *per cápita*. En el norte de África y el Medio Este que bordea el mediterráneo, la carne ovina es generalmente la más preferida, aunque

la de cerdo es la más producida industrialmente a través de los granos importados (Beriaín et al., 2006).

En Uruguay, un país de aproximadamente 18 millones de hectáreas, donde 14.5 millones se consideran pastoriles (con 80 % de pastizales nativos y 20 % artificiales, con algún grado de mejoramiento), cuenta con 10.9 millones de ovinos y 11 millones de bovinos, siendo las razas mayoritarias Corriedale y Hereford, representado cada una cerca del 70% del total dentro de su especie. A su vez, debido al pequeño mercado interno (3.3 millones de habitantes), el mayor destino de la producción agropecuaria son las exportaciones.

A pesar de esto, en Uruguay, el consumo de carnes rojas *per cápita* ha sido de los más altos del mundo y cercano a los 70 kgs./habitante/año, donde la mayor parte es bovina (58-60 kg/habitante/año).

El desmoronamiento de los precios internacionales de la lana y paralelamente las condiciones de mercado y comercialización, determinaron que a fines del 1996, surgiera el cordero pesado como una opción alternativa y diversificada, introduciendo una nueva actividad de producción de carne ovina en los esquemas de producción ovina del país.

Pero no solo importa aumentar la producción de carne ovina, sino que también otros aspectos asociados a la calidad del producto, en particular aquella asociada a la preferencia de los consumidores, con especial énfasis en aspectos relacionados a la salud humana (Montossi y Sañudo, 2008a, 2008b).

La composición de ácidos grasos juega un importante rol en la definición de calidad de la carne, al estar relacionada con diferencias encontradas en los atributos organolépticos de la carne, especialmente el flavor (Melton, Wood y Enser, Wood et al., citados por Santos y Silva et al., 2002), y en los valores nutricionales de la grasa y su influencia en la salud humana (Montossi y Sañudo, 2008a, 2008b).

La cantidad de grasa en la dieta humana, y especialmente la proporción de ácidos grasos saturados, han sido consideradas como uno de los factores más riesgosos para las enfermedades cardíacas coronarias (Kritchevsky, citado por Santos y Silva et al., 2002).

La relación entre ácidos grasos poliinsaturados (AGPI)/ ácidos grasos saturados (AGS) debe ser igual o mayor a 0.45 (Department of Health of United Kingdom, citado por Cañequé et al. (2007), y valores menores a éste indican alimentos menos saludables con relación a enfermedades cardiovasculares. A su vez, otra recomendación es la relación de ácidos grasos omega 6 ($\Omega 6$)/ ácidos grasos omega 3

($\Omega 3$), la cual debe ser menor a 4 en la dieta humana para reducir el riesgo de enfermedades coronarias.

A su vez, los ácidos grasos de cadena larga, especialmente el ecosapentaenoico (EPA, 20:5 n-3) y el docosahexaenoico (DHA, 22:6 n-3), juegan un papel importante en el desarrollo del cerebro y tejidos de la retina, y en la progresión y prevención de enfermedades humanas, incluyendo las cardiovasculares, y algunos cánceres (Simopoulos, citado por Ponnappalam et al., 2001).

El consumo de estos ácidos grasos (EPA y DHA), así como el alfa linolénico (18:3 n-3), debería incrementarse en aproximadamente 2 veces su consumo habitual (Wachira et al., 2002).

Los animales que pastorean pasturas pueden tener la capacidad de sintetizar los ácidos grasos de cadena larga del grupo n-3 (EPA y DHA) a partir de sus precursores, el ácido alfa linolénico (18:3 n-3), aunque la eficiencia de conversión es baja (Howe, citado por Ponnappalam et al., 2001).

A su vez, si bien la carne ovina ha sido caracterizada por su baja relación poliinsaturados / saturados, las relaciones 18:2 n-6 / 18:3 n-3, y la relación total de n-6 / n-3, es más favorable que otras carnes de consumo masivo, con valores de 1-9 y 1-3 respectivamente (Enser et al., citados por Wachira et al., 2002).

Normalmente, los estudios de efecto de la dieta sobre el perfil lipídico de la carne ovina, se han concentrado en comparar sistemas extremos, sistemas pastoriles vs. corral, no estudiándose en más detalle sistemas intermedios de suplementación en condiciones pastoriles de producción, los cuales son cada vez más comunes en los sistemas de producción de base pastoril (Montossi y Sañudo, 2008a, 2008b).

Se han realizado estudios en condiciones productivas del Uruguay, evaluando esta alternativa intermedia y en crecimiento (Montossi y Sañudo, 2008a, 2008b), aunque falta más información en condiciones controladas de producción, particularmente midiendo el efecto del consumo de diferentes proporciones de fibra y grano, sobre el perfil de grasas de la carne.

Considerando lo mencionado anteriormente, este trabajo de tesis tiene como objetivo analizar el efecto de diferentes regimenes de dieta (relación concentrado: fibra) en corderos, sobre el crecimiento, calidad de canal y carne, así como su influencia sobre la proporción/producción de órganos, vísceras y lana, y en particular sobre el perfil lipídico de la grasa producida.

2. REVISION BIBLIOGRÁFICA

2.1 ÁCIDOS GRASOS

2.1.1 Definición y clasificación de lípidos

La materia vegetal contiene un grupo de sustancias insolubles en agua pero solubles en éter, cloroformo y benceno, comúnmente llamados lípidos. Los lípidos sirven al organismo como reserva condensada de energía, elementos estructurales de los tejidos y son esenciales para diversas funciones del metabolismo intermediario. Los lípidos son un grupo de compuestos muy heterogéneo, donde las grasas y los aceites son los componentes más importantes (**Cuadro 1**). La diferencia entre un aceite y una grasa, es que la primera es líquida a temperatura ambiente, mientras que las grasas son sólidas. Esta distinción es muy relativa, ya que la “temperatura ambiente” varía mucho según los países y entre las regiones geográficas. Las grasas y los aceites, se clasifican en lípidos simples (los más importantes cuantitativamente), ceras, glucolípidos, fosfolípidos, lipoproteínas y los ácidos grasos libres. Otra clasificación toma como criterio la capacidad de hacer o no jabones, siendo los que la poseen, los saponificables y los que no, los insaponificables.

Cuadro 1. Clasificación de lípidos según composición química.

A –Lípidos simples: ésteres de ácidos grasos y alcoholes
1. Grasas y aceites: esteres de glicerol, con ácidos monocarboxilados 2. Ceras: esteres de alcoholes monohidroxilados y ácidos grasos
B- Lípidos compuestos: lípidos simples, conjugados con moléculas no lipídicas
1. Fosfolípidos: esteres que contienen ác. fosfórico en lugar de un ác. graso, con una base de nitrógeno 2. Glucolípidos: compuestos de carbohidratos, ác. grasos y esfingosinol 3. Lipoproteínas: compuesto de lípidos y proteínas
C- Compuestos asociados
1. Ácidos grasos 2. Pigmentos 3. Vitaminas liposolubles 4. Esteroles 5. Hidrocarburos

Fuente: Badui (1999).

Los ácidos grasos son los componentes más abundantes de los lípidos. Generalmente no se encuentran en estado libre como tales, sino en forma esterificada como parte constituyente de los diferentes acilgliceroles (Badui, 1999). Son ácidos carboxílicos, con cadenas hidrocarbonadas de 4 a 36 carbonos (Lehninger et al., 1995). En la mayoría

de los ácidos grasos componentes de los alimentos estas cadenas son lineales, monocarboxiladas, que varían en su longitud, grado de saturación, y que contienen normalmente un número par de átomos de carbono. Por lo general, los más abundantes en los animales son los de 16 y 18 carbonos (López y Suárez, 2003)

Para su nomenclatura se emplean nombres muy triviales que no ofrecen información alguna sobre la estructura química de estos compuestos (**Cuadro 2**). No obstante, existe actualmente una tendencia a utilizar los nombres científicos correspondientes, los cuales se forman al añadir la terminación “oico” a la palabra griega que indica el número de carbonos de la cadena. Para el caso de los ácidos grasos que presenta(n) un(os) doble(s) enlace(s) en algún(os) punto(s) de su cadena carbonada, entre ambas palabras va el(los) número(s), en donde esta el(los) doble enlace(s). Por otra parte, Lehninger et al. (1995) menciona la existencia de una nomenclatura simplificada de éstos ácidos grasos, donde se especifica la longitud de la cadena y el número de dobles enlaces separados por dos puntos. Las posiciones de los dobles enlaces se especifican por exponentes que siguen una Δ (delta). Es así que un ácido graso de 20 carbonos (C), con un doble enlace entre el C9 y C10 (el C1 es el carbono carboxílico), y otro entre C 12 y 13, con este tipo de nomenclatura sería 20:2 $\Delta^{9, 12}$.

Cuadro 2. Distintas nomenclaturas para diferentes ácidos grasos.

Ácidos grasos saturados			
Nombre trivial	Nombre científico	Nomenclatura simplificada	Fórmula química
Láurico	Dodecanoico	12:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH
Mirístico	Tetradecanoico	14:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH
Palmítico	Hexadecanoico	16:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH
Esteárico	Octadecanoico	18:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH
Ácidos grasos insaturados			
Nombre trivial	Nombre científico	Nomenclatura simplificada	Fórmula química
Palmitoleico	Hexadeca 9 enoico	16:1 Δ^9	C ₁₅ H ₂₉ COOH
Oleico	Octadeca 9 enoico	18:1 Δ^9	C ₁₇ H ₃₃ COOH
Linoleico	Octadeca 9:12 dienoico	18:2 $\Delta^{9, 12}$	C ₁₇ H ₃₁ COOH
Lonolenico	Octadeca 9:12:15 trienoico	18:3 $\Delta^{9, 12, 15}$	C ₁₇ H ₂₉ COOH
Araquidónico	Eicosa 5:8:11:14 tetraenoico	20:4 $\Delta^{5, 8, 11, 14}$	C ₁₉ H ₃₁ COOH

Fuente: adaptado de Lenhinger (1993), Badui (1999).

Se denomina carbono omega (Ω) al último de la cadena hidrocarbonada, por lo que existe otra posibilidad de denominar a los ácidos grasos en función de la ubicación del primer doble enlace a partir del carbono omega. A modo de ejemplo, los ácidos linoleico y araquidónico, son miembros de la serie omega 6, significando que el primer doble

enlace se encuentra en el carbono 6 a partir del carbono omega; mientras que los ácidos grasos que tienen su primer doble enlace en el carbono 3 a partir del carbono omega (linolénico, eicosapentaenoico y docosahexaenoico), están en la serie de los Ω 3 (Coulate y Davis 1994, López y Suárez 2003). Los Ω 6 de cadena más larga (como el araquidónico), se hallan en los alimentos de origen animal.

2.1.1.1 Ácidos grasos saturados

Los ácidos grasos se han dividido en dos grandes grupos: saturados e insaturados, dependiendo de la presencia o ausencia de dobles enlaces en sus cadenas.

Los ácidos grasos saturados varían de C4 a C20, siendo los más comunes el palmítico (C16) y el esteárico (C18). El punto de fusión del ácido graso saturado es directamente proporcional al largo de su cadena carbonada, por lo que los de C4 a C8 son líquidos entre 20 y 25 °C., mientras que a partir de los C10 en adelante son sólidos a la misma temperatura (**Cuadro 3**). Esta propiedad se refleja en los triacilglicéridos que contienen una alta proporción de ácidos grasos saturados de cadena corta, y por eso estos triacilglicéridos están en forma líquida en el rango de temperaturas mencionado.

La solubilidad de los ácidos grasos disminuye a medida que aumenta el largo de cadena y el peso molecular (ejemplo, C4 ss. C12) (Lenhinger 1993, Badui 1999). La carne vacuna presenta ácidos grasos saturados de cadena más larga (Jones y Papamandjaris, 2003).

Cuadro 3. Puntos de fusión para diferentes ácidos grasos saturados.

Ácidos grasos saturados		
Nombre trivial	Nomenclatura simplificada	Punto de fusión (°C)
Butírico	4:0	-5.9
Caproico	6:0	-3.4
Caprílico	8:0	16.7
Caprico	10:0	31.6
Láurico *	12:0	44.2
Mirístico *	14:0	54.4
Palmítico *	16:0	63.0
Esteárico *	18:0	69.4
Araquídico	20:0	76.0

Referencias: * = ácidos grasos más comunes en los alimentos

Fuente: Badui (1999).

2.1.1.2 Ácidos grasos insaturados

Los ácidos grasos insaturados tienen una mayor reactividad química que los saturados, debido a la presencia de los dobles enlace (carbono:carbono). Predominan

sobre los saturados en los aceites vegetales y en las grasas de animales marinos que viven a bajas temperaturas. Su punto de fusión disminuye a medida que aumenta el grado de insaturación, y su sensibilidad a las reacciones de oxidación es mayor, cuanto más insaturado sea el ácido (**Cuadro 4**). Es así que los puntos de fusión para los insaturados son menores que para los saturados de la misma longitud de cadena carbonada (Badui, 1999).

Cuadro 4. Puntos de fusión para los diferentes ácidos grasos insaturados.

Ácidos grasos insaturados		
Nombre trivial	Nomenclatura simplificada	Punto de fusión (°C)
Palmitoleico	16:1 Δ^9	-0.5
Oleico	18:1 Δ^9	13.0
Linoleico	18:2 $\Delta^{9,12}$	-5.0
Lonolenico	18:3 $\Delta^{9,12,15}$	-11.0
Araquidónico	20:4 $\Delta^{5,8,11 \text{ y } 14}$	-49.5
Vaccénico	18:1 Δ^{11}	39.5

Fuente: Badui (1999).

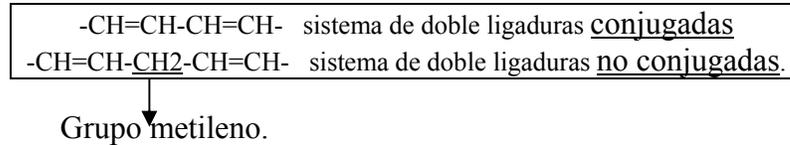
Los ácidos grasos que contienen un solo doble enlace, se les denomina monoinsaturados o monoenoicos, mientras que los que poseen más de uno, se les denomina poliinsaturados o polienoicos. Este tipo de ácido graso presenta dos tipos de isomerismo: a) geométrico: *cis* y *trans* y b) posicional, determinado por las diferentes posiciones que se encuentre la doble ligadura carbono:carbono. La mayoría de los ácidos grasos de los alimentos y de la naturaleza son de tipo *cis*, mientras que los *trans* se encuentran en grasas hidrogenadas comerciales y algunas provenientes de rumiantes (Badui 1999, López y Suárez 2003). En términos generales los de configuración *cis*, tienen puntos de fusión menores que los *trans* para un mismo tamaño de molécula (Badui, 1999). La estructura de los isómeros *trans*, es similar a la de los ácidos grasos saturados, y por ende sus propiedades químicas son intermedias entre su correspondiente isómero *cis* y un ácido graso saturado (López y Suárez, 2003). La presencia de diferentes isómeros geométricos en las grasas influye en las propiedades físicas y químicas de las mismas.

En cuanto al isomerismo posicional, existen dos formas (Cuadro 5):

- a) sistema conjugado.
- b) sistema no conjugado.

En el sistema no conjugado, las dobles ligaduras están separadas por un grupo metileno, mientras que en el conjugado no existe tal separación.

Cuadro 5. Disposición de las cadenas carbonadas según sistemas conjugados y no conjugados.



La mayoría de los ácidos grasos poliinsaturados que se encuentran en la naturaleza tienen sistemas no conjugados, los principales son el linoleico, el linolénico y el araquidónico.

Los ácidos grasos con mayor actividad biológica, son aquellos que están en la forma *cis* y con doble ligaduras no conjugadas. Es así que, los más importantes son el linoleico y linolénico, de los cuales el primero es el más activo. A éstos, también se les denomina ácidos grasos esenciales, ya que el metabolismo del hombre no los sintetiza y por lo tanto la dieta los debe contener a razón de 1 – 2 % del total de lípidos consumidos. Ésos ácidos grasos son necesarios para la síntesis de prostaglandinas, forman parte de la membrana de diferentes tejidos celulares, y son precursores de la síntesis del araquidónico. De éste último derivan todos los icosanoides, que son sustancias con acción de tipo hormonal (interviniendo en funciones reproductivas, fiebre, dolor asociado a lesiones y enfermedades, etc.), existiendo tres clases: las prostaglandinas, los tromboxanos y los leucotrienos (Lehninger et al., 1995).

Otras funciones biológicas de los ácidos grasos esenciales son la estimulación del crecimiento humano, mantenimiento de la piel y el pelo, regulación del metabolismo del colesterol, la actividad lipotrópica y el mantenimiento del sistema reproductivo (Badui, 1999).

La principal fuente de ácidos grasos esenciales y de otros ácidos grasos insaturados son los aceites vegetales (Jones y Papamandjaris, 2003).

2.1.1.3 Acilglicéridos

Los acilglicéridos o lípidos neutros o sin carga, son los productos derivados de la reacción de esterificación entre el glicerol y una, dos, o tres moléculas de ácido graso. Tradicionalmente, se han empleado los nombres de mono, di o triacilglicérido; pero en la actualidad esa nomenclatura no es muy aceptada y se trata de usar otros nombres equivalentes: monoacilglicérido, diacilglicérido y triacilglicérido, respectivamente. También en el nombre se especifica el número del carbono en el cual está ocupado por el(los) ácido(s) graso(s) (Badui, 1999).

Los triacilglicéridos son los acilglicéridos más abundantes en la naturaleza, y los principales constituyentes de todas las grasas y los aceites (aproximadamente 90 % de los lípidos totales). Los que contienen un solo tipo de ácido graso, se les denomina “simples”, mientras los que contenga más de un ácido graso diferente en su molécula, se les denomina “mixtos”. Las características físicas y químicas de los triacilglicéridos dependen del tipo, concentración y distribución de los ácidos grasos a lo largo de la cadena del glicerol.

Finalmente, los esteroides son lípidos formados por un núcleo que consiste en cuatro anillos fusionados, tres con 6C y uno con 5C. El colesterol es el principal esteroide en los tejidos animales. Tiene diversas funciones en el cuerpo humano, tales como la de constituyente de membranas, precursor de los ácidos biliares y hormonas esteroideas (hormonas sexuales masculinas y femeninas, y las de la corteza suprarrenal) (Lehninger et al., 1995). El contenido de colesterol total del cuerpo humano es de 75g. De los 1200 mg de colesterol que diariamente se recombinan, entre 300 y 500 mg se absorben cada día de la dieta, y de 700 a 900 provienen de la propia síntesis de novo.

Los productos de origen animal proveen de colesterol, mientras que los aceites vegetales contienen un grado variable de esteroides vegetales (Jones y Papamandjaris, 2003).

2.1.2 Ácidos grasos en los animales

Durante los últimos años se ha manifestado una continua atención sobre el contenido nutricional de la carne, sus derivados y su papel en la dieta humana. El factor más importante a considerar al evaluar el valor nutritivo de la carne es el contenido de grasa de la muestra (Price, 1994). Niinivaara y Antila (1973) mencionan que la proporción de ácidos grasos en el tejido adiposo es del 50 – 86% en vacunos, 70 – 85% en el cerdo, y 67 – 84% en los ovinos.

Los acilglicéridos constituyen más del 95 % del contenido lipídico total del organismo animal. Cuantitativamente, el contenido graso puede variar desde un pequeño porcentaje hasta más del 40 % de la canal, dependiendo de la dieta consumida por los animales (Price, 1994). Grau, citado por Niinivaara y Antila (1973), menciona que según el músculo que se trate la carne magra contiene una proporción de grasa que varía entre el 0.5 y 10 %. Mientras que para Price (1994), un músculo magro cuidadosamente disecado y seleccionado puede tener tan solo entre un 3 a 5 % de grasa.

Los rumiantes consumen dietas bajas en grasa, y por ello sus depósitos grasos son bastante constantes en cuanto a su composición. La grasa se almacena en el organismo animal de tres maneras distintas: subcutánea, intermuscular e intramuscular (Niinivaara y Antila, 1973). Las primeras dos formas, se pueden apreciar fácilmente, por lo tanto se puede recortarlas y disminuir su ingesta (Price, 1994). Pero no es así en el caso de la

grasa intramuscular, ya que es una parte integral del tejido que constituye los músculos (Niinivaara y Antila, 1973).

2.1.2.1 Ácidos grasos de las grasas de la carne

Para Bas y Sauvant, citados por Martínez (2007) el contenido medio de grasa intramuscular en los bovinos y para Droulez et al., Okeudo y Moss, Santercole et al., citados por Martínez (2007) el contenido medio de grasa intramuscular en los ovinos es de aproximadamente 5%, aunque puede ser inferior al 1% en las razas bovinas de elevado desarrollo muscular como el Azul Belga y superior al 18%, por ejemplo, en ganado Wagyu (Raes et al., Lunt et al., citados por Martínez, 2007).

Las grasas de la carne pertenecen al grupo de las llamadas “naturales sólidas”, pero la consistencia de las mismas varía de una especie a otra. La composición en ácidos grasos puede influir en los procesos oxidativos durante la conservación de la carne.

En el **Cuadro 6**, se presenta el contenido en ácidos grasos de diferentes especies animales. Hilditch y Williams, citados por Niinivaara y Antila (1973), han clasificado a los ácidos grasos de los glicéridos de los rumiantes en los siguientes grupos:

Grupo 1 (G1)- ácidos grasos cuya participación en el contenido total de estos ácidos supera el 10 %.

Grupo 2 (G2)- ácidos grasos cuya participación en dicho contenido total varía entre el 1 y 10 %.

Grupo 3 (G3)- ácidos grasos que participan en menos del 1 % del contenido total de los mismos.

Cuadro 6. Contenido en ácidos grasos de diferentes especies (g / 100 g de grasa).

	Vacuno	Ovinos	Pollo	Cerdo*	Cerdo**
Ácidos grasos saturados	48	56	32	38	32
Palmítico	28	29	24	26	21
Esteárico	19	25	7	12	9
Ácidos grasos insaturados	47	40	64	58	63
Oleico	44	36	38	46	48
Linoleico	2	3	20	6	9
Linolénico	trazas	1	2	--	trazas
Otros	1	trazas	4	6	6

Referencias: * = tocino dorsal.

** = tocino de jamón.

Fuente: Grau, citado Niinivaara y Antila (1973).

En el **Cuadro 7**, nótese el hecho que los ácidos grasos saturados comprenden cerca del 50 % al 60 % del total de ácidos, a pesar de la común referencia de la grasa animal como grasa “saturada” (Price, 1994).

En el mismo **Cuadro 7** y considerando la clasificación de Hilditch y Williams, citados por Niinivaara y Antila (1973), puede comprobarse que los ácidos palmítico, esteárico y oleico pertenecen al G1, y su proporción representa más del 80 % de la grasa de los rumiantes o representan un porcentaje mayor en función del contenido total de ácidos grasos. El sebo ovino y bovino contiene un promedio del 29 al 30 % de ácido palmítico, siendo su proporción menor en los tejidos adiposos internos que en el depósito periférico de la grasa (**Cuadro 8**).

Cuadro 7. Contenido en ácidos grasos comunes de la grasa de vacuno, de cerdo y de cordero (en % del contenido total).

Ácido graso	Vacuno	Cerdo	Cordero
Palmítico	29.0	28.0	25.0
Esteárico	20.0	13.0	25.0
Palmito-oleico	2.0	3.0	nd
Oleico	42.0	46.0	39.0
Linoleico	2.0	10.2	4.0
Linolénico	0.5	0.7	0.5
Araquidónico	0.1	2.0	1.5

Referencias: nd = no disponible

Fuente: Dugan, citado por Price (1994).

Cuadro 8. Composición de la grasa de los depósitos de grasa del ovino (% de la cantidad total de ácidos grasos).

Ácido graso	Nombre	Grasa interna (perirenal)	Grasa periférica (subcutánea)
C12:0	Láurico	----	0.6
C14:0	Mirístico	2.7	3.0
C16:0	Palmítico	24.7	28.0
C18:0	Esteárico	28.3	16.2
C14:1	Miristo-oleico	0.3	0.3
C16:1	Palmito-oleico	2.1	1.6
C18:1	Oleico	36.8	46.6
C18:2	Linoleico	5.7	3.9
C20-22	Ácidos insaturados	0.6	0.6

Fuente: Niinivaara y Antila (1973).

En el **Cuadro 8**, se puede observar que la proporción de ácido esteárico es considerablemente inferior y la del oleico mayor en los tejidos adiposos periféricos. La tendencia del organismo a conservar constante la cantidad total de los ácidos esteárico y

oleico es típica en los rumiantes, aunque su relación cuantitativa varía según el depósito de grasa corporal al que se haga referencia.

Los representantes más importantes del G2, son el ácido mirístico, palmito-oleico y los distintos ácidos insaturados C18. Como se observa en el **Cuadro 6**, la proporción los ácidos linoleico y linolénico en la grasa del ovino es relativamente baja; 4 %, aunque la grasa de la hierba ingerida por el ganado contiene alrededor de 25 % de linoleico y 50 % de linolénico (Elovson, citado por Niinivaara y Antila, 1973). La baja proporción de éstos, es debido a las transformaciones que sufren las grasas ingeridas en el rumen del animal, punto que se desarrollará más adelante.

Finalmente el G3, está conformado por una amplia variedad de ácidos grasos. Los más importantes desde el punto de vista de la nutrición humana son los ácidos poliénicos de 20 a 22 átomos de carbono, los cuales están presentes en la grasa del ovino en una proporción promedio inferior al 0.5 %.

Por otra parte, se ha comprobado que la grasa almacenada en el interior del organismo, contiene una cantidad de ácidos grasos saturados considerablemente mayores que en el depósito adiposo periférico. En la composición de las grasas también existen diferencias relacionadas con la región corporal, edad del animal, su sexo y tipo de alimentación y raza.

En el **Cuadro 9**, se resume la composición de muestras de grasa de ganado vacuno, procedente de diferentes regiones corporales.

Como se observa en el **Cuadro 9**, la grasa de la espalda y lomo contienen cantidades algo mayores de ácidos grasos saturados como el palmítico y esteárico y menores de insaturados palmito-oleico y oleico, que la del pecho y la pierna. En cambio, no se aprecian diferencias notables en el contenido de linoleico y linolénico.

Cuadro 9. Composición de la grasa de depósito de distintas regiones corporales del ganado vacuno (en % del total).

Ácido graso	Nombre	Pecho	Espalda	Lomo	Pierna
C12	Láurico	0.3	0.2	0.1	0.1
C14	Mirístico	3.2	3.5	3.3	2.9
C14:1	Mirístico-	3.1	2.2	2.4	2.8
C16	oleico	22.4	27.7	25.8	23.2
C16:1	Palmítico	10.3	7.4	7.9	9.8
C18	Palmito-oleico	7.4	10.6	10.0	6.9
C18:1	Estearico	44.8	41.0	42.9	46.5
C18:2	Oleico	2.6	2.3	2.4	2.2
C18:3	Linoleico	2.5	1.7	1.8	1.9
C20	Linolénico	0.1	0.1	0.1	0.2
C20:4	Aráquico	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
	Araquidónico				

Fuente: Niinivaara y Antila (1973).

Por otra parte, según Church (1982), en los rumiantes (en general) la grasa subcutánea es la más insaturada seguida por la grasa intermuscular e intramuscular; mientras que la grasa de los órganos internos es la más saturada. A su vez, dentro de la grasa subcutánea la más periférica es la más insaturada. Los patrones de saturación están relacionados inversamente con la temperatura de los depósitos de grasa. Es así que la grasa de los músculos extensores de las extremidades anteriores y posteriores, permanecen a temperaturas más bajas y por lo tanto poseen porcentajes mayores de C16:1 o C16:1 y C16:2, que las grasas contenidas en músculos mantenidos a temperaturas más elevadas, como el *Longissimus dorsi* (Cuadro 10).

La grasa de los rumiantes es predominantemente saturada (donde el C14:0, C16:0, C18:0, representan entre el 40 y 45% del total de los ácidos grasos saturados) y monoinsaturada (donde el C16:1 y C18:1 representan entre el 40 y 45% del total de los ácidos grasos monoinsaturados) (Bas y Morand-Fehr, Bas y Sauvant, citados por Martínez, 2007). La fracción poliinsaturada esta presente en término medio (11 %), y varía (1 a 10 %) en función del tipo de alimentación (Enser et al., Bas y Sauvant, citados por Martínez, 2007).

Cuadro 10. Composición en ácidos grasos (mg/g) de lípidos procedentes de cuatro Regiones corporales en vacuno, de 16 a 22 meses de edad, alimentados con una dieta en base a heno.

Ácido graso	Región corporal			
	Subcutánea ^a	Intramuscular ^b	Intermuscular ^c	Perirrenal
14:0	33	30	35	45
16:0	260	316	312	336
9-16:1	94	43	41	20
18:0	82	189	224	252
9-18:1	447	366	322	282
9, 12-18:2	21	12	11	10

Referencias: a = de la falda, b = músculo *Longissimus Dorsi*, 10^a costilla, c = adyacente a la muestra intramuscular.

Fuente: Church (1982).

Los ácidos grasos saturados y monoinsaturados suponen más del 95% del total de ácidos grasos de los triglicéridos de reserva, mientras que los fosfolípidos de las membranas celulares contienen por encima del 30% de ácidos grasos poliinsaturados (Bas y Sauvant, citados por Martínez, 2007). La importancia relativa de los distintos depósitos de lípidos intramusculares depende del grado de engrasamiento que a su vez es variable en función del sistema de alimentación (Zembayashi y Nishimura, Rowe et al., Fisher et al., Rhee et al., Velasco et al., Aurousseau et al., Realini et al., Díaz et al., Dannenberger et al., citados por Martínez, 2007), del género (Zembayashi et al., Malau-Aduli et al., Das Graças et al., citados por Martínez, 2007), de la edad (Lengyel et al., citados por Martínez, 2007) y de la raza (Choi et al., citados por Martínez, 2007). Puede estimarse que cuando los lípidos intramusculares aumentan del 1 al 5%, el porcentaje de triglicéridos pasa del 40 al 87% en tanto que los fosfolípidos se reducen del 38 al 13% (Bas y Sauvant, citados por Martínez, 2007).

De forma paralela al aumento de los triglicéridos, la cantidad de ácidos grasos saturados (AGS) y de ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) en el músculo aumenta de forma constante a razón de unos 50 g cada uno, por cada 100 g de grasa depositada, frente al aumento de los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), que lo hacen a razón de unos 4 g por cada 100 g de grasa depositada. Por ese motivo, la relación AGPI/AGS disminuye rápidamente con el grado de engrasamiento pasando de 0.45 a 0.09, cuando la grasa intramuscular aumenta del 1 al 5% (De Smet et al., citados por Raes et al., 2004).

La presencia de ácidos grasos esenciales depende de una serie de factores diversos, como lo son la especie, edad, sexo y la alimentación del animal. Como también se ha mencionado, la composición de la grasa varía en las distintas regiones corporales.

Entre las grasas más ricas en ácido linoleico figuran la de pollo, la de las vísceras, las de cerdo y las de caballo. En cambio, en los rumiantes la proporción de este ácido es

menor, no superando el 1-2% en la grasa vacuna y oscilando entre el 4-6 % en la del ovino.

Cuadro 11. Cantidades (%) de los ácidos grasos linoleico más linolénico (linóleo) y araquidónicos en las grasas de las distintas especies animales.

Muestra	Ácido linoléico más linolénico (% del total de ácidos grasos)	Ácido araquidónico (% del total de ácidos grasos)
Cerdo		
Grasa intramuscular	4.2	0.4
Grasa intermuscular	6.8	0.4
Grasa de depósito	7.4	0.2
Vacuno (adulto)		
Grasa intramuscular	1.1	0.2
Grasa intermuscular	1.2	0.0
Grasa de depósito	1.1	0.0
Ternera		
Grasa intramuscular	4.2	2.1
Grasa intermuscular	1.3	0.2
Grasa de depósito	1.5	0.2
Ovino		
Grasa intramuscular	2.7	0.8
Grasa intermuscular	1.5	0.1
Grasa de depósito	1.7	0.1

Fuente: Ostrander y Dugan, citados por Niinivaara y Antila (1973).

La concentración de ácido araquidónico es elevada en las grasas viscerales y en la de pollo (si se exceptúa la subcutánea). Sin embargo, es baja en vacunos y ovinos (Niinivaara y Antila, 1973) (**Cuadro 11**). La proporción de estos ácidos grasos también depende de la región anatómica a la que se haga referencia (**Cuadro 12**).

Cuadro 12. Cantidades de los ácidos linoleico y araquidónico en la grasa de rumiantes en diferentes tipos de grasa (% del total de ácidos grasos).

Muestra	Ácido linoleico (% del total de ácidos grasos)	Ácido araquidónico (% del total de ácidos grasos)
Ovino:		
grasa intramuscular	2.7	0.8
grasa intermuscular	1.5	0.1
grasa de depósito	1.7	0.1
Tenera:		
grasa intramuscular	4.2	2.1
grasa intermuscular	1.3	0.2
grasa de depósito	1.5	0.2

Fuente: Niinivaara y Antila (1973).

Según las investigaciones de Ostrander y Dugan, citados por Niinivaara y Antila (1973), la grasa intramuscular de terneras y ovinos es más rica en ácido araquidónico que la intermuscular y la de depósito. A su vez, la grasa intramuscular de terneras y ovinos es más rica en ácido linoleico que la intermuscular y la de depósito (**Cuadro 12**). Otra observación que se desprende del **Cuadro 12**, es que las oscilaciones del contenido de linoleico (dependiendo de la región corporal que provenga la grasa) son menos marcadas que en el caso del araquidónico.

Por último, la principal fuente de ácido linoleico conjugado (ALC) son los alimentos de origen animal, siendo la carne de los rumiantes más rica en ALC (vacuno y cordero, 2.9-4 y 5.6 mg/g grasa, respectivamente) que la de los monogástricos (cerdo y pollo, 0.6 y 0.9 mg/g grasa, respectivamente) (Chin et al., citados por Martínez, 2007).

En el **Cuadro 13**, se puede apreciar que el ganado vacuno disminuye la cantidad de ácidos grasos esenciales en la medida que aumenta la edad del animal (Nilsson y Noren, citados por Niinivaara y Antila, 1973).

Cuadro 13. Concentración de linoleico y araquidónico según edad y tipo de grasa (% del total de ácidos grasos).

Muestra	Ácido linoleico (% del total de ácidos grasos)	Ácido araquidónico (% del total de ácidos grasos)
Vacuno (adulto):		
grasa intramuscular	1.1	0.2
grasa intermuscular	1.2	0.0
grasa de depósito	1.1	0.0
Ternera:		
grasa intramuscular	4.2	2.1
grasa intermuscular	1.3	0.2
grasa de depósito	1.5	0.2

Fuente: Niinivaara y Antila (1973).

Por otra parte, estos mismos autores encontraron que el contenido de ácidos grasos esenciales en la carne de toro es de 2 a 3 veces mayor que la de la de vaquillona, evidenciando así la incidencia del sexo en el contenido de estos ácidos.

Los resultados han mostrado que el grado de consistencia de la grasa interna aumenta con la edad. Además, se observa cierta diferencia entre sexos, descendiendo los ácidos grasos insaturados oleico y linoleico en las hembras, mientras que en los machos solamente disminuye la proporción de linoleico al aumentar la edad. Por otra parte la grasa intramuscular procedente de toros jóvenes, contenía aproximadamente el doble de ácido linoleico y 2 a 3 veces más de araquidónico que la misma grasa de novillos y vaquillonas. La proporción de ácido linoleico de la grasa intramuscular de terneros jóvenes fue de 10.5 %, mientras que la de vaquillonas alcanzó 4 % (Niinivaara y Antila, 1973).

Las mismas tendencias mostraron las variaciones en la proporción de ácido araquidónico, debidas a la edad. En la grasa de terneros jóvenes se encontró un valor del 4 % de ese ácido, mientras que en las vaquillonas y vacas osciló entre 0.6 y 0.8 %.

Esto podría estar explicado por diferentes resultados obtenidos por Millar et al., O'Keefe et al., citados por Niinivaara y Antila (1973), donde el primero encontró que la proporción de ácido araquidónico en los acilglicéridos de los animales con mucho tejido adiposo es menor respecto a la proporción en la que se encuentra este mismo ácido graso en los acilglicéridos de animales que son menos ricos en grasa.

Por otra parte, O'Keefe et al., citados por Niinivaara y Antila (1973), atribuyen la baja proporción de linoleico y araquidónico en los tejidos muy ricos en grasa, al escaso contenido de fosfolípidos. Como los ácidos grasos en cuestión se hallan principalmente en los fosfolípidos, la proporción de estos ácidos grasos esenciales es menor en los

tejidos ricos en acilglicéridos que al mismo tiempo tienen una menor concentración de fosfolípidos (**Cuadro 14**).

Cuadro 14. Ácidos grasos saturados e insaturados en glicéridos y fosfolípidos de la grasa de depósito en vacunos (% del total de ácidos grasos).

	Triglicéridos	Fosfolípidos
Total de ácidos grasos saturados	46.7	31.4
Ácidos grasos insaturados:		
ácido oleico	41.3	21.2
ácido linoleico	4.4	20.2
ácido linolénico	1.1	1.8
ácido araquidónico	0.1	19.2

Fuente: Niinivaara y Antila (1973).

Por último, el contenido muscular de fosfolípidos (0.55% de promedio) es relativamente constante e independiente del engrasamiento (Duckett et al., Bas y Sauvant, citados por Martínez, 2007). La deposición selectiva de los AGPI permite que los músculos de los rumiantes puedan ser enriquecidos mediante la alimentación (Raes et al., citados por Martínez, 2007), sin aumentar la grasa intramuscular (Scollan, citado por Martínez, 2007).

2.1.2.2 Metabolismo de los lípidos en el rumiante

Cuando se refiere a las transformaciones que le suceden a los alimentos en el proceso de la digestión es diferente si está frente a un monogástrico o un rumiante, y los lípidos no son la excepción. Los triacilglicéridos, fosfolípidos y galáctolípidos van a sufrir profundas transformaciones en los preestómagos, mucho más completas que las que sufren en un monogástrico (Van Soest 1982, Tebot y Cirio 2000).

Tebot y Cirio (2000) distinguen tres etapas en la digestión ruminal de los lípidos: hidrólisis, biohidrogenación, y saponificación.

1. Hidrólisis

Si los ácidos grasos son accesibles a la microflora del rumen, los lípidos de la ración son hidrolizados extensamente (más del 80%) liberándose los ácidos grasos (Doreau y Ferlay, citados por Martínez, 2007).

Para Tebot y Cirio (2000) más del 95% de los lípidos son hidrolizados por hidrolasas bacterianas. Por su parte, Jarriège (1995) considera que entre el 85-95% de los lípidos son hidrolizados. Church (1982) menciona que esta hidrólisis es muy rápida y amplia. Para Jarriège (1995) esa velocidad aumenta en la medida que las dietas sean ricas en

fibras y bajas en glúcidos solubles y almidón, ya que la actividad de las lipasas microbianas son controladas por el pH.

Según Church (1982), los resultados de esta hidrólisis son ácidos grasos libres y glicerina u otros compuestos, dependiendo de la naturaleza del lípido consumido. A su vez, Tebot y Cirio (2000) mencionan que dentro de esos otros compuestos se encuentra cierta cantidad de galactosa (proveniente de los galactolípidos) y alcoholes (provenientes de los fosfolípidos). Estos mismos autores expresan que esos ácidos grasos son altamente insaturados y predominan el C18:2 (linoleico) y el C18:3 (linolénico), mientras que el glicerol y la galactosa liberados son transformados por las bacterias en AG. volátiles (Jarriega 1995, Tebot y Cirio 2000).

2. Biohidrogenación

Una vez de sucedida la lipólisis, los ácidos grasos insaturados van a sufrir una profunda y rápida hidrogenación para generar moléculas más saturadas (Aldrich et al., Plascencia et al., citados por Martínez, 2007).

Según Tebot y Cirio (2000), casi la totalidad de la saturación es debida a las bacterias, interviniendo en el proceso las enzimas isomerasas y reductasas. Mientras que para Church (1982), son los protozoarios muy activos en la hidrogenación, siendo menores los ácidos grasos saturados en sangre, tejido adiposo y leche cuando se limita su población. A su vez este mismo autor menciona que la fracción de los microorganismos lipolíticos y que realizan hidrogenación es menor con dietas ricas en cereales, permitiendo un mayor escape de lípidos intactos.

Jarriega (1995) encontró que las menores velocidades de biohidrogenación (menor al 70%) se registraron con dietas ricas en concentrados. También hace referencia a que la saturación de linoleico desciende con ese tipo de dietas. Sauvant y Bas, citados por Martínez (2007), sostienen que la eficacia de la biohidrogenación se relaciona negativamente ($r = -0.34$) con la proporción de concentrados en la ración. Además, el contenido de forraje de la ración influye en la cantidad y proporción de isómeros C18: 1 trans que pasan al intestino delgado.

Otros factores que afectan negativamente a la eficacia de la biohidrogenación ruminal son una elevada concentración de ácido linoleico y de ácido linolénico (Noble et al., Qiu et al., Harvatine y Allen, Troegeler-Meynadier et al., citados por Martínez, 2007) o la presencia en el medio de ácidos grasos poliinsaturados de más de 20 carbonos (Kitessa et al., Lee et al., Loo et al., citados por Martínez, 2007).

A su vez, Church (1982) considera que independientemente de la dieta, la biohidrogenación nunca es total, apareciendo diversos ácidos grasos insaturados en sangre. Jarriega (1995), Tebot y Cirio (2000), entienden que la explicación a ello puede

deberse al tiempo de su estadía muy corto en el rumen, a un radical carboxilo no libre, o a la protección de una parte de los ácidos grasos poliinsaturados de la dieta por las bacterias que los integran a sus lípidos de estructura. Tebot y Cirio (2000), mencionan que el principal ácido graso saturado resultante de la biohidrogenación es el esteárico y que otra transformación, es el pasaje de isómeros *cis* a una configuración *trans*. Según Van Soest (1982), al ser esta forma isomérica más estable y difícil de hidrogenar comparada con su respectiva configuración *cis*, existe una acumulación de la primera respecto a la segunda forma. Por otra parte Jarrieger (1995), expone que el linolénico es transformado básicamente en isómeros monoinsaturados.

Profundizando en lo mencionado anteriormente Jenkins, citado por Martínez (2007), explica que el proceso de biohidrogenación ruminal del ácido linoleico se realiza en tres pasos. En primer lugar ocurre una rápida isomerización del enlace *cis*-12 a *trans*-11 dando como resultado un conjunto de isómeros (C18:2 *cis*-9, *trans*-11; *trans*-9, *cis*-11; *trans*-10, *cis*-12) en proporciones variables que recibe el nombre genérico de ácido linoleico conjugado, siendo el ácido ruménico (C18:2 *cis*-9, *trans*-11) el isómero mayoritario (30%) (Piperota et al., citados por Martínez, 2007). En una segunda fase, el enlace *cis*-9 es hidrogenado para formar ácido vaccénico (C18:1 *trans*-11).

La biohidrogenación del ácido linoleico conjugado comienza igualmente con la isomerización del enlace *cis*-12 a *trans*-11, posteriormente se hidrogenan los enlaces *cis*-9 y *cis*-15 dando lugar al ácido vaccénico. El último paso es la reducción del ácido vaccénico para formar ácido esteárico (C18:0) (Bauman et al., citados por Martínez, 2007). Esta hidrogenación ocurre a una velocidad limitada lo que tiene como consecuencia la acumulación ruminal de ácido vaccénico (0.3-0.4 vs 0.05 mg/g de ácido linolénico conjugado) (Tanaka, citado por Martínez, 2007) y un mayor paso del mismo al intestino delgado en relación al ácido linolénico conjugado (>15/1) (Duckett et al., Qiu et al., Lee et al., citados por Martínez, 2007).

Según Chikunya et al., citados por Martínez (2007), el ácido eicosapentanoico (EPA) y el docosahexanoico (DHA) también son susceptibles a la biohidrogenación ruminal, aunque estos ácidos grasos pueden ser relativamente más resistentes a la misma en función de la cantidad presente en el rumen (Dohme et al., Chow et al., citados por Martínez, 2007) y de su procedencia (Sinclair et al., citados por Martínez, 2007). Así ha podido comprobarse *in vitro* que al aumentar la cantidad de EPA y DHA, puros o en forma de aceite de pescado, se reduce la tasa de lipólisis y por tanto la liberación de dichos ácidos grasos desde los triglicéridos; por otro lado, el aumento en el medio de estos ácidos grasos en forma libre, no esterificados, provoca una reducción de su propia biohidrogenación (Dohme et al., AbuGhazaleh y Jenkins, Chow et al., citados por Martínez, 2007).

Church (1982), Van Soest (1982), mencionan que otros cambios que sufren los ácidos grasos en el proceso de transformación por parte de los microorganismos son:

alteraciones en la longitud de cadena, cambios en la posición de los dobles enlaces, y producción de ácidos grasos de cadenas impares y ramificadas. Finalmente, Tebot y Cirio (2000) exponen como conclusión que, los principales ácidos grasos de cadena larga incorporados al organismo son: esteárico, palmítico, transvaccénico y linoleico.

3. Saponificación

Según Tebot y Cirio (2000), los ácidos grasos saturados tienden a formar jabones insolubles con Ca y Mg al pH presente en el medio ruminal, el cual es muy poco ácido (6.5 promedio). No se absorben en los preestómagos y pasan como tales al abomaso. Van Soest (1982), hace referencia a este tema, y expresa que los ácidos grasos son neutralizados con el pH del rumen, y pasan al tracto gastrointestinal bajo la forma de jabones de potasio y calcio.

Los ácidos grasos volátiles (AGV) se producen como resultado de la fermentación anaerobia de los carbohidratos provenientes de la dieta, por parte de los microorganismos del rumen. Según Jarriège (1995) de la materia orgánica degradada en este compartimiento, 1/3 es transferida hacia los microorganismos (pasando a ser parte de los mismos), y los 2/3 restantes son fermentados en AGV, CO₂, CH₄, ATP y calor. La concentración y composición de la mezcla de AGV en el rumen, depende del tipo, ritmo y nivel de alimentación.

La energía de los AGV producidos equivale al 50% de la energía digerida en el tracto digestivo en ovejas. Por otra parte, el contenido energético de la mezcla de AGV ruminales, depende de la composición de la misma. Es así que se pierde un 6 % en el contenido energético de esta mezcla de AGV, cuando se incrementa en 1 punto porcentual el ácido acético.

Los AGV producidos en el rumen son utilizados o metabolizados por el tubo digestivo en las siguientes proporciones: 30, 50, 75-80 %, para el acético, propiónico y butírico respectivamente. Esto hace que el AGV mayormente absorbido como tal por el animal sea el acético, ya que los otros dos son metabolizados y aparecen en sangre como lactato, en menor grado propiónico, β hidroxibutirato y en último lugar el butírico (el 30 % de éste pasa a la vena porta).

Por otra parte, las proporciones de AGV en rumen, están fuertemente influida por el tipo de dieta como se manifestó anteriormente. No solo existen diferencias entre una dieta basada en concentrados y otra en forrajes, sino que también dentro de cada una de ellas. Es así que si consideramos dos dietas en base a diferentes fuentes forraje: hojas y tallos verdes versus pajas y forrajes secos y tallos, el acético se incrementa del 60-62 al 70-72%, el propiónico baja del 20-21 al 17-18%, y el butírico del 19 al 12%. A su vez, existe una interacción con la edad de los tejidos vegetales de una misma especie y la composición de AG volátiles ruminales.

De esta manera, cuando aumenta la edad de la planta, el acético aumenta, y el propiónico baja de 2 a 5 puntos menos. Una de las explicaciones para estas tendencias es la importante incidencia que tiene la digestibilidad de los forrajes verdes en este aspecto. Finalmente la reducción progresiva del tamaño medio de las partículas de alimento, conduce a una reducción en el tiempo de rumia, y así incrementa la proporción de propiónico y/o butírico, y baja la de acético.

Por otra parte dietas ricas en glúcidos altamente fermentecibles, da como resultado un incremento en la producción de propiónico y/o butírico, a expensas del acético. La producción de propiónico baja curvilinealmente al incrementarse el contenido de celulosa en los tejidos vegetales. A su vez, las raciones que favorecen un aumento en la producción de butírico, son aquellas a base de almidón lentamente fermentecibles. En este tipo de dietas, este AGV representa entre el 12 y 16 % de la mezcla, en vez de 8-10 % en dietas de heno complementada con carbohidratos rápidamente fermentecible.

El contenido de lípidos bacterianos es alrededor del 10 al 15 % de la materia seca (Jarriega 1995, Tebot y Cirio 2000). Estos lípidos pueden ser de origen exógeno (captación de ácidos grasos de la dieta), o endógeno (síntesis de novo de ácidos grasos de cadena larga) (Church 1982, Tebot y Cirio 2000). Van Soest (1982) manifiesta que la composición de los lípidos microbianos depende de las grasas de la dieta así como de los procesos de síntesis por los propios microorganismos, pero que no se sabe en que importancia relativa contribuye cada proceso al producto final.

Church (1982) sostiene que la incorporación de ácidos grasos exógenos, inhibe la síntesis de novo. A su vez, Jarriega (1995), Tebot y Cirio (2000), consideran que las bacterias sintetizan ácidos grasos a partir de los ácidos grasos volátiles. A partir del ácido acético, forman cadenas de número par de átomos de carbono, principalmente C18:0 y C16:0 (relación 2:1). También el ácido acético, propiónico y valérico, producen algunos ácidos no ramificados, de número impar de átomos carbonos. Jarriega (1995) sostiene que los ácidos grasos de cadena impar, son sintetizados a partir propionil Co-A, y los ramificados a partir del isobutírico.

Tebot y Cirio (2000) consideran que las bacterias no sintetizan ácidos grasos poliinsaturados, y la pequeña cantidad de este tipo de ácidos que aparece en los microorganismos es resultado de la incorporación de ácidos grasos exógenos.

Según Van Soest (1982), los mayores componentes de los lípidos microbianos son los ácidos grasos de 15 carbonos, tanto en cadenas lineales como ramificadas. Mientras que para Jarriega (1995), los ácidos grasos sintetizados por los microorganismos son de cadena larga, de 15, 16, 17 y 18 carbonos.

Church (1982), menciona que la síntesis microbiana es mayor cuando la dieta contiene pocos lípidos, y puede aumentar con el consumo de concentrados. Tebot y

Cirio (2000) mencionan que al aumentar el contenido lipídico en la dieta, también se incrementa la captación de ácidos grasos exógenos por parte de los microorganismos.

Finalmente, Van Soest (1982) manifiesta que el metabolismo de los microorganismos no solo es afectado por la cantidad de lípidos en la dieta, sino que también por la calidad. Es así que un exceso de ácidos grasos o triacilglicéridos insaturados en la dieta produce una supresión en las bacterias metanogénicas y celulolíticas, favoreciendo el balance hacia una mayor producción de propiónico.

Al entrar al intestino, los lípidos de la digesta son predominantemente ácidos grasos libres (85-90%) (Drackley, citado por Martínez, 2007), mayoritariamente saturados, 80-90%, para Drackley, citado por Martínez (2007) y 70 % para Tebot y Cirio (2000); de los que el ácido esteárico (C18:0) representa dos tercios y el ácido palmítico el tercio restante (Drackley, citado por Martínez, 2007) y pequeñas cantidades de fosfolípidos microbianos (10 a 20 %) (Tebot y Cirio, 2000).

Según Church (1982), los ácidos grasos absorbidos por la célula intestinal (enterocitos), son no esterificados, y tan solo aparecen 2- monoglicéridos cuando escapan del rumen. Este mismo autor menciona que los ácidos grasos esenciales son conservados por los rumiantes mediante su sorción preferencial y esterificación en forma de fosfolípidos.

Por tanto, el principal ácido graso disponible para su absorción intestinal en los rumiantes es el ácido esteárico. Sin embargo, el ácido oleico es predominante en la musculatura de los rumiantes representando aproximadamente el 40% del total de ácidos grasos (Bas y Morand- Fehr, Bas y Sauvant, citados por Martínez, 2007). Esto es debido a que una gran parte del ácido esteárico absorbido es deshidrogenado previamente a su deposición tisular por la enzima Δ^9 -desaturasa (Bauman et al., Smith et al., citados por Martínez, 2007). La pequeña fracción de ácidos grasos poliinsaturados que escapa a la biohidrogenación (10-15%) es absorbida en intestino y depositada como tal en la grasa de los tejidos lo que puede contribuir a modificar su perfil de ácidos grasos (Givens et al., citados por Martínez, 2007).

Van Soest (1982) menciona que en el intestino delgado se absorben los ácidos grasos saponificados con potasio, mientras que los que forman jabones con calcio, por ser más insolubles, pueden escapar a la absorción y aparecer en las heces. Este mismo autor agrega que la mayoría de los ácidos grasos son absorbidos, y que la digestibilidad verdadera de los mismos alcanza el 100%. Una vez que los ácidos grasos penetraron dentro del enterocito, se produce la resíntesis de los triacilglicéridos. Este proceso en los rumiantes se realiza a partir del alfa-glicerofosfato (α GP), obtenido por la degradación de la glucosa en la vía glicolítica (Tebot y Cirio, 2000). Estos autores también mencionan que en el enterocito se resintetizan los fosfolípidos y el colesterol.

Los ácidos grasos de menos de 14 carbonos, pasan directamente a la sangre (Church 1982, Tebot y Cirio 2000), y son desviados a hacia el hígado donde se oxidan rápidamente.

Por otra parte, el ácido ruménico absorbido en el intestino se deposita como tal en los tejidos, en tanto que el ácido vaccénico es convertido previamente a ácido ruménico por la enzima Δ^9 -desaturasa para su deposición (Bauman et al., citados por Martínez, 2007). La desaturación del ácido vaccénico se considera la primera fuente de ácido ruménico en los tejidos (Bauman et al., Piperota, citados por Martínez, 2007), habiéndose estimado que más del 64% de ácido ruménico presente en la leche de vaca es de origen endógeno (Griinari et al., citados por Martínez, 2007).

El ácido ruménico representa más del 85% del ácido linoleico conjugado presente en la grasa muscular (Chin et al., citados por Martínez, 2007) y se deposita principalmente en los triglicéridos por lo que se asocia positivamente con el grado de engrasamiento (Raes et al., citados por Martínez, 2007). La actividad de la enzima Δ^9 -desaturasa es inhibida por la presencia del isómero C18:2 trans-10, cis- 12 (Baumgard et al., citados por Martínez, 2007). La producción elevada de este isómero en el rumen requiere la presencia de ácidos grasos insaturados y un ambiente alterado que modifique la ruta de la biohidrogenación (Griinari et al., Bauman y Griinari, citados por Martínez, 2007).

La presencia en el medio ruminal de EPA y DHA inhibe intensamente la reducción del ácido vaccénico (Kitessa et al., Chow et al., Lee et al., citados por Martínez, 2007) pero también la del ácido oleico y el ácido linoleico (AbuGhazaleh y Jenkins, citados por Martínez, 2007), resultando en la acumulación de dichos ácidos en el rumen lo que aumenta la cantidad de los mismos que pasan a intestino y quedan disponibles para ser absorbidos. Los ácidos EPA y DHA absorbidos en intestino son incorporados preferentemente en los fosfolípidos musculares (Wood et al., citados por Martínez, 2007) con concentraciones normales de 2.1-2.8% y 0.4-0.55% en terneros (Choi et al., Scollan et al., citados por Martínez, 2007) y 2.4-2.6 y 0.64-1.2% en corderos (Ashes et al., Cooper et al., citados por Martínez, 2007), siendo prácticamente indetectables en los triglicéridos (Raes et al., citados por Martínez, 2007).

La alteración del ambiente ruminal ocurre por el consumo de raciones que provocan la disminución del pH diario a valores medios menores de 6.25 (Martin et al., citados por Martínez, 2007) y que modifican la flora con reducción de los protozoos y aumento de las bacterias productoras de lactato (Owens et al., citados por Martínez, 2007), como se mencionó anteriormente.

Las moléculas lipídicas son transportadas por la sangre y la linfa, desde los órganos de absorción (intestino) y producción (hígado), hacia los tejidos periféricos incorporadas en macroestructuras denominadas lipoproteínas (Tebot y Cirio, 2000). Estas

lipoproteínas se clasifican según densidad, tamaño y composición en los siguientes grupos: quilomicrones, lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), de baja densidad (LDL), de densidad intermedia (IDL), y de alta densidad (HDL) (**Cuadro 15**).

Cuadro 15. Diferentes lipoproteínas y sus respectivas funciones.

Lipoproteína	Función
Quilomicrón	Transportan grasa y colesterol
VLDL	Transportan triglicérido endógeno y colesterol
IDL	Son precursores de las LDL
LDL	Son los transportadores primarios de colesterol en sangre
HDL	Intervienen en la eliminación del colesterol de los tejidos

Fuente: adaptado de Kathleen et al. (1998).

Como se puede apreciar en el **Cuadro 16** existe una relación directa entre la densidad de la lipoproteína y el contenido de colesterol.

Cuadro 16. Composición (%) y características de las lipoproteínas plasmáticas del bovino.

Componente	Quilomicrones	VLDL	LDL	HDL ¹	HDL ²
Colesterol libre	4-6	3-9	6-8	4-6	1-4
Colesterol éster	1-4	1-5	31-36	29-33	13-29
Triacilglicéridos	72-87	45-63	1-4	1-3	1-6
Fosfolípidos	4-5	1-12	18-22	27	1-12
Apoproteínas	2-3	1-8	22-32	33-39	39-68
Diámetro A	650-2400	310-650	190-250	120-150	93-120
Densidad	<0.95	<1.006	1.026/1.07 6	1.060/1.09 1	1.091/1.18 0

Referencias: 1 = ligeros; 2 = pesados

Fuente: Bauchart, citado por Tebot y Cirio (2000).

En el ovino, en términos generales, el 73 % de los lípidos de la linfa se localizan en la fracción VLDL que constituye la más importante en los rumiantes y el 27 % en la fracción quilomicrón (Church 1982, Tebot y Cirio 2000). Para Church (1982) la proporción e VLDL y quilomicrones dependen de la composición de los ácidos grasos que llegan al intestino delgado. Cuando la composición es rica en ácidos grasos insaturados, predominan los quilomicrones.

Las LDL están implicadas en la distribución del colesterol a los tejidos, y representan menos del 10 % de las lipoproteínas plasmáticas.

Los ácidos grasos presentes en los lípidos tisulares reflejan de forma bastante directa la función de ese tejido (Church, 1982).

La lipogénesis se realiza en el citoplasma y es la síntesis de ácidos grasos a partir de la acetil-CoA. Otra fuente de ácidos grasos en el adipocito son los sintetizados por los microorganismos y los aportados por la dieta (modificados en el rumen) (Church, 1982).

En los rumiantes el principal proveedor de acetil-CoA citosólico para lipogénesis es el ácido acético. Por otra parte, otro aspecto característico en los rumiantes es el lugar donde sucede esta síntesis, ocurriendo fundamentalmente en el tejido adiposo, a partir de acetato, muy poco en el hígado y en animales lactantes en la glándula mamaria (Church 1982, Tebot y Cirio 2000).

Church (1982), Van Soest (1982), sugieren que otro importante precursor del acetato en los rumiantes es el β hidroxil butirato, y que la importancia de uno u otro depende si la síntesis se realiza en el tejido adiposo o en la glándula mamaria. En el tejido adiposo el acetato y lactato serían los principales precursores. Este acetato proveniente de la fermentación ruminal, es transformado en el adipocito principalmente en ácido palmítico (16:0), que posteriormente puede ser alargado hasta ácido esteárico y desaturado hasta ácido oleico (18:1).

Otras vías existentes en el metabolismo lipídico son la lipólisis, β oxidación y cetogénesis.

2.1.3 Los lípidos y la salud humana

La carne de los rumiantes es una fuente importante de nutrientes para el ser humano y tiene un elevado valor sensorial, aunque la importancia y naturaleza de estas características dependen de la nutrición que reciben los animales (Geay et al., citados por Martínez, 2007)

Ya se han mencionado varias de las funciones biológicas vitales que cumplen los ácidos grasos en el cuerpo humano. Incluso de los beneficios y roles que cumple el colesterol, muchas veces cuestionado en cuanto a sus efectos sobre la salud humana. Pero también existen rangos cuantitativos y recomendaciones de consumo, donde por debajo de los requerimientos estaríamos en un nivel de insuficiencia, y por encima de los mismos se podrían presentar problemas y efectos nocivos para la salud. Según FAO, citado por Jones y Papamandjaris (2003), López y Suárez (2003) (**Cuadro 17**), existe una serie de consideraciones a tener en cuenta:

- Las grasas dietéticas deben aportar a las personas adultas un mínimo del 15 % del consumo energético diario.
- En mujeres en edad reproductiva, el mínimo es del 20%, en individuos activos, pueden consumir hasta un 35% de la energía en forma de grasas, siempre y cuando los ácidos grasos saturados no superen el 10% del consumo calórico diario.
- Las personas sedentarias no deben comer más del 30% de su energía en forma de grasas.
- La ingesta de ácidos grasos saturados no deben superar más del 10% del consumo energético diario.
- Para FAO, la ingesta deseables de ácido linoleico es de un 4 a 10% del aporte energético, siendo el rango superior aconsejado cuando las ingesta de grasas saturadas y colesterol son relativamente elevadas. Mientras que para Jones y Papamandjaris (2003) la ingesta de linoleico debería ser de 3 a 5% de la energía alimentaria.
- Jones y Papamandjaris (2003) sugieren que el consumo de ácido linolénico deberá ser del 0.5 al 1% de la energía total consumida en la dieta.
- La relación linoleico: linolénico en la dieta, debe mantenerse entre 5:1 a 10:1.
- Las personas que consuman relaciones superiores a 10:1, deben consumir dietas ricas en Ω 3 y más bajas en Ω 6.

Existe un creciente consenso sobre la importancia del aporte cualitativo de las grasas en el manejo del riesgo de enfermedades. Kathleen et al. (1998), reducir la ingesta de grasas totales, así como la de grasas saturadas, colesterol y aumentar las insaturadas (Jones y Papamandjaris, 2003). De esta manera y aumentando el consumo de carbohidratos complejos, se reduce el colesterol sérico y el riesgo de enfermedades crónicas, sobre todo cardiopatías, hipertensión arterial, apoplejía y nefropatía (McCarron 1997, Kathleen et al. 1998).

Cuadro 17. Efectos de los diferentes ácidos grasos en el cuerpo humano.

Tipo de grasa	Efecto
Saturados	Elevan el colesterol LDL
Monoinsaturados	Actualmente se postula que disminuyen la fracción LDL y no afecta la HDL.
Poliinsaturados	Disminuyen el colesterol LDL, cuando sustituyen a las grasas saturadas en la dieta. Se ha demostrado que disminuyen el HDL también. También la calidad de estos ác. grasos disminuye: las enfermedades coronarias y accidentes cerebrovasculares, déficit de ác. grasos esenciales durante el desarrollo, enfermedades autoinmunitarias, diabetes tipo II, enfermedad intestinal inflamatoria, cáncer de mama colon y próstata, artritis reumatoidea.
Isómeros trans	Sus efectos se asocian al de las grasas saturadas, aumentando los niveles de colesterol LDL, y disminuyendo el HDL. Compiten con el metabolismo de los ác. grasos esenciales, disminuyendo la conversión de éstos a sus respectivos eicosanoides.

Fuente: adaptado de López y Suárez (2003).

Cuadro 18. Lipoproteínas y la influencia en el riesgo de aterogénesis.

Lipoproteína	Riesgo para provocar aterogénesis
IDL	+
Quilomicrón	++
LDL	+++
VLDL	-
HDL	--

Referencias: + se los vincula con la progresión de enfermedades coronarias; ++ son aterógenos; +++ son muy aterógenos; - no son aterógenos; -- no solo no lo son, sino que previenen la aterogénesis.

Fuente: Kathleen et al. (1998).

En el ítem anterior ya se hizo referencia respecto a las definiciones de las diferentes fracciones transportadoras de lípidos: los quilomicrones, las VLDL, LDL, ILD y las HLD. Cuando se refiere al colesterol, una cantidad elevada de LDL en plasma, condiciona un mayor riesgo de aterogénesis (acumulación de fibras y lípidos, principalmente colesterol, en la pared interna de una arteria, causando posiblemente el infarto del órgano perjudicado) (Jones y Papamandjaris, 2003) (**Cuadro 18**). Según Tebot y Cirio (2000), las LDL son fundamentalmente estructuras transportadoras de colesterol libre y esterificado. Kathleen et al. (1998) mencionan que del 60 a 70 % del colesterol total es transportado por LDL.

Las LDL se fijan, por sus apoproteínas constitutivas en receptores específicos ubicados en las membranas de la mayoría de las células del organismo. En la especie humana existen formas genéticas de carencia (total o parcial) del receptor celular del

LDL. Una alimentación rica en grasas animales produce una reducción similar en el número de receptores de LDL, ya que el exceso de colesterol alimentario, una vez depositado intracelularmente por las LDL, inhibe la síntesis del receptor. Los LDL circulantes en exceso pueden depositar el colesterol en las paredes vasculares, produciendo así engrosamiento (aterosclerosis), derivando esto en infartos de miocardio por obstrucción de vasos.

Kathleen et al. (1998) mencionan que una disminución de 1 mg/dl (en sangre) en el colesterol LDL, conlleva a una reducción de cerca de 1-2 % en el riesgo relativo de cardiopatía coronaria. La NIH (National Institute of Health USA), citado por Kathleen et al. (1998), ha declarado que el aumento de lipoproteínas ricas en triglicéridos (VLDL), y la disminución de las HDL, aumentan el riesgo de cardiopatía al contribuir a la formación de placa y aumentar la tendencia a la coagulación.

Con respecto al colesterol HDL, se ha demostrado que después de controlar otros factores de riesgo, el aumento de 1 g /dl en sangre, reduce el riesgo de cardiopatía coronaria en 2-3 % (Kathleen et al., 1998). La teoría más aceptada respecto a cómo actúa la HDL es la que dice que estas lipoproteínas intervienen en el transporte del colesterol excesivo desde las membranas hacia otras lipoproteínas, las cuales son retiradas por receptores en el hígado. Es así que se contribuye a eliminar el colesterol del organismo, y prevenir la acumulación de lípidos en la pared arterial.

Finalmente, un perfil de lipoproteínas conveniente sería un nivel de colesterol total menor a 200 mg/dl (de sangre), colesterol LDL menor a 130 mg/dl, colesterol HDL mayor a 35 mg/dl (algunos ensayos sugieren valores mínimos de 50 mg/dl) y triglicéridos de menos de 200 mg/dl (Kathleen et al., 1998).

El efecto hipercolesterolémico de las grasas saturadas es debido en mayor medida a los ácidos grasos C12 (láurico), C14 (mirístico) y C16 (palmítico). A su vez, los ácidos grasos monoinsaturados como el C18:1 (oleico) reducen el colesterol sanguíneo, mientras que el esteárico (C18) es neutro (Krauss et al. 1996, Tebot y Cirio 2000). Krauss et al. (1996) sugieren además que el mirístico es el que mayor impacto tiene en este sentido, seguido del palmítico y por último el láurico.

En cuanto a los ácidos grasos *trans*, los mayores consumos de éstos se relacionan con un aumento en el riesgo de cardiopatía coronaria, cáncer y otros padecimientos crónicos (Simopolus, citado por Kathleen et al. 1998, López y Suárez 2003). Está demostrado que este tipo de isómeros inhiben la desaturación y elongación del ácido linoleico y linoléico para formar ácidos grasos esenciales de cadena larga (Kathleen et al., 1998). Por otra parte estos mismos autores mencionan que el efecto de estos isómeros no es tan pronunciado como el efecto de los ácidos grasos saturados, siendo más hipercolesterolémicos los segundos respecto a los primeros.

Cuadro 19. Efectos de dos series específicas (Ω 6 y Ω 3) de ácidos grasos en la salud humana.

Tipo de grasa	Efecto
Omega – 3	Disminuyen los niveles de triglicéridos y colesterol LDL, sin afectar el HDL. Reduce el riesgo de trombosis, por disminuirla inflamación y la tendencia a la coagulación. Incrementa la “salud cardiovascular”, la capacidad de respuesta del corazón en (pulsaciones) a diferentes estímulos, y preserva la densidad mineral de los huesos por más tiempo. Previenen taquicardias y fibrilación ventriculares, disminuye trombogénesis. Mejora los parámetros asociados al desarrollo (en niños lactantes), y disminuye la morbilidad. En comparación con otros lípidos, ejercen acción inhibitoria sobre el cáncer de mama y próstata.
Omega – 6	Reduce benéficamente la concentración de colesterol circulante y de colesterol LDL. En altas concentraciones también bloquea la concentración de lipoproteínas de alta densidad (HDL)

Fuente: adaptado de López y Suárez (2003).

Por otra parte la sobreproducción de eicosanoides provenientes del ácido araquidónico (como resultado de una alimentación pobre en Ω 3) puede causar trombosis, artritis, lupus y cáncer (Jones y Papamandjaris, 2003) (**Cuadro 19**).

2.2 CONFINAMIENTO DE CORDEROS

2.2.1 Introducción

En primer lugar es necesario comentar que las condiciones en las que los animales estuvieron estabulados en el ensayo, se asemejaban más a una jaula metabólica, que a un confinamiento comercial, como el que a continuación se describe. Es así, que existen diferencias en aspectos tales como la influencia sobre la producción animal debido a la infraestructura empleada en cada sistema, el ambiente, manejo y comportamiento social de los animales.

El confinamiento es una estrategia de manejo que permite a los productores estar suministrando permanentemente corderos de calidad a lo largo del año, satisfaciendo las exigencias de las industrias frigoríficas. También permite mantener la producción, cuando existen problemas en la oferta de forraje para pastoreo y alcanzar un rápido crecimiento cuando el precio de los alimentos está bajo (Bell et al., 2003). Otro elemento, no menos importante, es que permite aumentar la carga del sistema de

producción, lo cual está asociado a una mayor productividad y eventualmente un mayor ingreso económico en las relaciones de precios insumo/producto más favorables¹.

2.2.2 Infraestructura

Al momento de definir la estructura en la cual se realizará el confinamiento, se debe tener en cuenta ciertos aspectos. En primer lugar, tener conocimiento del efecto de la contaminación y el olor que se genera por el hecho que los animales permanezcan confinados por cierto período de tiempo. Esto se debe considerar al momento de localizar la infraestructura del “encierra” en relación a los cursos de agua corriente, por la contaminación de agua que escurra desde los corrales y las instalaciones domésticas (Milton, 2001).

Para este mismo autor también es importante la disponibilidad de sombra, protección al viento y a las condiciones climáticas adversas que tengan los animales, mencionando el beneficio de ubicar el confinamiento en una ladera con orientación norte (siendo la ubicación geográfica del confinado en el hemisferio sur) para que el sitio reciba la mayor incidencia del sol durante el invierno.

Con respecto al tipo de suelo, se recomienda instalarse sobre suelos que permitan un correcto drenaje del agua, de manera de no formar un ambiente lodoso y húmedo, evitando así las condiciones para la aparición de enfermedades tales como afecciones podales, coccidiosis y salmonelosis (Bell et al., 2003). Milton (2001), sugiere el uso de arena por su buen drenaje, pero hace alusión a los problemas de erosión que sufre la misma por el viento. Mientras que el uso de suelos más pesadas tienen los inconvenientes con la humedad, también es cierto que son menos afectados por la erosión.

En cuanto a las dimensiones, se debe considerar el espacio por cordero, y el número de corderos por corral. El área disponible para los animales por lo general debe ser pequeña, para restringirles la capacidad de desplazarse y así minimizar gastos de energía de mantenimiento (Milton, 2001). Milton (2001), Suiter (2001), mencionan como adecuado un espacio por cordero de 0.5 a 2 m² en corrales de 500 corderos. Estos autores consideran que si el área fuera menor, cuando llueve se formaría un ambiente fangoso, y por otra parte si el área fuera mayor, existe un gasto innecesario de energía, así como un aumento en la probabilidad de que animales más “tímidos” no lleguen a los comederos con tanta facilidad.

Sin embargo para Bell et al. (2003), las recomendaciones son de 5 m² y 10 m² por animal, para corrales de 500 y 200 corderos, respectivamente. Incluso, espacios de hasta

¹Montossi, F. 2005. Com. personal.

20 m² por animal, reducirían el estrés social en los mismos, minimizando así las condiciones para que los animales manifiesten conductas de dominancia de unos sobre otros.

Otro aspecto fundamental en la infraestructura son los comederos. Se deben hacer algunas consideraciones respecto al tipo de comedero: individual o compartido, forma y dimensiones de los mismos, así como las medidas a tomar para prevenir el ingreso de los animales dentro de los mismos, para que el alimento no sea contaminando y desperdiciado. Al utilizar comederos individuales, aumenta la respuesta en crecimiento al incremento en el suministro de alimento, respecto a los comederos colectivos, y se minimiza el problema en la conducta social de los animales dominantes versus los dominados (Suiter, 2001). Según Milton (2001), Bell et al. (2003), también se reduce la necesidad de estar constantemente recargando el comedero con ración y el frente de ataque (equivalente al largo del comedero por animal), variando entre autores la recomendación, debe ser de tan solo 4 a 5 cm (Milton, 2001), 2 a 4 cm (Suiter, 2001) y 10 cm (Bell et al., 2003).

Mientras que si se utilizan comederos compartidos, el frente de ataque debe ser por lo menos de 15 cm, reduciéndose a la mitad si al comedero se accede por ambos lados. Lo recomendando como óptimo son 30 cm de largo, 20 – 25 cm de profundidad, y el tope del comedero debe estar a 30 cm por encima del nivel del suelo (Bell et al., 2003). Esto permite que no se desperdicie alimento al momento de ser suministrado, y el espacio sea suficiente como para dar una vez al día la cantidad de ración requerida por animal.

La ubicación de los comederos debe ser lejos de los bebederos, para que el agua no se contamine con el alimento transportado por el animal, viento y el hombre.

Por otra parte Milton (2001), Suiter (2001), Bell et al. (2003), mencionan la importancia de la protección en los comederos, para que los animales no se suban en él y pateen la comida, la cual se contamina y es menos apetecida por los animales. También hace alusión a que los comederos con forma circular permiten un mejor acceso que los de forma recta.

En cuanto al agua, es mejor que se suministre en bebederos a dejarle acceso a tajamares, ya que en éstos es más probable que generen problemas de calidad de agua, los cuales son más difíciles de corregir (Bell et al., 2003). A los bebederos es necesario localizarlos en el lado opuesto a donde estén ubicados los comederos para ración y fardo. El tope debe estar a 40 cm del suelo, y apoyarlo sobre gravilla para mejorar el drenaje por pérdidas de agua. El largo del bebedero debe ser de 75 cm cada 100 corderos en confinamiento (Milton, 2001).

2.2.3 Sanidad

Los animales confinados están limitados a una pequeña área, y son totalmente dependientes del personal a cargo, siendo éste crucial para la detección y tratamiento de las enfermedades. En un confinamiento se crean condiciones que facilitan la diseminación de enfermedades infecciosas. Es por eso que no se deben ingresar animales al encierre que muestren síntomas de enfermedades y sacar del confinamiento lo más rápidamente posible aquellos que se enfermen (Seymour, 2000).

2.2.3.1 Acidosis

La acidosis (también llamada envenenamiento de los granos) puede causar muerte de animales, así como también una pérdida en tiempo (más días para el engorde) e ineficiente uso de granos, e incluso provocar una larga recuperación en los animales, atrasando el crecimiento normal de los mismos (Milton, 2001).

La enfermedad consiste en un descenso del pH ruminal, como consecuencia de una rápida fermentación, incrementándose la concentración de ácido láctico en el rumen. Este problema se puede dar en todo el período de engorde pero por lo general sucede cuando los animales que no han sido debidamente acostumbrados y comienzan a comer granos con altas cantidades de almidón (Seymour 2000, Milton 2001, Bell et al. 2003). Más aún en dietas con altas concentraciones en granos (Seymour 2000, Milton 2001). Otros motivos por los cuales se puede presentar esta enfermedad puede estar asociada a el cambio en el tipo de grano empleado en la dieta (Suiter 2001, Bell et al. 2003).

Según Bell et al. (2003), los síntomas de esta enfermedad son: dolores abdominales, se patean su estómago, deshidratación, parte trasera arqueada, se tropiezan las patas traseras, se ven hinchados, diarrea, así como animales de apariencia lánguida y con altas frecuencias respiratorias (Seymour, 2000).

Para prevenir la acidosis existen ciertos mecanismos preventivos como la introducción gradual del grano en la dieta, o sea hacer un acostumbramiento previo del animal a la alimentación. Si se va a cambiar el tipo de grano en la dieta, también se debe hacer en forma gradual, siendo necesario suministrar fibra de buena calidad y palatabilidad (Seymour, 2000). En este último aspecto, Suiter (2001), establece que si ese cambio es partiendo de avena para ser sustituida por granos almidonosos (maíz, trigo y cebada), se debe seguir un protocolo de acostumbramiento (**Cuadro 20**), mientras que si el cambio es a la inversa (almidonosos por avena), esto no sería necesario.

Cuadro 20. Concentración de fuente de alimento (%) según tipo de grano y día de acostumbramiento.

Día	Porcentaje	
	Avena	Cebada o trigo
1	100	0
2 al 5	75	25
6 al 10	50	50
11 al 13	25	75
14 en adelante	0	100

Fuente: Suiter (2001).

Para Seymour (2000), Milton (2001), Bell et al. (2003), otra alternativa es dar el grano entero y no molido, ya que los beneficios nutricionales de esta segunda forma de suministro no son tales como los perjuicios que causa al inducir una mayor acidez ruminal.

Para la acidosis, en primera instancia, hay que reducir las cantidades de grano en la dieta, a los niveles que estaban previamente, hasta que los animales no presenten más diarrea. Si los síntomas persisten, hay que retirar los animales del confinamiento, la dieta debe ser solo heno (hasta su recuperación), suministrar 60 grs. de óxido de magnesio a cada animal o 15 g de bicarbonato en 1 litro de agua. Agregar a razón de 1 ó 2 % de la ración (porcentaje en peso) uno de los siguientes productos: bentonita de sodio, bicarbonato de sodio o piedra caliza (Bell et al., 2003).

2.2.3.2 Parásitos gastrointestinales

Realizar análisis coprológico al 10 % de los animales por corral previo a la estabulación de los mismos. En caso de ser necesario se debe de aplicar una toma. Los animales deben entrar libres de afecciones de parásitos gastrointestinales.

2.2.3.3 Enterotoxemia

El agente causal de esta enfermedad es una bacteria que se aloja en el intestino del cordero. Se produce a partir de dietas de buena calidad, con altos contenidos en granos (Seymour 2000, Milton 2001, Bell et al. 2003). Por lo general, los animales que padecen de esta enfermedad se mueren, descomponiéndose rápidamente. Un síntoma es la pérdida de sangre por la nariz, y el ano (Bell et al., 2003). Se recomienda vacunar a los animales previo a su entrada, si estos van a permanecer durante todo el período de engorde). Por último, para disminuir la carga de huevos de parásitos se debe dosificar a todos los corderos previo al ingreso a los sistemas de engorde en confinamiento con un antiparasitario efectivo de amplio espectro (Bell et al., 2003).

2.2.3.4 Coccidiosis

La coccidiosis es una enfermedad causada por un protozoo ubicado en el intestino de los corderos. Dicha enfermedad se origina en condiciones de poca higiene, con alimento o agua contaminados por heces, más aun en condiciones de humedad (Milton, 2001). Para prevenir esta enfermedad, hay que evitar que se estresen los animales, así como las condiciones húmedas y de hacinamiento (Easton, 1994).

2.2.3.5 Salmonelosis

Es una enfermedad causada por una bacteria que provoca severas pérdidas en la condición corporal, pudiendo llegar hasta la muerte. Normalmente ocurre cuando el animal está estresado y confinado en una pequeña área. A su vez, animales a los que se les deja de suministrar alimento por un día, o el suministro es irregular, son más susceptibles a esta infección. Se debe eliminar el animal afectado dentro del confinamiento, corregir los factores predisponentes, y que los corderos que provengan de otros establecimientos o lugares, deben ser alimentados con fibra de buena calidad durante dos días, a modo de prevenir la enfermedad (Seymour, 2000).

2.2.3.6. Ojo rosado (queratoconjuntivitis)

Esta enfermedad se torna complicada cuando se dispersa rápido, en especial en condiciones de polvo o presencia de moscas. Los animales reducen el consumo y por lo tanto sus ganancias diarias (Seymour, 2000). Los tratamientos son generalmente muy ineficientes (Seymour, 2000).

2.2.3.7 Otras enfermedades

A continuación se muestra el **Cuadro 21**, otras enfermedades posibles en sistemas de confinamiento, citadas por diferentes autores.

Cuadro 21. Diferentes enfermedades, con sus respectivas características, según Seymour (2000), Milton (2000).

Enfermedad	Agente causal	Síntomas	Tratamientos
Polio encefalomalacia	Bajos niveles de vitamina B12	Animales ciegos y que arquean el cuellos hacia atrás	Diagnóstico temprano e inyectar vitamina B 12.
Envenenamiento por sal	Aguas, pesadas (>5000ppm), excesiva sal en ración (>1 %).	Reducción del consumo de agua y alimento, menor ganancia diaria.	Usar agua fresca y uso racional de sal en la ración.
Músculo blanco	Deficiencia en vitamina E o selenio (Se)	Animal débil, puede morir instantáneamente luego de ser transportado	Análisis de vitamina E y Se y suministro, en animales que no comen pasto por más 3 meses.
Cálculos urinarios	Alimento con granos por un prolongado período	Problemas para orinar	Agregado de Ca ⁺² a la ración y buena fibra en dieta
Neumonía	Bacteria agravada su patogeneisidad por el frío y polvo	Fiebre de 41.11 a 42.22 °C, descarga nasal, orejas caídas y cabeza agachada pérdida del apetito, emaciación, perdida de peso, dificultad al respirar, tos, laminitis (causada por artritis).	Tratamiento con antibióticos.

Fuente: adaptado de Seymour (2000), Milton (2001).

2.3 DIETA

2.3.1 Introducción

La dieta es el principal componente en un sistema de confinamiento, y el manejo de la misma es un aspecto que no admite márgenes de error por parte del productor, ya que a los animales no se les permite pastar como para que puedan compensar errores mediante un pastoreo selectivo (Seymour, 2000).

Su importancia es también desde el punto de vista económico, ya que el costo de la alimentación representa aproximadamente entre el 60 y 80 % de los gastos totales de un confinamiento (Rook, s.f.).

Un nutriente es una sustancia metabolizable por los animales, que forma parte de los alimentos y pertenece a alguno de los siguientes grupos; proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas, minerales o agua (UNIT, 1991).

De éstos, los que más inciden en el crecimiento de los animales son la energía y las proteínas. Ambos son requeridos de manera balanceada para obtener un funcionamiento saludable del rumen y su microflora, así como una eficiente conversión de alimentos en carne (Milton, 2001).

Para Bell et al. (2003), una ración para animales confinados debe contener granos, fibra, piedra caliza y sal.

Varios autores son coincidentes en lo que se refiere a tener información sobre la composición química de los diferentes componentes para formular la ración.

Siempre es conveniente que en un mismo corral estén confinados animales de similar sexo, tamaño, condición o historia de alimentación, para facilitar su manejo (Milton, 2001). La mejor performance de los animales en confinamiento se obtiene cuando éstos ingresan al mismo con un peso mínimo de 25 kg y una condición corporal de 2 (escala 1 a 5) (Bell et al., 2003).

Una problemática frecuente en el manejo de los sistemas de estabulación, es el bajo consumo por parte de determinados animales debido a la dominancia que ejercen unos frente a otros al momento de alimentarse. Éstos últimos no acceden a los comederos en respuesta a las conductas agresivas que manifiestan los animales de carácter dominante.

La incidencia relativa que se considera aceptable para este tipo de problemas de conducta es entre 3 al 8 % de los corderos (Seymour, 2000), o 5 al 10 % (Bell et al., 2003). Cuando se exceden estos porcentajes habrá que revisar cuidadosamente el manejo del confinamiento o si el problema de bajo consumo está dado por la composición de la dieta. Los animales dominados hay que retirarlos del sistema (Seymour 2000, Milton 2001, Bell et al. 2003) en las primeras 2 a 3 semanas de iniciado el confinamiento.

Para minimizar este tipo de conductas, es bueno utilizar comederos individuales (Milton 2001, Bell et al. 2003), o colectivos respetando las dimensiones anteriormente mencionadas. Así, desde el primer momento en el que se les suministre comida a los animales, todos tendrán acceso a la misma (Seymour, 2000).

El acostumbramiento es fundamental tanto para que los animales aprendan a comer en sí la nueva dieta suministrada (granos), como para prevenir pérdidas de peso y enfermedades relacionadas a la ingesta excesiva de granos (Rook, s.f.).

Varios autores coinciden en que el suministro de granos en la dieta, debe ser gradual, desde niveles bajos e incrementándose con el paso de los días. Para Milton (2001), Bell et al. (2003), el acostumbramiento se debe realizar en un plazo de por lo menos 14 días hasta que los animales coman dietas con alto porcentaje de granos en su composición (**Cuadro 22**). Al ingresar los animales al confinamiento, se les debe alimentar solamente con heno de alta calidad, hasta que todos coman. Pasada esta etapa, se comienza a dar el grano de manera gradual, incrementándose el nivel, solamente cuando todos los animales coman esa dieta sin dejar remanente alguno.

Cuadro 22. Concentración de la fuente de alimento (%) según día de acostumbramiento.

Dia	Porcentaje	
	Concentrado *	Heno**
Tac***	0	100
2 a 4	20	80
5 a 7	40	60
8 a 10	50	50
11 a 13	60	40
14 y ración final	70 a 85	15 a 30

Referencias: * = granos y alimentos proteicos; ** = heno picado y mezclado; Tac*** = período de tiempo hasta que todos los animales estén comiendo.

Fuente: Bell (2003).

Según los autores Stanton y LeValley (2003), existen sistemas de confinamiento donde se utilizan series de 5 a 9 tipos de raciones diferentes, las cuales se cambian cada 2 o 3 días, llegando a la dieta final, con altos niveles de concentrado, en un período no mayor a los 15 a 20 días.

Por otra parte para Rook (s.f.), no existe una norma general en cuanto a esta etapa de acostumbramiento, sino que las proporciones de uso de granos en la dieta, y el incremento gradual del mismo, depende para cada caso particular, del tipo de dieta complementaria. O sea, es diferente si se refiere a dietas con granos y alfalfa peleteada, o granos y pellets de suplementos proteicos, o granos con heno. Este mismo autor menciona que la calidad del heno debe de ir aumentando en la medida que se incrementan las concentraciones de grano en la ración.

Milton (2001), sugiere comenzar la introducción de granos en la dieta utilizando avena, y heno de buena calidad. Posteriormente, se debe ir sustituyendo la avena por granos almidonosos, y se reduce la concentración de heno hasta llegar a la dieta

objetivo. De esta manera se adapta la flora microbiana a esta nueva dieta, reduciendo también los riesgos de acidosis.

En cuanto a la rutina de la alimentación, Milton (2001), Suiter (2001), Bell et al. (2003), Stanton y LeValle (2003), coinciden que los animales aumentan el consumo, así como mejoran la eficiencia de conversión (kg alimento/ kg carne) si los comederos contienen alimento en forma continua, las 24 horas del día (una vez acostumbrados a comer granos), respecto a si éstos son llenados dos veces al día. También, Milton (2001) menciona la importancia de tratar de mantener la rutina de suministro de alimentos, una vez que los animales ya se hayan acostumbrado a la misma.

Finalmente, otro aspecto a tener en cuenta en el manejo de la alimentación, es la manera en que está procesada la ración a ser suministrada. En este sentido, existen diferentes grados y formas de procesar los alimentos. Lo más simple es la molienda. Ya se mencionó anteriormente los problemas que conlleva el hecho de moler los granos.

Totalmente diferente es lo que sucede con la fibra, más aún si la fuente que provee este nutriente es de mala calidad. Es así que Suiter (2001), considera que la fibra debería de ser molida, y reducida a un tamaño de partícula de 5 x 5 mm. Bell et al. (2003) también indican una mejoría en el consumo si el heno es molido y mezclado con el grano, respecto a si no lo es.

Una forma más procesada del alimento, es el peleteado. Diversos autores coinciden en las virtudes de una ración peleteada, comparado a si los granos y la fibra se suministran de manera individual y por separado. Varios son los argumentos que justifican lo mencionado anteriormente. Milton (2001) señala que existen tres formas de suministrar el alimento a los animales: a) libre acceso a una ración mezcla que contenga granos, fibra molida, vitaminas y minerales; b) una mezcla de granos, vitaminas y minerales, y a parte en otro comedero la fibra; y c) todos los nutrientes en un mismo pellets. De estas alternativas, en la opción a) el animal es capaz de seleccionar el grano frente a la fibra; en la b) está más que claro que los animales tienen una amplia capacidad de selección, afectándose los rangos de crecimiento y existiendo una mayor predisposición a problemas como acidosis. Finalmente la opción c) si bien es la más cara, esto es compensado por los beneficios que esta forma de suministro tiene.

De esta manera, se evita totalmente la selección por parte de los animales, y el consumo de fibra y grano es en las proporciones en que está hecho el pellets, así como también el hecho de permitir una rápida introducción del granos y buenas ganancias desde el primer día en que los animales comienzan la etapa de acostumbramiento (Bell et al. 2003, Stanton y LeValley 2003). Estos últimos indican otras de las ventajas que tiene el pellets frente al no peleteado, y es que cuando estamos frente a fibras de mala calidad, el hecho de estar procesada con el resto de los nutrientes en una misma píldora,

mejora la eficiencia de conversión, resultando en ganancias de peso mayores y más rápidas. En caso de ser fibra de buena calidad las respuestas no tan importantes.

Por otra parte suministrando raciones pelleteadas donde la fibra represente el 60 % de la misma, se observan similares ganancias de peso vivo en los animales, que cuando se alimentan con raciones que contengan alta proporción en concentrados. Sin embargo, la eficiencia de conversión será menor en raciones con alto contenido de fibra, frente a las con alta proporción de concentrado. A su vez, si el pellets tiene alta relación concentrado/fibra, habrá condiciones más predisponentes para que se de una paraqueratosis ruminal.

Para Milton (2001), es importante considerar el largo de la fibra que compone el pellets, cuidando que sea lo suficientemente larga como para promover una buena motilidad ruminal.

2.3.2 Requerimientos de materia seca (MS)

En un sistema de confinamiento, el animal alcanzará las mayores tasas de crecimiento y las mayores eficiencias de conversión en carne, cuando sea alimentado *ad libitum*. Esto se dará con mayor seguridad cuando la dieta se suministra en comederos individuales, medida fundamental para aumentar el consumo (Suiter, 2001).

Según Rook (s.f.), por lo general, los animales más jóvenes y livianos, comen más alimento (en proporción a su peso vivo), que los de mayor edad y peso.

Para la National Research Council (NRC, 1985), también los requerimientos de MS dependen del peso vivo del animal, a mayor peso, menor consumo en proporción de su peso vivo (**Cuadro 23**).

Cuadro 23. Requerimientos de materia seca (kg / día) para corderos de 4 a 7 meses de edad, según peso y ganancia diaria.

Requerimientos para corderos de 4 a 7 meses de edad			
Peso (Kg)	Ganancia diaria (g)	Req. MS (kg / día)	% del peso vivo
30	295	1.3	4.3
40	275	1.6	4.0
50	205	1.6	3.2

Referencias: req. = requerimientos.

Fuente: NRC (1985).

Por otra parte, para la Agricultural and Food Research Concil (AFRC, 1996), para estimar los requerimientos de materia seca por los animales, no solo considera los factores que tiene en cuenta el NRC (1985), si no que también especifica diferentes

requerimientos según sea la calidad de la materia seca consumida (**Cuadro 24**). Esta calidad la cuantifica con el factor “q”, que es la eficiencia con que la energía digestible de un alimento, pasa a ser metabolizable (punto que se detalla en el siguiente ítem).

Cuadro 24. Ingestión de materia seca (kd/día) total y de ensilado por los corderos en crecimiento alimentados con raciones groseras, de buena calidad o ensilado solo.

Concentración de EM		Peso de los corderos						
EM/kg MS (MJ)	q _m	20	30	40	50	60	70	80
Ensilado de hierba solo								
Nd	nd	0.44	0.59	0.73	0.86	0.99	1.11	1.23
Raciones groseras								
8	0.43	0.34	0.50	0.67	0.84	1.03	1.24	1.45
9	0.48	0.39	0.57	0.75	0.95	1.15	1.37	1.60
10	0.53	0.44	0.64	0.84	1.05	1.27	1.50	1.75
11	0.59	0.50	0.71	0.93	1.16	1.39	1.64	1.89
12	0.64	0.55	0.78	1.02	1.26	1.51	1.77	2.04
13	0.69	0.60	0.85	1.11	1.37	1.63	1.91	2.19
Raciones de buena calidad								
8	0.43	1.03	1.34	1.60	1.82	2.00	2.14	2.26
9	0.48	0.99	1.29	1.54	1.74	1.91	2.04	2.15
10	0.53	0.95	1.24	1.47	1.66	1.82	1.94	2.04
11	0.59	0.91	1.18	1.41	1.58	1.73	1.84	1.93
12	0.64	0.87	1.13	1.34	1.51	1.64	1.74	1.82
13	0.69	0.83	1.08	1.27	1.43	1.55	1.64	1.70

Referencias: EM/kg MS (MJ) = energía metabolizable por kg de materia seca en Megajulios; nd = no hay datos; q_m = proporción de la energía digestible de un alimento que pasa a ser energía metabolizable.
Fuente: AFRC (1996).

Finalmente, Seymour (2000), Bell et al. (2003), manejan valores de consumo voluntario de MS entre 3.3-3.6% y 4% del peso vivo, respectivamente, para corderos entre 30 y 50 kg de PV con ganancias en el rango 200 y 350 gramos diarios.

2.3.3 Requerimientos de energía

La energía en el nutriente mas costoso en suministrar, tanto biológica como económicamente, siendo una muy baja proporción de lo consumido, la que pasa a formar parte de los productos para consumo humano.

Se expresa en calorías (en el caso de NRC, 1985), la cual se define como el calor necesario para elevar la temperatura de un gramo de agua de 16.5 °C a 17.5 °C. Como la caloría es muy pequeña para utilizar como unidad se usan las Kilocalorías (1 Kcal. equivale a 1000 calorías), y la mega caloría (1 Mcal. equivale a 1000 Kcal.). En otras tablas como AFRC, el contenido energético es expresado en julios (J). Como en el caso de las calorías, al ser el julio una unidad pequeña como para expresar la concentración de energía de los alimentos, se utiliza el mega julio (1 MJ = 1.000.000 J). En el **Cuadro 25** se representan las equivalencias entre julios y calorías.

Cuadro 25. Relación de equivalencia entre julios y calorías.

La relación de equivalencia es 4,184 J = 1 caloría
--

De la energía total (energía bruta, EB) aportada por un alimento una parte se pierde en heces (Eh), obteniéndose así la energía digestible (ED). Otra porción, se pierde en la orina (Eo), y finalmente otra parte en gases de la fermentación (Eg) principalmente metano. La energía restante se le denomina energía metabólica (EM), se expresa en Mcal, y es la que queda disponible para las funciones de mantenimiento, así como para diferentes funciones de producción (de carne, leche, lana). La proporción de la ED de un alimento que es EM, se lo denomina factor q. Para caracterizar los alimentos se utiliza el q a un nivel de alimentación que solo cubra los requerimientos de mantenimiento, de ahí que se utiliza “qm” (**Cuadro 26**).

Cuadro 26. Relación entre EM y ED.

La relación es la siguiente: $q_m = [EM] / [ED]$
--

Las necesidades de EM para mantenimiento (EMm), se define como el consumo de EM en el que la producción es cero, o bien, la energía destinada para los procesos de producción es cero. La EMm es necesaria para que el animal cumpla sus funciones básicas, las cuales pueden resumirse en dos tipos: funciones de servicio, y las asociadas con el mantenimiento celular (Church, 1982).

La EMm también es afectada por la actividad que está realizando el animal (caminando, echado), así como también al ambiente al cual está expuesto. Es así que una oveja de 50 kg pastoreando, que deba recorrer 3 km. hasta donde está el agua para beber

y luego volver, y que a su vez en ese trayecto exista una pendiente de 600 m de largo, las necesidades de EMm aumenta, en un 20 %, respecto a un animal con agua cerca, y terreno llano. Así también, un animal confinado tendrá menos requerimientos aún de EMm que un animal pastoreo.

Luego que los requerimientos energéticos de mantenimiento son satisfechos, el “sobrante” de la EM, es utilizada para los diferentes procesos de producción. En el **Cuadro 27** se muestran los requerimientos de EM totales (mantenimiento más producción) de corderos en terminación (NRC, 1985).

Cuadro 27. Requerimientos de EM por kg de materia seca para corderos de 4 a 7 meses de edad, según peso y ganancia diaria.

Requerimientos para corderos de 4 a 7 meses de edad		
Peso (kg)	Ganancia diaria (g)	Req. EM (Mcal/kg alimento)
30	295	2.5
40	275	2.7
50	205	2.8

Fuente: NRC (1985).

Bell et al. (2003), mencionan que raciones que aporten entre 11.7 a 12.3 mega joules de energía metabolizable / kg MS (y con el resto de los nutrientes balanceados), los animales llegan a ganar de 270 – 290 g por día (dependiendo de la edad y peso vivo). Como en el caso de los requerimientos de la materia seca, AFRC también considera el factor “q” de la alimentación, como variable que afecta los requerimientos de energía.

2.3.4 Requerimientos de proteína

Los animales rumiantes gozan de la capacidad única de subsistir y producir sin disponer de una fuente de proteína dietética, debido a la síntesis de proteína microbiana en el rumen. Estos microorganismos son capaces de producir tanto aminoácidos esenciales, como no esenciales, por lo que la proteína que llega al torrente sanguíneo es diferente a la aportada en la dieta (McDonald et al., 1973). En general, la eficacia de la producción animal suele ser limitada por el consumo de energía y por la efectividad de su empleo, no tanto por el suministro de proteína (Church, 1982).

Otra ventaja de los rumiantes, es que los microorganismos del rumen, pueden utilizar tanto nitrógeno no proteico (como urea, sulfato de amonio), así como proteico (proveniente de la dieta), para formar proteínas que serán metabolizadas por el animal (Milton, 2001). Los indicadores utilizados para la caracterización del valor proteico de los alimentos son los mismos que se utilizan para expresar requerimientos proteicos de los animales. Estos indicadores son: proteína cruda (PC), proteína digestible, y la

determinación de aminoácidos. Los indicadores para evaluar el valor proteico son: balance de nitrógeno, valor biológico y proteico del alimento Sin entrar en detalles que no son objetivo de esta revisión, las definiciones son:

Balance de nitrógeno (BN): cuantifica la utilización que está haciendo el animal de la proteína de la dieta, y expresa el estado proteico del animal:

$$BN = N \text{ ingerido} - N \text{ heces} - N \text{ orina}$$

Valor biológico (VB); mide la proporción de N (del alimento o ración) digerido que es retenido por el animal, y estaría determinando la eficiencia con la cual la proteína de la dieta cubre los requerimientos de los animales para mantenimiento y producción:

$$VB = \frac{N \text{ ingerido} - N \text{ heces} - N \text{ orina}}{N \text{ ingerido} - N \text{ heces}}$$

Cuando el VB de la PC de la dieta es bajo, la PC que llega al intestino delgado es complementada por la acción microbiana incrementándolo (el VB de proteína microbiana es 80, según McDonald et al., 1973), aunque cuando es alto el VB, la degradación microbiana que experimenta la PC de la dieta en el rumen puede reducir el VB de la misma.

Los microorganismos también alteran la cantidad de PC de la dieta que llega al intestino delgado. Es así que cuando el alimento tiene concentraciones de PC inferiores a 13 – 15 %, la PC que abandona el rumen es superior a lo que aporta la dieta, mientras que por encima de ese nivel, la PC que abandona el rumen es inferior a lo que aporta la dieta.

Para Milton (2001) cuando la concentración de PC de un alimento cae por debajo del 7 % del mismo (en base seca), los microorganismos no se pueden reproducir, reduciéndose su población, y como consecuencia, los animales tendrán menor proteína microbiana, así como también bajarán el consumo y las ganancias diarias.

Por otra parte, Bell et al. (2003), exponen que los requerimientos de PC dependen tanto del contenido de energía de la dieta, así como la edad y peso vivo de los corderos a alimentar. Es así que corderos más jóvenes, y livianos (20 kg), alimentados con dietas con alto contenido de energía (13 Mcal EM/ día), requieren de 18 % de PC (**Cuadro 28**). Corderos de más edad, peso y menor concentración de energía en la dieta, requieren de menos PC para obtener una ración balanceada.

Cuadro 28. Requerimientos de proteína cruda en raciones balanceadas para corderos**.

Energía de la ración* (MJ/kg MS)	Peso vivo (kg)			
	20	30	40	50
	Proteína cruda (%)			
13	18.2	17.5	16.8	15.5
12	16.5	15.8	13.8	12.6
11	14.5	13.5	11.0	10.0
10	12.8	11.8	9.2	8.6

Referencias: * = concentración de energía media en Megajulios / kg de materia seca.; ** = para estimar las predicciones de los requerimientos de proteína cruda, se asume que la misma tiene un 80 % de degradabilidad en el rumen.

Fuente: Bell (2003).

Rook (s.f.), también menciona una relación entre los requerimientos de PC, edad y peso de los animales. Es así que los requerimientos de PC decrecen desde 26, 17, y 15% para corderos de 10, 20 y 33 kg respectivamente. Este autor, también menciona que cuando los corderos ingresan al confinamiento con pesos de 40 – 45 kg los requerimientos de PC son del orden del 14 %.

Stanton y LeValley (2003), evaluaron niveles de 10, 12, y 14 % de PC en dietas con 80 % de concentrado y 20% de rastrojo de trigo, obteniendo ganancias diarias promedio mayores cuando se incrementaba de 10 a 12 y 14 % el nivel de PC.

Para la NRC (1985) (**Cuadro 29**) los requerimientos de PC también dependen del peso vivo del animal.

Cuadro 29. Requerimientos de proteína cruda (%) para corderos de 4 a 7 meses de edad, según peso vivo y ganancia diaria (g/animal).

Requerimientos para corderos de 4 a 7 meses de edad		
Peso (kg)	Ganancia diaria (g/animal)	Req. PC (%)
30	295	14,7
40	275	11,6
50	205	10.0

Fuente: NRC (1985).

Por otro lado, es abundante la información sobre la importancia en la calidad de la PC. En este aspecto, Milton (2001) sugiere no solo verificar la fuente de PC en cuanto a su cantidad, sino también a su balance de aminoácidos. Forbes (1986) menciona que usualmente la metionina el primer aminoácido limitante.

2.3.5 Requerimientos de fibra

Como todos los rumiantes, los corderos necesitan fibra para asegurar un adecuado funcionamiento del sistema digestivo. La fibra por lo general compone entre el 10 y 30 % de las raciones para corderos en terminación. Si la fuente de fibra es de buena calidad (aporte de EM mayores a 9 Mcal / kg de MS), ésta puede ser incluida en concentraciones mayores al 30% de la ración. Si la fibra es de baja calidad (como pajas y rastrojos), debería ser incluido solamente al 10 % de la ración. De lo contrario, al ser este tipo de fibras de baja palatabilidad, reducen el consumo de EM, reduciendo así, las ganancias medias diarias (Bell et al., 2003). Para Suiter (2001), los contenidos de fibra en los granos, no son suficientes para obtener los mayores rangos de crecimiento. Es así, que si los animales están confinados, y los granos constituyen su base de alimentación, la fibra debería de ser incluida a razón de 15 % (porcentaje en peso de la ración). Si la fuente de grano es cebada o trigo, los requerimientos aumentan de 20 a 25 % del peso de la ración. Este autor, coincidente con Seymour (2000), también menciona, que si los corderos son libres en elegir en cuanto consumir de fibra, éstas prefieren que la fibra sea un 30 % en su dieta.

2.3.6 Vitaminas y minerales

Con frecuencia se definen a las vitaminas como compuestos orgánicos que son necesarios en pequeñas cantidades, para el normal crecimiento y mantenimiento de los animales (McDonald et al., 1973). Son diferentes a los lípidos, carbohidratos y proteínas, no son sintetizadas por los animales en las cantidades requeridas, y causan un síntoma específico si son deficientes o son subutilizadas. Para la nutrición del rumiante son importantes tanto las vitaminas hidrosolubles como las liposolubles (Milton, 2001). Dentro del primer grupo, la tiamina (B1) puede llegar a ser deficiente en dietas con altas concentraciones de grano, y poca cantidad de fibra, causando insuficiente motilidad del rumen. Esta carencia se expresa como una enfermedad neurológica. Dentro de las liposolubles, las vitaminas A, D y E, deberían ser suministradas a los animales, si estos han permanecido sin acceso a forraje por más de dos meses, y no se las ha incluido en la ración. Según Cook (2000), en las situaciones prácticas de alimentación solo la vitamina E (y ocasionalmente la A) deberían ser suplementadas a corderos en confinamiento.

Kott (2002), considera que la vitamina A no sería deficiente si los animales están consumiendo un heno de leguminosas de buena calidad. Mientras que la vitamina D podría tornarse en un problema en animales confinados, en ausencia de luz solar.

Cuadro 30. Requerimientos de vitamina A, D, E y sus respectivos síntomas de deficiencia.

Vitaminas	Requerimientos diarios por animal según:		Síntomas de deficiencia
	NRC (1985)	Stanton y LeValley (2003)	
A	1,410 - 2,350 ** UI	1000 IU	Crecimiento retardado, mal formación de huesos, degeneración de los órganos reproductivos y ceguera nocturna.
E	20 - 24 ** UI	50 mg	enfermedad del "músculo blanco", parte trasera arqueada y rígida.
D	Sin dato	300 IU	

Referencias: * = datos para corderos en terminación de 4 a 7 meses de edad.

** = variación según peso vivo y ganancias diarias (Cuadro 31).

La UI (unidad internacional) es una forma de expresar el contenido de vitamina en los alimentos, y se define como la actividad específica de 1 mg del acetato del racémico de tocoferol sintético (para la vitamina E), y de 0.3 mg de vitamina A.

Fuente: adaptado de NRC (1985), Stanton y LeValley (2003).

Cuadro 31. Requerimientos diarios de Vitamina A (UI) y E (UI), para corderos destetados según peso vivo y ganancia diaria.

Peso Vivo (kg)	Ganancia diaria (gr)	Vitamina A (UI)	Vitamina E (UI)
10	200	470	10
20	250	940	20
30	300	1,41	20
40	345	1,88	22
50	300	2,35	22

Fuente: NRC (1985).

Estas vitaminas pueden ser suministradas en inyectables o mezclando productos que las contengan, en la ración. El aceite de hígado de bacalao es rico en vitamina A. En un

grado mas variado, también contiene esta vitamina la yema de huevo y la grasa de la leche.

Las fuentes de vitamina E pueden ser los granos de cereales (las cuales difieren en el tipo de vitamina E según el grano), y los forrajes verdes. Los productos animales son pobres en vitamina E.

Existen minerales denominados “esenciales”, que son aquellos cuya función en el metabolismo del animal han sido claramente demostradas (McDonald et al., 1973). Por otra parte, existen minerales que pueden llegar a bajar la producción si se tornan deficientes, particularmente en animales de altos crecimientos diarios (Milton, 2001). A los minerales se les puede clasificar según las cantidades requeridas por el animal en: macro elementos y micro elementos. Los primeros son aquellos que las necesidades de los animales son gramos / kg de alimento ingerido, y los micro elementos (o minerales trazas) son lo que necesitan a razón de miligramos / kg de alimento ingerido (**Cuadro 32**).

Cuadro 32. Requerimientos de macro y micro nutrientes (como % en base seca de la ración) con sus respectivos síntomas de deficiencia.

Macro nutrientes	Requerimientos (% BS)	Síntomas de deficiencia.
Calcio	0.21 – 0.52	Mal formación de huesos, tetania y cálculos urinarios.
Fósforo	0.16 – 0.37	Mal formación de huesos, bajo crecimiento y reducción del apetito.
Magnesio	0.04 – 0.08	Tetania, espuma en la boca, salivación profusa.
Potasio	0.5	Bajo consumo y reducción de ganancias.
Azufre	0.14 – 0.16	Pérdida de apetito, se reduce ganancias, se reduce crecimiento de lana, y caída de lana.
Micro nutrientes	Requerimientos (ppm.)	Síntomas de deficiencia.
Cobalto	0.1	Falta de apetito y adelgazamiento severo.
Cobre	5	Se tambalean hacia atrás los corderos.
Hierro	30 – 50	Crecimiento pobre, anemia, y se incrementa respiración.
Manganeso	20 – 40	Anormalidades esqueléticas y crecimiento reducido.
Zinc	35 – 50	Baja el apetito, crecimiento retardado, paraqueratosis.

Referencias: BS = en base seca.

Fuente: Kott (2002), Stanton y LeValley (2003).

Cuando los animales están alimentados con dietas basadas solamente en granos por más de un mes, las reservas de minerales de los mismos puede reducirse (Milton, 2001). Suiter (2001), también hace referencia que en animales confinados, los minerales pueden tornarse deficientes.

Por otra parte, los minerales que más probablemente sean deficientes en la ración han de ser: calcio (Ca), sodio (Na), y selenio (Se) (Bell et al., 2003). Todos los granos tienen bajos contenidos de calcio, y niveles relativamente altos de fósforo (P), llevando esto a una relación Ca:P, debajo de 2:1 que es lo requerido por los rumiantes. Un desbalance entre estos dos minerales puede llevar a reducir el apetito, y crecimiento, formar huesos frágiles y fracturas, así como la formación de cálculos urinarios (más aún en corderos).

Para Rook (s.f.), quien coincide con esa relación óptima de Ca: P (2:1), menciona que el agregado de Ca en la dieta, depende de la composición de la misma (relación grano/fardo, tipo de fardo, si es de leguminosas o fardo de gramínea).

Para Milton (2001), Bell et al. (2003), el problema de los cálculos urinarios se corregiría agregando a la ración un 1.5 % de piedra caliza molida.

En cuanto a los minerales trazas, Milton (2001) considera que las deficiencias en estos elementos son más severas en los animales jóvenes y fetos, principalmente corderos recién nacidos o recién destetados. El selenio y cobalto puede ser deficientes según donde se produjo el grano (Suiter, 2001). Se debe tener en cuenta no sólo la concentración específica de cada mineral, sino también el balance de los mismos. Es así que se deberá tener especial cuidado en el balance de cobre (Cu), molibdeno (Mo), y azufre (S) (Stanton y LeValley, 2003).

El bajo contenido de sodio de los granos se debe corregir si es bajo el contenido de agua, adicionando a la ración 1.5 % de sal (Bell et al., 2003)

2.3.7 Fuentes de energía, proteína cruda y fibra cruda

A efectos de sintetizar, en el **Cuadro 33** se mencionan las propiedades que deben tener los alimentos para ser considerados como “alimentos energéticos” y como “alimentos proteicos”.

Cuadro 33. Clasificación de los alimentos según componentes químicos.

Componente *	Alimento energético	Alimento proteico
Fibra cruda (FC)	18%<	***
Pared celular	35%<	***
Proteína cruda (PC)	20%<	>20%

Referencias: * = los porcentajes de cada componente están expresados en base seca; *** = para alimentos proteicos, la concentración de fibra cruda y pared celular, no se toma en cuenta como criterio de clasificación.

Fuente: adaptado de Sauvant et al. (2004)

Como se mencionó anteriormente la energía total aportada por un alimento, se denomina energía bruta (EB), y es expresada en Mcal. La EB de un alimento, es el calor liberado cuando éste es oxidado completamente en anhídrido de carbono y agua. Los lípidos contienen 2.5 veces más de EB que los carbohidratos (CHOs), y las proteínas un nivel intermedio. Debido a que la mayoría de los alimentos energéticos que se suministran a los animales son de origen vegetal (granos de cereales, otras semillas, subproductos agroindustriales), compuestos básicamente por carbohidratos, es que no existen grandes diferencias en la concentración de energía entre las diferentes dietas. La excepción a esto, la constituyen los alimentos que contienen altos contenidos en lípidos, como ser la harina de linaza (McDonald et al., 1973).

Los carbohidratos en los vegetales se encuentran como azúcares solubles, almidón (que son de fácil degradación) y los celulosas, asociados a la pared celular de los animales, que son de más difícil de degradación (McDonald et al., 1973).

Un ejemplo de los almidonosos, son los granos de cereales (cebada, trigo y maíz), los cuales pueden llegar producir condiciones de acidosis, debido a su rápida fermentación con los problemas ya mencionados que esto significa. En cambio, otras semillas como la de lupino, no poseen esos riesgos debido a que la fuente de carbohidratos es diferente (Milton, 2001).

En el Cuadro 34 se observa como los granos de cereales tiene un mayor porcentaje de CHONE que el otro tipo de semillas. Esta fracción es la más fácilmente degradable y fermentecible, por estar constituida por almidón y carbohidratos solubles. Por otra parte, el lupino contiene una alta concentración de FDN, principalmente si se compara con el trigo y el maíz. Esta fracción, es menos fermentecible que la anterior, por lo que este tipo de semillas son menos proclives a causar acidosis láctica. En el caso de las semillas de oleaginosas (soja, girasol, etc.), se visualiza la alta concentración de lípidos en la fracción EE. Cuando se usan semillas oleaginosas, el contenido de aceite no deberá superar el 7% de la materia seca (Bell et al., 2003).

Cuadro 34. Composición química según tipo de grano.

Granos cereales	Componentes químicos (% MS)				
	PC	CHONE	FDN	EE	CEN
Cebada	8 a 13	68	19	2	3
Trigo	8 a 13	74	14	2	2
Maíz	7 a 10	77	9	4	2
Avena	11	49	32	5	3
Otras semillas					
Lupino	28	34	23	10	5
Soja	42	13	19	20	6

Referencias: CHONE = carbohidratos no estructurales; FND = fibra detergente neutro; EE = extracto etéreo; CEN = cenizas.

Fuente: NRC (1985), INRA (1989).

Los suplementos proteicos pueden ser de origen vegetal, animal, y/o fuentes de nitrógeno no proteico, específicas para rumiantes (McDonald et al., 1973) (**Cuadro 35**).

Cuadro 35. Origen de los alimentos proteicos, y porcentaje de proteína cruda (PC) de cada uno de ellos.

Origen	Comentarios	Ejemplos	PC (% BS)
Vegetal	20 a 30% de PC	Brotos de malta	29
		Gluten feed	21
	>30% PC	Gluten meal	64
		Harina de soja	44
		Harina de girasol	34
		Harina de algodón	42
Animal	Industria láctea	Harina de colza	38
	Industria pesquera	Suero de manteca harina de pescado	40 67
Nitrógeno no proteico	Industria fertilizantes	Urea	46 % de nitrógeno

Fuente: NRC (1985).

Dentro de los alimentos proteicos de origen vegetal, tenemos las “tortas” y harinas, que son los residuos luego de la extracción de aceite de las semillas oleaginosas (soja, algodón, girasol, linaza, etc.). Este tipo de semillas contienen el 95% de su nitrógeno en forma de PC, con una digestibilidad del 75 al 90 %, y un valor biológico mayor a las de los granos de cereales. El problema que tienen es que su balance en aminoácidos no es bueno, siendo deficientes en por lo menos un aminoácido esencial, por lo general metionina y/o cistina y/o ác. glutámico.

En el caso de la semilla de lupino, si bien es una buena fuente cuantitativa de PC, la relación nitrógeno/azufre (N:S) puede ser muy variada y consecuentemente causar deficiencias en determinados aminoácidos en el animal. Por lo tanto, la PC que llegue al intestino delgado sería pobre en aminoácidos azufrados como para la producción de lana y el crecimiento muscular.

Otro aspecto que incide en la calidad de las proteínas derivadas como subproductos de la agroindustria, son las condiciones de molienda, presión y temperatura con las cuales se extraen los mismos. Las tortas de semillas también pueden contribuir en buena parte al contenido energético de la dieta, sobre todo cuando son ricas en aceite, siendo ricas en fósforo, pobres en calcio, carotenos y vitamina E.

En cuanto a los concentrados proteicos de origen animal, se suministran en cantidades mucho más pequeñas que los anteriores, debido a que se utilizan sólo para suplir carencias de determinados aminoácidos específicos que puedan sufrir los animales no rumiantes.

Finalmente, la fuente de nitrógeno no proteico es usada casi que exclusivamente para rumiantes, siendo la más común la urea. Este compuesto puede presentar problemas de toxicidad por excesos de amoníaco, debido a la facilidad y rápida velocidad con la cual se da la reacción química que tiene como resultado este producto en el rumen. Tiene límites de inclusión en las dietas. Respecto a esto, Seymour (2000) menciona de utilizar urea con granos como la cebada, y de esta manera balancear la rápida liberación de amoníaco y energía. También hace referencia a realizar la inclusión de urea a razón de 0.5 % de la dieta, e incrementando 0.5 % por semana, hasta llegar a un máximo de 1.5%.

2.3.8 Consumo

El consumo voluntario es la cantidad de alimento (o materia seca), consumida durante un período de tiempo, mientras que el consumo potencial se refiere a la cantidad de alimento requerido para cubrir todos los requerimientos de nutrientes de un animal (Forbes, 1986).

2.3.8.1 Mecanismos que regulan el consumo

Forbes (1986) en una revisión de diferentes experimentos, concluye que la regulación del consumo no podría ser explicada por un solo mecanismo, sino por una multiplicidad de los mismos, los cuales pueden ser de tipo mecánico y/o químico. Este menciona que éstos no son mutuamente excluyentes, sino que se manifiestan de una manera aditiva, complementándose entre sí.

Church (1982) hace referencia a que existirían básicamente dos tipos de mecanismos implicados en la regulación del consumo, uno físico y otro fisiológico. En coincidencia con Forbes (1986), señala que los mecanismos no serían mutuamente excluyentes, sino que actuarían a la misma vez, pero que una de las teorías es que el físico sería el mecanismo predominante en la regulación cuando las dietas se traten de forrajes (alimentos fibrosos), mientras que los químicos actuarían con mayor incidencia cuando las dietas fueran en base a concentrados (alta concentración energética). A su vez, Conrad et al., citados por Forbes (1986), relatan que la regulación por parte de uno u otro mecanismo depende de la digestibilidad del alimento y de los requerimientos del animal. Es así que demostraron que en vacas lecheras de alta producción (28 kg de leche por día), al ser mayores los requerimientos energéticos; el valor de digestibilidad del alimento donde actúa de manera más pronunciada la regulación fisiológica era mayor, que para vacas de menor producción (16 kg por día). En el caso de los ovinos, utilizando alimentos pelleteados, debido a sus bajos requerimientos de nutrientes, es que el punto de inflexión de la digestibilidad entre un mecanismo u otro está en 60 % (Andrews y Kay, citados por Forbes, 1986).

Según Forbes (1986) los mecanismos involucrados son: distensión del tracto digestivo, percepción sensorial de la comida, concentración de glucosa en sangre, temperatura corporal, reserva de grasa corporal, así como la presencia de determinados ácidos grasos y hormonas.

En cuanto a la distensión del tracto digestivo, Gorum y Philips, citados por Forbes (1986) realizaron un experimento, donde distendieron un globo con 800 ml agua en el retículo (simulando que éste está lleno), el consumo se deprimió en 0.2 gr de alimento por cada ml de incremento en la distensión del globo. Cuando se hizo lo mismo en el rumen y abomaso, no hubo respuesta en el consumo. Es así que se concluye que el retículo es particularmente sensible a la distensión física, y por ende, donde se encuentran concentrados la mayor cantidad de tensoreceptores físicos.

La percepción sensorial de la comida, es un mecanismo de “feedback” negativo, y consiste en una respuesta al consumo de comida con determinadas características de palatabilidad.

La glucosa en sangre se pensó que estaría involucrada en la regulación del consumo mediante la estimulación de osmoreceptores en el duodeno, y quimiorreceptores en el hígado. Si bien se mencionan varios experimentos al respecto (Boda y Riley, Hupt et al., Shurloch y Forbes, citados por Forbes, 1986), existen resultados contradictorios y Forbes (1986) termina mencionando que hay pocas evidencias sobre que los niveles de circulación de glucosa en sangre sean importantes en la regulación del consumo y más aún en los rumiantes.

La temperatura corporal se percibe en receptores que se encuentran en muchas partes del cuerpo, especialmente en la piel el hipotálamo anterior. También Rawson y Quick, citados por Forbes (1986), demostraron de la existencia de termorreceptores en el abdomen de la oveja, los cuales serían responsables de controlar el consumo en cuanto al ascenso y /o descenso de la temperatura ruminal.

Los ácidos grasos, regulan el consumo de diferentes formas según su composición química. Es así que dentro de los de cadena corta, el ácido acético particularmente actuaría como señal estimulante de los receptores químicos localizados en la pared del rumen, mientras que el propiónico actuaría en receptores a nivel del hígado. Church (1982) considera que existe un debate sobre si la limitación en consumo de dietas ricas en concentrados es debido a esa teoría de la concentración de los ácidos grasos o por factores endócrinos como la insulina o el glucagón. En cuanto a los de cadena larga, este autor menciona la difusa confusión que hay respecto al control del consumo y la cantidad de ácidos grasos libres en el torrente sanguíneo.

Las hormonas sería otro de los mecanismos encargados de regular el consumo. Es así que, Grovum, citado por Church (1982), menciona que la administración intravenosa de hormonas gastrointestinales (gastrina, colecitoquinina, y secretina) reduciría el consumo en una cuantía dependiente de la dosis.

Forbes (1986) también menciona la incidencia de la colecitoquinina en el control del consumo, siendo ésta una hormona que estimula la saciedad en el cerebro. A su vez, otras hormonas involucradas en el control del consumo, sería las reproductivas, donde se mencionan experimentos en ovejas que demuestran que el incremento en la concentración de esteroides a nivel del ventrículo lateral del cerebro por encima de 60 µg, resultó en consumos inferiores a lo animales testigos (sin tratar).

Por otra parte, Church (1982) menciona que el incremento en las concentraciones de la hormona de crecimiento, podría tener como respuesta un incremento en el consumo, aunque el mecanismo metabólico de este proceso no está demasiado claro.

La manera por la cual la reserva de grasa corporal afecta el consumo, es explicado en diferentes experimentos. Uno de los resultados que expone, muestra que la explicación estaría dada por una reducción en la capacidad física del rumen, debido al lugar que ocuparía la grasa abdominal en los animales gordos (Church 1982, Forbes 1986). Otra explicación sería el hecho que las células adiposas tienen un límite de crecimiento, y llegado a éste, la absorción de nutrientes se reduciría y se incrementaría la liberación en el torrente sanguíneo de ácidos grasos libres y glicerol. Mediante estas señales, el consumo por lo tanto, disminuiría. En cambio, en animales más flacos, se daría lo inverso debido a su mayor capacidad de lipogénesis, reduciendo los niveles mencionados anteriormente (Baires et al., citados por Forbes, 1986). Por otra parte, Church (1982) menciona que los aumentos de los ácidos grasos en el plasma, que tienen

lugar cuando los animales pasan hambre, lo cual actuarían como una señal para incrementar el consumo.

En conclusión, resulta claro que actualmente existe una controversia sobre significancia de las grasas y ácidos grasos libres en el control del consumo.

2.3.8.2 Factores que afectan el consumo

En el punto anterior se hizo referencia a los mecanismos por los cuales el animal regula su consumo. A continuación se mencionan los factores que afectan el consumo.

Numerosos cambios en el consumo voluntario del animal ocurren durante las fases de crecimiento y ciclos reproductivos, para satisfacer los cambios en los requerimientos nutritivos de los mismos a lo largo de su desarrollo.

Es así que desde el punto de vista productivo, es diferente el consumo de un animal en el pre destete, post destete, madurez, si presentan crecimiento compensatorio. En cuanto al estado reproductivo, es diferente si se refiere a un animal en estro, que a uno preñado, o en plena lactación (Forbes, 1986).

Webesyter et al., citados por Forbes (1986), mencionan que los corderos aislados unos de otros comían menos que si los mismos estaban en grupos. Estos resultados también fueron encontrados por Foot y Russel, Holder, citados por Forbes (1986), en cuanto a que ovejas consumían menos cuando se las mantenía confinadas en jaulas metabólicas.

Finalmente las enfermedades producen serias reducciones en el consumo. Ya fueron mencionados los problemas por la acidosis láctica. Según Dargie, citado por Forbes (1986), la infestación con parásitos gastrointestinales causa una depresión primaria en el consumo, posiblemente por el continuo estímulo en la pared de los intestinos ejercida por los mismos.

La concentración de colecitoquinina aumenta, así como decrece el consumo como consecuencia de la infestación de *Trichostrongylus colubriformis* (Symons y Hennessy, citados por Forbes, 1986). También el aumento de la concentración de gastrinas en sangre se da como consecuencia de la infestación de parásitos gastrointestinales (Titchen, citado por Forbes, 1986). Por otra parte, determinados parásitos externos también pueden deprimir el consumo como por ejemplo el *Boophilus microplus* en vacunos (Seebeck et al., citados por Forbes, 1986).

La composición y disponibilidad de la dieta son los factores de mayor influencia en el consumo. A su vez, el parámetro del alimento que determina con una mayor incidencia

en la cantidad de alimento consumido es la energía. Es así que Dulphy et al., citados por Forbes (1986), encontraron que en ovejas de 60 Kg de peso vivo, que se les incrementó el contenido de fibra cruda en la dieta, el consumo decreció en 38 g / día.

Por otra parte, Baile y Pfander, citados por Forbes (1986) encontraron una alta correlación negativa entre la densidad de la comida y el consumo de la misma. Donefer et al., citados por Forbes (1986), mencionan que los animales limitan su consumo cuando este llega a un determinado nivel de energía (el cual es constante). Esto indicaría que la materia seca consumida disminuiría cuanto mayor sea la concentración de energía digestible.

Owen et al., citados por Forbes (1986) han encontrado en corderos de 15 a 27 kg que cuando el alimento utilizado fue cáscara de avena a razón de 200, 400 o 600 g / kg en un alimento pelleteado, el consumo del mismo se mantuvo constante o incrementó al aumentar la digestibilidad del mismo. Mientras que para corderos de 28 a 40 kg, alimentados con dietas que contenían pajas y rastrojos, el consumo se redujo al incrementar la digestibilidad. Esto evidencia la existencia de un control fisiológico en la digestión de los corderos más adultos, cuando mayor es la tasa de pasaje a nivel ruminal.

La concentración proteica también influye en el consumo. El nivel inferior crítico de proteína en un alimento, es aquel que por debajo del cual el consumo voluntario se deprime. En el caso de los rumiantes, este nivel es menor que para monogástricos, debido a que los rumiantes pueden sintetizar PC a través de la urea que ingresa al rumen por la saliva. El efecto de una dieta pobre en proteínas en los rumiantes, es que los microorganismos del rumen reducen su actividad, y así la posibilidad de digerir la celulosa. La urea incrementa la digestibilidad de la materia seca.

No solo importa la cantidad de proteína, sino también la calidad de la misma. Es así que una proteína que tenga relaciones de aminoácidos esenciales diferentes a los requerimientos del animal, tiene la misma eficiencia en deprimir el consumo que una dieta con baja concentración de proteína. Twig y Forbes, citados por Forbes (1986), en un experimento suministraron una infusión intravenosa de metionina en ovejas, incrementándose significativamente el consumo de una paja con baja concentración de proteína cruda. Roger y Egan, citados por Forbes (1986), demostraron que con la remoción de treonina o isoleucina de un alimento sustituto de la leche, el cual contenía 80 g / kg de proteína, se redujo el consumo voluntario a la mitad en corderos.

La frecuencia en la alimentación, incide en el consumo voluntario de materia seca. Respecto a esto, Adam et al., citados por Forbes (1986), notaron un incremento en el consumo de materia seca y resultaron en canales más engrasadas en corderos que fueron alimentados *ad libitum*, cuando se les suministró en cuatro veces diarias respecto a cuando se lo hizo una vez al día.

Los factores sensoriales son también importantes. Los ovinos no se guían por el color, si lo hacen por el olor, sabor y tacto. La forma mediante la cual se les suministra el alimento tiene incidencia, así que las fibras peleteada se consumen en mayor cantidad que las sin procesar.

El incremento en el consumo de materia seca y /o proteína, incrementan el consumo de agua en ovejas (Bass, citado por Forbes, 1986). La distribución diurna en el consumo de la misma, está directamente relacionada con los momentos de alimentación.

Otros factores de la dieta a ser considerados son: las deficiencias y excesos de otros componentes del alimento, apetito específico por determinados nutrientes (P, Na, Zn, etc).

Como es sabido, por debajo de la temperatura crítica inferior se incrementan los requerimientos de energía, y por ende se espera un aumento en el consumo voluntario del animal. Un ovino esquilado, incrementa su producción de calor, y así su consumo voluntario (David y Holmes, citados por Forbes, 1986). Wodzica, citado por Forbes (1986), encontró ese mismo resultado, y a su vez, especifica que ese incremento es de 0.5 veces superior respecto a los no esquilados y ocurre a la semana de esquilado el animal. Por otra parte, Kennedy et al., citados por Forbes (1986), mencionan que a un nivel fijo de alimentación, en un ambiente frío la oveja consume más rápido, y hay un incremento en la motilidad del rumen, una reducción en el contenido ruminal, y un aumento en la digestibilidad de las paredes celulares.

Cuando la temperatura corporal aumenta, el consumo se reduce para reducir la producción de calor asociada con la degradación, digestión, absorción y metabolismo.

El fotoperíodo está relacionado al patrón de consumo. Schabbacher y Crouse, citados por Forbes (1986), relatan que en corderos confinados, la duración de cada momento de alimentación en sí, así como la frecuencia de esos momentos, es mayor en el día respecto a la noche, traduciéndose esto en un mayor consumo diurno que nocturno.

Si bien la tasa metabólica de los rumiantes es mayor en el día que durante la noche, estas diferencias no serían tan importantes como para que por sí solas expliquen los diferentes consumos entre el día y la noche (Toutain et al., citados por Forbes, 1986). La extensión del fotoperíodo natural invernal para alcanzar las 16 h. de luz por día, estimuló la ganancia de peso en novillos en crecimiento (Peteres et al., citados por Forbes, 1986). Este efecto precede a la respuesta en consumo, por lo que esto estaría soportando la hipótesis que el incremento de consumo estaría dado por un incremento en la ganancia de peso y por ende un aumento en los requerimientos de energía de los animales.

Otro factor que afecta el consumo, es el diseño de las estructuras en que los animales están confinados. Es así que cerdos estabulados sobre piso sólido, ganaron peso más

rápido y su consumo voluntario fue significativamente mayor que aquellos que estaban sobre un piso imperfecto (Sherrit et al., citados por Forbes, 1986).

2.3.8.3 Manipulación del consumo

A continuación, en el **Cuadro 36** se presentan las manipulaciones posibles para incrementar el consumo tanto para forraje como para concentrado.

Cuadro 36. Diversas formas para incrementar del consumo.

Factor de manipulación.	Forraje	Concentrado	Referencia bibliográfica.
- molido	*	nd	Varios ** Stanton y LeValley (2003).
- peleteado	*	*	
- ¹ Ca(OH)	*	*	Forbes (1986). Bell et al. (2003). Krabill et al. (1978).
- ² melaza	*	nd	
- eflazepam	*	*	
- estrógenos naturales	*	*	Davis et al. (1984). O' Mary et al. (1952). Spurlock y Clegg (1962).
- andrógenos	*	*	
- corticoides	*	*	
- tratamiento con NH ₃	*	nd	Church (1982).

Referencias: Varios** = Forbes (1986); Bell et al. (2003); Stanton y LeValley (2003); * = incrementa; 1= al 2.5 % de la materia seca; 2 = diluida previamente en agua, y al 4 % de la materia seca; nd = sin información.

Fuente: adaptado de Forbes (1986), Stanton y LeValley (2003), Bell et al. (2003).

2.3.9 Agua

El contenido de agua en los animales varía con la edad, constituyendo el 75 a 80 % en los animales recién nacidos, descendiendo al 50% en los animales adultos cebados. Un animal muere más rápidamente si se le priva de agua, que si se lo hace de alimento. El agua tiene como función, entre muchas otras, la de disolvente en el cual son transportados los nutrientes y al que se vierten los productos de desecho (McDonald et al., 1973).

El animal obtiene agua a partir de distintas fuentes: bebida, contenida en el alimento, absorbida a través de la piel y agua metabólica (proveniente de la oxidación de nutriente orgánicos que contienen hidrógeno). El agua contenida en los alimentos tiene gran variación (6 a 90%, dependiendo del alimento) y es uno de los ingredientes más comunes y baratos de la dieta en un sistema de animales confinados (Rook, s.f.). Se debe realizar un adecuado suministro de agua fresca, limpia y de buena calidad (Bell et al.,

2003). De no ser así, se reducirá el consumo de agua, y consecuentemente el de materia seca consumida, manifestándose esto en una menor ganancia diaria por animal (Rook s.f., Milton 2001, Bell et al. 2003). El contenido de sal en el agua no debería exceder las 5000 ppm. (Milton, 2001). En cuanto a los requerimientos de agua, varios autores hacen referencia a que los mismos estarían en torno a valores de 4 l. (Milton 2001, Bell et al. 2003), y de 5.5 a 7.5 l. por animal y por día (Rook, s.f.).

Rook (s.f.), también sostiene que los requerimientos de agua no son constantes sino que dependen del tipo de alimento (pellets de alfalfa con granos de maíz en comederos individuales por lo general exceden estos valores), y que es más importante el suministro de agua en aquellos animales que recién entran al confinamiento.

Church (1982) coincide en que el tipo de dieta incide en las necesidades de agua, necesitando más agua los animales que consumen dietas ricas en nitrógeno, respecto a aquellos que consumen dietas con mayor contenido de sal. Este mismo autor, alude a que el nivel nutritivo influye sobre las necesidades de agua, como consecuencia del calor producido por el metabolismo y de la cantidad de heces excretadas.

También Bell et al. (2003), coinciden con lo mencionado anteriormente, y a su vez agrega, que las temperaturas prevalecientes, y el peso del animal, son factores que también inciden en estos requerimientos

En cuanto a los bebederos y para asegurar una adecuada calidad del agua, es necesario limpiarlos diariamente, y con mayor frecuencia en las situaciones que se crea pertinente (Bell et al., 2003).

2.4 EXPERIENCIAS INTERNACIONALES EN CONFINAMIENTO

Heijaz et al. (1999), encontraron diferentes respuestas en crecimiento según el alimento y la forma de procesamiento que este tenga. Es así que experimentando con corderos machos enteros de 24.1 kg, recién destetados, y suministrándoles tres tipos de dietas: solo grano de maíz entero, con fibra de cáscara de soja o con fibra de cáscara de maní, se obtuvieron ganancias diarias de 296, 331 y 347 g respectivamente ($p < 0.1$). Sin embargo, cuando el grano de maíz estaba molido, y suministrándole los mismos tipos de fibras, no se vieron diferencias significativas en la ganancia diaria entre los tres tipos de dietas.

En este mismo experimento el referido autor también encontró una interacción en el procesamiento del grano de maíz (molido o entero). De esta manera, la eficiencia de conversión de los corderos alimentados con grano de maíz entero sin fibra, con fibra de cáscara de soja o con fibra de cáscara de maní fue de 0.26, 0.28, y 0.29 kg de peso vivo/ kg de alimento respectivamente. Mientras que cuando el grano de maíz era molido,

no hubo diferencias de respuesta en la eficiencia de conversión entre las diferentes dietas.

Cuadro 37. Eficiencia de conversión de los alimentos según forma de procesamiento del grano en la dieta ingerida.

Parámetro	Tipo de grano		Fuente de fibra		
	Entero	Molido	Sin Fibra	Cáscara soja	Cáscara maní
GMD (g)	363	354	349	354	372
EG (mm ²)	7.1	5.8	6.4	7.1	6.1

Referencias: GMD= ganancia media diaria, EG: espesor de grasa subcutánea en la 12^{ma}. Costilla.
Fuente: Heijaz et al. (1999).

Las diferencia a favor del grano entero vs. molido tanto en la ganancia media diaria, como en la eficiencia de conversión tiene varias explicaciones. Para Sharp et al., citados por Heijaz et al. (1999) cuando se suministra el grano de maíz entero, se recupera un 60 % de la energía ingerida como ácidos grasos volátiles, mientras que si el grano es molido, la energía recuperada a nivel ruminal sólo es del 40 %. Gallean et al., citados por Heijaz et al. (1999), mencionan que solo los bovinos se podrían ver favorecidos por la molienda del grano, no así en el caso de los ovinos, ya que los mismos mastican más el grano que los primeros.

A su vez, Loerch y Fluharty (1998), mencionan que cuando se suministran dietas altamente concentradas en energía, el procesamiento de granos de maíz con alto porcentaje de humedad, no aumenta la respuesta de los animales en ganancia de peso (**Cuadro 33**). Por último el grano entero tendría un “efecto fibra” de estimulación ruminal, teniendo como consecuencia un menor agrupamiento de papilas (incrementando el área específica de absorción de ácidos grasos) y de materia extraña dentro del propio rumen (Vance et al., citados por Heijaz et al., 1999).

Por otra parte, Loerch y Fluharty (1998), experimentaron con vaquillonas, durante 185 días (en dos fases), cuatro combinaciones diferentes de una dieta compuesta por concentrado y silo de maíz como fuente de fibra (**Cuadro 38**).

Cuadro 38. Efecto del nivel de concentrado durante dos fases de crecimiento en la respuesta de un confinamiento.

		Porcentaje de concentrado					
		Fase1	100	100	85	85	
		Fase 2	100	85	100	85	P
Fase 1	GMD ¹ (kg/d)	1.45	1.47	1.51	1.42	*	
	CMS ² (kg/d)	6.5 ^a	6.6 ^a	6.9 ^b	6.9 ^b	ns	
	ECV ³ (kg/kg)	0.224 ^a	0.223 ^a	0.216 ^{ab}	0.205 ^b	**	
Fase 2	GMD (kg/d)	1.29	1.32	1.22	1.21	t	
	CMS (kg/d)	7.6 ^c	8.5 ^d	7.4 ^c	7.9 ^{cd}	ns	
	ECV (kg/Kg)	0.170 ^a	0,155 ^{ab}	0.164 ^{ab}	0.152 ^b	**	
Promedio total	GMD (kg/d)	1.37	1.39	1.35	1.31	*	
	CMS (kg/d)	7.1	7.6	7.2	7.5	ns	
	ECV (kg/Kg)	0.192 ^a	0.182 ^{ab}	0.187 ^{ab}	0.174 ^b	**	

Referencias: * = P<0.05, ** = P<0.01, ns = no significativo (P>0.1), t = tendencia (<0.1)

Referencias: ¹ Ganancia media diaria; ² Consumo de materia seca; ³ eficiencia de conversión (kg de carne por kg de alimento); Fase 1: duración de 84 días; Fase 2: duración de 102 días; total del período: 186 días.

Fuente: Loerch y Fluharty (1998).

Como se observa en el **Cuadro 38**, la fibra estimuló el consumo de materia seca, pero que eso no se reflejó en una mayor ganancia diaria, ya que se redujo la eficiencia de conversión respecto a que si se alimentase con 100 % concentrado en el total del experimento. Estos autores, también argumentan que la dieta con fibra contenía un 6 % menos de energía neta para la ganancia en peso respecto a la dieta 100 % concentrado, por lo que esa diferencia en el consumo se vería compensado por la diferencia en la concentración de energía entre ambas dietas.

Por otra parte, Fluharty et al. (1999), experimentando con corderos cruza (Hampshire x Targhee) recién destetados, donde se les suministró una ración concentrada en dos tratamientos (tratamiento 1: consumo 85 % de *ad libitum*, tratamiento 2: consumo *ad-libitum*), obtuvieron las respuestas que se presentan en el **Cuadro 39**.

Cuadro 39. Efecto del nivel de consumo en la respuesta de corderos confinados.

Parámetro	Nivel de consumo	
	T1 (85 %)	T 2 (100 %)
Peso inicial (kg)	21.8	22.0
CMS ¹ (g/d)	945	1029
GMD ² (g/d)	296	346
ECV ³ (g/g)	0.31	0.31
CTMS ⁴ (kg)	83.7	86.0
Peso final (kg)	48.6	49.5

Referencias: 1 = Consumo de materia seca; 2 = Ganancia media diaria; 3 = eficiencia de conversión (kg de carne por kg de alimento); 4 Consumo total de materia seca.

Fuente: Fluharty et al. (1999).

Como se puede observar en el **Cuadro 39**, si bien el consumo en T1 fue el 8 % menor, la diferencia en el peso final fue tan solo de 1kg. Esto se explica debido a que cuando los animales están sujetos a una dieta restringida, reducen el tamaño de sus órganos y así el metabolismo de los mismos. De esta manera se reducen los requerimientos de energía destinados a mantenimiento, quedando un porcentaje mayor de la energía disponible para la ganancia de peso.

A su vez, como se observa en el **Cuadro 40**, Rook (s.f.) menciona que para corderos de 4 a 7 meses de edad y mayores, la eficiencia de conversión (g de alimento/g de carne) es 6 a 7 a 1 (coincidente con lo expresado por Bell et al., 2003), incrementándose cuando los niveles de fibra se acercan al 100 % de la dieta, y por consiguiente prácticamente no se suministra concentrado.

Cuadro 40. Eficiencia de conversión según tipo de dieta consumida.

Parámetro		Composición de la dieta (%)		
		100	50	25
	Pellets de alfalfa	100	50	25
	Maíz entero	0	50	75
	CMD ¹	2.43	2.17	1.71
	ECV ²	8.1/1	6.23/1	6.11/1

¹ Consumo de materia seca por día (kg /día); ² Eficiencia de conversión (kg de alimento/kg .de carne).

Fuente: Rook (s.f.).

Cuadro 41. Respuesta en crecimiento de corderos según concentración de energía metabolizable.

Concentración EM ¹ (Mj / kg Ms)	Crecimiento (g/día)
13	320
12	290
11	220
10	150
9	80

¹ EM: energía metabolizable, expresado en megajoules / Kg de materia seca.
Fuente: Bell et al. (2003).

Como se observa en el **Cuadro 42**, Bell et al. (2003), presentan una guía de respuesta para corderos de 40 kg de peso vivo en función de la cantidad de alimento consumido, considerando una dieta de muy buena calidad para corderos en terminación (por lo menos 80 % de granos, rica en energía y balanceada en proteínas)

Cuadro 42. Respuesta en crecimiento para corderos diferente peso vivo, según consumo.

Parámetro	Peso vivo de los corderos (rango)	
	40 kg	30 a 50 kg
Consumo (kg/día)	1.6	1 a 1.8
GMD ¹ (gr/d)	250	200 a 320
ECV ²	6.5:1	5.1 a 10:1

¹ GMD: ganancia media diaria; ² ECV: eficiencia de conversión.
Fuente: Bell et al. (2003).

En cuanto a la cobertura de grasa, Ponnampalam et al. (2001), experimentaron con corderos cruza Merino Australiano x Poll Dorset de 9 meses de edad, los cuales fueron sometidos a 6 tratamientos, que consistían en el suministro de dietas diferentes. Tratamiento 1: una dieta (basal) de heno de alfalfa y avena (20:80); tratamiento 2: basal + lupino; tratamiento 3: basal + aceite de pescado; tratamiento 4: basal + cebada; tratamiento 5: basal + cebada + lupino; y tratamiento 6: basal + cebada + aceite de pescado (**Cuadro 43**).

Estos autores muestran que el incremento en el peso de la canal caliente en los corderos de los tratamientos 2 y 5, estaba más asociado a un incremento en la deposición de grasa en la canal, más que en la deposición de carne. Esto es lo inverso a lo sucedido en los corderos de los tratamientos 3 y 6. A su vez, los T2 y T5, presentaron un mayor contenido de ácidos grasos del grupo $\Omega 6$, respecto a los T3 y T6. Es así que estos autores mencionan que un incremento en la concentración de ácidos grasos del grupo $\Omega 6$ a nivel muscular, estaría asociado a mayores cantidades en la deposición de grasa subcutánea (GR), y en la grasa intramuscular.

Los argumentos para explicar este hecho son varios. Por un lado en estudios previos (Ponnampalam et al., 2001) donde se alimentaron corderos con aceite de pescado y una mezcla de aceite de pescado/alimento proteico de girasol. Estos recibieron mayor cantidad de ácidos grasos $\Omega 3$ que los animales pertenecientes al T 3 y T6 en el presente estudio (5120 a 5760 mg/día y 2022 a 4045 mg/día, respectivamente). Sin embargo, el contenido de $\Omega 3$ en los corderos fue el mismo para ambos experimentos. Es así que las grasas $\Omega 3$ se almacenan hasta determinado nivel, y el excedente de las mismas es utilizado en otros procesos. Estos ensayos simplemente demuestran que animales que fueron alimentados con diferentes concentraciones de $\Omega 3$, pueden llegar a tener la misma concentración de dicho grupo de ácidos grasos en su canal, evidenciando la existencia de un límite en el almacenamiento del mismo en el cuerpo del ovino.

Diferente es lo que sucede con los ácidos grasos de los $\Omega 6$, los cuales son almacenados en forma de grasa, sin que utilicen para otras funciones metabólicas. A su vez, corderos alimentados con dietas que presentan mayores relaciones $\Omega 6/\Omega 3$, manifestaron una disminución en la actividad de de la insulina a nivel de músculo esquelético, llevando esto a un incremento en la ganancia de tejido adiposo.

Cuadro 43. Efecto de la dieta suministrada sobre el peso final vivo, peso canal caliente y engrasamiento de la canal.

Parámetro	Tratamientos						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	ESM
Peso final (kg)	48.9	53.9	54.3	49.4	53.1	53.9	1.55
Peso canal caliente (kg)	20.9	25.8	23.5	2.,1	24.9	23.6	0.89
GR (mm.)	10.3	15.7	10	10.4	13.6	10.2	1.61
Grasa intramuscular (%)	3.3	4.2	3.6	3.6	4.1	3.9	0.8

GR: espesor del tejido subcutáneo, medidos en la 12^{ma} costilla a 110 mm. de la línea media.

Fuente: Ponnampalam et al. (2001).

2.5 CALIDAD DE LA CANAL

La canal es la unidad primaria de carne obtenida en la faena, considerada como tal, una vez que el animal se encuentre insensibilizado, desangrado, desollado, eviscerado, con la cabeza cortada a la altura de la articulación occipito-atloídea, sin órganos genitales externos y las extremidades cortadas a nivel de las articulaciones carpo metacarpianas y tarso metatarsianas (Moya, 2003).

Una definición para calidad de canal podría estar relacionada con el conjunto de características de conformación, engrasamiento y sabor deseadas por el consumidor, que hoy en día aparentemente, prefiere canales con alta proporción de músculo, moderado hueso y baja en grasas (Rodríguez, Hott, citados por Moya, 2003).

La canal debe ser la referencia de la cadena productiva y comercial de la carne, ya que tanto cualitativa como cuantitativamente está altamente relacionada con el animal y

su carne (Osorio et al., citados por De Souza, 2006), constituyéndose en el principal producto comercializado. El conocimiento de las características cuantitativas y cualitativas de las canales comercializadas por medio de determinaciones de rendimiento, de composición regional, composición tisular y muscular, es de fundamental importancia en la búsqueda de la mejoría en la calidad potencial del producto final de mayor valor, o sea, la carne (Tarrouco, citado por De Souza, 2006).

Las canales pueden evaluarse por su aptitud carnicera, para lo que se considera porcentaje de hueso, músculo y grasa, -componentes que se desarrollan progresivamente y maduran en ese orden, pudiéndose incluir además, riñón y cabeza (Rodríguez, citado por Moya, 2003).

Dentro de las características vinculadas con la calidad de la canal, el peso resulta muy influenciado por las preferencias del mercado, y es relativamente sencillo de modificar y repercute directamente en los demás componentes de la canal. De esta manera, un incremento en esta característica, se refleja en un aumento de peso en todos sus componentes (mayor compacidad de la canal y pierna), superior grado de engrasamiento, y generalmente, una composición tisular más favorable, expresada en: mayores relaciones carne/hueso y carne/grasa (Bianchi, 2007).

Por el contrario, en términos relativos, la composición regional tiende a ser más favorables en las canales más livianas, conforme las piezas comerciales de superior categoría tienen coeficientes de alometría más bajos (Sañudo, citado por Bianchi, 2007). A medida que aumenta el peso del animal, el peso de la canal representa una proporción cada vez mayor de éste, ya que el crecimiento relativo de vísceras, piel, vellón, cabeza y extremidades es menor que el de los tejidos de la canal (Hott, citado por Moya, 2003.).

El rendimiento de la canal es definido como la relación entre el peso de canal caliente y el peso vivo del animal al momento del sacrificio, y se expresa en porcentaje.

El peso de la canal resulta como criterio de calidad, un indicador valioso, particularmente para aquellos países como Uruguay, donde el sistema de comercialización se basa en el pago del animal en segunda balanza (kg de carne), frente a la comercialización más común sobre la base del peso vivo que se realiza en otros países (Bianchi, 2007).

El rendimiento en ovinos oscila en el rango del 40 - 50%; este índice, así como las características de la conformación de la canal, están dadas por la raza, la edad y el sexo del animal (Rodríguez et al., citados por Moya, 2003).

La conformación o morfología de la canal, pretende medir la cantidad de carne vendible, especialmente la de los cortes mas selectos, a través de mediciones objetivas (compacidad de la canal: $\text{peso canal/largo canal}$; compacidad de la pierna:

anchura/largo; forma del músculo *Longissimus dorsi*: profundidad/ancho, etc.) y subjetivas (apreciación visual, con la ayuda o no de patrones fotográficos) (Bianchi, 2007).

Para la evaluación de una canal y estimación de su composición física existen diferentes métodos, ya sea la apreciación visual, la medición de la circunferencia del tórax, de la grasa dorsal, de la profundidad muscular y área del ojo del bife, así como la disección, evaluación de cortes comerciales, etc. (Saavedra, citado por Moya, 2003). El tipo de evaluación está sujeto al plan de manejo de cada predio y al acceso al equipo requerido para realizar algunas de estas evaluaciones.

La composición regional y tisular de la canal es, o debería ser, la característica más importante, ya que determina posible deficiencias o excesos en la cantidad de grasa, siendo ésta, a peso de canal constante, el principal tejido en determinar la variación del resto de los componentes (Sañudo y Campo, citados por Bianchi, 2007).

La composición regional de una canal se basa en el despiece, que consiste en dividir la canal en trozos con el propósito de adecuar la preparación del corte para el consumo humano (Bianchi, 2007).

2.5.1 Clasificación de canales

En Uruguay, el Sistema de Clasificación y Tipificación de las canales fue propuesto por la Dirección de Control de Calidad del Instituto Nacional de Carnes (INAC) y aprobado el 8 de julio de 1996 (Robaina, 2002).

2.5.1.1 Tipificación

En primer lugar, cabe diferenciar lo que es clasificación y tipificación en el Sistema Oficial uruguayo de evaluación de canales. La primera considera como criterios de separación entre las diferentes clases la edad de los animales, agrupándose los mismos según dentición y sexo. En cuanto a la tipificación, el sistema utilizado contempla por un lado la conformación (desarrollo de las masas musculares) y por otra parte la terminación (cantidad y distribución de la grasa) de las canales (Robaina, 2002).

Para el Sistema Oficial Vigente, las diferentes clases de conformación, se clasifican como S, P, M, I, a las canales que van desde un desarrollo muscular sobresaliente (S) a canales con marcada carencia muscular (I). Por otra parte, la terminación de las canales se clasifican en tres grados que van desde grado 0 (carencia de grasa) hasta grado 2 (exceso de grasa), dependiendo de la cantidad de grasa de cobertura existente u observable.

San Julian et al. (2002) afirman que la baja capacidad de discriminar canales del Sistema Oficial de Clasificación uruguayo es un problema cada vez más relevante, debido al aumento de la exportación de cortes en detrimento de las canales enteras. A su vez, destacan la importancia de mantener un sistema oficial de clasificación para dar transparencia al mercado y comentan la importancia de abordar científicamente el desarrollo de sistemas efectivos de segregación de canales de corderos pesados, en donde se comprometan las partes intervinientes en el negocio (industriales, productores e instituciones de apoyo).

2.5.1.2 Nivel de engrasamiento y el punto GR

En el punto GR, se mide el espesor del tejido subcutáneo y está situado a nivel de la 12ª costilla y a 11 cm. de la línea media de la canal. Se utiliza como el estimador del grado de terminación de la canal (Robaina, 2002).

El punto GR está moderadamente bien relacionado con la grasa total de la canal, y es de uso continuo en los sistemas de clasificación y tipificación de canales utilizados en Nueva Zelanda (Kirton et al., Purchas, citados por Camesasca et al., 2002). Por otra parte, Purchas, citado por Camesasca et al. (2002), sugiere que la relación entre el espesor de grasa subcutánea medido en el punto GR y el peso de la canal, debe ser considerada para cada tipo y raza de cordero, ya que el intercepto y la pendiente de esta asociación se modifican.

Dighiero et al., citados por Silveira (2008), sostienen que si bien el espesor de grasa subcutánea medido en el punto GR no es empleado en el Sistema Oficial de Clasificación y Tipificación de canales ovinas vigente en Uruguay, si lo es por parte de los mercados de carne ovina más exigentes del mundo, los que fijan rangos de aceptación y/o precios variables en función del espesor del mismo. Los autores señalan la importancia de una futura demanda por parte de los mercados más exigentes, siendo la falta de información generada por este parámetro una posible restricción a futuro, por carecer de objetividad.

Bianchi et al., citados por Bianchi (2007), en un ensayo con corderos pesados de raza Corriedale puros y corderos cruza Corriedale x Texel, Corriedale x Hampshire Down, Corriedale x Southdown y Corriedale x Suffolk, encontraron pesos de canales que iban desde 15 a 18 kg aprox. y valores de GR que variaron desde 9.4 hasta 12.7 mm. En términos comerciales, el rango de valor de GR, internacionalmente considerado deseable para estos pesos de canal, va desde 8 a 14 mm. (Hopkins y Adair, citados por Bianchi et al., citados por Bianchi, 2007). A su vez, Bianchi et al., citados por Bianchi (2007), sostienen que ante la eventualidad de sacrificar los animales a mayor peso vivo, y por ende mayor peso de canal, pasa a tener relevancia la diferencia encontrada en el valor de GR, entre la cruza Suffolk y el resto de los genotipos evaluados, (9.4 vs. 12.7, 12.3,

11.6 y 12.6 mm. para Suffolk, Corriedale, Texel, Hampshire Down, Southdown, respectivamente), en función de la asociación positiva que existe entre peso de la canal y el valor de GR.

2.5.1.3 Área del ojo de bife (AOB) y punto C

Se denomina como ojo de bife a la sección transversal del músculo *Longissimus dorsi*. El área de dicho músculo o sección del mismo, nos permite evaluar varios indicadores relacionados con la composición y la calidad de la carne. La misma se puede evaluar *in vivo* mediante el uso de la ultrasonografía o una vez faenado el animal al realizar el despiece de la canal, efectuándose a nivel de la 13^a vértebra torácica (Robaina, 2002). Por otra parte, el punto C estima la profundidad de grasa sobre el mencionado músculo, entre la 12^{da}-13^{era} costilla medida por ultrasonido (Camesasca et al., 2002).

El área del Ojo del bife (AOB), tiene mucha importancia productiva y comercial por su uso como predictor del rendimiento carnicero de un animal y/o canal, estando el mismo asociado al peso de la canal. En este sentido, dentro del rango de peso de las canales observado, las AOB se deben evaluar en función del mercado destino (San Julian et al., 2003).

El Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria y el Instituto Nacional de Carnes trabajando sobre una base de datos de un período de 4 a 5 años, de corderos machos castrados de la raza Corriedale, obtuvieron valores de AOB y punto C que iban desde 5.4 a 16.8 cm² y 1.0 a 7.2 mm, respectivamente (San Julián et al., 2002).

Hopkins y Congram, citados por Camesasca et al. (2002), sugieren que canales ideales para el mercado de Estados Unidos y Canadá, serían aquellas con valores de AOB de 17.5 cm².

Según Dighiero et al., citados por Silveira (2008), es difícil encontrar rangos de aceptación para esta variable en la bibliografía internacional, dado los constantes cambios en los mercados y la variabilidad entre éstos. A partir de la ecuación propuesta por Burson y Doane (2001), quienes utilizan el peso de canal caliente como variable predictiva, dichos autores presentan la variación individual para cada tipo de producto (cordero pesado y superpesado), en comparación con el AOB mínima requerida.

2.5.2 Factores que afectan la conformación y el engrasamiento

Dentro de los principales factores que afectan la conformación y engrasamiento de la canal ovina, se encuentran el peso al sacrificio, raza del animal y su alimentación.

2.5.2.1 Raza del animal

La raza es un factor determinante en la calidad de la canal, los pesos adultos de las diferentes razas existentes condicionan requerimientos alimenticios, período de engorde, composición tisular, rendimiento de la canal, desarrollo diferencial de algunas zonas específicas de la canal, nivel y distribución de engrasamiento (Moya, 2003).

2.5.2.2 Peso de sacrificio y alimentación

Borton et al. (2005), analizaron las interacciones existentes entre los diferentes componentes de la canal (tejido muscular, adiposo y óseo), el tipo de alimentación al cual los animales accedían, así como también el peso vivo al sacrificio de los mismos.

Es así que estos autores muestran que corderos engordados en base a pasturas (raigrás, y fardo de alfalfa, fuera de la estación de raigrás), presentaron canales más magras, pero a su vez con menores ganancias de peso diarias que sus análogos, alimentados a concentrado a un mismo peso vivo de faena. Respecto al total de cortes, se evaluaron, el lomo, pierna, rack y paleta. Los animales alimentados con concentrado, obtuvieron un mayor peso de estos cortes a un mismo peso de canal, respecto a los alimentados en base a forraje. Estas diferencias en el peso total de los cortes esta dada por el efecto que la alimentación produce en las pérdidas durante el transporte y en el dressing, más acentuada en los animales alimentados a forraje

A su vez, en los animales alimentados con concentrados, el lomo tuvo una mayor importancia relativa en el total del peso de la media canal, respecto a los animales alimentados en base a forraje. Este efecto se le atribuye a la mayor cantidad de grasa depositada en ese músculo en los animales confinados (Borton et al., 2005).

Por otra parte, Murphy et al. (1994), mencionan que los animales engordados con forraje presentaron lomos más livianos que lo engordados con concentrado, y que esta diferencia se daba por la mayor cantidad de grasa que presentaba este corte a favor de las dietas ricas en granos. También hacen referencia a que la cantidad de grasa en este tipo de corte, está directamente influida por el peso de la media canal. Es así que las dietas con concentrados produjeron animales con un 42 % más de grasa total separable, y un 23 % más de grasa intramuscular.

Sin embargo, la pierna y el brazuelo, representaron un mayor porcentaje en la media canal de los animales alimentados con forraje, que en los alimentados con concentrado.

El sistema de corderos terminados en base a forraje, presentó un consistente incremento en la proporción de cortes enteros, dada principalmente por la pierna y el brazuelo.

Para Murphy et al. (1994), las dietas ricas en forraje, tienden a incrementar la cantidad de tejido óseo y muscular en la paleta de los corderos. Estos mismos autores mostraron que el peso de la paleta de los animales, no fue afectado por el sistema de alimentación, así como el tejido óseo y muscular que se diseco de este corte. Sin embargo, si se presentó una diferencia de 275 g, a favor de los animales alimentados a concentrado, en la grasa total extraída a partir de dicho corte.

Respecto al peso de los cortes y su relación con el peso de las canales, a mayor peso, mayor kg de cortes enteros, pero menor porcentaje de pierna y brazuelo.

2.5.2.3 Alimentación y tejido muscular

Con respecto a la composición tisular, se puede decir que en una canal se resume en: músculo, grasa y hueso. Estos tres componentes presentan diferente crecimiento alométrico. Conforme aumenta la edad del animal y paralelamente su peso, la proporción de grasa en la canal aumenta proporcionalmente, el porcentaje de hueso disminuye y el de músculo se mantiene relativamente constante (Bianchi, 2007). De los tres componentes, la grasa es el que presenta mayor variabilidad y el que en definitiva condiciona la proporción relativa de los otros dos tejidos (Sañudo y Campo, citados por Bianchi, 2007).

El resultado en el total de los músculos evaluados (pierna, lomo, y paleta) es que el total de la masa muscular entre animales alimentados de una forma u otra fue similar cuando pesaban 52 kg de peso vivo, y presentó una diferencia de un 25 % a favor de los animales alimentados en base a forrajes, cuando los mismos se faenaron con 77 kg de peso vivo. Esto significa, que los animales que son alimentados con dietas ricas en fibra, retrasan la madurez fisiológica, permitiendo extender el crecimiento del músculo, más que en los animales alimentados con concentrado (Murphy et al., 1994).

A su vez, incrementado el peso de los animales en los rangos anteriormente mencionados, se incrementa el porcentaje de músculo en los que son alimentados en base a forraje, y decrece el mismo en aquellos alimentados con concentrado. Este mismo comportamiento se evidencia en la pierna, lomo y paleta. McClure et. al., citados por Borton et al. (2005), reportaron que corderos terminados en pasturas de alfalfa, a igual peso de la canal, fueron más magros que los alimentados con concentrado.

Murphy et al. (1994), trabajando con corderos recién destetados, sometidos a diferentes regímenes de alimentación (concentrado vs. pastura de alfalfa) y sacrificados a igual peso vivo, constataron que si bien la media canal evaluada de los animales alimentados en base a forraje fue ligeramente más liviana que los alimentados con concentrado, no hubo diferencia entre la cantidad de tejido muscular en ambos

tratamientos. En contraste con lo mencionado anteriormente, el peso del *Longissimus dorsi*, fue 10 % superior en los animales alimentados a concentrado, que en los alimentados a fibra.

La interacción existente entre el peso al sacrificio y la alimentación para el conjunto de los tejidos en general, indica que animales alimentados en base a forraje tienen un mayor potencial para incrementar el total de tejido muscular. Corderos sacrificados a 52 kg de peso vivo, y alimentados con concentrado, tienen un 74 % del total de tejido muscular respecto a los faenados a 77 kg de peso vivo, mientras que los animales alimentados en base a forraje y faenados a 52 kg de peso vivo, tienen un 44 % del total de tejido muscular respecto a los mismos pero faenados a 77 kg de peso vivo. En conclusión, animales alimentados en base a forraje tienen un mayor potencial de incrementar la cantidad de músculo, con el incremento del peso al sacrificio.

Por otra parte, trabajaron con corderos, los cuales eran alimentados a fardo de alfalfa, y otro lote con concentrado, y donde el criterio de asignación de alimentos era que cada lote ingiriese la misma cantidad de energía neta de mantenimiento y de ganancia en peso diariamente. Los animales alimentados con concentrado, con asignación restringida, presentaron mayor peso de canal caliente, mayor área de ojo de bife, y un mayor porcentaje de recortes (dressing), comparado con animales alimentados con fardo de alfalfa.

La explicación a este hecho la asignan a que los animales alimentados con pasturas tiene una mayor masa total de órganos, los cual hacen incrementar los requerimientos de energía de mantenimiento, por su mayor tamaño y actividad metabólica. Esto conlleva a que los animales alimentados con concentrado tengan mayor cantidad de energía disponible (fuera de mantenimiento), incrementando el peso de la canal caliente, mayor área de ojo de bife y el porcentaje de recortes (dressing).

2.5.2.4 Alimentación y tejido adiposo

En relación al tejido adiposo, existe una fuerte interacción en lo que es tipo de dieta y peso al sacrificio. Un aumento en el peso de los animales, resulta en un incremento de 50 a 80 % del tejido adiposo de disección de la pierna, paleta, lomo y rack de los animales (McClure et al., citados por Borton et al., 2005).

Cuando los animales se sacrificaron con 52 kg, los animales alimentados a concentrado presentaron un 50 % más de grasa total en los cortes enteros estudiados, en comparación con los animales alimentados a pasto, y cuando los mismos pasaron a faenarse a 77 kg de peso vivo, la diferencia fue de 79 %. El mayor incremento en el porcentaje de grasa de las canales más pesadas de los animales, alimentados con granos,

estuvo explicado por la grasa subcutánea, más que la intermuscular (McClure et al., citados por Borton et al., 2005).

Sin embargo, si hubo diferencia entre la cantidad de grasa intermuscular a favor de los animales alimentados con concentrado, respecto a los alimentados en base a forraje.

McClure et al., Murphy et al., citados por Borton et al. (2005), mencionan que animales alimentados a forraje tienen igual cantidad de tejido muscular que los alimentados con concentrado, y menor cantidad de tejido adiposo. A su vez, esa diferencia se magnifica, cuando el peso al sacrificio alcanza la madurez fisiológica.

Ely et al., citados por Borton et al. (2005), encontraron que animales terminados en base a forraje, y sacrificados a 41 y 50 kg de peso vivo, presentaron 20 y 24% de grasa en las canales, respectivamente. Adicionalmente, los animales terminados con concentrado, faenados con 50 kg de peso vivo, presentaron 7 % más de grasa en la canal que los faenados con 41 kg de peso vivo.

A su vez, animales faenados con 48 kg de peso vivo, terminados con concentrado incrementaron casi en un 50 % la grasa de la canal, en comparación con los terminados a pasturas, pero el contenido de músculo no difirió en función el sistema de engorde (Murphy et al., citados por Borton et al., 2005).

Murphy et al. (1994), mencionan que corderos alimentados con pasturas presentaron un 32 % menos de grasa total, respecto a los animales alimentados con concentrado. Esta reducción se registró a nivel de la grasa subcutánea, mesentérica, etc. También la grasa se redujo en importancia relativa en un 20 % respecto a los animales confinados. Para estos autores estas diferencias se explican por varios factores tales como: la densidad energética de cada tipo de alimento, la fuente de energía de los mismos, así como el cambio de metabolismo de los animales. La alta concentración de proteína en la alfalfa, podría explicar la reducción en grasa de las canales de los animales alimentados en ese tipo de pasturas.

Osborne et al., Ray y Mandigo, citados por Murphy et al. (1994), hallaron una disminución en la grasa de la canal, para corderos consumiendo dietas con baja densidad de energía comparado con dietas de alta densidad. Sin embargo, Crouse et al., citados por Murphy et al. (1994), encontraron que no hubo cambios en la grasa de la canal debido a la densidad de energía de los alimentos.

Por último, la fuente de energía explicaría el incremento de grasa, debido a que la fermentación ruminal del forraje, conlleva a una alta relación acético: propiónico, mientras que la fermentación de granos incrementa la relación inversa (Luther y Trenkle, citados por Murphy et al., 1994). La producción de propiónico, hace incrementar la

secreción de insulina (Bines y Hart, citados por Murphy et al., 1994), lo que estimula la síntesis de proteína y grasa (Bines y Hart, Weekes, citados por Murphy et al., 1994).

Algunas de esas diferencias en la composición tisular de la canales entre los diferentes tipo de alimentación, se deben al efecto causado por los rangos de crecimiento en la partición de la energía para la ganancia de tejidos (Murphy et al., 1994).

2.5.2.5 Alimentación y tejido óseo

Según Borton et al. (2005), animales que terminan el engorde sobre pasturas, y que se faenan a un peso mayor a los convencionales (77 kg), contienen una mayor cantidad total de tejido óseo, respecto a animales alimentados con concentrados, y faenados en las mismas condiciones.

Animales faenados con 77 kg de peso vivo, presentaron una mayor cantidad de masa ósea de disección en la pierna, lomo y rack, y mayor porcentaje en peso en el total de la media canal, en comparación con los animales faenados con 52 kg de peso vivo.

A su vez, a un mismo peso vivo, animales alimentados en base a pasturas presentaron una mayor cantidad de masa ósea de los cortes antes mencionados, que los alimentados con concentrado. En términos relativos, también los animales terminados a pasturas presentaron mayor porcentaje de tejido óseo, que los terminados con concentrado. Esto es debido básicamente al efecto de dilución que se constata en estos últimos por la cantidad de tejido adiposo que presentaron los mismos.

Por otra parte, Murphy et al. (1994), mencionan que si bien puede existir un pequeña diferencia, de significancia cuestionable, entre el peso de la media canal de animales alimentados a concentrados y los análogos alimentados en base a forraje, encontraron el mismo peso óseo en ambos tratamientos, por lo que el sistema de alimentación no estaría influenciando en el desarrollo del tejido esquelético

Rouse et al., citados por Borton et al. (2005), encontraron que corderos faenados con 50 kg de peso vivo, habían llegado al 75 % del peso maduro del tejido óseo, pero sólo un 50 % de la madurez del tejido muscular, y apenas un 33 % del tejido adiposo.

Para Rouse et al., citados por Murphy et al. (1994), señalan que la secuencia de maduración sería en el siguiente orden: hueso, músculo y grasa. La energía consumida, se repartiría en el mismo orden de prioridades, hasta que cada tejido específico haya alcanzado su máxima deposición. La cantidad de energía ingerida a través de la alfalfa, puede ser la suficiente para alcanzar los requerimientos de deposición de tejido óseo y muscular, pero no así para el crecimiento de grasa.

Por otra parte Borton et al. (2005), encontraron que corderos sacrificados con 52 kg de peso vivo, presentaron, 77, 64 y 55 % más de hueso, músculo y grasa respectivamente respecto a los corderos faenados a 77 kg de peso vivo.

Por último, las tasas de crecimiento de estos tres tejidos (muscular, óseo y adiposo para la pierna, rack, lomo y paleta), fueron mayores en el caso de los animales alimentados con concentrado en comparación con aquellos alimentados sobre pasturas. Murphy et al., citados por Borton et al. (2005), mencionan que corderos alimentados con concentrados, demoraron 33 días menos en llegar al peso de sacrificio (48 kg), y crecieron un 50 % más rápidos y presentaron un 50% más de tejido adiposo en la canal que los engordados en alfalfa.

Es así que la fuente de energía debería jugar un importante papel en la partición de nutrientes en la canal. También el nivel de consumo diario de energía, probablemente intervenga en la partición de los nutrientes, que tengan como destino la formación de tejido adiposo versus tejido muscular.

2.5.3 Órganos y vísceras

Cambios en los programas de alimentación durante el período de rápido crecimiento del animal, puede influenciar en el desarrollo de los órganos, resultando en una alteración en los requerimientos energéticos de mantenimiento e influenciando así en la eficiencia de conversión alimento en carne (Jenkins y Leymaster, citados por Sobrinho et al., 2003).

Por tanto, son probables las interacciones entre voluminosos y concentrados, ingestión de alimentos y la digestibilidad de éstos, son esperadas, influyendo en la producción de los diferentes tejidos.

Según Huidobro y Cañeque, citados por Sobrinho et al. (2003), el conocimiento de los cambios en los pesos de los órganos es esencial para entender factores que afectan la producción de carne ovina, considerando la relación existente entre la producción de órganos vs. actividad metabólica por unidad de peso.

Sobrinho et al. (2003) trabajaron con corderos a los cuales se les aplicaron dos tratamientos, que consistieron en dos dietas con distinta relación concentrado/voluminoso. Los animales alimentados con una dieta base de 30% voluminoso:70 % concentrado y faenados con 34 kg de peso vivo, obtuvieron un mayor peso de hígado, páncreas, tiroides y pulmones con tráquea, y menores pesos de glándulas anexas, respecto a sus pares alimentados con una dieta con una relación 50% voluminosos: 50 % concentrado a igual peso de faena.

Por otra parte, para la tiroides y las glándulas anexas, se verificaron interacciones entre la relación voluminoso/concentrado y el peso al sacrificio, donde para animales que se faenaron con 34 kg de peso vivo, los que fueron alimentados con una dieta 30 % voluminoso: 70 % concentrado, presentaron mayor porcentaje de tiroides en relación al peso vivo, respecto a los que se alimentaron con una dieta 50 %: 50 %. Mientras que para una misma relación de voluminoso y concentrado (50 %: 50 %), los animales faenados con 34 kg de peso vivo, presentaron un menor porcentaje glándulas anexas (en % de peso vivo lleno), respecto a los faenados con 30 kg de peso vivo (**Cuadro 44**).

Cuadro 44. Porcentaje de órganos en relación al peso vivo lleno al sacrificio, de corderos recibiendo diferentes relaciones voluminoso (v): concentrado (c), y sacrificados a los 30 o 34 kg de peso vivo lleno

Órganos	Relación V:C**		PV lleno al sacrificio (kg)		Promedio	CV (%)
	50/50	30/70	30	34		
Lengua	0.23	0.23	0.25a	0.21b	0.23	13.50
Corazón	0.44	0.47	0.48a	0.43 b	0.45	11.50
Pulmones con tráquea	1.25	1.38	1.44a	1.19 b	1.31	12.00
Diafragma	0.50	0.51	0.54a	0.46 b	0.50	15.30
Hígado	1.85	2.05	2.07	1.83	1.94	13.40
Páncreas	0.14b	0.17a	0.17a	0.14 b	0.15	15.90
Timo	0.35	0.32	0.36	0.31	0.30	33.90
Tiroide*	0.01	0.01	0.01	0.01	0.005	18.10
Adrenal	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	29.90
Bazo	0.14	0.16	0.17a	0.13b	0.15	22.30
Riñones	0.31	0.36	0.34	0.33	0.34	22.72
Vejiga	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	25.42
Testículos	0.33	0.40	0.33	0.37	0.35	33.30
Glándulas anexas*	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	20.70

Referencias * = Interacción entre relación V : C y peso al sacrificio (P<0,05). ** = Relación voluminoso: concentrado. Medias con letras diferentes para cada factor (relación V:C o peso al sacrificio), en cada línea, son diferentes entre sí (P < 0,05); CV (%) = Coeficiente de variación.

Fuente: Sobrinho et al. (2003).

Osório et al., citados por Sobrinho et al. (2003), trabajaron con corderos Corriedale sacrificados a los 28.6 kg de peso vivo lleno, y obtuvieron valores inferiores (en peso y en porcentaje de peso vivo lleno) para hígado, riñones, bazo y diafragma, valores semejantes para los pulmones con tráquea, y superiores para el corazón, en comparación

con los animales sacrificados a los 30 kg de peso vivo en otro ensayo, realizado por Sobrinho et al. (2003).

Peña et al., citados por Sobrinho et al. (2003), verificaron una reducción en los porcentajes de bazo y riñones, y un incremento en los testículos respecto al porcentaje de peso vivo vacío, cuando los animales aumentaban de edad y peso al sacrificio. En ese mismo experimento, también encontraron que los porcentajes de pulmones con tráquea, corazón e hígado, se mantuvieron constantes en determinados intervalos de edades y peso considerados. Estos resultados son discordantes con los hallados por Sobrinho et al. (2003).

Por otra parte, Tovar, citado por Sobrinho et al. (2003), estudió los órganos de corderos de diferentes edades y pesos, donde el corazón y las mollejas, representaron mayores porcentajes en peso vivo en los ovinos jóvenes. Mientras el bazo se mantuvo en un porcentaje constante para las diferentes edades, el hígado mostró un pequeño incremento y los riñones una reducción cuando aumentaba la edad (47 días vs. 110 días).

Para Sobrinho et al. (2003), el desarrollo de los órganos no solo depende de la edad y la etapa de crecimiento del animal, sino también del plano nutricional al que éste esté sometido.

Estos autores mencionan que los valores absolutos de los pesos de órganos no varían con la relación voluminoso: concentrado, mientras que sí lo hacen en porcentaje al peso vivo al sacrificio. Es así que dietas con mayor cantidad de concentrado, presentaron mayores valores de páncreas en porcentaje al peso lleno, vacío, y en proporción al total de los órganos, sugiriendo esto una mayor demanda energética por unidad de peso vivo. Esta mayor demanda energética podría estar explicada por una mayor producción de amonio, la cual proviene de una mayor degradación ruminal de los alimentos concentrados, proporcionando esto un incremento en la concentración energética y amoniacal, la cual, al no ser utilizada totalmente por la microflora ruminal, es absorbida por el epitelio de este mismo órgano y eliminada a través del ciclo de la urea en el hígado, con su respectivo costo energético (Reynolds, citado por Sobrinho et al., 2003).

La tendencia de tener una relación directa el crecimiento del páncreas respecto al hígado, avalaría lo mencionado en el párrafo anterior.

2.6 CALIDAD DE CARNE

2.6.1 Introducción

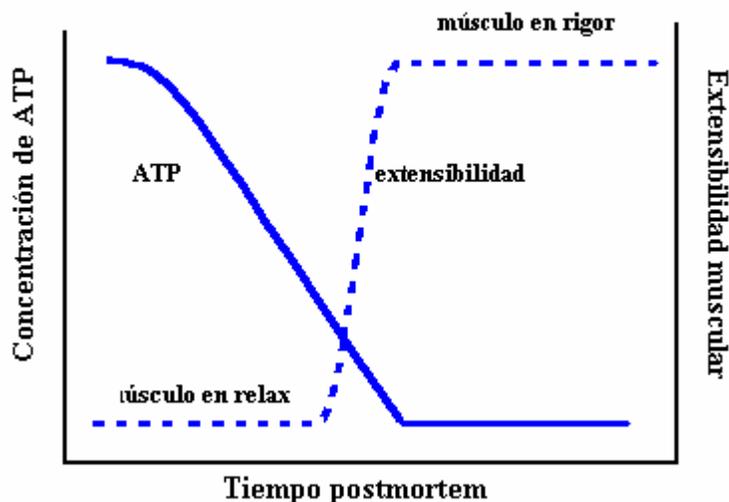
En primer lugar es importante definir los procesos metabólicos que suceden para convertir el músculo del animal en carne.

Durante la muerte del animal se dan tres procesos: agotamiento del oxígeno (O₂), agotamiento de sustrato e inhibición de enzimas. Esto tiene como consecuencia la disminución, y posterior suspensión del metabolismo normal del músculo. Al no circular más oxígeno en el cuerpo del animal, la cadena respiratoria depende de las reservas de O₂ que quedan en el tejido muscular para poder continuar con los procesos metabólicos de liberación de energía. Al agotarse estas reservas, la cadena de electrones cesa, y como consecuencia también lo hace la producción de ATP (Gregory, citado por Jiménez de Aréchaga et al., 2002).

Posteriormente se da otro proceso muscular, el *rigor mortis*, mediante el cual el músculo queda rígido e inextensible de manera irreversible (Pearson, citado por Jiménez de Aréchaga et al., 2002). Esto se da por la falta de energía y la posterior acumulación de calcio (Ca²⁺) en el interior del sarcoplasma, manteniéndose el músculo contraído (Gregory, citado por Jiménez de Aréchaga, et al., 2002).

Como se ve en la **Figura 1**, la pérdida de extensibilidad ocurre lentamente al principio y seguidamente con gran rapidez (Lawrie, citado por Jiménez de Aréchaga, et al., 2002). El tiempo de aparición de la fase rápida del *rigor mortis* (a una temperatura dada) depende directamente del nivel de ATP (Bendall, citado por Jiménez de Aréchaga, et al., 2002).

Figura 1. Relación entre el agotamiento de ATP y la instalación del *rigor mortis*.

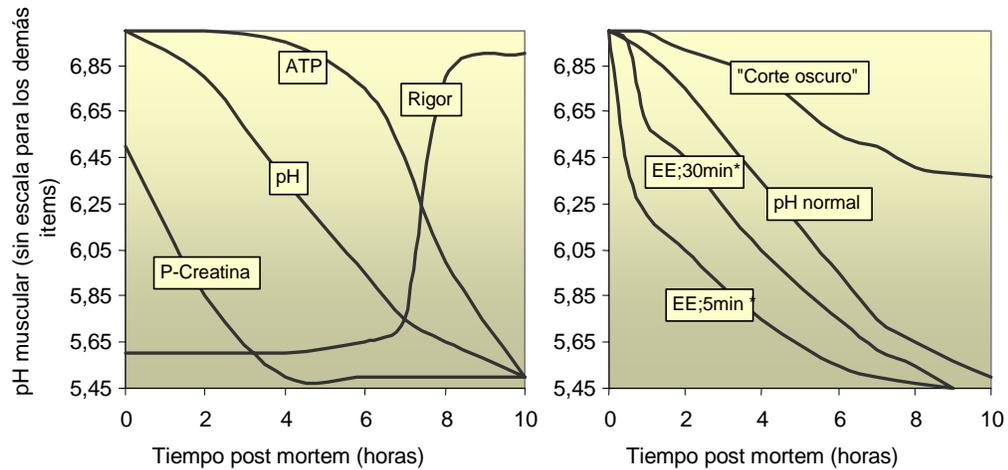


Fuente: adaptado de Warris, citado por Jiménez de Aréchaga et al. (2002).

En resumen, los cambios bioquímicos que se suceden en el período *pos mortem* temprano cuando se está instalando el *rigor mortis* son: agotamientos de la principales

fuentes de energía (ATP, CP y glucógeno) y la acumulación de ácido láctico en el músculo, y como consecuencia de esto, una disminución en el pH (Jiang, 1998) (**Figura 2**).

Figura 2. Cambios que ocurren en el músculo durante el proceso *post mortem* asociados a diferentes factores



Nota: * EE (Estimulación eléctrica, tiempo *post mortem*).
Fuente: Purchas, citado por Camesasca et al. (2003).

La calidad integral de los alimentos es un concepto asociado a la innovación concurrente en aspectos relacionados con inocuidad, nutrición, características sensoriales, estabilidad, procesos de preservación y gestión de la calidad, incluyendo la trazabilidad y el cuidado del medio ambiente (Pensel et al., 2004).

Según la Norma IRAM-ISO 9000:2000, se define “calidad” como el grado en que un conjunto de características inherentes del producto cumplen con los requisitos establecidos por el cliente. El cliente es la organización o persona que recibe un producto: consumidor, usuario, etc.

Beriain et al. (2000) mencionan que el concepto de calidad de carne es muy difícil de definir, debido a lo subjetivo que son los atributos comercialmente importantes para la evaluación de ésta, como el color, la textura, jugosidad y flavor. Estos autores, indican que para el consumidor la calidad incluye una serie de características que hacen a la carne cocida comestible, atractiva, apetecible y nutritiva. Es por eso mejor hablar de la “calidad que el consumidor percibe”, más que calidad de carne.

Para poder medir la calidad de la carne, el consumidor utiliza distintas herramientas. Si el producto es comercializado sin marca y sin etiqueta, el consumidor basa su evaluación en la apariencia de la carne, utilizando básicamente el color y el contenido de

grasa (Grunert et al., 2004). Por otra parte, la terneza, la jugosidad y el sabor asumen importancia una vez que la carne es degustada la carne (Brito et al., 2002).

Lawrie, citado por Jiménez de Aréchaga et al. (2002) sostiene que el color, la capacidad de retención de agua, y algunos de los olores de la carne son detectados antes y después de su cocción y proporcionan al consumidor una sensación más prolongada que la jugosidad, la textura, gusto y olores durante la masticación.

Para Bianchi (2007), la calidad de la carne y la grasa es afectada por factores de producción tales como la raza, sexo y largo de lactancia, la edad y peso al sacrificio y el tipo de músculo al que se haga referencia; factores pre-sacrificio y sacrificio; factores post-sacrificio: tiempo de refrigeración y maduración. A su vez este mismo autor, menciona que la calidad de la carne depende del músculo al que se haga referencia. Estas diferencias responden a las variaciones en el contenido y proporción del tipo de fibras, ya sean éstas rojas o blancas (Forrest et al., Lawrie, Warris, citados por Bianchi, 2007), que difieren en sus características morfológicas, bioquímicas y fisiológicas, originando características de calidad particulares para cada músculo (**Cuadro 42**).

Por último, para Risvik, citado por Martínez (2007), señala que el primer aspecto que el consumidor considera a la hora de comprar carne es el color y el contenido de grasa de cobertura e infiltrada; durante el consumo tras la preparación culinaria se valoran otras características como el olor, el sabor y la terneza.

2.6.2 Características que la afectan

La calidad de la carne está influenciada por factores previos al sacrificio que determinan la composición del músculo, debido a varias reacciones bioquímicas posteriores a la faena, y por factores técnicos, los cuales determinan la intensidad de estas reacciones (**Figura 3**).

Figura 3. Factores que afectan la calidad de la carne

FACTORES DE PRODUCCIÓN	
BIOLOGICOS	SISTEMAS DE PRODUCCION
Raza	Medio ambiente
Sexo	Manejo
Productividad	Nutrición
Sensibilidad al estrés	Peso al sacrificio
	Enfermedades



Composición
cuantitativa



CALIDAD DE
CARNE

FACTORES TECNOLÓGICOS	
FAENA	POST – FAENA
Transporte	Cámara de Frío
Descarga	Maduración
Noqueo	Empacado
Higiene	Cocción

→ Estructura

Fuente: adaptado de Beriain et al. (2000).

Luego del sacrificio, hay una serie de factores físico - químico y cambios bioquímicos en el músculo esquelético, que incluye el establecimiento del rigor mortis y

una fase de maduración (aspectos ya mencionados anteriormente). El largo de maduración utilizado depende de la especie que se trate. Estos cambios determinan la calidad organoléptica de la carne ovina y cuan apropiada está la misma para su empaque. La calidad organoléptica de la carne es determinada por características sensoriales relacionadas al color, textura, olor, flavor y jugosidad.

2.6.3 Textura

Según Brito et al. (2002), la terneza se sitúa como el factor más importante dentro del concepto de calidad y es determinante en la repetición de la compra por parte de los consumidores.

Cañeque et al. (2003) define la terneza como la facilidad con la cual la carne se deja cortar y masticar. El autor sostiene que existen dos factores principales que determinan la terneza: por una parte el colágeno (tanto por su cantidad como por su naturaleza), y por otra, la miofibrilla (por su estado de contracción y su grado de maduración). También agrega que para una amplia gama de músculos la terneza es muy dependiente de su contenido de colágeno.

A su vez, la terneza está relacionada con la raza, existiendo diferencia entre éstas asociadas a las características de los músculos. Razas con músculos que presentan mayores contenidos de fibras blancas o músculos con mayor susceptibilidad a la degradación proteolítica durante la madurez, producen carnes más tiernas (May, citado por Beriain et al., 2000). En las carnes de cordero no hay mucha variación en la terneza, si el manejo del frío post – faena es correcto.

Por otra parte, para Bianchi (2007) el efecto de la raza sobre la calidad de la carne y de la grasa es relativamente poco importante, encontrándose algunas diferencias en la textura instrumental y sobre todo en la terneza de la carne de corderos, dependiendo si estos son puros o producto de cruzamientos con razas carniceras (**Cuadro 45**).

Cuadro 45. Calidad de la carne de corderos pesados Corriedale y cruza. Media y desvío estándar.

Tipo genético	Textura 24 h (Kg)
Corriedale puro	4.0 (± 1.9)
Hampshire down x Corriedale	3.7 (± 1.8)
Todos	3.8 (± 1.8)

Fuente: Bianchi (2007).

Bickerstaffe, citado por Brito et al. (2002), afirma que los valores de terneza estandarizados por la industria cárnica tanto en EE.UU. como en Nueva Zelanda, para mantener y acceder a nuevos mercados, deberá tener un valor menor a una fuerza de desgarramiento de 5 kilogramos de fuerza (kgF).

A su vez, San Julian et al. (2007) experimentaron con corderos de la raza Corriedale puros, los cuales fueron sometidos a 4 sistemas diferentes de alimentación: solamente a pastura, pastura más concentrado (asignación al 0.6 % del peso vivo/animal), pastura más concentrado (asignación al 1.2 % del peso vivo/animal), y concentrado *ad libitum* (incluyendo heno de alfalfa a voluntad). En este mismo ensayo se realizaron mediciones para evaluar la dureza de la carne a los 20 días *pos faena*. Los valores WB (Warner Bratzler) fueron más altos para las dietas con menores niveles de concentrado. Es decir, los animales que fueron alimentados con dietas ricas en granos, presentaron carne más tierna. En parte, este hecho se podría explicar porque los animales sometidos a dietas de inferior calidad nutritiva, presentaron menores coberturas de grasa, y al ser probablemente sometidas a temperaturas muy bajas en la cámara, pudieron sufrir un acortamiento por frío (cold shortening) de la fibra muscular, el cual pudo afectar el nivel de terneza de la misma.

Brito et al. (2002) en un ensayo en el cual se evaluaron 246 canales (machos castrados y hembras) de la raza Corriedale y con una edad no menor a 12 meses, provenientes de pasturas mejoradas, encontraron valores de terneza promedio de 2.55 kgF de los cortes del músculo *Longissimus dorsi*, con una maduración de 10 días. En tanto, Koohmaraie, citado por Camesasca et al. (2002) encontró valores de fuerza de desgarramiento de 3.34 kgF y 3 kgF para un período de maduración de 7 y 10 días, respectivamente.

Pike et al., citados por Jiménez de Aréchaga et al. (2002), recomiendan una tasa de glicólisis intermedia, representada por un pH a las 3 horas de 6,1, para producir carnes más tiernas. A su vez, Locker, citado por Iglesias et al. (2003), señala que los animales jóvenes son los que poseen mayor terneza en sus cortes, particularmente aquellos de mayor valor económico.

Camesasca et al. (2002) no tuvieron diferencias en la terneza de la carne, a pesar de obtener diferencias en distintas determinaciones de temperatura y pH, y sugieren que los 10 días de maduración en cámara de frío sería la explicación de esta resultante, debido al importante efecto que tiene la misma en homogeneizar distintos niveles de terneza obtenidos en los animales al momento de la faena (Brito et al., Koohmaraie et al., citados por Camesasca et al., 2002).

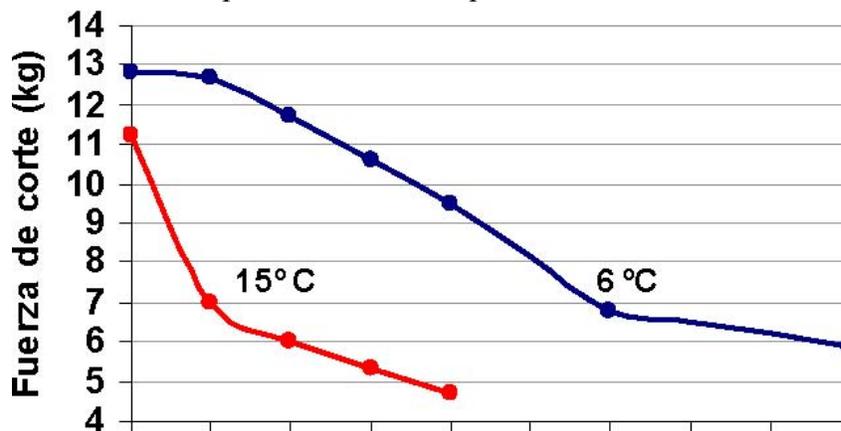
Montossi et al. (2004), evaluando valores de terneza para corderos pesados Corriedale, machos castrados, con canales de 19.4 ± 2.2 kg, encontraron valores de dureza (WB) de 2.85 y 2.57 a los 7 y 20, días respectivamente.

A su vez, el menor o mayor grado de engrasamiento puede influenciar en la terneza de la carne de diferentes formas, ya sea por efectos de aislamiento contra el frío, efecto de dilución en la cantidad de componentes potenciales de la dureza de los tejidos

conectivos y fibras musculares, hasta efectos de lubricación, siendo este último más importante en evaluación de paneles de degustación (Purchas, citado por Iglesias et al., 2003).

La temperatura a la cual las canales son almacenadas afecta la velocidad de las reacciones químicas que ocurren en los tejidos musculares. Es deseable reducir la temperatura del músculo después de la muerte del animal para minimizar la pérdida de proteína e inhibir el crecimiento de bacterias, pero a la vez, rápidas reducciones en este factor pueden afectar la calidad de la carne, causando acortamiento por frío y, por lo tanto, disminuyendo su grado de terniza (Brito, citado por Silveira, 2008). La tasa a la que disminuye la fuerza de corte (mejora la terniza) es mayor a altas temperaturas).

Figura 4. Efecto de la temperatura durante el período de maduración sobre la terniza.



Fuente: Purchas, citado por Silveira (2008).

Una temperatura de 15 °C al comienzo del *rigor mortis* parece ser óptima para maximizar la terniza; debido a que minimiza el acortamiento por frío y no afecta negativamente la proteólisis (Geesink et al., citados por Silveira, 2008).

2.6.4 Color

Cañeque et al. (2003) sostiene que el color de la carne es estéticamente una de las características más importantes en lo que a calidad respecta y agrega que el consumidor establece no sólo una relación entre color y frescura, sino también entre color y calidad, aunque esta última relación no siempre existe.

Beriain et al. (2000) mencionan que el color de la carne es uno de los criterios más importantes en la elección inicial por el consumidor, y está relacionado con la concentración de pigmentos, principalmente mioglobina, el estado químico de la

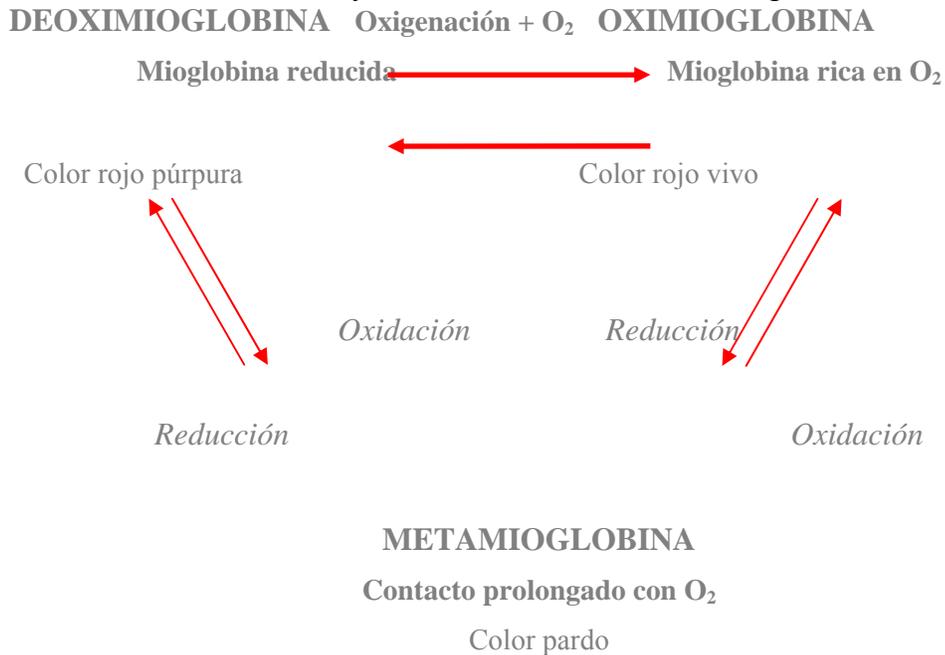
mioglobina en la superficie de la carne, la estructura y el estado físico de las proteínas de la carne y la proporción de grasa intramuscular.

Las diferencias en el color de la superficie de la carne provienen del estado químico de las moléculas de mioglobina (**Figura 5**), cuya forma más importante es la oximioglobina, presentándose ésta solamente en la superficie de la carne, pero sumamente importante debido a que representa el rojo brillante que desean los consumidores (Lawrie, 1998). Según Cañeque et al. (2003), el color es consecuencia del estado de una capa fina de la superficie de la carne (no excede de 8 mm.) y también depende de la estructura del músculo que absorbe o refleja más o menos luz, permitiendo en menor o mayor medida la penetración de la luz.

Seideman y Crouse, citados por Beriain et al. (2000), sostienen que valores de pH por debajo de 5.5 (punto isoeléctrico de las proteínas) da como resultado una estructura muscular más abierta, incrementándose la difusión de luz entre las miofibrillas del músculo, lo que a su vez, hace que la superficie de la carne donde se efectuó un corte sea más oscura.

Cañeque et al. (2003) sostiene que según la velocidad con que es formada la metamioglobina varía con la velocidad con que se decolora la carne durante la conservación y enumera varios factores causantes: la temperatura, la edad del animal, el tipo de músculo, la presión de oxígeno, el sistema de envasado, el poder reductor de la carne, los estabilizadores de color, el pH y la alimentación del animal.

Figura 5. Coloración de la carne y estados de oxidación de la mioglobina.



Fuente: adaptado de Cañeque et al. (2003).

Para evaluar diferentes los diferentes características las cuales el color hacer referencia a la calidad, se utilizan diferentes parámetros L*, a* y b*. L*, representa el grado de relfectancia de la luz, o sea el brillo (L* altos, determinan colores pálidos de apariencia); a*, representa la escala de colores entre el rojo y el verde (valores altos de a* determinan una mayor intensidad de rojo; b*, es la escala entre el amarillo y el azul (valores altos de b* determinan una mayor intensidad de amarillo) (San Julian et al., 2003). Estos mismos autores sostienen que los rangos deseables de estos tres parámetros del color de la carne, dependen de las características socio-culturales de los consumidores a los cuales esté destinada la misma. Por ejemplo, para carne ovina producida esencialmente bajo un régimen alimenticio en base a pasturas, los rangos normales que se aceptan internacionalmente son: L*: < 40; a*: entre 14 y 22; b*: <10.

El color también varía con la raza y la aptitud de ésta de producir carne o leche. La mayor precocidad las razas lecheras, implica una mayor deposición de grasa que los animales carniceros (Wood et al., Butler-Hogg et al., citados por Beriain et al., 2000) y una mayor concentración de mioglobina como resultado de una mayor demanda de oxígeno (Renerre, citado por Beriain et al., 2000). Sañudo et al., citados por Beriain et al. (2000), no encontraron diferencias en los contenidos de pigmentos, ni tampoco en los parámetros L, a y b del *Longissimus dorsi* de canales de 10 - 12 kg de cordero raza Aragonesa, Lacaune y Merino Alemán.

El tipo de músculo afectó todas las características de calidad estudiadas. Los registros más bajos de pH y de las coordenadas L*, a* y b*, se encontraron en el músculo *Semimembranosus*. La carne de este músculo a su vez, presentó valores más altos en textura, compatible con los valores más bajos en longitud de los sarcómeros (**Cuadro 46**).

Cuadro 46. Calidad de la carne de 5 músculos de corderos.

Músculo	pH 24 h.	Color			Pér. por cocc. (%)	Text. 24 h. (kgF)	Long. del sarcóm. (mic.)
		L*	a*	b*			
<i>Glúteo bíceps</i>	5.7	37.6	17.8	9.4	24.5	4.4	1.56
<i>Longissim us dorsi</i>	5.7	37.8	17.4	9.8	22.4	4.4	1.70
<i>Psoas</i>	5.7	40.5	19.3	10.1	26.5	3.4	2.86
<i>Semimem- branosus</i>	5.6	36.2	16.4	9.0	29.3	5.7	1.59
<i>Semiten- dinosus</i>	5.7	47.5	15.7	12.3	30.9	4.0	2.55
Todos: media	5.7	39.9	17.3	10.1	26.7	4.4	2.05
Todos: desvío estándar	(± 0,12)	(± 5,2)	(± 2,4)	(± 1,6)	(± 2,5)	(± 0,8)	(± 0,5)

Referencias: L*: brillo (L* altos, determinan colores pálidos de apariencia); a*, representa la escala de colores entre el rojo y el verde (valores altos de a* determinan una mayor intensidad de rojo; b*, es la escala entre el amarillo y el azul (valores altos de b* determinan una mayor intensidad de amarillo), Pér. por cocc.: pérdidas por cocción; Text. 24 h.: textura a las 24 horas; Long. del sarcóm.: longitud del sarcómero.

Fuente: Bianchi (2007).

El músculo *Semitendinosus* presentó los mayores valores de índice de luminosidad y en el índice de amarillo, mientras que registró los valores más bajos en el índice de rojo. Las pérdidas de peso durante la cocción resultaron las más altas en este músculo, presentando registros intermedios en fuerza de corte y longitud del sarcómero.

El músculo *Psoas* presentó los vaores de índice de rojo más altos, registros intermedios en las coordenadas L* y b* del color, también en las pérdidas por cocción, destacándose como el más tierno y el de menor acortamiento, en virtud de su mayor longitud de sarcómero. Los músculos *Longissimus dorsi* y *Glúteus bíceps* tendieron a presentar registros intermedios en casi todas las características, a excepción de las pérdidas por cocción más bajas y de los valores más altos en el índice de rojo, respectivamente (Bianchi, 2007).

De esta manera, en términos generales existe coincidencia respecto al color más intenso del músculo *Psoas* (Sañudo, citado por Bianchi, 2007) y *Glúteo bíceps* (Torrescano et al., citados por Bianchi, 2007), a la carne más clara del *Semitendinosus* (Shackelford et al., Matthews et al., Torrescano et al., Rhee et al., citados por Bianchi, 2007), que contrapone con la carne más tierna (Shackelford et al., Matthews et al., Sañudo et al., Torrescano et al., Koohmaraie et al., citados por Bianchi, 2007) y menos propensa al acortamiento del *Psoas* (Torrescano et al., Rhee et al., Koohmaraie et al., citados por Bianchi, 2007).

El genotipo no afectó los factores de la calidad de la carne tales como el pH y el color medido a través de los parámetros L, a y b (Bianchi et al., 2006). Las diferencias raciales en ovinos, a igualdad de otros factores, no parece afectar de manera significativa los parámetros de calidad de carne mencionados anteriormente (Sañudo et al., Purchas et al., Rodríguez et al., Bianchi, citados por Bianchi et al., 2006).

Por otra parte, la intensidad de color se incrementa con la edad del animal, debido al incremento en la concentración de mioglobina en la carne (Jacobs et al., Morbidini et al., citados por Beriain et al., 2000). El incremento es rápido en las primeras etapas del desarrollo del animal, pero luego se estabiliza.

Sañudo et al., citados por Beriain et al. (2000), encontraron mayores cantidades de pigmentos y un menor valor en la luminosidad (L^*) en la carne de corderos de 28 a 30 kg de peso vivo respecto a corderos de 23 a 25 kg de raza Aragonesa, Lacaune y Merino Alemán. Horcada, citado por Beriain et al. (2000) encontró un mayor valor para luminosidad (L^*) en carne de corderos de la raza Aragonesa y Lacha pesando 12 y 24 kg de peso vivo, respectivamente, respecto a los que pesaron 36 kg de peso vivo.

Finalmente, la nutrición y el ejercicio son otros factores que afectan el color de la carne. Sobre la primera, la diferencia se ve en corderos alimentados con leche materna, donde la carne de estos animales es más pálida debido al bajo contenido de hierro en la leche de oveja (Lawrie, citado por Beriain et al., 2000). El incremento en la pigmentación de la carne de animales destetados, es debido al mayor contenido de hierro en dietas ricas en forrajes y concentrado. Kirby, citado por Beriain et al. (2000), demostró que alimentando los animales con un suplemento vitamínico de 500 UI de vitamina E, aumenta la vida útil de la carne en góndola en 4 días más. Esto no mejoró al aumentar el nivel de vitamina E (1000 UI) o vitamina E enriquecida con selenio.

San Julián et al. (2007) analizaron el color de la carne según tipo de alimentación y en diferentes etapas. Durante la etapa de maduración, no se vieron diferencias en el brillo de la carne entre los animales que fueron alimentados con diferentes tipos de dieta, pero si se vieron diferencias en este atributo al momento del desosado.

A su vez, se puede constatar que los animales confinados (100% concentrado *ad libitum*) presentaron los valores más bajos del parámetro a^* , por lo que habría una tendencia a que tuvieran un color rojo menos intenso. Según San Julián et al. (2007) existe bastante información experimental que determina que la carne procedente de animales alimentados con concentrado, es más clara y de color rojo menos intenso que la de animales alimentados a pasto.

Por otra parte, Bianchi (2007) menciona que los valores de a^* que ha hallado en sus trabajos experimentales, han sido ligeramente superiores a los encontrados por trabajos realizados en Europa mediterránea, donde los corderos se sacrifican a menor edad y reciben como alimentación concentrado y leche, frente a los corderos de mayor edad y alimentados en las últimas etapas de su vida únicamente a pasto, como sucede en Uruguay.

Los valores de b^* (niveles de amarillo) son más altos para los animales que fueron alimentados con un mayor nivel de concentrado. Sañudo et al., citados por San Julián et al. (2007), trabajando con corderos en un sistema de alimentación basado en el uso de concentrados más heno en encierro completo a corral, obtuvieron similares tendencias en los resultados en cuanto a luminosidad (L^*), nivel de rojo (a^*) y nivel de amarillo (b^*). Estos resultados fueron en corderos de baja edad, con pesos menores a 25 kg y las determinaciones en las canales fueron realizadas a las 48 horas *pos faena*.

Los músculos usados para caminar son más oscuros debido a los mayores requerimientos de oxígeno para la liberación de energía en el músculo. Es así que el músculo locomotor *Extensor carpi radialis* es más oscuro y tiene más concentración de mioglobina que el músculo de soporte *Longissimus dorsi* (Cross et al., citados por Beriain et al., 2000)

2.6.5 Flavor

El flavor es uno de los factores más importantes en determinar la aceptación de la carne por parte del consumidor (Beriain et al., 2000), y se define como el aroma y el gusto de la carne, donde la grasa hace el principal aporte (Brito et al., 2002). El olor y el sabor son las sensaciones más difíciles de medir objetivamente (Lawrie, 1998).

El flavor básico de la carne está relacionado a los componentes del agua soluble dentro de la carne, tales como azúcares, aminoácidos y nucleótidos, los cuales son comunes entre diferentes especies. Sin embargo, el flavor característico de cada especie, está determinado por las proporciones de diferentes ácidos grasos en la grasa, y particularmente por los ácidos grasos insaturados, los cuales son más susceptibles a la oxidación para dar compuestos volátiles de bajo peso molecular como aldeídos, cetonas, hidrocarburos y alcohol, que contribuyen al aroma de la carne. Los fosfolípidos,

los cuales son ricos en ácidos grasos poliinsaturados, también juegan un papel importante en el flavor de la carne.

La raza, el sexo, el sistema de producción y tratamientos de la carcasa en la post-faena, pueden afectar la grasa de la carcasa y así el flavor de la carne (Rousset-Akrim et al., Young et al., citados por Beriain et al., 2000).

Pequeñas cantidades de grasa intramuscular, las cuales son necesarias para lubricar las fibras musculares, afectan el flavor y la jugosidad de la carne cocinada. La predisposición a la oxidación de ácidos grasos libres (linoleico, C18:2 y araquidónico, C 20:4) de las diferentes fracciones de lípidos, especialmente fosfolípidos en las membranas celulares de los músculos y los adipocitos (Christie, citado por Beriain et al., 2000) contribuyen a la aparición de compuestos volátiles, responsables también del aroma de la carne (Rhee, citado por Beriain et al., 2000)

La metodología utilizada para evaluar el flavor, es subjetiva. El análisis sensorial, es un método para analizar e interpretar las reacciones frente a características de la comida y los materiales percibidos por los sentidos de la vista, olor, sabor, tacto y sonidos. Las sensaciones experimentadas por los consumidores no son características intrínsecas de la comida, sino que son el resultado de una interacción entre el alimento y el consumidor. Los diferentes métodos para evaluar esa propiedad de la carne, no son excluyentes, sino que se complementan entre sí, dándonos una mejor información.

Incrementos en el peso vivo están asociados a incrementos en flavor, el cual puede llegar a un tope indeseable (Hawkins et al., Ouali, Rousset-Akrim et al., citados por Beriain et al., 2000). Gorraiz et al., citados por Beriain et al. (2000), hallaron que el peso vivo influye sobre algunos atributos del aroma y flavor en la carne de corderos raza Lacha y Aragonesa. Corderos más pesados de ambas razas, tuvieron diferente olor y flavor y un retrogusto más intenso en carne cocida. Corderos de 12 kg de peso vivo, amamantados, tuvieron un mayor puntaje en el panel de degustadores para el olor y flavor, respecto a corderos que pesaron 24 kg previo al sacrificio, los cuales eran alimentados con concentrado.

Por otra parte, Field et al. (1978), cuando alimentaron corderos enteros utilizando silo de maíz como fuente de fibra y grano entero de maíz como fuente de energía, la carne de los animales mostraron un flavor más suave a medida que se incrementaba la concentración de grano de maíz en la dieta, en detrimento de la de silo de maíz. Los corderos alimentados con mayor cantidad de grano, alcanzaron más rápido el peso de faena, llegando al sacrificio a una edad más joven que los otros. El hecho de faenarse más joven, así como los altos niveles de energía en la dieta, pueden ser los factores que expliquen el flavor más suave de dichos animales, respecto a sus análogos alimentados con más silo de maíz. Contrariamente a lo explicado anteriormente, cuando la fuente de fibra fue alfalfa y la de energía grano de maíz, los corderos que se alimentaron con

mayor proporción de alfalfa en la dieta (respecto al grano de maíz), presentaron un flavor más suave. Como conclusión estos autores mencionan que estaría faltando más información como para poder explicar la interacción entre el grano de maíz, el tipo de alimento utilizado como fuente de fibra y el flavor de los animales.

A su vez, el flavor no estaría asociado al perfil de ácidos grasos, o sea, a las diferencias de composición de los ácidos grasos insaturados y poliinsaturados (Field et al., 1978).

Con la excepción de la jugosidad en los corderos alimentados en una dieta basada en alfalfa, el efecto de la dieta en el aroma, jugosidad y terneza nos fue significativo (Field et al., 1978).

Shahidi y Rubin, citados por Jiménez De Aréchaga et al. (2002), sostienen que el sabor está influenciado por la genética y el ambiente; siendo la especie el factor genético más importante, y la fuente de alimentación el factor ambiental más importante.

2.6.6 Jugosidad

La jugosidad de la carne es percibida de dos maneras, primero la sensación de humedad en el primer momento de la masticación, producida por la liberación de jugos, seguido por la lenta liberación de suero y el efecto estimulante de la grasa en la secreción de saliva.

La capacidad de retención de agua (CRA) es la habilidad que tiene la carne en retener su agua constitutiva, cuando una fuerza exterior o tratamiento es aplicada a la misma (Beriaín et al., 2000). El CRA es otro factor importante en la calidad ya que afecta a la carne antes y durante su cocción y en su jugosidad al masticar la misma (Lawrie, 1998). El CRA afecta la apariencia externa de la carne, la pérdida de agua durante su preparación culinaria, la impresión de jugosidad que se percibe al consumirla (Mamaqui, citado por Jiménez De Aréchaga et al., 2002), así como la retención de vitaminas, minerales y sales (Beriaín et al., 2000)

El CRA depende fundamentalmente de dos factores: a) tamaño de la banda H, que es la zona sin solapamiento entre los filamentos gruesos y finos, correspondiente a la zona donde únicamente se encuentran los filamentos de miosina, y es donde se retiene el agua, y b) de la existencia de moléculas que aporten cargas y permitan establecer enlaces con las moléculas de agua (López de Torre y Carballo, citados por Jiménez De Aréchaga et al., 2002). El CRA es afectado por la posición de los músculos de la canal, donde los músculos del tercio anterior del animal tienen un menor CRA que los otros (Bouton et al., citados por Beriaín et al., 2000). Estas diferencias pueden ser explicadas por las diferencias en la actividad muscular, porcentaje de fibras rojas, pH y relación agua/proteína.

Offer y Trinick, citados por Lawrie (1998), sostienen que la mayor cantidad de agua en el músculo está presente en las miofibrillas, dentro de los espacios que quedan entre los filamentos gruesos de miosina y los delgados de actina/tropomiosina. Este espacio varía dependiendo del pH, longitud de sarcómero, fuerza iónica, presión osmótica y el estado del músculo pre o post *rigor mortis*.

Otro factor que influye en el CRA, es el peso vivo del animal. En general, incrementos en el peso vivo, reducen el CRA (Kemp et al., Solomon et al., citados por Beriain et al., 2000). Sin embargo, Horcada, citado por Beriain et al. (2000), observó que corderos de la raza Aragonesa y Lacha, faenados a los 24 kg de peso vivo, liberaron agua más fácilmente que corderos sacrificados a los 12 y 36 kg.

Por último, el estrés también afecta el CRA. Animales faenados con bajas reservas de glucógeno en sus músculos como consecuencia de haber pasado una situación de estrés, tienen valores de pH más alto que el punto isoeléctrico de las proteínas, resultando esto en la presencia de radicales libres, los cuales capturan agua, incrementándose así el CRA de la carne (Forrest et al., citados por Beriain et al., 2000).

2.6.7 pH

Uno de los factores más importante en determinar la calidad de la carne es el pH, el cual está relacionado a procesos bioquímicos durante la transformación del músculo en carne (Beriain et al., 2000).

Según Castro (2002) luego de la faena se desencadenan mecanismos de transformación del músculo en carne (fenómenos biofísicos y bioquímicos). Este proceso el autor lo denomina como “*evolución pos mortem*” de la carne y se caracteriza principalmente por un descenso del pH. Este proceso influye en la características organolépticas de la carne (Beriain et al., 2000).

En este sentido, el proceso se desarrolla en forma normal mediante un adecuado manejo: a) a nivel del establecimiento (manejo *ante mortem*), b) en la faena (aspectos higiénicos, sanitarios y tecnológicos), c) en la industrialización post faena (ej: desosado) y d) en el almacenamiento o mantenimiento de la cadena de frío.

El estrés previo al sacrificio puede producir altos niveles de pH *post mortem*. Aunque existen opiniones divergente sobre los efectos del estrés. Brazal y Boccard, citados por Beriain et al. (2000), no encontraron diferencias significativas en los valores promedio de pH en el músculo *Longissimus dorsi* de animales estresados, tranquilizados y animales del tratamiento control, aunque el decremento del pH fue menor en los animales estresados respecto los animales control. Por otra parte Devine et al., citados Beriain et al. (2000), observaron un incremento significativo en el pH final del músculo

en corderos, lo cual estaba directamente relacionado al nivel de estrés al cual éstos eran sometidos.

Para Bianchi (2007), el pH de la carne es una de las principales características que determinan la calidad del producto y está influida por diversos factores que pueden interactuar entre sí determinando la velocidad de descenso y el pH final. Las diferentes situaciones de estrés a las que estén sometidos los animales en el proceso productivo (esquila previo al sacrificio, transporte de los animales, duración de espera en el frigorífico, etc.) culminarán, probablemente, afectando el pH. Éste es el factor principal en determinar las características organolépticas: color, olor y terneza de la carne.

Bianchi, citado por Bianchi (2007), experimentando con corderos raza Corriedale puro y corderos cruza Hampshire Down x Corriedale, con el objetivo de evaluar el efecto del tipo genético sobre la calidad instrumental de la carne de corderos pesados, registraron valores medios de pH en el límite de lo deseable (< 5.8 ; Sañudo, citado Bianchi, 2007), donde el 48 % de las canales presentaron pH superiores a 5.8 e inferiores a 6.0, independientemente del tipo genético. Los altos valores de pH han sido un resultado frecuente en los ensayos de este autor y coincidente con la información de la 1ª auditoria de calidad de la cadena de carne ovina realizada en Uruguay 2002 (INIA/INAC/CSU, citado por Bianchi, 2007).

El pH muscular de los animales vivos se sitúa en una rango de 7.1 -7.3 y tiene un descenso en los músculos típicos hasta valores de 5.5 – 5.7 a las 48 horas *post-mortem* (Garrido y Bañon, citados por Iglesias et al., 2003).

Esto afecta el color de la carne, más que otros factores previos a la faena. También como resultado de la fuerte afinidad del agua por las proteínas, la liberación normal de jugo durante la masticación es reducida y la carne es muy seca.

El descenso en el pH está asociado a las reservas energéticas o al nivel de glucógeno del animal al momento de faena. Este glucógeno por medio del mecanismo de la glucólisis anaeróbica se transforma en ácido láctico, el cual es responsable del descenso del pH (Castro, 2002). Esto es debido a que tras la muerte del animal, cesa el aporte de oxígeno y nutrientes al músculo. Dicho glucógeno es utilizado para sintetizar ATP y mantener la integridad estructural de las células (Iglesias et al., 2003). La degradación del glucógeno no se desarrolla a la misma velocidad en todas las fases que siguen a la muerte (Pearson, citado por Jiménez de Aréchaga et al., 2002). Una vez que el pH se uniformice rápidamente en los tejidos, la glicólisis continúa a una velocidad decreciente hasta que se agotan totalmente las reservas de glucógeno, o bien el pH desciende lo suficiente como para inhibir completamente a las enzimas glicolíticas (Pearson, citado por Jiménez de Aréchaga et al., 2002). Según Bate-Smith, citado por Jiménez de Aréchaga et al. (2002), ésta inhibición se produce a un pH aproximado de 5.4-5.5. La

degradación de glucógeno cesa al mencionado pH aunque la cantidad de glucógeno presente sea considerable.

En lo que refiere a las reservas de glucógeno celular en el animal, Iglesias et al. (2003), afirman que son afectadas por factores propios del animal como su temperatura y susceptibilidad al estrés, como así también se ven reducidas cuando el animal es sometido a prolongados ayunos o a temperaturas extremas.

A su vez, el descenso del pH no solo depende de la cantidad de glucógeno, sino también de la velocidad de degradación del mismo. Esta velocidad difiere entre las fibras musculares rojas y blancas. Las primeras se encuentran en los músculos rojos, se contraen lentamente, tienen un metabolismo oxidativo y una baja concentración de glucógeno, el cual es degradado a glucosa. Por otra parte, los músculos blancos se contraen rápidamente y tienen mayor concentración de glucógeno, normalmente con un metabolismo glucolítico y una activa degradación a ácido láctico lo que resulta en un descenso más rápido del pH (Lawrie, citado por Beriain et al., 2000). Como la relación de fibras rojas y blancas difiere dentro del músculo y entre los músculos, es importante medir el pH en diferentes lugares de un mismo músculo, así como en músculos diferentes y en diferentes posiciones del cuerpo.

Si bien la concentración de glucógeno se incrementa con la edad, animales más viejos no necesariamente tienen siempre un pH más bajo (Smith et al., Solomon et al., Hawkins et al., citados por Beriain et al., 2000). Es así que Sañudo et al., citados por Beriain et al. (2000) encontraron un pH final mayor en corderos de la raza Aragonesa de 13 kg, comparado con sus análogos de canales de 8 kg Horcada, citado por Beriain et al. (2000), tuvieron resultados similares en corderos de las razas Lacha y Aragonesa con valores mayores de pH en animales de 24 kg de peso respecto a sus pares de 12 kg, aunque las carcasas de 36 kg, tuvieron valores menores de pH.

Respecto al sexo, los machos son más excitables, por lo que existiría una tendencia a que presenten canales con valores de pH levemente mayores que las hembras. No obstante, no se encontraron valores finales de pH diferentes entre machos, machos castrados y hembras en corderos de la raza Suffolk (Dransfield et al., citados Beriain et al., 2000). Tampoco en machos y hembras en las razas Lacha y Aragonesa pesando 12 y 24 kg de peso vivo, respectivamente (Horcada et al., citados por Beriain et al., 2000). Otros trabajos también dejan en manifiesto la inexistencia de relación entre sexo, color y pH de la carne (Bianchi et al., 2006).

La nutrición también afecta al pH. Una mala alimentación, puede resultar en un estrés crónico nutricional, caracterizado por bajas reservas de glucógeno muscular y un incremento en el valor final del pH de la carne (Bray et al., citados Beriain et al., 2000) El plano de alimentación y el tipo de alimento, están muy estrechamente relacionados a

los efectos causados por el período inmediatamente previo al sacrificio y el estrés previo al sacrificio.

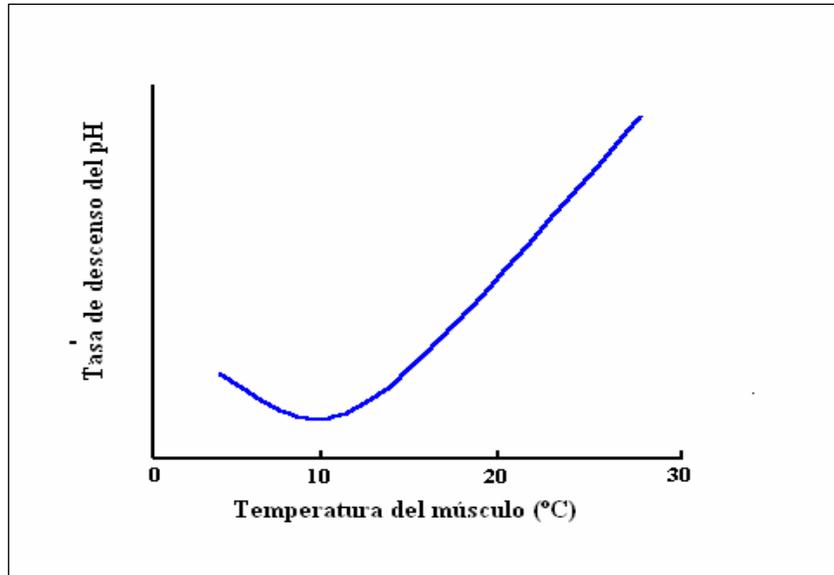
Complementario a esto, Iglesias et al. (2003) sostienen que dietas ricas en energía podrían estar afectando el pH, debido a un incremento en la concentración de glucógeno en el músculo, así como dietas ricas en proteínas o proteínas de sobrepaso. Sería más fácil aumentar la concentración de glucógeno aumentando la energía de la dieta, más que aumentando el flujo de aminoácidos o proteínas al rumen.

Pearson, citado por Jiménez De Aréchaga et al. (2002), sostiene que la velocidad de descenso del pH puede tener la misma o mayor importancia que el pH final en lo que refiere a propiedades físicas de la carne. Lawrie y Penny, citados por Lawrie (1998), agregan que la velocidad de descenso del pH *pos mortem* es también una importante determinante del CRA en el músculo.

Muchas investigaciones han sugerido que hay una tasa óptima de descenso de pH, reportando que las canales con rápida y lenta glicólisis tienen valores de fuerza de corte mayores que canales con glicólisis intermedias, las cuales son más tiernas (O'Halloran et al., Walhgren et al., citados por Jiménez De Aréchaga et al., 2002).

Jeacocke, citado por Jiménez De Aréchaga et al. (2002), encontró una relación curvilínea entre la tasa de descenso de pH y la temperatura del músculo, donde la mínima tasa ocurre alrededor de 10°C, aumentando en el rango de 0°C a 37°C (**Figura 6**).

Figura 6. Relación de la tasa de descenso del pH con la temperatura del músculo de vacunos.



Fuente: Jeacocke, citado por Jiménez De Aréchaga et al. (2002).

En este sentido, Bendall, citado por Lawrie (1998), sostiene que una rápida velocidad en el descenso del pH incrementaría la tendencia de la actomiosina a contraerse, expulsando al exterior el líquido. Si esto ocurre a temperaturas altas, la mayor pérdida de la CRA, en parte, se debe a la desnaturalización de las proteínas del músculo y, en parte, al mayor movimiento del agua hacia los espacios extracelulares (Penny, citado por Lawrie, 1998).

Con respecto a la temperatura, es deseable reducir la temperatura del músculo después de la muerte del animal para minimizar las pérdidas de proteínas e inhibir el crecimiento de bacterias, sin que este descenso sea tan abrupto que determine acortamiento de las fibras musculares por efecto del frío (Brito, citado por Iglesias et al., 2003).

Según Bray et al., citados por Camesasca et al. (2002), el tamaño de la canal y el aislamiento producido por el nivel de engrasamiento (GR) modifican la temperatura.

Por otra parte, Iglesias et al. (2003), si bien obtuvieron valores diferentes del nivel de engrasamiento (GR), en diferentes tratamientos de alimentación en corderos, no observaron un efecto estadísticamente significativo entre este valor sobre el descenso de temperatura *post-faena*, explicado por la leve diferencia entre los valores absolutos del nivel de engrasamiento GR.

San Julián et al. (2007) mencionan que desde el punto de vista de la calidad y conservación del producto, es recomendable lograr temperatura entre 2 y 4 °C en las canales, a las 24 horas *post mortem*. Estos mismos autores mencionan que se observó una gran variación de temperaturas, asociadas esencialmente al manejo diferencial del frío que realizaban distintas plantas frigoríficas.

2.7 EFECTO DE LA DIETA EN LA COMPOSICIÓN DE LA GRASA INTRAMUSCULAR

Si bien la composición de las grasas en los rumiantes es en gran parte independiente de la alimentación (debido a las transformaciones ocurridas en el rumen, punto que se mencionará más adelante), el tipo de dieta puede modificar los patrones de fermentación ruminal y así modificar las grasas depositadas.

La proporción de grasa intramuscular y la composición en ácidos grasos de la carne de rumiantes varía en función de diversos factores tales como la raza, el peso al sacrificio, el estado de engrasamiento y la alimentación recibida. Es este último factor el que presenta un mayor efecto en especial cuando se modifica en la dieta la relación entre forraje y concentrado (Merino et al., citados por Cañeque et al., 2007).

A través de la nutrición de los animales se puede modificar el contenido de los diferentes ácidos grasos en la musculatura y alterar las proporciones entre ellos, haciéndola más saludable (Nuernberg et al., Andrae et al., citados por Martínez, 2007).

A su vez, la alimentación de los animales es uno de los factores más influyentes en la composición en ácidos grasos de la grasa de la carne (Raes et al., citados por Álvarez et al., s.f.)

Se han encontrado determinadas diferencias de índole geográfica en relación a la alimentación. Es así que la grasa procedente de América del Norte es más rica en ácidos grasos monoinsaturados que la de América del Sur o Australia. Estas diferencias se atribuyen a diferencias en la alimentación del ganado. Mientras que en estas zonas la hierba representa el principal alimento, en América del Norte se administran grandes cantidades de tortas de semillas oleaginosas.

En general, el consumo de pasto fresco o conservado en forma de heno contribuye a una deposición de grasa inferior a la obtenida en animales que reciben como base de su dieta alimentos concentrados. Esto se debe al menor contenido energético del forraje, sumado a que los animales en pastoreo tienen un mayor gasto energético frente a animales estabulados (Cañeque et al., 2007).

Para estos autores, la calidad de la grasa depositada varía fundamentalmente por la distinta composición en ácidos grasos de los forrajes (ricos en ácidos grasos poliinsaturados, como el linolénico y sus derivados de cadena larga). Cañeque et al. (2007) experimentaron con corderos raza Corriedale, a los cuales se les suministraron 4 tipo de dietas diferentes (pastura; pastura más concentrado, asignación al 0.6 % del peso vivo/animal; pastura más concentrado, asignación al 1.2 % del peso vivo/animal; y concentrado *ad limitum*, incluyendo heno de alfalfa), muestran que la dieta tuvo un efecto significativo en la proporción de grasa intramuscular (**Cuadro 47**).

Cuadro 47. Proporción de grasa intramuscular y composición en ácidos grasos de la carne de ovino alimentados con niveles diferentes de concentrado.

Variable	Pastura	Past. + S (al 0.6 % PV)	Past. + S (al 1.2 % PV)	Concentrad o (<i>ad limitum</i>)	P
Grasa intramuscular	3.62a	4.34 ^a	4.45a	5.96b	***
Acidos grasos (g/100Ag.)					
C12:0 (láurico)	0.14b	0.12	0.13	0.13	**
C14:0 (mirístico)	2.32a	2.10a	2.10a	2.30b	***
C15:0 (pentadecanoico)	0.49b	0.36ab	0.40b	0.32a	***
C16:0 (palmítico)	23.43a	24.67b	22.77a	25.22c	***
C17:0 (margárico)	1.33b	1.12ab	1.20b	1.10a	***
C18:0 (esteárico)	20.69bc	19.39b	20.31b	16.99a	**
C20:0 (aráquico)	0.21	0.14 ^a	0.19b	0.11a	ns
C14:1 (miristoleico)	0.06ab	0.06ab	0.05a	0.09b	***
C16:1 (palmitoleico)	1.16ab	0.93a	1.31b	1.55c	ns
C17:1 (heptadecenoico)	0.56ab	0.50a	0.60b	0.53a	***
C18:1 (oleico)	34.90a	37.64b	37.97b	39.93c	***
C18:2 n6 (linoleico)	5.38a	5.49a	5.85ab	6.36b	*
CLA (linoleico conjugado)	0.99c	0.81b	0.95c	0.70a	***
C18:3 Ω3 (linolénico)	2.46c	1.61b	1.72b	0.77a	***
C20:3 Ω6 (ETA)	0.27	0.28	0.24	0.24	**
C20:4 Ω6 (araquidónico)	2.24	2.40	2.02	0.33	**
C20:5 Ω3 (EPA)	1.57d	1.20c	0.92b	0.44a	***
C22:5 Ω3 (DPA)	1.39c	1.25c	1.03b	0.70a	***
C22:6 Ω3 (DHA)	0.37c	0.31bc	0.27b	0.16a	ns

Referencias: Past.: pastura; Past. + S (0.6 %): pastura más concentrado al 0,6 % del peso vivo; Past. + S (1.2 %) %): pastura más concentrado al 1,2 % del peso vivo. * = P<0.05, ** = P<0.01, ns = no significativo (P>0.1).

Fuente: Cañeque et al. (2007).

Este mayor contenido de grasa en animales confinados, estaría relacionado con el mayor consumo de energía en su ración a base de concentrado, y al menor ejercicio realizado por los mismos durante la estabulación respecto a los animales pastoreando.

Es ese mismo **Cuadro 47**, se observa la proporción de cada ácido graso respecto al total de los identificados.

A su vez, la proporción de ácidos grasos saturados (AGS) disminuyó a medida que aumentó el concentrado en la dieta, 48.6 % y 46.2 % para animales alimentados 100 % pasturas y 100 % concentrado, respectivamente. Esta disminución se debió principalmente a que éstos últimos presentaron el contenido más bajo de ácido estéarico (16.9 %).

La proporción de los ácidos grasos monoinsaturados (AGM), al contrario de los AGS, aumentó a medida que lo hizo el concentrado en la dieta, siendo de 36.7 % y 42.1 % para los tratamientos 100 % pasturas y 100 % concentrado, respectivamente. El ácido graso más representativo de este grupo, es el oleico, cuyo contenido varió entre 34.9 % y 39.9 %, siguiendo la misma tendencia que el total de los AGM.

La proporción de los ácidos grasos poliinsaturados (AGP), al contrario que la de los AGM, disminuyó a medida que aumentó el nivel de concentrado en la dieta. Los valores fueron 14.7 % para el tratamiento 100 % pasturas, y 11.7 % para los animales con 100 % concentrado. El mayor contenido de AGP en los primeros es debido fundamentalmente al ácido linolénico, el cual alcanza su máximo valor (2.46 %), así como a sus derivados, los ácidos grasos EPA y DHA, los cuales alcanzan también sus máximos valores (1.57 % y 0.37 % respectivamente) en el tratamiento de pasturas, respecto de los otros tratamientos donde se usó concentrado en la dieta. Todos estos ácidos grasos mencionados, disminuyeron paulatinamente con el incremento de concentrado en la dieta. El mayor contenido de linolénico y sus derivados estaría ligado a su mayor contenido en el forraje (**Cuadro 47**).

Es importante recordar que desde el punto de vista de la mejora de la calidad saludable de la carne, las fuentes de grasa más interesantes en las raciones de los rumiantes son las que aportan alguno de los siguientes ácidos grasos: linoleico, linolénico, EPA (C20:5n-3) y DHA (C22:6n-3) (Martínez, 2007).

El contenido de ácido linoleico conjugado (CLA) fue mayor en la carne de los corderos en pastoreo sin concentrado. Aunque el contenido de este ácido graso es mayor en las pasturas que en el concentrado, las diferencias entre los tratamientos extremos (100 % pasturas vs. 100 % concentrado) se atenuaron debido a la capacidad que tienen los rumiantes de producirlo en el rumen, independientemente que no sea aportado en la dieta (**Cuadro 47**).

Respecto a las relaciones entre AGPI/AGS, el cociente (ya mencionado anteriormente) debe ser igual o mayor a 0.45 (Departament of Health del Reino Unido, citado por Cañeque et al., 2007), y valores menores a éste indican alimentos menos saludables con relación a enfermedades cardiovasculares. La relación entre AGPI/AGS se mantuvo sin diferencias significativas, aunque tendió a reducirse a medida que aumentó el concentrado en la dieta. Las recomendaciones indican que la relación $\Omega 6/\Omega 3$ debe ser menor a 4 en la dieta humana para reducir el riesgo de enfermedades coronarias. Esta relación fue menor a 4 en los animales que tenían algún componente de forraje en su dieta o directamente sin suplementación, y superior en los animales estabulados.

Complementario a esto, el extracto etéreo de los forrajes verdes oscila del 4 al 12% de la materia seca, por el contrario, en los forrajes secos y el ensilado de maíz solamente varía entre 1.5 y 5% (Morand-Fehr y Tran, citados por Martínez, 2007). Los lípidos de los cereales y las proteaginosas oscilan entre 1.3 y 6.7% de la materia seca. Los subproductos de los cereales tienen un contenido de grasa muy variable (2 a 13%) en función de la proporción de gérmenes que entren en su composición. La cantidad de grasa de las tortas de semillas oleaginosas extraídas con solventes es uniformemente baja (1 a 3.5%).

Siguiendo con este análisis, la grasa de los forrajes está compuesta mayoritariamente por glicolípidos y fosfolípidos ricos en ácidos grasos poliinsaturados. En los forrajes verdes predomina el ácido linolénico (C18:3 $\Omega 3$) que supone más del 50% del total de ácidos grasos y el ácido linoleico que oscila del 10 al 20%, por el contrario, en los mismos forrajes conservados la cantidad de ácido linoleico (C18:2 $\Omega 6$, y de ácido oleico (C18:1 n-9) aumentan su proporción (+5 y +2 puntos de media, respectivamente) mientras que el ácido linolénico desciende una media de 20 puntos porcentuales (Morand-Fehr y Tran, citados por Martínez, 2007) (**Cuadro 42**).

El ácido graso mayoritario en los lípidos de los cereales, sus subproductos y las leguminosas es el ácido linoleico (>50%), el contenido de ácidos grasos saturados (AGS) es inferior al 20% y en ellos predomina (>70%) el ácido palmítico (C16:0) (Morand-Fehr y Tran, citados por Martínez, 2007).

Por otra parte, Hilditch y Williams, citados por Niinivaara y Antila (1973), no encontraron modificaciones esenciales en la composición de la grasa de depósito de terneras que habían ingerido diversos aceites vegetales durante 260 días. Kaufmann y Mantel, citados por Niinivaara y Antila (1973), encontraron un mayor contenido de ácido esteárico en verano que en invierno, fenómeno asociado a las diferentes temperaturas ambientales más que a la diferente composición diversa de la dieta.

Cuadro 48. Composición en ácidos grasos (como % del total) de diferentes alimentos.

Ácido Graso	Heno de alfalfa	Gramíneas	Semillas de soja	Maíz en grano
Mirístico (14:0)	0.90	1.10
Palmítico (16:0)	33.90	15.90	12.40	14.30
Palmitoleico (16:1)	1.20	2.50	...	0.10
Estearico (18:0)	3.80	2.00	3.70	1.90
Oleico (18:1)	3.00	3.40	25.40	39.00
Linoleico (18:1)	24.00	13.20	50.60	43.50
Linolénico (18:3)	31.00	61.30	7.90	1.10
Contenido total de ácidos grasos*	40.00	57.00	90.00	65.00

Referencias: * = como % del extracto etéreo

Fuente: Según Palmquist y Jekins, citados por Church (1982).

Para Church (1982) existe interacción entre la dieta consumida y la calidad de la grasa depositada mediante el impacto en la fermentación ruminal. Es así que dietas ricas en cereales determina una mayor proporción de propiónico en el rumen, y éste aumenta el contenido de ácidos grasos de cadena ramificada en las grasas depositadas en ovejas y cabras. Mientras que las dietas ricas en forrajes, aumentarían la deposición de ácidos grasos saturados, principalmente palmítico. A su vez, Velasco et al. (2001) expresan que la grasa más propensa a ser modificada por el tipo de alimentación es la intramuscular, más que la subcutánea. Este autor explica que los cambios en los tipos de ácidos grasos depositados, se dan por las modificaciones en la fermentación ruminal que ejercen los diferentes tipos de dietas. Es así que las dietas ricas en energía, liberan una mayor cantidad de propiónico, y menor cantidad de acético. Esta mayor cantidad de propiónico, hace que el alimento permanezca menor tiempo en el rumen, siendo menor el tiempo que las grasas de los alimentos están expuestas a los procesos de biohidrogenación.

A su vez cuando disminuye la proporción de forraje, ocurre un aumento (hasta el doble) del flujo de isómeros C18:1trans totales (Kalscheur et al., Loor et al., citados por Martínez, 2007). Ello es debido sobre todo a un incremento lineal del flujo del isómero C18:1trans-10 (Sackmann et al., citados por Martínez, 2007), cuya proporción en dichas circunstancias puede pasar del 4 al 25% del total de isómeros del grupo (Piperova et al., Loor et al., citados por Martínez, 2007). La inhibición de la biohidrogenación que ocurre cuando disminuye la proporción de forraje de la ración se relaciona con el bajo pH ruminal ocasionado por el consumo de raciones muy concentradas (Kalscheur et al., citados por Martínez, 2007), ya que un pH inferior a 6 inhibe la isomerización y la segunda reducción (Troegeler-Meynadier et al., citados por Martínez, 2007).

Por otra parte, Kemp, Mahyuddin, Ely, Fox, y Moody, Larica y Turner, citados por Velasco et al. (2001), mencionan que dietas basadas en granos tienden a aumentar la concentraciones de los ácidos grasos poliinsaturados del grupo $\Omega 6$ en el músculo, a diferencia de dietas basadas en fibra. Esta última incrementa la concentración de los ácidos grasos poliinsaturados del grupo de los $\Omega 3$. A su vez, en experimentos realizados con diferentes razas de corderos, los grupos que fueron alimentados con pasturas naturales o sembradas presentaron mayores concentraciones de C18:3 (ácido α linolénico) y de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga del grupo de los $\Omega 3$. Por otra parte, los animales alimentados con concentrados presentaron mayores concentraciones de ácido linoleico (C18:2), siendo el ácido de mayor importancia el aracnidónico (C20:4). Estas diferencias se explican debido a que las pasturas de por sí aportan una mayor concentración de linolénico y los cereales de linoleico (Velasco et al., 2001).

A su vez, Arroousseau et al. (2004), mencionan que la alimentación y el ambiente al que estén expuestos los animales pueden modificar las grasas de los mismos de manera cuantitativa y cualitativa. Estas diferencias se verían, en la cantidad de lípidos en los músculos, en los isómeros *cis* de los ácidos grasos monoinsaturados, en los ácidos grasos poliinsaturados, en el ácido linoleico conjugado (CLA), y los ácidos grasos *trans*.

En cuanto a la cantidad de lípidos en los músculos, para estos autores el incremento es de más de 35 % en los lípidos totales, 52% en los triglicéridos, y 34 % en los ácidos grasos en el músculo *Longissimus thoracis*, para los animales estabulados y alimentados con granos respecto a los animales que pastorean a cielo abierto, alimentados únicamente en base a forraje.

Esto se debe a dos posibles causas complementarias. Por un lado, los corderos estabulados sufren una estimulación en la deposición de grasa, como consecuencia de un incremento en la absorción de glucosa, lactato o propiónico. Por otra parte, existe un mayor gasto de energía en los animales que pastorean a cielo abierto debido a la caminata y a la termorregulación. Velasco et al. (2001), mencionan que los corderos criados bajo pastoreo, se ejercitan más llevando esto a un mayor desarrollo muscular, y una menor infiltración de grasa.

En cuanto a los isómeros *cis* de los ácidos grasos monoinsaturados, estos variaron de manera inversa según el sistema de alimentación. O sea, mientras que en los triglicéridos de los animales estabulados este tipo de isómero era mayor en comparación con los alimentados únicamente a pasto, en los fosfolípidos el comportamiento era inverso (Arroousseau et al., 2004).

Respecto al contenido de ácidos grasos poliinsaturados, éstos fueron decididamente influenciados por el sistema de alimentación, principalmente a nivel de los fosfolípidos. En los triglicéridos de los animales alimentados a granos fue mayor el contenido de

C18:2 Ω 6 respecto a los alimentados en base a pasturas, y lo inverso se observó para C18:3 Ω 3. La misma diferencia se aplica a la comparación en el total de los ácidos grasos poliinsaturados del grupo n-6 respecto a los del grupo de los Ω 3. Esto lleva a que los animales alimentados a granos presenten una mayor relación Ω 6/ Ω 3 en comparación a los animales alimentados únicamente con pasturas (Arrousseau et al., 2004)

Estos autores sugieren que estas diferencias están asociadas primordialmente a la composición de los ácidos grasos de las pasturas (menor relación Ω 6/ Ω 3) y los granos con el heno, más que al nivel de consumo de los animales. Velasco et al. (2001), coinciden con lo expresado anteriormente, y a su vez agregan que el aumento del grupo Ω 3 en los animales alimentados con pasturas es debido a que este tipo de dietas son ricas en ácido linolénico, el cual es precursor del grupo de los Ω 3. En caso de los granos, éstos son ricos en ácido linoleico, el cual es precursor del grupo Ω 6.

Estos mismos autores explican que la variación en el grado de saturación de los ácidos grasos presentes en la carne de los corderos que están sometidos a diferentes sistemas de alimentación (uno con y otro sin fibra), se da debido a que la fibra estimula la actividad ruminal, y como consecuencia de esto hay un mayor grado de saturación en los respectivos ácidos grasos.

Por otra parte, respecto al ácido linoleico conjugado (CLA, particularmente el isómero *9 cis, 11 trans*), los corderos alimentados a pasturas presentaron una mayor concentración de éste (0.67 a 1.86 %, en porcentaje de tejido fresco) en los triglicéridos respecto a los animales estabulados, alimentados con granos (0.34 a 0.77 %). Este mismo comportamiento se observó en el contenido de CLA en los lípidos totales. Sin embargo, esta diferencia no se manifiesta al comparar los contenidos absolutos del CLA, ya que los corderos alimentados con granos presentaron mayor contenido adiposo, por lo que los niveles de CLA son similares entre un sistema de alimentación y el otro (Arrousseau et al., 2004).

Finalmente, los isómeros *trans* de ácido linoleico, fueron 1.8 veces mayores en los animales alimentados en base a pasturas respecto a los animales alimentados con granos. Esto se debería a los patrones de biohidrogenación ruminal de las diferentes fuentes de alimentos.

Velasco et al. (2001) mencionan que corderos estabulados alimentados a leche materna mostraron valores mayores del ácido graso oleico, y menores de linolénico en grasa subcutánea e intramuscular, respecto a los corderos que estaban mamando al pie de sus madres, a cielo abierto. Las diferencias en ácido oleico se podrían explicar debido a la menor gordura de los corderos criados al aire libre, en comparación con los estabulados. Esta mayor gordura estimula la actividad de la enzima Δ - 9 desaturasa, la cual sintetiza el ácido graso oleico a partir del esteárico

2.8 PRODUCCIÓN DE LANA EN CONFINAMIENTO

Rowe y Aitchison, citados por Correa et al. (2000), mencionan que con el aumento de las cantidades de lupino y cebada en la dieta, existe un incremento en el peso de vellón en borregos. A su vez, Gardner et al., citados por Correa et al. (2000), realizaron un experimento donde encontraron que las tasas de crecimiento de lana fueron mayores en los ovinos alimentados con lupino que aquellos con cebada. Por otra parte, Guarino y Pittaluga (1999), mencionan que animales suplementados obtuvieron mayor peso de vellón sucio, respecto a los no suplementados, alimentados solamente a base de forraje. Dicho aumento en el peso de los vellones se explicó principalmente por un mayor diámetro de fibra y en un menor grado por un mayor largo de mecha ($p < 0.05$) (Alden, Ferreira y Rezende, Hawker et al., citados por Guarino y Pittaluga, 1999).

Estos mismos autores también encontraron una diferencia en el rendimiento al lavado en los animales suplementados, respecto a los no suplementados ($p < 0.05$), siendo superiores los rendimientos en los animales no suplementados.

2.9 EXPERIENCIAS NACIONALES EN CONFINAMIENTO

Montossi et al. (2005) evaluaron la performance productiva de corderos Corriedale, machos castrados, según el sistema de alimentación, dividiendo el experimento en dos períodos de evaluación, período 1 y 2, a los 84 y 120 días de iniciado el mismo, respectivamente. En el período 1 las ganancias de peso vivo (lleno y vacío), se fueron incrementando a medida que se intensificó el sistema de alimentación, donde el sistema de confinamiento (100 % concentrado) tuvo ganancias de peso vivo lleno superiores en un 68, 32 y 17 % respecto a los animales alimentados solo a pasturas, pasturas + concentrado (al 0.6 % del pv) y pasturas más concentrado (al 1.2 % del PV), respectivamente. La misma tendencia sucedió en el período 2, teniendo como resultado una mayor performance en los animales alimentados sólo con concentrado, respecto a los alimentados solo a pasturas.

Banchero et al. (2000) encontraron una mayor ganancia diaria de animales que fueron alimentados con un concentrado proteico (18 %), respecto a animales alimentados con la misma fuente proteica, pero con menor concentración de la misma (15 %). Estos resultados son coincidentes con los encontrados por Ely et al. (1979), quienes afirman que el aumento de los niveles de proteína y energía de la dieta de animales en confinamiento, incrementan la ganancia diaria de los animales y mejora la eficiencia de conversión de los alimentos.

Por otra parte, Bianchi (2007), trabajando con corderos Corriedale machos, a los cuales se les suministró diferente tipo de dieta en confinamiento durante 42 días, donde las variaciones de las mismas estaban en la relación voluminoso: concentrado (60:40,

40:60 y 20:80), no encontró diferencias en el desempeño animal entre los diferentes tratamientos. Según el autor, este hecho tiene su explicación en el consumo de materia seca total encontrado durante el período experimental para las diferentes relaciones voluminoso: concentrado estudiadas. Los corderos que tuvieron acceso a la relación 60:40 (voluminoso: concentrado), presentaron un consumo de materia seca superior a los animales que más concentrado se les ofrecía, compensando de esta manera el menor valor nutritivo del voluminoso respecto al concentrado.

Para este mismo autor, en términos teóricos, el voluminoso en la dieta puede llegar hasta un 50 % de la misma, sin afectar el desempeño animal, pero con la condición que cumpla con los siguientes requisitos: alta digestibilidad (> 60 %), buen aporte energético (EM > 9 MJ/kg Ms) y proteico (PC > 15 %). Pero a su vez, hace mención a que no es frecuente la obtención de reservas forrajeras con tales características, razón por la cual el grano debe constituir la mayor proporción de la dieta.

Cuadro 49. Efecto de la relación voluminoso: concentrado sobre el consumo de materia seca y la eficiencia de conversión de los corderos.

Relación voluminoso/Concentrado	Consumo de voluminoso (g Ms/día)	Consumo de concentrado (g MS/día)	Consumo total (g MS/día)	Eficiencia voluminoso (Kg MS/Kg PV)	Eficiencia concentrado (Kg MS/Kg PV)	Eficiencia total (Kg MS/Kg PV)
60/40	2721 ± 48	1972 ± 73	4702 ± 86	5.71 ± 0.43	3.93 ± 0.54	9.26 ± 0.90
40/60	1640 ± 48	2531 ± 73	4195 ± 86	3.59 ± 0.43	5.24 ± 0.54	8.64 ± 0.90
20/80	1121 ± 48	2770 ± 73	3897 ± 86	2.98 ± 0.43	6.85 ± 0.54	9.64 ± 0.90

Fuente: Bianchi et al., citados por Bianchi (2007).

A su vez, estos autores trabajaron con corderos, los cuales fueron sometidos a 4 tratamientos de alimentación, cuya diferencia consistía en el tipo de dieta suministrada: cebada más harina de soja; cebada más expeller de girasol; cebada más heno de alfalfa o trébol rojo y cebada sola; donde a los tratamientos 1 y 4 se les ofreció moha como fuente de fibra. Las peores tasas de ganancia en peso vivo la obtuvieron con la dieta de solo cebada. En cambio, no existieron grandes diferencias entre las diferentes fuentes de proteína en la dieta. Estos resultados coinciden con los encontrados por Ferry et al., Aitchison et al., Rowe y Aitchison, Gardener et al., citados por Bancharo et al. (2000), en que la cebada podría ser utilizada ineficientemente durante las primeras seis semanas de suplementación, porque la fermentación rápida del almidón baja el pH del rumen, la actividad celulolítica y disminuye la digestión de la fibra y el consumo de forraje grosero.

Respecto a la eficiencia de conversión obtenida en el sistema de confinamiento, los resultados son similares a los obtenidos en otra serie de ensayos realizados en INIA (5-10 a 1, Banchemo et al., citados por Montossi et al., 2007) aunque las ganancias obtenidas en este experimento (203 g/animal/día) fueron mayores a las registradas por los mencionados investigadores (rango de 80 a 186 g/a/d; Banchemo et al., citados por Montossi et al., 2007). Banchemo et al. (2000) muestran que las mejores eficiencias de conversión (kg de concentrado / kg de carne) se logra cuando:

- a) el cordero tiene entre 2 y 3 meses de edad frente a las etapas posteriores de su vida,
- b) La concentración de proteína de la fuente proteica fueron altas (18 %, respecto a 15 %)
- c) la fuente de proteína fue harina de soja (respecto a alternativas como expeller de girasol).

Las mayores ganancias en los sistemas suplementados, a un mismo nivel de oferta de forraje, estarían explicadas por un mayor consumo de materia seca de suplemento en sí, y en particular de proteína cruda y materia orgánica digestible. Este mismo concepto se debe aplicar para los animales confinados, donde además se debe sumar el efecto de los menores requerimientos de éstos, respecto a sus pares en sistemas pastoriles, debido al incremento en los costos de mantenimiento de éstos últimos, a causa de la cosecha de forraje (pastoreo).

El área del ojo de bife (AOB) y el nivel de engrasamiento (punto C) determinadas *in vivo*, aumentaron cuando aumentaba el grano en la dieta. Esta información coincide con varios trabajos realizados en INIA (Montossi et al., citados por Montossi et al., 2007). Sin embargo, a partir de información nacional e internacional resumida y analizada por Montossi et al., citados por Montossi et al. (2007), estos autores concluyen que el efecto del nivel nutricional sobre el AOB y PC, es variable, pero en general, se acepta que cuando las comparaciones se realizan ajustadas por el peso vivo del animal durante la medición, hay un pequeño efecto inducido por el nivel nutricional, aumentando el nivel de engrasamiento de la canal y la proporción de cortes valiosos, a través de la asociación positiva con el AOB.

Como conclusión, Montossi et al. (2007), sostienen que la intensificación del proceso de engorde de corderos pesados, a través del uso de concentrados, determinó una disminución del período de engorde, una mejora de las ganancias de peso, y grado de terminación de los animales, así como una mayor producción de peso vivo por unidad de superficie.

2.9.1 Calidad de canal

Los sistemas más importantes de carne ovina en el Uruguay, están basados en el uso de pasturas (naturales, mejoramientos de campo, praderas convencionales). Dependiendo del mercado de destino, muchas veces se puede constatar que la carne producida en condiciones más extensivas, es menos valorada que aquellas producidas en condiciones más intensivas, donde el uso de concentrados es muy importante, y estos se debe, principalmente, a diferencias que son percibidas por los consumidores en ciertos atributos de la carne como la palatabilidad, el color y la aceptabilidad del sabor (French et al., citados por San Julián et al., 2007).

San Julián et al. (2007), trabajaron con corderos, a los cuales se los sometió a 4 sistemas de alimentación diferentes: pastura únicamente, pastura + concentrado al 0.6 % del PV, pastura + concentrado al 1.2 % del PV y concentrado *ad limitum*. Los animales del tratamiento en confinamiento (concentrado *ad limitum*) presentaron el mayor valor de peso de canal caliente (17.6 kg) y de canal fría (17.7 kg), respecto a los otros sistemas de alimentación (**Cuadro 50**).

Cuadro 50. Valores promedio para las características de la canal de corderos procedentes de 4 sistemas de alimentación.

Variable	Past.	Past. + S (0,6 %)	Past. + S (1,2 %)	Concentrado	P
PCC (kg)	15.7c	16.5b	16.6b	17.6a	**
PCF (kg)	15.5c	16.3b	16.2b	17.1a	**
LC (cm.)	65.4a	64.8a	64.0b	61.5c	**
LP (cm.)	34.9b	33.9c	37.0a	35.7b	**
PP (cm.)	27.9a	28.2 ^a	27.3b	26.8b	**
GR (mm.)	5.2b	6.0b	5.10b	9.30a	**
Rendimiento (%)	41.6	41.8	43.5	42.90	ns
Pierna (g)	1.660c	1.660c	1.800a	1.740b	**

** = P<0.01. Past.: solo pastura; Past. + S (0.6 %): pastura más concentrado al 0,6 % del peso vivo; Past. + S (1.2 % %): pastura más concentrado al 1,2 % del peso vivo; C: concentrado, *ad limitum*; a, b y c: medias en una misma fila con letras diferentes, son diferentes (P < 0.05). PCC: peso de canal caliente (kg); PCF: peso de canal fría (kg); LC: largo de canal (cm.); LP: largo de pierna (cm.); PP: profundidad del pecho (cm.); GR: nivel de engrasamiento (mm.).

Fuente: San Julian et al. (2007).

En el **Cuadro 50**, se puede observar que canales con mayores pesos de canal caliente (tratamiento con concentrado *ad limitum*), produjeron piernas más pesadas que sus pares correspondientes, alimentados con pasturas y suplemento. La misma relación se da para peso de canal caliente y valores de GR. Diversos estudios han demostrado que niveles altos de utilización de concentrado durante el engorde, determinan una proporción más elevada de grasa y más baja de músculo y grasa en la canal (San Julian et al., 2007).

El análisis de las medidas morfométricas (largo de la canal, largo de pierna y profundidad de pecho) permite observar que aquellas canales más pesadas son más cortas y tiene un mayor largo de pierna que las más livianas. Este resultado se explica, porque animales alimentados con más concentrado, se terminaron más rápidos (más jóvenes al momento de faena) y que a su vez produjeron canales más compactas con piernas más largas y pesadas (**Cuadro 46**).

Complementario a esto, San Julian et al. (2007), mencionan que los resultados respecto al análisis de las medidas morfométricas, se confirman con el índice de compacidad (relación entre los kg de canal enfriada por cm. de largo de canal), el cual fue mayor para los animales alimentados solo con concentrado ad limitum (0.278).

Por último, San Julian et al. (2007), explica que si bien el rendimiento (relación entre peso canal caliente y peso vivo vacío, registrado en el establecimiento previo al embarque) no fue afectado mayormente por los diferentes sistemas de alimentación, existe una tendencia a que animales con peso de canales más elevados y mayor cobertura grasa, registraran mayores rendimientos ($p < 0.10$).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

El presente experimento se realizó en la Unidad Experimental “Glencoe” (UEG), perteneciente a la Estación Experimental INIA Tacuarembó, ubicada en el departamento de Paysandú (Uruguay), a 32° 00’ 24’’ latitud sur, 57° 08’ 01’’ longitud oeste y 124 metros sobre el nivel del mar.

La duración del trabajo de campo del experimento fue de 115 días, comenzando el 8 de junio de 2004 y finalizando el 1 de octubre del mismo año.

3.2 INFORMACIÓN CLIMÁTICA

A continuación se presenta la información climática de la Unidad Experimental “Glencoe”, proveniente de la Estación Meteorológica (LOGGER-DELTA-T) actualmente ubicada en la misma Unidad Experimental, durante el período en el cual se realizó el ensayo, para el año del ensayo, como así también para la serie histórica (del mismo período) comprendida entre los años 1997 y 2003.

Cuadro 51. Precipitaciones mensuales acumuladas durante el período del ensayo, para el año 2004 y la serie histórica.

	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Acumulado
PP. acumuladas 1997- 2003	135.5	104.0	74.1	43.2	357.0
PP. acumuladas 2004	40.0	73.2	28.0	51.8	193.0
Diferencia (1997-2003 vs.2004)	95.6	30.8	46.1	-8.5	164.0

Referencias: PP = precipitaciones (milímetros).

Fuente: Unidad Experimental Glencoe (LOGGER – DELTA – T).

Cuadro 52. Evapotranspiración mensual acumulada durante el período del ensayo, para el año 2004 y la serie histórica.

	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Acumulado
EVTP. mensual 1997- 2003	50.7	62.0	82.1	111.0	305.9
EVTP. mensual 2004	29.5	69.2	85.7	105.9	290.3
Diferencia (1997-2003 vs.2004)	21.2	-7.1	-3.5	5.1	15.6

Referencias: EVTP = evapotranspiración potencial (milímetros).

Fuente: Unidad Experimental Glencoe (LOGGER – DELTA – T).

Cuadro 53. Balance hídrico mensual (PP-EVTP) durante el período del ensayo para el año 2004 y la serie histórica.

	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Acumulado
Balance hídrico* (1997-2003)	102.7	56.7	-5.7	-71.0	82.7
Balance hídrico* (2004)	10.5	4.0	-57.7	-63.1	-106.3

Referencias: * = balance hídrico (milímetros), calculado como la diferencia entre las precipitaciones y la evapotranspiración.

Fuente: Unidad Experimental Glencoe (LOGGER – DELTA – T).

En el **Cuadro 53** se observa un balance hídrico acumulado negativo para el año del ensayo, a diferencia de lo ocurrido para la serie histórica durante el mismo período, donde el balance fue positivo. En el **Cuadro 51** se observa que en el año 2004 se registraron 164 milímetros menos de precipitaciones en comparación con la serie 1997-2003. Por otra parte, en el **Cuadro 52** se desprende que las diferencias en cuanto a la evapotranspiración, considerando el año 2004 y la serie 1997-2003, fueron de menor magnitud, presentando esta última 15.6 milímetros más de evapotranspiración respecto al año del ensayo.

Es interesante destacar que analizando mensualmente el balance hídrico durante el período en el cual se desarrolló el ensayo, las mayores diferencias entre el año 2004 y la serie 1997-2003 se presentaron en los meses de junio, julio y agosto. Dichas diferencias estuvieron explicadas por un registro de precipitaciones sensiblemente menor. En el mes de junio y para el año 2004, se produjeron un 70 % menos de precipitaciones en comparación con la serie 1997-2003 (tomando como base 100 el promedio de junio para la serie 1997-2003).

A continuación se presenta la información de las temperaturas mínimas y máximas (**Cuadros 54 y 55**) ocurridas en los meses del ensayo para el año 2004 y la serie histórica tomada como referencia (1997-2003).

Cuadro 54. Temperaturas (°C) mínimas promedio durante el período del ensayo para el año 2004 y la serie 1997-2003.

	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Promedio
Temperaturas (°C) mín. para la serie 1997/2003	-2.7	-2.9	-2.2	-1.1	-2.2
Temperaturas (°C) mín. para el año 2004	-3.2	-5.3	-5.5	10.4	-0.9
Diferencia (T °C para la serie 1997-2003 vs. el año 2004)	1.5	3.6	3.3	-11.5	-1.3

Fuente: Unidad Experimental Glencoe (LOGGER – DELTA – T).

Cuadro 55. Temperaturas (°C) máximas en el período del ensayo (año 2004 y 1997/2003).

	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Promedio
Temperaturas (°C) máx. para la serie 1997/2003	25.14	25.02	29.43	29.41	27.25
Temperaturas (°C) máx. para el año 2004	28.04	25.84	27.95	31.38	28.30
Diferencia (T °C °C para la serie 1997-2003 vs. el año 2004)	-2.9	-0.22	1.52	-2.17	-1.15

Fuente: Unidad Experimental Glencoe (LOGGER – DELTA – T).

En el **Cuadro 54**, se observa que en el año 2004 las temperaturas mínimas fueron menores hasta el mes de agosto inclusive, en comparación con la serie 1997-1993. El mes de setiembre del año 2004, presentó una temperatura mínima atípica, siendo 11.6 °C superior en comparación con la serie 1997-1993, resultando en un valor acumulado negativo par el año 2004.

En el **Cuadro 55**, se presentan las temperaturas máximas durante el período del ensayo para el año 2004 y la serie 1997-2003. En el mismo se observa que no se presentaron mayores diferencias, donde, en general, la serie histórica tuvo temperaturas máximas acumuladas mayores.

Es importante resaltar que considerando las condiciones en las cuales se desarrolló el presente ensayo, con animales estabulados en corrales individuales, bajo cobertizos de chapa, las variables climáticas adquieren menor relevancia como elementos para ayudar a explicar los resultados que se dieron en este ensayo. De todas maneras, las variables estudiadas sobre las temperaturas serían las variables que podrían llegar a tener mayor efecto sobre los animales. En cuanto al viento, el cobertizo está diseñado para proteger a los animales de los vientos fríos predominantes del invierno, particularmente los que provienen del sudoeste.

3.3 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.3.1 Objetivo del experimento

El presente experimento tuvo por objetivo principal evaluar el efecto del tipo de alimentación (diferentes proporciones de concentrado y voluminoso en la dieta), en corderos raza Corridale puros (machos, castrados) sobre la performance animal y calidad

de la canal y carne, con especial enfoque en aspectos nutricionales de la misma, y haciendo énfasis en términos del perfil de ácidos grasos, dada la importancia potencial que éstos tienen en la salud humana.

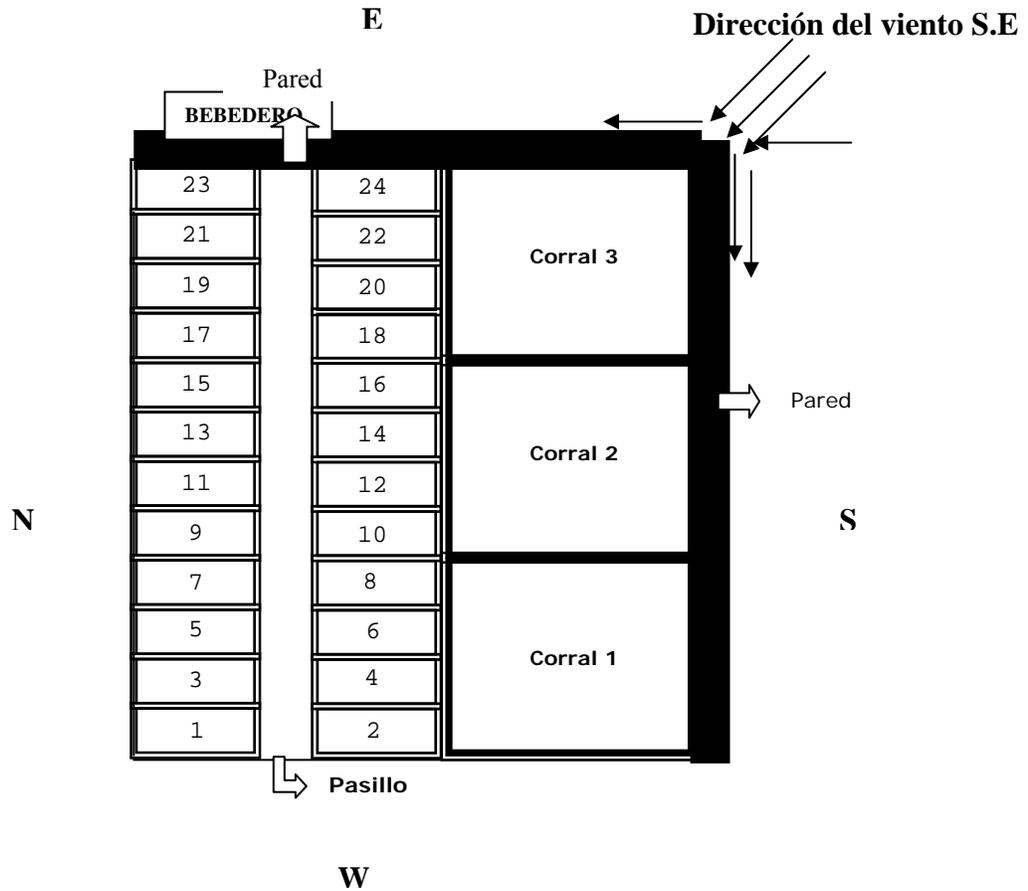
3.3.2 Ubicación del experimento

En el presente experimento se trabajó con animales estabulados en forma individual. El confinamiento de los mismos se realizó en dos estructuras techadas (cobertizos), las cuales están ubicados en los potreros denominados mejoramiento 2 (M₂) y mejoramiento 6 (M₆), y donde los animales permanecieron desde el 9 de junio hasta el 31 de agosto, momento en el cual los animales del experimento debieron ser trasladados a una nueva área de confinamiento, ya que ésta fue necesario utilizarla con los corderos del Núcleo de Merino Fino de Glencoe durante la parición. A partir del 31 de agosto los corderos fueron trasladados a corrales individuales, a cielo abierto, ubicados contiguos a las edificaciones principales de la UEG.

Los cobertizos están contruidos en chapa y madera, con dos paredes, una frontal y otra lateral, protegiendo el lado Este y Sur respectivamente. En su interior poseen 24 corrales individuales, los cuales están distribuidos en dos filas paralelas (cada una con 12 corral individual), y un pasillo central para el pasaje de los animales y el personal (**Figura 7**).

Las dimensiones de los corrales individuales fueron de 1.18 metros de largo, 0.9 metros de ancho, y 0.9 metros de altura. El piso de los mismos estuvo recubierto con balastro y cáscara de arroz, mejorando así la higiene y confort de los animales. Estos boxes fueron higienizados frecuentemente para evitar potenciales apariciones de enfermedades.

Figura 7. Croquis del cobertizo y orientación según puntos cardinales.



3.3.3 Animales

3.3.3.1 General

Para el ensayo se utilizaron 48 corderos machos, Corriedale puros castrados, pertenecientes a la UEG, con una edad promedio (al inicio del ensayo) de 10 meses, nacidos en la primavera del año 2003. Dichos corderos fueron destetados a los 3 meses de edad, momento en que los animales fueron alimentados sobre campo natural hasta el día en que comenzó el acostumbramiento de los mismos a las nuevas dietas definidas por el ensayo. El peso vivo lleno y la condición corporal promedio de los animales al inicio del experimento fueron de 26 kg ($\pm 2,2$) y 3 unidades (± 0.4 unidades), respectivamente.

El 1° de junio de 2004 comenzó el período de acostumbramiento de los animales a la ración, que fuera suministrada en forma controlada. Los animales tuvieron acceso al agua *ad libitum*.

El 8 de junio los animales fueron trasladados hacia los cobertizos, a razón de 24 animales por cobertizo, distribuidos en los diferentes boxes individuales según el diseño experimental.

A partir del 31 de agosto, los animales fueron trasladados a corrales individuales, a cielo abierto, ubicados contiguos a las edificaciones principales de la Unidad Experimental.

3.3.3.2 Sanidad

Los animales fueron vacunados el 1 de junio de 2004 (al momento de la selección de los mismos para el ensayo) contra clostridiosis, y el 9 de junio se dosificaron con un antihelmíntico.

Las dosificaciones antiparasitarias posteriores se realizaron según muestras de material fecal obtenidas cada 28 días, a los efectos de realizar el análisis coprológico de las mismas. El muestreo se realizó individualmente en la totalidad de los animales y en el caso de que la mitad mas uno de los animales de algún tratamiento presentase valores de HPG que justificaran la dosificación (más de 900 huevos por gramo), se les realizó a todos los animales de dicho tratamiento, completando el tratamiento para el resto de las demás problemas.

Por otra parte, cuando los animales presentaron síntomas de acidosis metabólica, se les administró gluconato de calcio, realizándose la misma en dos oportunidades. Finalmente, también se les aplicó sulfagel, con el objetivo de prevenir coccidiosis (10 cm³/ 15 kg de peso vivo.)

3.3.4 Tratamientos experimentales

Se evaluaron cuatro sistemas de alimentación, que involucraron niveles crecientes de concentrado y decrecientes de heno (**Cuadro 56**), para los rangos de peso vivo (PV) presentados en el **Cuadro 59**.

Cuadro 56. Tratamientos experimentales y cantidades de los distintos componentes de la dieta que recibieron diariamente cada uno de los corderos al inicio del experimento, para un rango de peso de 26 a 30 kg de PV.

(26 – 30) Prom.: 28 kg PV	No. de animales	Heno alfalfa ¹ (%)	Ración ¹ (%)	kg de heno de alfalfa/anim./día		kg de ración/anim./día		CaCO 3 g/anim /día
				Base Seca	Base Fresca	Base Seca	Base Fresca	
Trat. 1	12*	80	20	0.784	0.890	0.196	0.222	3
Trat. 2	12*	60	40	0.588	0.688	0.392	0.445	6
Trat. 3	12*	40	60	0.392	0.445	0.588	0.688	9
Trat. 4	12	20	80	0.196	0.222	0.784	0.890	12
% MS				100	88	100	88	

¹ Proporción de heno y ración que constituyen la dieta, expresado en base seca.

Referencias: * En los tratamientos 1, 2, y 3 el número de animales se reduce a 11 a partir del 07/08, 14/07, 18/08 respectivamente. Esto fue debido la muerte de los mismos por no acostumbrarse al sistema de alimentación.

La ración utilizada estuvo compuesta por un 75 % de grano de maíz molido (87 % de MS) y 25 % de expeller de soja molido (90 % de MS), ambos componentes mezclados para ser ofrecido a los animales sin procesamiento posterior. La ración tenía esa composición y en esas proporciones debido a que fue formulada a partir de un software de formulación de raciones en base a los requerimientos de los animales, llamado ““Feedplan Diet Formulation, Version 4” Feedplan© (The Scottish Agricultural College, 1989, 91, Revision date – 1 March 1993).

Cuando se estabularon la dieta ofrecida estuvo compuesta por la ración, y un fardo molido de alfalfa como fuente de fibra. A partir del 15 de junio de 2004, se suministró 8 grs. de levadura por animal, por día y carbonato de calcio a razón de 1.5 % en peso fresco de la ración hasta el 26 de junio, donde éste se incrementa a 2 %. De esta manera se pretendió lograr un mejor funcionamiento del rumen, y así prevenir problemas en el mismo, básicamente por el consumo de la ración; y más aún en los animales pertenecientes al tratamiento 4 donde ésta representaba el 80 % de la dieta total ofrecida.

Las vitaminas A, D, E, B12 y los minerales se suministraron vía inyectable. El cronograma de aplicaciones y dosis se detallan en el **Cuadro 57**.

Cuadro 57. Suministro de vitaminas aplicadas, fechas, productos y dosis.

Fecha	Vitaminas/minerales	Dosis
08/06/04	A, D, E y B12	1 cm ³ / animal
15/07/04	A, D, E y B12	1 cm ³ / animal
15/07/04	I, Ca	3 cm ³ / animal
17/08/04	A, D, E y B12	1 cm ³ / animal
17/08/04	I, Ca	3 cm ³ / animal

Referencias: I = yodo; Ca = calcio.

A, D, E, B12 = vitaminas.

3.3.5 Acostumbramiento al consumo de ración

Los animales utilizados en el ensayo no tenían experiencia previa en el consumo de ración ya que su alimentación consistió únicamente a campo natural. Por tal razón se realizó una fase de acostumbramiento al consumo de ración, con el objetivo de evitar cualquier trastorno metabólico. Ésta consistió en incrementar en forma gradual el suministro de ración, hasta llegar a lo que los animales realmente debían ingerir según el tratamiento.

En el **Cuadro 58**, se detalla la etapa de acostumbramiento para los diferentes tratamientos. El fardo en esta etapa se les suministró *ad libitum*.

Cuadro 58 .Acostumbramiento de los animales al consumo de ración (g/animal/día) según tratamiento.

Fecha	T1	T2	T3	T4
01-jun	50	50	50	50
02-jun	50	50	50	50
03-jun	50	50	50	50
04-jun	50	50	50	50
05-jun	50	50	50	50
06-jun	50	50	50	50
07-jun	100	100	100	100
09-jun	100	100	100	100
10-jun	150	150	150	200
11-jun	150	200	200	300
12-jun	150	200	250	400
13-jun	150	250	350	500
14-jun	200	300	450	600
15-jun	200	350	550	700
16-jun	200	400	650	800

3.3.6 Asignación de la dieta

Luego de culminado el período de acostumbramiento, se comenzó a ofrecer la dieta objetivo, donde se asignó el alimento asumiendo un consumo potencial de materia seca del 3.5 % del peso vivo lleno, considerándose así, la asignación *ad libitum*.

Se establecieron rangos de peso vivo con intervalos de 4 kg a los efectos de ajustar el consumo, el cual se calculó considerando el peso promedio de cada rango. Se partió de un peso vivo inicial de 26 kg. Por ejemplo: durante el primer intervalo (26 - 30 kg PV) el consumo potencial fue referido al peso promedio de este rango, o sea 28 kg. Se comenzó con un consumo por animal de 0.980 kg de MS/día (1.11 kg, en base fresca), el que se ajustó cuando el peso promedio de cada tratamiento cambió de rango.

Cuadro 59. Rangos de peso, peso promedio y asignación diaria correspondiente.

Rango (Kg)	Peso promedio del rango	Asignación en Kg (3,5 % peso vivo)
26 - 30	28	0.98
30 - 34	32	1.12
34 - 38	36	1.26
38 - 42	40	1.40

Previo al ingreso a los cobertizos, los 48 corderos comieron todos juntos, en bateas de madera donde se depositó la ración una vez al día, a razón de 700 gr por batea, sumando en total 2800 gr (50 gr / cordero).

Posteriormente, fueron trasladados a los cobertizos, donde cada corral individual contó con tres baldes para cada cordero, uno para la ración, otro para el fardo y otro para el agua.

La dieta fue suministrada rutinariamente dos veces al día, a las ocho de la mañana y a las cinco de la tarde, para todos los tratamientos, ofreciendo la mitad de la ración asignada en cada momento de suministro. De este modo, se aprovecharon los momentos de mayor consumo del día, para favorecer el consumo la ración y el fardo.

El agua se suministró *ad libitum* en todos los tratamientos a razón de 4 l. por animal y por día. El suministro de la misma se realizó una vez al día, a las 8:00 am., junto con el suministro de la ración y el fardo. En ocasiones se constató una alta contaminación del agua con las heces de los animales, debido al escaso espacio de los corrales individuales.

3.3.7 Diseño experimental

El diseño estadístico utilizado fue de bloques al azar, donde los animales representan las repeticiones y el factor de evaluación fue el tipo de alimentación según nivel de ración (R) y fardo (F) presupuestado en la dieta (80R:20F, 60R:40F, 40R:60F, y 20R:80F), quedando así conformados los 4 tratamientos del experimento. En cada bloque, los animales se distribuyeron (**Figura 8**) en forma aleatoria, pero “balanceados” por tratamiento, peso, condición corporal y posición en el cobertizo. Es decir, aleatorio pero tomando la precaución que los animales de cada tratamiento fuesen expuestos a condiciones semejantes dentro de los cobertizos, (ya que por su diseño los animales de la fila de corral individual externa, sufrieron condiciones ambientales diferentes a los que estaba en el fila interna.) y que los pesos y condición corporal promedio de los diferentes tratamientos dentro de cada cobertizo fuesen similares.

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_i = \mu + \alpha_i + \epsilon_i$$

Y_i : es el resultado (en unidades de la variable analizada) del efecto del i-ésimo tipo de alimentación o tratamiento.

μ : media general del experimento.

α_i : efecto aleatorio del tipo de alimentación, distribuidos normalmente con media 0 y varianza σ^2 y los α_i independientes.

ϵ_i : efecto aleatorio del error.

Los análisis de varianza se realizaron mediante el procedimiento Proc GLM (SAS Institute, 1999) para evaluar si los efectos de los tratamientos sobre las variables estudiadas fueron estadísticamente diferentes entre sí, siendo las medias de los tratamientos contrastadas por el test LSD ($P < 0.05$).

Para el correcto análisis de algunas de las variables de respuesta analizadas se utilizaron las covariables que pudieran estar influyendo en la variable en cuestión (peso vivo lleno y vacío, condición corporal, área del ojo de bife (AOB), Punto C (cobertura de grasa subcutánea del AOB), GR (estimador del engrasamiento de la canal), peso de pierna, grasa del bife, características de lana, u otras). En estas situaciones, por lo tanto el modelo resultante fue:

$$Y_i = \mu + \alpha_i + \gamma(\mathbf{x}_i - \mathbf{x}) + \epsilon_i$$

donde:

$\gamma(\mathbf{x}_i - \mathbf{x})$: efecto aleatorio de la covariable.

Figura 8. Distribución de los animales dentro de los cobertizos (M₂ y M₆) según tratamiento.

COBERTIZO M2		
T 4		T 1
T 3		T 2
T 2		T 3
T 1		T 4
T 4		T 1
T 3		T 2
T 2		T 3
T 1		T 4
T 4		T 1
T 3		T 2
T 2		T 3
T 1		T 4

COBERTIZO M6		
T 1		T 4
T 2		T 3
T 3		T 2
T 4		T 1
T 1		T 4
T 2		T 3
T 3		T 2
T 4		T 1
T 1		T 4
T 2		T 3
T 3		T 2
T 4		T 1

3.4 DETERMINACIONES

3.4.1 Valor nutritivo de la dieta

Se determinó el valor nutritivo de la ración y el fardo. Para ello se tomaron muestras semanales, durante todo el experimento, de la ración y del fardo ofrecido y se analizaron las fracciones de proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácido (FDA), y la digestibilidad de la materia orgánica (DMO).

Estas determinaciones fueron realizadas en el Laboratorio de Nutrición Animal de INIA “La Estanzuela”, donde se enviaron muestras representativas. El valor de Proteína Cruda (PC) se determinó por el método Kjeldhal (1984) con un analizador Tecator 1030, mientras que la fracción de Fibra de Detergente Ácido (FDA) y Fibra Detergente Neutro (FDN) se determinaron por el método Van Soest (1982). La Digestibilidad de la Materia Seca (DMS) fue calculada utilizando la fórmula de Holland y Kezar, citados por Montossi et al. (2000):

$$DMS = 88.9 - (\%FDA \times 0.779)$$

3.4.1.1 Procesamiento de las muestras de fardo

Se tomaron muestras de fardo de 200 gr de peso fresco. Cada muestra representó un ciclo, el cual abarcó 4 semanas. Es así que cada muestra, estuvo compuesta por un pool integrado equitativamente por sub muestras de cada una de las semanas y que a su vez éstas estuvieron compuestas por un pool de muestras extraídas diariamente durante todo el ensayo. Posteriormente se secaron en forma individual, en bolsas de papel, en una estufa marca “Partlow” a 60 °C, durante 48 h. De esta manera se evitó la alteración del valor nutritivo de las mismas por exceso de temperatura de secado. Luego se pesaron y molieron las muestras secas manteniendo su correcta identificación. El molido se realizó con un molino marca “Wiley Mill”, utilizando una malla de 1 milímetro. Luego de este proceso las muestras fueron enviadas a INIA “La Estanzuela”.

Cuadro 60. Fecha de inicio, fin y duración de cada ciclo experimental.

Ciclo	Fecha inicial del ciclo	Fecha final del ciclo	Duración (en días)
Ciclo 1	08/06/2004	05/07/2004	28
Ciclo 2	06/07/2004	09/08/2004	35
Ciclo 3	10/08/2004	30/08/2004	21
Ciclo 4	31/08/2004	27/09/2004	28

3.4.1.2 Procesamiento de las muestras de ración

El proceso de extracción de muestras y el como se conformó cada una, es idéntico al detallado anteriormente para el caso del fardo, conformándose un pool semanal a partir de muestras de 200 gr (base fresco), extraídas de las bolsas de 50 kg, de las cuales se extrajo la ración para ser suministrada a los animales. La diferencia es que la ración no se molió, ni se secó en estufa. Simplemente se enviaron las muestras a INIA “La Estanzuela” en el mismo estado en el que fue suministrada a los animales.

3.4.2 Animales

3.4.2.1 Determinaciones a campo

En este experimento se realizaron determinaciones en los animales vivos y post-mortem. En los animales vivos, se realizaron determinaciones diarias (consumo de ración, fardo y agua), semanales (peso vivo lleno), quincenales (condición corporal y análisis coprológico), y cada 28 días (peso vivo vacío). Al inicio del ensayo, se realizó el muestreo de un parche inicial de lana, mientras que al final del ensayo se determinó la medición de un parche final de lana, el peso vellón y el área de ojo del bife y punto C. Posteriormente al sacrificio, se realizaron mediciones en planta frigorífica (calidad de la canal y componentes no canal), mediciones en el Laboratorio de Tecnología de la Carne de INIA Tacuarembó (calidad de carne) y en el Laboratorio de Grasas y Aceites de Facultad de Química (ácidos grasos).

Peso vivo

Las mediciones que se realizaron fueron de peso vivo lleno y peso vivo vacío, cada 7 y 28 días respectivamente. La primera medición del peso vivo lleno se realizó el 8 de junio de 2004, mientras que la de peso vivo vacío fue al día siguiente.

Los pesos vivos llenos se realizaron a la misma hora, en la tarde, previo al segundo suministro de la dieta en el día.

Para realizar el peso vivo vacío, los animales estuvieron en ayuno aproximadamente 24 horas. Las determinaciones se realizaron con una balanza electrónica marca TRU-TEST™, con una precisión de 0.5 kg.

Condición corporal

La condición corporal se determinó cada 14 días, siendo la primera medición el día 8 de junio de 2004, al inicio del experimento. Para dicha determinación se utilizó la escala de Russel et al. (1969), la cual determina la condición corporal palpando manualmente la cobertura de tejidos sobre las apófisis vertebrales (espinosas y transversas) y el músculo del lomo (*Longissimus lumborum*) detrás de la última costilla. La escala tiene un rango de seis puntos (0 al 5), donde 0 es un animal muy flaco próximo a la muerte y 5 un animal extremadamente gordo.

Área del ojo de bife (AOB) y espesor de grasa (EG)

El AOB y el EG, se determinaron mediante ultrasonografía, inicialmente el día 8 de junio de 2004, luego cada 28 días, y al final del experimento, así como previo al

embarque para la faena. Las mediciones se realizaron en el espacio intercostal, entre la 12 y 13^{ma} costilla del flanco izquierdo, en base a tres medidas promedio del EG (Owen, citado por Russel, 1995). El equipo utilizado fue un ALOKA 500K con un traductor de 3.5 Mhz, 172 mm. de largo y un acoplador acústico para mejorar la calidad de la imagen obtenida. Las imágenes fueron almacenadas en el mismo equipo, utilizando un software específico, identificadas con el número de caravana del animal correspondiente, para su posterior procesamiento.

Recuento de huevos de parásitos por gramo de materia fecal (HPG)

Esta determinación se realizó cada 28 días, a todos los animales del ensayo, siendo la primera extracción el día 8 de junio de 2004. La colecta se depositó en bolsas individuales de polietileno, las cuales fueron identificadas con el número de caravana del animal del cual se extrajo la materia fecal. Posteriormente, fueron debidamente almacenadas y enviadas al Laboratorio de Sanidad de INIA Tacuarembó, donde se realizaron los análisis coproparasitario y control de presencia de Tenias. El procedimiento utilizado para estimar la concentración de parásitos gastrointestinales fue el conteo de los huevos por gramo de materia fecal (HPG) mediante la técnica McMaster modificada por Williamson et al. (1994). Cuando el análisis resultaba en un conteo superior a 900 huevos por gramo de materia fecal, en la mitad más uno de los animales de cualquier tratamiento, se realizaba la dosificación de la totalidad de los animales del experimento con antiparasitario según peso promedio de los mismos.

Crecimiento y calidad de lana

El crecimiento de lana ($\mu/\text{cm}^2/\text{día}$, **Anexo**) durante el período experimental fue determinado a partir de la técnica de parche (Birgham, citado por Silveira, 2008). Ésta consiste en recortar al ras de la piel un área (parche) de aproximadamente 100 cm^2 , en la tercera costilla del lado derecho del animal. Se cortaron dos parches, uno inicial, el 8 de junio y el otro final el del ensayo, el 23 de septiembre. Se tomaron las medidas del largo, ancho y diagonal del parche. Los parches de lana obtenidos fueron pesados en fresco y posteriormente secados a efectos de eliminar la humedad de los mismos, para determinar su peso seco. El peso se realizó con una balanza con precisión de ± 1 g, mientras que el secado se realizó a 20 °c ($\pm 2^\circ\text{c}$) y 65 % de humedad ($\pm 2\%$), durante 48 h, en una estufa del Laboratorio de Calidad de Carnes de INIA Tacuarembó marca “Partlow”. Posteriormente, se pesaron nuevamente las muestras con el fin de determinar el crecimiento de la lana.

En cuanto a las determinaciones de calidad de lana, los parches secados fueron enviados al Laboratorio de Lanos del Secretariado Uruguayo de Lanos (S.U.L.), donde determinaron las medidas de largo y diámetro de fibra, coeficiente de variación de la

misma (Laserscan), resistencia a la ruptura, rendimiento al lavado, grado de amarillamiento y luminosidad.

El rendimiento al lavado de la fibra se midió con un tren de lavado con agua caliente a 64, 60, 55, 50, (± 3 °C) en cuatro piletas secuenciales de 70 litros (3 minutos en cada una), con detergente no iónico al 29 %, y concentraciones decrecientes (160, 90, y 60 ml, respectivamente), siendo la última de las piletas, la de enjuague. Luego las muestras se secaron en una estufa de circulación de aire a 105 °C, acondicionadas y pesadas.

La determinación del largo de fibra (mm), se realizó tomando diez fibras al azar por muestra, las cuales se midieron con regla milimetrada. El diámetro de fibra, su coeficiente de variación y el porcentaje de fibras por encima de 30.5 micras se determinaron con un equipo Laserscan. Para la determinación de resistencia a la tracción o ruptura de la mecha (Newton / kilotex), el instrumento utilizado fue un Agritest Staple Breaker Modelo 2. En este procedimiento, la lana es tensada hasta su rotura. Primero, se mide la fuerza de rotura de la mecha, luego las fracciones resultantes son pesadas en una balanza y su valor corregido por el rendimiento, determinándose la posición de rotura (POB, expresada en porcentaje), señalando los puntos de ruptura a nivel de la base, medio o punta de la mecha.

Por último, las determinaciones de color y luminosidad se efectuaron sobre una muestra de 2.5 g de lana limpia en condiciones controladas de temperatura y humedad. Se colocaron en una cámara circular de dimensiones estandarizadas perteneciente a un colorímetro Hunterlab™ y se realizaron 4 mediciones, obteniéndose luego un valor promedio.

Peso de vellón

La esquila se realizó el 24 de setiembre, con la técnica Tally Hy, y se utilizó peine Cover comb (peine alto). Se pesó el vellón en forma individual de cada uno de los corderos.

Consumo de ración y fardo

El consumo de ración y fardo se midió diariamente desde que finalizó el período de acostumbramiento hasta el fin del ensayo. Se determinó en forma individual, para cada animal, colectando los remanentes presentes en los baldes del día anterior en la mañana siguiente, previo al nuevo suministro de la dieta. Dicha colecta se realizó en bolsas de polietileno, correctamente identificadas con el número de tratamiento y corral individual correspondiente. En las planillas de consumo, los corrales individuales de cada cobertizo estuvieron asociados a un número correlativo de caravana del animal, y sus respectivos tratamientos.

Posteriormente las bolsas fueron pesadas por separado en la misma balanza de precisión donde se pesó la ración y el fardo ofrecido. El consumo diario por animal se calculó como la diferencia entre la dieta ofrecida (ración y fardo) y el remanente de cada uno. Se asume que lo desaparecido es igual a lo consumido.

Se realizó un cálculo promedio del consumo por tratamiento, y se comparó lo que teóricamente se debería estar consumiendo, con lo que realmente se consumió, para ver la evolución.

Consumo agua

El consumo de agua se determinó diariamente, para cada animal. Todas las mañanas, previo al suministro de la misma, se colectaron los baldes y se midió el agua remanente del día anterior, en un recipiente graduado, con el que también se les suministró el agua. Al igual que para el caso del fardo y la ración, se asumió que lo desaparecido fue lo consumido.

3.4.2.2 Determinaciones post faena

La faena se realizó el día 2 de octubre de 2004, en el frigorífico “San Jacinto”, ubicado en el departamento de Canelones, más precisamente en la ruta 7, km. 59.5

Calidad de canal y cortes valiosos

Los parámetros de calidad de la canal evaluados en frigorífico, fueron determinados en todos los animales del ensayo, excepto el AOB que fue medido en la mitad de los animales de cada tratamiento.

La conformación de las canales fue evaluada a las 24 h *post* faena, según el Sistema Oficial de tipificación de INAC vigente (Robaina, 2002). Dicho sistema se compone con cuatro clases de canales: S, P, M, I, donde la S se le asigna a las canales de conformación sobresaliente, y la I las de conformación deficiente. En cuanto al grado de terminación de las canales, las mismos se tipifican en tres clases, que van del 0 al 2, donde 0 significa un animal con insuficiente grasa de cobertura, y 2 excesiva grasa de cobertura. Esta evaluación fue realizada por parte de personal del frigorífico sobre las canales calientes y posteriormente aplicado por los técnicos de INAC en las canales enfriadas. Estos resultados recolectados permitieron obtener información subjetiva de la calidad de la canal, basándose para ello en el tipo de conformación (desarrollo relativo de las masas musculares) y grado de terminación (cantidad y distribución del tejido adiposo) (Robaina, 2002).

La determinación del peso de la canal caliente es de interés experimental (posibilita comparaciones entre los diferentes estudios), práctico (facilita el estudio para un tipo de mercado) y comercial (determina el valor de una canal), y se determinó al final de la noria, junto con la clasificación realizada por parte del personal del frigorífico.

Luego, las canales fueron ubicadas en una cámara de frío a temperaturas que oscilaron en el rango entre 2 y 4 °C, donde permanecieron allí durante 24 horas (en este caso) entre la faena y el *pre* desosado. Posteriormente, se volvieron a pesar las canales obteniéndose el peso frío. La diferencia entre el peso de canal caliente y el peso de canal frío, es lo que se denomina merma por enfriado.

La estimación de cobertura de grasa se realizó sobre la base de un score establecido en función de la medida de la profundidad (mm) de tejido subcutáneo, en una posición denominada punto GR. Dicho punto se ubica sobre la 12 costilla a 11cm de la línea media de la canal (Kirtton y Morris 1989, **Anexo**), siendo el mismo un buen indicador del grado de terminación de la canal. Los instrumentos que se utilizaron fueron un GR metro, y regla con la cual se midió la profundidad a la cual penetró el Gr metro.

Una vez enfriadas las canales, se procesaron y se obtuvieron diversos cortes con y sin hueso. Se pesaron las dos piernas con cuadril y sin hueso, y el frenched rack. El frenched rack, es un corte con hueso que se obtiene de la parte dorsal de la media canal. Sus límites craneal y caudal son generalmente las costillas 6ª y 13ª (a 8 costillas), respectivamente, y su límite ventral es aproximadamente a 7.5 cm de la unión costo-vertebral; a la porción de la costilla que permanecen, se le remueven los músculos en sus últimos 5 cm libres.

El área de ojo de bife (AOB), se denomina a la sección transversal del músculo *Longissimus Dorsi*. Esta sección permite evaluar varios indicadores relacionados con la composición y rendimiento de la canal. Para medir el AOB y el espesor de grasa subcutánea, primero se extrajo el músculo *Longissimus Dorsi* de la canal, se le midió el espesor de grasa con una regla milimetrada y se le trazó el contorno del mismo en una transparencia, en la cual se le escribió el número correlativo, y los mm de grasa correspondientes. Posteriormente, las transparencias fueron escaneadas, e ingresadas a un computador, donde mediante un software llamado Sigmascan, se les calculó el área (en cm²).

Calidad de carne

A nivel de frigorífico, se determinó el pH, la temperatura y el color de la carne.

El pH y la temperatura de la canal determinaron simultáneamente 3 veces, a la hora, 3 h, y 24 h post mortem en la media res izquierda, entre la 12 y 13^{ma} costilla. Estas mediciones se realizaron estando las canales dentro de cámaras de frío a una temperatura

ambiente de 4 °C. Para la medición del pH, se utilizó un equipo manual marca ORION, modelo 210^a, siendo estandarizado a pH s 4 y 7. Entre mediciones el censor del equipo se limpió con alcohol y enjuagó con agua destilada.

La temperatura se midió individualmente a cada uno de las 45 canales, en el músculo *Longissimus Dorsi*, utilizando un termómetro químico marca Barnnant y un termo cúpula de tipo BARNANT 115E. Esta medición se realiza aproximadamente en el centro geométrico del músculo (10 cm posterior a la 13 costilla).

El color se midió en la carne y la grasa (subcutánea), en el músculo *Longissimus Dorsi*, extraído a partir la totalidad de las canales, a las 48 h post faena. Se realizaron 3 mediciones, a los 2, 5 y 10 días de maduración. La medición a los 2 días se realizó en planta frigorífica sobre el extremo posterior de los *racks* derechos que habían sido retirados de la línea de faena. Para las restantes mediciones, se emplearon las muestras de los bifés tomadas en el frigorífico al momento del desosado. Dichas mediciones se realizaron utilizando el sistema de Hunter². Esta técnica consiste en determinar los parámetros L*, a*, b*, donde L, representa el grado de reflectancia de la luz desde la superficie de la carne (brillo de la misma), a y b, los valores de rojo y amarillo, respectivamente. Un valor de “L” mayor a 40 indica colores de carne muy pálidos, mientras que un rango aceptable de “a”, se ubica entre 14 y 23, y valores inferiores a 10 para “b” son deseables de acuerdo a su grado de amarillamiento. Para estas mediciones se utiliza un equipo Minolta, modelo c-10.

La terneza se determinó en el Laboratorio de Calidad de Carnes de INIA Tacuarembó en 4 períodos de maduración: 2, 5, 7 y 10 días post – faena, también en el *longissimus Lumborum*, a los 45 animales. Una vez medido el color de carne y grasa, se pesó el par de muestras de músculo de cada animal, para luego ser colocadas en una bolsita de polietileno con el número correlativo que traían del frigorífico, las cuales se cocinaron a baño María (instrumento Rost FreiTM) a temperatura constante (70 °C) durante 90 minutos. Al retirarse las muestras del baño María, se pesaron y se dejaron enfriar a temperatura ambiente para luego extraerles seis trozos, de medidas estándar (1.3 x 1.3 cm) siguiendo la orientación longitudinal de las fibras. De cada uno de estos trozos, se determinó la terneza, a través de un instrumento Warner Bratzler Dillon QuantrolTM, para medir la fuerza de corte, (kg/cm²), con una apreciación de 0.01 kg fuerza.

Respecto a los lípidos de la carne, se determinó la cantidad, composición y perfil de ácidos grasos para los 45 animales del ensayo. Estas mediciones se realizaron en el músculo *Longissimus dorsi*, y son llevadas a cabo por el Laboratorio de Aceites y Grasas

² Brito, G. 2008. Com. personal.

de la Facultad de Química de la Universidad de la República. Dichos análisis fueron realizados con un Cromatógrafo de Gases, siguiendo el protocolo del propio laboratorio.

Según Pagano, citado por Silveira (2008), el procedimiento realizado en dicho Laboratorio cumple los siguientes pasos:

1^{er}o Se tritura de la muestra de carne con una picadora eléctrica casera, habiendo previamente removido la capa exterior de tejido conectivo.

2^{do} Tomar de la muestra homogeneizada, dos submuestras que pesen entre 4 y 5 g, una para la determinación del contenido de grasa y otra para la determinación del porcentaje de humedad.

3^{er}o En la primer submuestra se le realiza la extracción de la grasa por agitación con una mezcla de Hexano/2-propanol (3/2) según Hara et al., citados por Silveira (2008).

4^{to} La grasa extraída de la primer submuestra se debe filtrar y rotaevaporar, para posteriormente pesarla y así determinar porcentaje de grasa contenida en la carne.

5^{to} Con la segunda submuestra se realiza la determinación del porcentaje de humedad en estufa al vacío hasta peso constante según NORMAS UNIT.

6^{to} La grasa que se obtiene como resultado del 4^{to} punto es procesada para obtener la estimación del contenido de ésteres metílicos (según AOCS Ce 2-66) y determinar el perfil de ácidos grasos en un Cromatógrafo de Gases con columna capilar sp2560, utilizando una llama de hidrógeno y nitrógeno como carrier (según AOCS Ce 1-62).

Composición tisular (en peso)

La composición tisular se determinó en la paleta izquierda de cada unos de los 24 animales seccionados (6 por tratamiento).

Las paletas estuvieron identificadas con el número correlativo de cada animal y fueron conservadas en un freezer en el Laboratorio de Calidad de Carnes de INIA Tacuarembó, desde la faena hasta ese momento.

Previo al despiece, fue necesario estandarizar el corte de la paleta según los límites propuestos por Colomer-Rocher et al., citados por Vergara y Gallego (2002). Posteriormente, y antes de la realización de cortes para la extracción de los diferentes tejidos, cada paleta se descongeló en la cámara de frío del mismo laboratorio a 4 °C. Luego se pesó en una balanza con una precisión de 1 g. La disección de cada paleta se realizó con bisturí y cuchilla, obteniéndose las siguientes fracciones: grasa subcutánea, grasa intermuscular, músculo, huesos y otros (que incluye vasos, nervios, ligamentos y tendones).

Cada tejido disecado se pesó individualmente, y mediante la diferencia entre el peso de la paleta, y la suma de los pesos de los diferentes tejidos de la misma paleta, se obtuvo el contenido de agua.

Mediciones de los componentes no canal

Estas mediciones se realizaron sobre la mitad de los animales de cada tratamiento. Primero, se extrajeron los cueros que fueron pesados y clasificados en pies (un pie equivale a 30.5 cm) según la clasificación estándar utilizado a nivel de las barracas.

Posteriormente se retiraron las vísceras verdes y rojas (por separado) de la línea de faena en forma individual y debidamente identificadas.

Las vísceras verdes incluyeron esófago, traquea, retículo, rumen, omaso, abomaso, intestino delgado, colon, recto, y grasa cavitaria. Por otra parte, dentro de las vísceras rojas están: el aparato respiratorio, parte del sistema circulatorio, hígado y riñones. Se pesaron separadamente, pulmones, traquea junto con otros conductos, el hígado junto con la vesícula, los riñones, el corazón, el bazo y la tela o grasa que los cubre.

El peso de las vísceras verdes se realizó luego de extraído el contenido gastrointestinal, y realizada una minuciosa limpieza interna con agua tibia.

Por otro lado, se pesó la cabeza con ojos, cerebro y sin cuero. También se pesó el aparato reproductor del animal (útero, ovarios y trompas de Falopio). La grasa cavitaria también fue pesada por separado.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo, se presentan los resultados obtenidos en el ensayo, los cuales muestran la influencia del tipo de dieta en la performance animal, la calidad de la canal y

4.1 CONSUMO DE MATERIA SECA

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos de las mediciones de consumo de materia seca registradas en cada tratamiento. Es importante recordar que los diferentes componentes de la dieta (ración y fardo) fueron suministrados en forma individual (en baldes) a cada uno de los animales involucrados en el experimento. De esta manera, se pudo registrar el consumo de ración y fardo para cada uno de los animales.

En el **Cuadro 61**, se presenta el valor nutritivo de los dos componentes (ración y fardo) utilizados en este experimento, donde se destaca el mayor valor nutritivo de la ración en relación al fardo, con la excepción del componente proteico donde la diferencia fue menor, así como la escasa variación encontrada entre ciclos dando consistencia a la evaluación realizada.

Cuadro 61. Valor nutritivo (%) de los componentes de la dieta (ración y fardo), según ciclo.

Ciclo	MSR	MSF	DMOR	DMOF	PCR	PCF	FDA RAC.	FDA FAR.	FDN RAC.	FDN FAR.
C 1	86.51	95.00	93.02	62.0	14.00	17.20	6.00	38.04	12.00	47.16
C 2	86.14	95.00	93.20	60.21	14.00	15.50	6.00	40.00	13.00	50.00
C 3	87.00	95.11	93.00	61.00	15.00	15.51	6.00	40.00	12.23	49.00
C 4	87.52	95.20	93.03	58.60	15.30	14.44	6.00	44.21	12.00	52.01
Promedio	87.00	95.10	93.04	60.40	14.44	16.00	6.00	40.42	12.24	49.40

Referencias: C 1 = ciclo 1; C 2 = ciclo 2; C 3 = ciclo 3; C 4 = ciclo 4; MSR = materia seca de la ración ofrecida; MSF = materia seca del fardo ofrecido; DMOR = digestibilidad de la materia orgánica de la ración ofrecida; DMOF = digestibilidad de la materia orgánica del fardo ofrecido; PCR = proteína cruda de la ración ofrecida; PCF = proteína cruda del fardo ofrecido; FDA RAC. = fibra detergente ácida de la ración; FDN RAC. = fibra detergente neutra de la ración; FDA FAR. = fibra detergente ácida del fardo; FDN FAR. = fibra detergente neutra del fardo.

En el **Cuadro 62**, se puede apreciar la composición porcentual de los diferentes componentes de la dieta (ración y fardo).

Cuadro 62. Proporción (%) de los diferentes componentes de la dieta (ración y fardo) consumidos por ciclo, según tratamiento.

Ciclo	T1		T2		T3		T4	
	R	F	R	F	R	F	R	F
1	20	80	41	59	57	43	75	25
2	19	81	39	61	59	41	74	26
3	20	80	40	60	57	43	73	27
4	19	81	38	62	58	42	78	22
Promedio	19	81	39	61	58	42	75	25

Nota: referencias: R = ración; F = fardo.

Como se observa en el **Cuadro 62**, los valores porcentuales de cada componente de la dieta que consumieron realmente los animales fueron bastante similares a los proyectados y ofrecidos según el tratamiento.

Un aspecto importante a considerar es incorporar en el análisis el efecto del período de acostumbramiento, en el cual los animales se adaptaron a la dieta suministrada, el cual forma parte del período de tiempo que abarca el ciclo 1. Por tal razón, en el ciclo 1, los animales pertenecientes a los tratamientos donde la proporción de ración en la dieta fue menor, presentaron los mayores niveles de consumo respecto a los animales alimentados con una mayor proporción de ración. En este sentido, el T4 fue el que presentó el menor consumo de materia seca (g) como se observa en el **Cuadro 63**. Para Seymour (2000) el período de acostumbramiento es importante para prevenir la acidosis, y este problema puede causar muerte de animales, así como también una pérdida en tiempo (más días para el engorde) e ineficiente uso de granos, e incluso provocar una larga recuperación en los animales, atrasando el crecimiento normal de los mismos (Milton, 2001). Este concepto afirma lo sucedido en los animales del T4, a los cuales se les ofreció la mayor concentración de granos en la dieta.

Por otra parte, Loerch y Fluharty (1998), experimentaron con vaquillonas, durante 185 días (en dos fases), cuatros combinaciones diferentes de una dieta compuesta por concentrado y silo de maíz como fuente de fibra. La fibra estimuló el consumo de materia seca, siendo mayor el consumo de materia seca en los animales con mayor proporción de fibra en su dieta, respecto a los que fueron alimentados con mayor proporción de concentrado.

Cuadro 63. Consumo de materia seca total (ración y fardo) por tratamiento según ciclo (expresado en g MS/animal/día).

Ciclo	Tratamientos				
	1	2	3	4	P
1	844.2a	817.2a	761.8b	651.6c	**
2	896.4a	877.0a	815.6b	613.4c	**
3	1020.5ab	962.4b	1040.2a	686.0c	**
4	1124.1c	1215.5b	1282.7a	1040.9d	**
Promedio	962.3a	958.4a	956.2a	733.6b	**

Nota: **: P<0.01; a, b, c y d = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes (p<0.05).

Por otra parte, a partir del ciclo 3, el tratamiento 3 no solo alcanza el mismo consumo diario de materia seca que los tratamientos 1 y 2, sino que los supera, alcanzando el máximo consumo en el ciclo 4 (**Cuadro 63**). Si bien esto es cierto, el promedio de consumo para todo el período experimental no mostró diferencias significativas entre los tratamientos 1, 2 y 3, debido a que se compensó el mayor consumo para los tratamientos 1 y 2 en los dos primeros ciclos, con el mayor consumo del tratamiento 3 en los dos últimos ciclos. Bianchi et al. (2007) trabajando con corderos Corriedale, machos, a los cuales se les suministró diferente tipo de dieta en confinamiento durante 42 días, donde las variaciones de las mismas estaban en la relación voluminoso: concentrado (60:40, 40:60 y 20:80), encontró que los corderos que tuvieron acceso a la relación 60: 40 (voluminoso: concentrado), presentaron un consumo de materia seca superior a los animales que se les ofrecía una mayor proporción de concentrado, compensando de esta manera el menor valor nutritivo del voluminoso respecto al concentrado.

Para Seymour (2000), Bell et al. (2003), los valores de consumo voluntario de MS deben ubicarse entre 3.3-3.6% y 4% del peso vivo, respectivamente, para corderos entre 30 y 50 kg de PV con ganancias en el rango 200 y 350 gramos diarios. Si bien los corderos de este ensayo empezaron con un peso más liviano, solamente los animales del T1 alcanzaron a consumir el límite inferior del rango de consumo mencionado por estos autores como porcentaje de su peso vivo (**Cuadro 64**). Por otra parte, los valores de consumo (en porcentaje del PV, **Cuadro 64**) también son inferiores a los mencionados por la NRC. Estos bajos consumos (en % del PV) pudieron deberse a la alimentación, donde los valores más bajos corresponde a el tratamiento 4 (el cual implicó una mayor proporción de ración en su dieta). Por otra parte, si bien en el ciclo 4, los animales del tratamiento 3 consumieron más que los animales del tratamiento 1, no se manifestó esa diferencia cuando el consumo se expresa en % del PV, indicando una clara diferencia de peso positiva a favor de los animales del tratamiento 3 respecto a los del tratamiento 1 (**Cuadro 74**).

Cuadro 64. Consumo de materia seca por ciclo, y para el promedio de todo el período experimental, según tratamiento, como porcentaje del peso vivo lleno.

Ciclo	T1	T2	T3	T4	P
1	3.35a	3.28a	2.98b	2.62c	**
2	3.12a	2.99a	2.6b	2.1c	**
3	3.12a	2.68b	2.83b	2.04c	**
4	2.97	3.05	3.07	2.9	ns

Nota: **: $P < 0.01$; a, b, c y d = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

Para Rook (s.f.), por lo general, los animales más jóvenes y livianos, consumen más alimento (en proporción a su peso vivo), que los de mayor edad y peso. En este ensayo, no fue tan claro ese comportamiento del consumo (como % del PV lleno), ya que en algunos tratamientos cuando los animales aumentaron de peso y edad, incrementaron su consumo (como % del PV lleno, **Cuadro 64**). Esta diferencia entre lo mencionado por Rook (s.f.), y lo sucedido en este experimento, pudo ser debido a que los animales no estuvieron el tiempo suficiente en el confinamiento, como para alcanzar un peso vivo tal, que permitiera expresar el comportamiento en consumo antes expresado por este autor.

Como se aprecia en el **Cuadro 65**, el consumo de materia seca digestible presentó el siguiente gradiente (de mayor a menor) $T3 > T2 > T1 > T4$. En el ciclo 1, el tratamiento 4 presentó los menores valores debido a las dificultades al acostumbramiento a la alta proporción de ración, y el tratamiento 1, debido a la baja calidad de la dieta (**Cuadro 61**), respecto a los demás tratamientos. A su vez, en los demás ciclos se dio el mismo comportamiento en el consumo de materia seca digestible, debido también a que las asignaciones de alimentos fueron del 3,5 % del peso vivo de los animales, siendo en términos absolutos mayores las ofertas de materias seca para los animales de los tratamientos 2 y 3, respecto al 1 y 4, por presentar los primeros un mayor peso vivo promedio, respecto a los animales de los tratamientos 1 y 4. También se observa un notorio incremento en el consumo de materia seca digestible en el tratamiento 4 en el ciclo 4, donde los animales se adaptaron al alto nivel de concentrado en la dieta. De igual manera, el menor valor promedio para todo el período experimental de consumo de materia seca digestible fue para los animales del tratamiento 4.

Cuadro 65. Consumo diario de materia seca digestible (g/animal/día) por ciclo y para el promedio de todo el periodo experimental.

Ciclo	Tratamientos				
	1	2	3	4	P
1	574.5ab	609.1a	607.7a	555.3b	**
2	594.7b	639.2a	648.6a	517.8c	**
3	687.1b	709.2b	824.7a	578.2c	**
4	723.5c	865.3b	1003.3a	888.2b	**
Media	638.6c	698.4b	756.5a	622.4d	**

Nota: **: $P < 0.01$; a, b, c y d = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

Este resultado es similar al encontrado por Silveira (2008), donde los animales que consumieron una mayor proporción de concentrado (100% de su dieta), presentaron los menores valores de consumo de materia seca digestible. La explicación a este hecho está dada por que estos animales presentaron dificultades en el acostumbramiento a la dieta, mostrando menores niveles de consumo (Silveira, 2008). De este modo, los animales de dicho tratamiento presentaron menores pesos vivos que los animales de los demás tratamientos, y por lo tanto menores requerimientos de materia seca y proteína. Esto se refleja en que los niveles de consumo de MS, MSD y PC fueron menores para todos los ciclos para dichos animales (Silveira, 2008). Por otra parte, Montossi et al. (2007), experimentando con corderos Corriedale, los cuales fueron expuestos a tratamientos diferentes (T1: pastura sola; T2: pastura más concentrado al 0,6 % del PV; T3: pastura más concentrado al 1,2 % del PV; y T4: concentrado *ad libitum* con fardo al 25 % del total ofrecido), encontraron que los animales alimentados con concentrado *ad libitum* (T4), tuvieron un consumo de materia seca superior, de 800 vs. 597 gramos/animal/día, para los animales de T2 y T3, respectivamente.

Finalmente, si comparamos el tratamientos 4 con los demás, se ve que la diferencia en consumo de materia seca digestible, no tiene la misma magnitud que la diferencia en el consumo de materia seca. Este hecho, se visualiza mejor si comparamos los tratamientos de los extremos, el tratamiento 1 y 4. La explicación a esto se debe a las diferencias en la digestibilidad de la materia seca entre la ración y el fardo, siendo mayor la de la ración respecto al fardo (**Cuadro 61**).

En el **Cuadro 66**, se puede observar las diferencias en el consumo de materia seca de la ración entre los diferentes tratamientos. Durante el ciclo 1, los consumos de materia de seca de la ración, registraron la misma tendencia que la oferta de la misma según el tratamiento. Esto es, los animales en los cuales el tratamiento consistió en mayor concentración de ración en su dieta, consumieron significativamente más que los animales de los otros tratamientos. Esto es debido a que al inicio del ensayo no hubo diferencias significativas entre los diferentes pesos vivos llenos de los diferentes tratamientos, ya que todos los animales comenzaron con un mismo peso vivo lleno, por

lo que la oferta como % del PV de los animales implicó una mayor oferta y posterior consumo en términos de kg de materia seca de ración. A partir del ciclo 2, el tratamiento 3 supera incluso al tratamiento 4. La explicación a este hecho es que a partir del ciclo 2, los animales del tratamiento 3 presentaron un incremento en el peso vivo lleno, superior a todos los demás (**Cuadro 74**), lo que implicó una mayor oferta y consecuentemente un mayor consumo. Respecto a la comparación entre los tratamientos 1, 2 y 4, las diferencias en la proporción (%) de ración ofrecida en las dietas de cada tratamiento, no pudo ser compensada por el incremento de peso de los animales. Este caso es notorio en la comparación entre los tratamientos 2 y 4, los cuales en el ciclo 2 presentaron una diferencia significativa en el peso vivo lleno a favor de los animales del tratamiento 2 (**Cuadro 74**), no implicando esto una mayor oferta en términos de kg de materia seca de ración ni un mayor consumo (en todo el período experimental) de materia seca de ración de los animales de dicho tratamiento respecto a los animales del tratamiento 4.

En el ciclo 4, el incremento de peso de los animales del tratamiento 4, explicado por una plena adaptación de los animales a los altos niveles de concentrado en la dieta, se asoció a la alta proporción de ración en la dieta (**Cuadro 68**), lo cual determinó un mayor consumo de materia seca del concentrado, respecto a los demás tratamientos. En el ciclo 4, los consumos de ración tienen la misma tendencia que la proporción de ración ofrecida en la dieta para cada tratamiento (a mayor oferta, mayor consumo y viceversa). Montossi et al. (2007) muestran que los animales a los cuales se les ofreció una mayor cantidad de ración, incrementaron el consumo de materia seca de la misma.

Cuadro 66. Consumo diario de ración (g/MS/animal/día) por ciclo y para el promedio de todo el período experimental, según tratamiento.

Ciclo	Tratamientos				
	1	2	3	4	P
1	168.0d	332.4c	437.9b	488.3a	**
2	167.7d	338.0c	478.4a	451.0b	**
3	201.3d	382c	594.9a	500.4b	**
4	212.1d	461.5c	743.9b	812.9a	**
Media	184.8c	373.9b	553.9a	551.3a	**

Nota: **: $P < 0.01$; a, b, c y d = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

En el **Cuadro 67** se muestran los resultados del consumo de la materia seca digestible de la ración. Como se puede apreciar, los valores de consumo de materia seca digestible de la ración, tienen exactamente la misma tendencia que los valores de consumo de la materia seca de la ración. De esta manera, la explicación a estos hechos es la misma que el consumo de materia seca de la ración. La diferencia de los valores absolutos de consumo en el **Cuadro 67**, son inferiores a las diferencias entre los valores

del **Cuadro 66**, ya que los primeros están ponderados por la digestibilidad de cada dieta. Montossi et al. (2007), mencionan que la tendencia de consumo de materia orgánica digestible del concentrado, tiene la misma tendencia que el consumo de la materia seca del mismo, cuando su oferta se incrementa.

Cuadro 67. Consumo diario de materia seca digestible de la ración (g/animal/día) por ciclo y para el promedio de todo el periodo experimental, según tratamiento.

Ciclo	Tratamientos				
	1	2	3	4	P
1	156.3d	309.2c	407.4b	454.2a	**
2	156.3d	315.0c	445.7a	420.2b	**
3	187.0d	355.0c	552.8a	464.9b	**
4	197.4d	429.6c	692.6b	756.8a	**
Media	172.0c	348.0b	515.5a	513.1a	**

Nota: **: P<0.01; a, b, c y d = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes (p<0.05).

En el **Cuadro 68**, se puede observar que cuando el consumo de materia seca de la ración se expresó como porcentaje del PV lleno, los mayores valores fueron registrados en los animales cuyos tratamientos recibieron efectivamente una mayor proporción de ración en su dieta (T4 y T3). La tendencia (de mayor a menor) de consumo de materia seca de la ración como porcentaje del PV lleno fueron T4>T3>T2>T1, siguiendo la misma tendencia que las ofertas de ración según el tratamiento. La diferencia más acentuada en el consumo como porcentaje del PV entre los tratamientos 3 y 4 en el ciclo 3, se debe al mayor consumo de los animales del tratamiento 3, respecto a los animales del tratamiento 4, lo cual determina ese resultado, independientemente que el tratamiento 4 consistió en una mayor proporción de concentrado en su dieta.

Cuadro 68. Consumo diario de ración por ciclo, y para el promedio de todo el período experimental, según tratamiento, como porcentaje del peso vivo lleno.

Ciclo	T1	T2	T3	T4	P
1	0.67d	1.32c	1.72b	1.97a	**
2	0.58c	1.15b	1.54a	1.51a	**
3	0.62d	1.07c	1.62a	1.43b	**
4	0.59c	1.17b	1.79b	2.25a	**

Nota: **: P<0.01; a, b, c y d = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes (p<0.05).

En el caso del consumo de fardo, desde el inicio del experimento los consumos registrados fueron representativos de lo que se pretendía ofrecer y consumir en el ensayo (**Cuadro 69**). Se mantuvieron las diferencias de consumo durante todo el período experimental.

Cuadro 69. Consumo diario de fardo (g/MS/animal/día) por ciclo y para el promedio de todo el período experimental, según tratamiento.

Ciclo	Tratamientos				
	1	2	3	4	P
1	676.1a	484.8b	323.9c	163.3d	**
2	728.7a	539.0b	337.2c	162.4d	**
3	819.2a	580.3b	445.3c	185.6d	**
4	912.0a	753.9b	538.8c	227.9d	**
Media	777.5a	584.5b	402.4c	182.3d	**

Nota: **: $P < 0.01$; a, b, c y d = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

Las tendencias en el consumo de fardo se explican porque este tipo de alimentos, no provocan problemas metabólicos a causa de trastornos ruminales, como sí sucede en caso de alimentación en base a concentrados. La fibra, por lo general, compone entre el 10 y 30 % de las raciones para corderos en terminación. Si la fuente de fibra es de buena calidad (aporte de EM mayores a 9 Mcal / kg de MS), ésta puede ser incluida en concentraciones mayores al 30% de la ración (Bell et al., 2003). Seymour (2000) menciona que si los corderos son libres en elegir el consumo de fibra, éstos prefieren que la fibra sea un 30 % en su dieta. Las diferencias en el consumo de la materia seca del fardo fueron siempre significativas entre los distintos tratamientos, y a favor de los animales del tratamiento 1, seguidos por los del tratamiento 2, 3 y 4, respectivamente. Este orden responde a la proporción del fardo ofrecido en el total de la dieta de cada tratamiento.

El consumo de los animales del T1, es coherente con los resultados de Banchemo et al., citados por Montossi et al. (2007), quienes encontraron un consumo de 787 g/a/d, en corderos pastoreando sobre una pastura de *Avena Sativa*, con una asignación de forraje del 6% del PV, con corderos en engorde en el rango de 28 a 35 kg. Por otra parte Banchemo, et al., citados por Montossi et al. (2007), experimentando sobre una pastura de *Medicago sativa* cv. INIA Chaná, al 9% del PV de asignación de forraje, con corderos en un rango de peso vivo de 24 y 39 kg, y suplementando los animales al 1,5% del PV, el consumo total de materia seca fue de 738 g/a/d, donde el 53% (391 g/a/d) correspondió al grano. La oferta de dicho ensayo tendría cierta comparación con los animales del T2 (40:60, relación ración fardo) del presente trabajo. De esta manera, el consumo de materia seca de fibra de los animales del T2, son bastante mayores respecto a los reportados por Montossi et al. (2007) (585 g/a/d vs. 347 g/a/d).

Finalmente, se observan en los Cuadros 68 y 70, se pueden apreciar las diferencias de consumo de los diferentes componentes de la dieta (como % del peso vivo) para cada tratamiento. Es así, que los animales del tratamiento 1, los cuales presentaron un mayor consumo de materia seca de fardo, debido a que éste representó el 80 % de la dieta, alcanzaron valores de hasta 2.68 % de consumo de fardo en relación a su peso vivo

lleno. En cambio, los animales del tratamiento 4, en los cuales el concentrado representó el 80 % (ofrecido) de su dieta, fue bastante inferior el consumo máximo alcanzado de ración como % de su peso vivo lleno. Esto nuevamente muestra, las diferencias de consumo entre los diferentes tratamientos, explicadas, en parte, por los problemas metabólicos que conlleva el consumo de niveles altos de concentrado y bajos en fibra (fardo).

Cuadro 70. Consumo diario de fardo por ciclo, y para el promedio de todo el período experimental, según tratamiento (como porcentaje del peso vivo lleno).

Ciclo	T1	T2	T3	T4	P
1	2.68a	1.95b	1.25c	0.65d	**
2	2.5a	1.84b	1.05c	0.58d	**
3	2.49a	1.61b	1.21c	0.6d	**
4	2.38a	1.87b	1.28c	0.65d	**

Nota: **: P<0.01; a, b, c y d = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes (p<0.05).

Esto es coincidente con lo expresado por Silveira (2008), quién encontró, que animales que recibieron una dieta constituida en 100 % por concentrado, éstos no consumieron todo lo ofrecido, disminuyendo así el consumo total de materia seca, mientras que sí consumieron todo el grano ofrecido los animales a los cuales el mismo representó el 25, 50 y 70 % del total de alimento ofrecido.

Por último, el consumo de la materia seca digestible del fardo, siguió el mismo comportamiento que el consumo de la materia seca del fardo, presentando los mayores valores de consumo en aquellos tratamientos que presentaron una mayor proporción de fardo en su dieta (**Cuadro 71**). Es importante mencionar lo complejo que es comparar este ensayo frente a otros estudios, debido a que la mayor parte de los mismos se realiza bajo condiciones de pastoreo, donde no se registra el consumo, sino solamente la utilización de la pastura.

Cuadro 71. Consumo diario de materia seca digestible de fardo (g/animal/día) por ciclo y para el promedio de todo el periodo experimental, según tratamiento.

Ciclo	Tratamientos				P
	1	2	3	4	
1	418.2a	299.8b	200.3c	101.0d	**
2	438.4a	324.3b	202.8c	97.6d	**
3	500.0a	354.2b	271.8c	113.3d	**
4	526.0a	435.7b	310.7c	131.5d	**
Media	466.6a	350.4b	241.0c	109.3d	**

Nota: **: P<0.01; a, b, c y d = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes (p<0.05).

4.2 CONSUMO DE PROTEÍNA CRUDA

A continuación se presenta el consumo de proteína cruda, expresado en diferentes maneras (**Cuadros 72 al 75**).

El consumo de proteína cruda (PC) se puede observar en el **Cuadro 72**. Las diferencias en el consumo de PC entre los tratamientos 1, 2 y 3, es más estrecha que la diferencia observada de consumo de materia seca entre los animales de estos tratamientos. Esto se explica por la composición de la dieta ofrecida, donde los animales del tratamiento 1 por ser alimentados con una mayor proporción de fardo en la dieta, y por tener el fardo una mayor concentración de proteína cruda, por kg de materia seca (**Cuadro 61**), compensan el mayor consumo de materia seca de los animales de los tratamientos 2 y 3. En el otro extremo, están los animales del tratamiento 4, los cuales no solo consumieron la menor cantidad de materia seca durante el ensayo (**Cuadro 63**), sino que la dieta con la cual se alimentaron, fue la más “pobre” en términos de concentración de proteína cruda (**Cuadro 61**). Silveira (2008) muestra que el menor consumo diario aparente de proteína cruda (PC) y de materia seca digestible (MSD), fue para los animales que fueron alimentados con el tratamiento 100% concentrado, con respecto a los demás tratamientos (donde el concentrado representó el 25, 50 y 70 % del total ofrecido). Según la autora, esto se explica por las dificultades en el acostumbramiento a la dieta, mostrando menores niveles de consumo. De este modo, los animales alimentados con 100% concentrado presentaron menores pesos vivos que los animales de los demás tratamientos, y por lo tanto menores requerimientos de materia seca y proteína. Estos resultados reflejan el concepto planteado por Ulyatt y Minson, citados por Montossi (1995), quienes mostraron que el 50% de las diferencias del valor nutritivo de la dieta consumida puede explicarse a través de las diferencias en el consumo voluntario.

Cuadro 72. Consumo diario de proteína cruda (g/animal/día) por ciclo y para el promedio de todo el periodo experimental, según tratamiento.

Ciclo	Tratamientos				
	1	2	3	4	P
1	139.7a	129.6b	116.6c	96.0d	**
2	135.9a	130.3b	118.5c	87.6d	**
3	157.2a	146.7a	157.2a	102.8b	**
4	160.7c	177.2b	190.2a	157.1c	**
Media	146.7a	144.2a	142.3a	108.3b	**

Nota: **: $P < 0.01$; a, b, c y d = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

Murphy et al. (1994), experimentando con 40 corderos cruza (Hampshire x Targhee) que tenían un peso vivo promedio de 28.3 kg, donde se evaluaron los diferentes sistemas

de terminación (pastoreo sobre alfalfa, 100% concentrado, y pastoreo sobre raigrás durante 42 días, seguido de una dieta 100% concentrado), comprobaron que los porcentajes de agua y proteína en la canal se incrementaron en los animales terminados sobre alfalfa, respecto a los otros dos sistemas de alimentación.

Cuadro 73. Consumo de proteína cruda por tratamiento según ciclo (como % de la materia seca consumida, en base seca), y el promedio para todo el período experimental.

Ciclo	T1	T2	T3	T4	P
1	16.54a	15.86b	15.31c	14.78d	**
2	15.69a	15.29b	14.8c	14.59c	**
3	15.32a	15.17a	14.99b	15.11b	*
4	14.82	14.91	14.85	15.07	ns

Nota: **: P<0.01, *: P<0.05; a, b, c y d = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes (p<0.05).

Según Milton (2001) cuando la concentración de PC de un alimento se reduce por debajo del 7 % del mismo (en base seca), los microorganismos no se pueden reproducir, reduciéndose su población, y como consecuencia, los animales tendrán menor producción de proteína microbiana, así como también bajarán el consumo y las ganancias diarias. A su vez Rook (s.f.), menciona que los requerimientos de PC decrecen desde 26 %, 17 %, y 15 % para corderos de 10, 20 y 33 kg, respectivamente. Stanton y LeValley (2003), evaluando niveles de 10 %, 12 %, y 14 % de PC en dietas con 80 % de concentrado y 20 % de rastrojo de trigo, obtuvieron ganancias diarias promedio mayores cuando se incrementó de 10 a 12 y 14 % el nivel de PC. Como se puede apreciar en el **Cuadro 73**, los animales de todos los tratamientos están muy por encima de los requerimientos mínimos mencionados por Milton (2001), y también por encima de los requerimientos de proteína cruda mencionados por Stanton y LeValley (2003).

Continuando con el análisis del **Cuadro 73**, se observa que a partir del ciclo 3, los animales del T4 igualan en el consumo de PC (expresado como % de la MS consumida) a los del T3, e incluso en el ciclo 4, ya no existieron diferencias en el consumo de PC, cuando éste se expresa como % de la MS consumida. Sin embargo, el consumo de PC en términos absolutos (g/a/d), permanece inferior en los animales del T4 (**Cuadro 12**), respecto a los demás tratamientos. Esto muestra una clara recuperación en el consumo de MS de los animales del T4, a partir del ciclo 3, así como también la menor concentración de PC contenida en la ración (**Cuadro 1**)

4.3 EVOLUCIÓN Y GANANCIA DE PESO VIVO LLENO

El peso vivo lleno se registró al inicio del experimento, cada siete días, y al final del mismo. A continuación se presenta la información de las mediciones al inicio, en cada ciclo y al final del experimento para cada tratamiento. Cada ciclo abarcó 28 días

calendarios, y el valor que se presenta en el **Cuadro 74**, representa el peso vivo al final de cada ciclo.

Cuadro 74. Evolución del peso vivo lleno de los animales (kg) entre los diferentes ciclos según tratamiento.

Ciclo	Tratamientos				
	1	2	3	4	P
Inicial	26.78	25.81	26.76	26.33	ns
Ciclo 1	28.06	27.76	28.26	25.87	ns
Ciclo 2	32.90 bc	34.35 ab	36.04 a	30.5 c	*
Ciclo 3	34.94 bc	36.89 ab	39.47 a	33.16 c	*
Ciclo 4	37.65 c	41.07 b	44.66 a	38.49 bc	**
Final ¹	37.41 c	41.5 b	44.43 a	38.56 c	**

Nota: *= P<0.05. ** = P<0.01. ns = no significativo (P>0.1); a, b y c = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes (p<0.05).

Nota: ¹ Valores ajustados por peso vivo lleno inicial.

Como se refleja en el **Cuadro 74**, las diferencias de peso comenzaron a ser significativamente diferentes a partir del ciclo 2. Desde ese momento se observó una clara diferencia positiva a favor de los animales de los tratamientos 2 y 3, siendo este último el que presentó las mayores diferencias de peso vivo lleno en los ciclos posteriores. Estos tratamientos fueron los que en términos de la relación ración: fardo, dispusieron de una dieta más balanceada, donde los consumos de materia seca digestible fueron de 756.5 y 698.4 g/a/d, para los tratamientos 3 y 2, respectivamente; y los de PC fueron de los más altos junto con los animales del T1 (**Cuadro 72**).

Si bien la dieta del tratamiento 4 fue la más rica en energía, la composición de la misma desde el punto de vista de la relación concentrado: voluminoso, está muy cerca del límite sugerido. Seymour (2000), Suiter (2001), mencionan que si las ovejas son libres de elegir en cuanto a la cantidad de fibra a consumir, éstas prefieren que la misma sea un 30 % en su dieta. Seymour (2000) alude a que los requerimientos de fibra de los corderos, luego de haber pasado por el período de acostumbramiento a la ración, son de 15 % de su dieta. A esto se le suma el efecto de la forma de procesamiento de la ración, la cual fue suministrada molida, incrementando la superficie específica de contacto con los microorganismos del rumen, y de esta manera se acelera la degradación del componente grano, creándose una situación más propensa a la presencia de acidosis láctica.

De esta manera, el promedio de ganancia de peso de los animales del tratamiento 4 (**Cuadro 75**) durante el ciclo 1 fue negativo, ya que algunos de esos corderos sufrieron probables problemas de acidosis y no se acostumbraron a la dieta con mayor proporción

de ración, bajando éstos el promedio del peso de grupo de los animales pertenecientes a dicho tratamiento. A su vez, los animales del T4 fueron en definitiva, los que menor cantidad de materia seca digestible promedio consumieron durante todo el ensayo (**Cuadro 65**), y los que menor cantidad promedio de PC consumieron durante dicho período.

Montossi et al. (2007) en un experimento donde los animales fueron sometidos a diferentes regímenes de alimentación, solo pasturas (T1), pastura más concentrado al 0,6 % del peso vivo (T2), pastura mas concentrado al 1.2 % del peso vivo (T3), y concentrado *ad limitum* (T4), encontraron que las ganancias de peso (lleno y vacío) se fueron incrementando a medida que el sistema de alimentación se intensificó, donde, el sistema de confinamiento (T4) tuvo ganancias de PV lleno superiores en 68, 42, y 17%, con respecto a los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente. Estos autores mencionan que fue mayor la diferencia si se considera todo el período experimental, trasladándose el efecto a los pesos finales de los animales.

Los animales del tratamiento 1 son los que les siguieron a los animales del tratamiento 4, en cuanto a los menores pesos vivos. La explicación de la respuesta de este grupo de animales es simplemente la baja calidad de la dieta ofrecida, la cual fue la que presentó los menores valores en términos nutritivos, respecto a las dietas ofrecidas en los restantes tratamientos (**Cuadro 61**). Esta baja calidad, llevó a que si bien los animales de T1 consumieron estadísticamente la misma cantidad de materia seca que los animales del T3 y T2 (**Cuadro 63**), en términos de materia seca digestible, fueron los que consumieron la menor cantidad, luego claro, de los animales del T4 (**Cuadro 65**). Banchemo et al., citados por Montossi et al. (2002), mencionan que las mayores ganancias en los sistemas suplementados, a un mismo nivel de oferta de forraje, estarían explicadas por un mayor consumo de materia seca de suplemento en sí, y en particular de proteína cruda y materia orgánica digestible. El consumo de PC promedio para todo el período experimental de los animales del T1 no presentó diferencias significativas con el de los T2 y T3, no pudiendo compensar el menor consumo de materia seca digestible respecto a los animales de dichos tratamientos.

Banchemo et al., citados por Montossi et al. (2002), experimentando con 60 corderos (25 machos y 35 hembras) de 6 meses de edad, los cuales fueron sometidos a diferentes regimenes de alimentación: a) ensilaje de maíz, b) ensilaje de maíz a voluntad y donde se utilizaron adicionalmente el uso de asignaciones variables de pastoreo sobre avena, con un mismo nivel de nivel de oferta de forraje, para todos los tratamientos y (c) un tratamiento con suplementación con expeller de girasol (*ad libitum*) y con acceso a ensilaje de maíz a voluntad; observaron que el tratamiento de ensilaje de maíz como única dieta, fue donde se obtuvo la menor ganancia de peso del ensayo, mientras que con el tratamiento suplementado con expeller de girasol fue donde se logró la mayor ganancia de peso.

En el **Cuadro 75**, se detalla la evolución de las ganancias de peso vivo lleno por ciclo, según tratamiento. Es importante resaltar que la etapa de acostumbramiento está incluida dentro del ciclo 1, donde se puede observar nuevamente la performance de los animales del tratamiento 4, resultando en una pérdida de peso promedio respecto a los animales de los otros tratamientos.

Cuadro 75. Ganancia de peso vivo lleno (g/día/cordero) por ciclo y promedio para todo el periodo experimental, según tratamiento.

Ciclo	Tratamientos				
	1	2	3	4	P
Ciclo 1	45.53 a	69.64 a	53.57 a	-16.37 b	*
Ciclo 2	138.33 bc	188.33 ab	222.38 a	132.14 c	*
Ciclo 3	97.22	121.03	163.49	126.98	ns
Ciclo 4	93.58 c	144.12 b	178.93 ab	183.72 a	**
Promedio	96.21 c	135.07 b	158.46 a	107.62 c	**

Nota: * = $P < 0.05$. ** = $P < 0.01$. ns = no significativo ($P > 0.1$); a, b y c = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

Valores ajustados por peso vivo lleno inicial.

En el ciclo 1, no se presentaron diferencias significativas, en cuanto a la ganancia de peso vivo entre los tratamientos 1, 2 y 3.

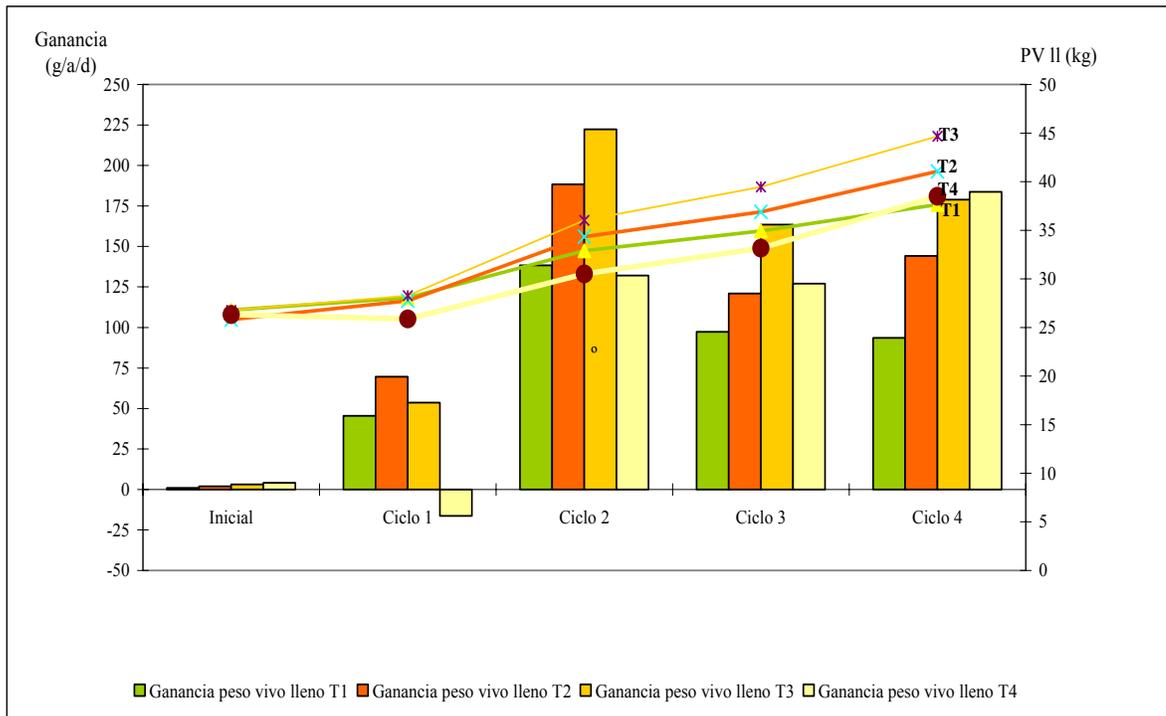
En el ciclo 2, se puede visualizar el mismo comportamiento que en el **Cuadro 76**, donde las dietas mejores balanceadas desde el punto de vista de los requerimientos de los corderos (concentrado: fibra), fueron los que presentaron mayores ganancias, siendo el tratamiento 3 claramente el que mejor se comportó. Estas diferencias marcan una clara separación en los pesos entre los diferentes tratamientos, la cual fue acumulativa explicándose así las diferencias en los pesos finales entre los tratamientos.

Los resultados del presente ensayo, son coincidentes con los encontrados por Silveira (2008), quien menciona que el efecto del sistema de alimentación se manifestó tempranamente, desde el final del período de acostumbramiento; siendo el sistema exclusivamente pastoril y el sistema de confinamiento, los que menor peso vivo presentaron. Silveira (2008) explica que esto se debe a las dificultades que se observaron en el acostumbramiento de los animales a la dieta de corral (100% concentrado), donde se detectaron problemas de acidosis, teniendo como consecuencia menores ganancias de peso. De este modo, se generó una diferencia de peso al inicio de experimento, que se mantuvo a lo largo de toda la duración de éste. Estas dificultades se presentan comúnmente cuando los corderos inician el consumo de dietas basadas en grano de cereales, debido a un brusco consumo de excesivas cantidades de éste (Easton 1994, Seymour 2000).

Las diferencias significativas de peso vivo lleno registradas en el ciclo 3 (**Cuadro 74**), no se explicaría por la diferencia de ganancia de peso en ese ciclo, sino por los anteriores (ciclo 1 y 2), mostrándose nuevamente el efecto acumulativo de dichas diferencias y como afecta el peso vivo lleno de los animales desde un comienzo. Si bien el impacto acumulativo de las ganancias de peso anteriores es cierto, también hay que considerar que durante el ciclo 3, se mantuvieron las diferencias estadísticamente significativas de consumo de materia seca digestible, siendo el orden de mayor a menor el siguiente: $T3 > T2 = T1 > T4$. En cuanto al consumo de proteína cruda, también mostró la misma tendencia que los valores promedio totales, donde las tendencias fueron: $T1 = T2 = T3 > T4$.

Banchemo et al., citados por Montossi et al. (2007), experimentando con corderos de engorde en el rango de 24 a 39 kg, sobre una pastura de *Medicago sativa* cv. INIA Chaná con una asignación de forraje de 9% de PV, 12 horas de pastoreo diario, y suplemento al 1.5% del PV, lograron consumos de 787 g/a/d, y ganancias diarias de PV de 108 g/a/d. Silveira (2008), experimentando con corderos a los cuales se les ofreció diferentes niveles de suplementación (T1: 0%, T2: 25%, T3: 50%, T4: 75% y T5: 100%), encontró diferencias significativas en la ganancia de peso vivo lleno solamente a favor del T4, y en detrimento del T5. Los valores para de dicho parámetro en el experimento mencionado fueron: 168, 192, 185, 196, 147 g/a/d, para los tratamientos 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente.

Figura 9. Ganancia de peso vivo lleno y evolución del mismo por ciclo y para todo el período experimental, según tratamiento.



En la **Figura 9**, se observa el efecto acumulativo de la ganancia de peso en la evolución del peso vivo lleno, donde si bien el tratamiento 4 presentó un “pico” de ganancia durante el ciclo 4, éste no fue suficiente como para superar los efectos acumulados de los tratamientos 2 y 3 en los ciclos anteriores.

Para complementar las explicaciones del tipo de dieta y su influencia en la respuesta animal, también hay que considerar el grado de procesamiento de los componentes de la misma, ofrecidos en este experimento. Es así que Sharp et al., citados por Heijaz et al. (1999), experimentando con corderos machos enteros de 24.1 kg, recién destetados, y suministrándoles tres tipos de dietas: solo grano de maíz entero, con fibra de cáscara de soja o con fibra de cáscara de maní, obtuvieron ganancias diarias de 296, 331 y 347 g, respectivamente ($p < 0.1$). Sin embargo, cuando el grano de maíz estaba molido, suministrando los mismos tipos de fibras, no se vieron diferencias significativas en la ganancia diaria entre los tres tipos de dietas. Esto es debido a que en el primer caso se recupera un 60 % de la energía consumida como ácidos grasos volátiles, mientras que si el grano es molido solo se recupera un 40 %. Por otra parte, si el grano se suministrase entero provocaría un efecto “fibra” de estimulación ruminal, teniendo como

consecuencia un menor agrupamiento de papilas (incrementado el área de absorción de los ácidos grasos volátiles) y de materia extraña dentro del mismo rumen (Vance et al., citados por Heijaz et al., 1999).

4.4 EVOLUCIÓN Y GANANCIA DE PESO VIVO VACÍO

Con la evaluación del peso vivo vacío, se trata de eliminar el efecto en las diferencias de pesos causados por el contenido del tracto gastrointestinal, siendo más representativo de la ganancia de peso real que han tenido los animales en el período experimental.

En el **Cuadro 76**, se observa como se mantienen similares tendencias que en las mediciones del peso vivo lleno. En el ciclo 1 no se manifestaron diferencias entre los tratamientos, pero a partir del ciclo 2, ya se observan diferencias a favor del tratamiento 3, seguido del tratamiento 2, posteriormente el 1, y finalmente el tratamiento 4. Nuevamente, los tratamientos mejor balanceados en término de fibra y concentrado fueron los que presentaron los mejores resultados en esta variable, respecto a la dieta con menor concentración de nutrientes (T1), y la que presentó un alto nivel de concentrado (T4).

Cuadro 76. Evolución de los pesos vivos vacíos de los animales (kg/cordero) entre los diferentes ciclos, según tratamiento.

Ciclo	Tratamientos				
	1	2	3	4	P
Inicial	24.86	24.74	25.22	24.91	ns
Ciclo 1	25.72	25.93	26.35	24.45	ns
Ciclo 2	29.8 bc	31.19 ab	32.65 a	28.41 c	*
Ciclo 3	34.94 bc	36.89 ab	39.47 a	33.16 c	**
Ciclo 4	34.48 c	38.27 b	41.55 a	36.12 bc	**
Final	34.51 c	38.37 b	41.39 a	36.12 c	**

Nota: *= P<0.05. ** = P<0.01. ns = no significativo (P>0.1); a, b y c = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes (p<0.05). Valores ajustados por peso vivo vacío inicial.

Silveira (2008) encontró que el sistema de alimentación tuvo un efecto importante sobre el peso vivo vacío, al igual que sobre el peso vivo lleno, a partir del primer ciclo, dónde el tratamiento 100% concentrado siempre presentó los pesos más bajos con respecto a los restantes tratamientos evaluados (concentrado al 0%, 25%, 50% y 75% del total del alimento ofrecido). Correa et al. (2000), experimentando con corderos que fueron expuestos a 8 tratamientos diferentes, los cuales surgen de la combinación de 3 factores (carga animal, frecuencia de pastoreo y suplementación) y dos niveles a nivel de cada factor (25 y 35 corderos/ ha; frecuencia diaria y semanal; 0% y 0.6% del PV de

suplementación), encontraron que, en general, el peso vivo vacío (PVV) presentó tendencias similares a las registradas en el PVLL.

Si se observa la eficiencia de conversión (**Cuadro 77**), nuevamente se puede apreciar en el ciclo 1 el efecto del período de acostumbramiento, el cual no se considera para evaluar el efecto del tratamiento como representativo, debido a los posibles problemas metabólicos causados por el concentrado, principalmente en los animales del tratamiento 4. A partir del ciclo 3, se registran diferencias en los valores de eficiencia de conversión, siendo más eficiente la conversión de kg de MS en kg de carne, a medida que se incrementó el nivel de concentrado en la dieta. Este resultado se visualiza mejor en el valor promedio de todo el período experimental, presentando los valores de eficiencia de conversión una oscilación que fue desde 9.91 a 4.70 kg de MS de alimento consumido, por kg de carne producido, para los tratamientos 1 y 4, respectivamente. Rook (s.f.) menciona que para corderos de 4 a 7 meses de edad y mayores, la eficiencia de conversión (kg de alimento/kg de carne) es 6 - 7 a 1, coincidente con lo expresado por Bell et al. (2003), incrementándose el cociente cuando los niveles de fibra se acercan al 100 % de la dieta, y por consiguiente prácticamente no se suministra concentrado (**Cuadro 78**).

Cuadro 77. Eficiencia de conversión de los animales por ciclo, según tratamiento (en kg de materia seca/kg de carne producida).

Ciclo	Tratamientos			
	1	2	3	4
1	13.91	8.80	10.67	nc
2	6.29	4.52	3.56	4.51
3	10.00	7.57	6.06	5.15
4	9.44	7.19	5.63	4.45
Media	9.91	7.02	6.48	4.70

Nota: nc = no corresponde, negativo.

Montossi et al. (2007) en un experimento donde los animales fueron sometidos a diferentes regímenes de alimentación, solo pasturas (T1), pastura más concentrado al 0.6 % del peso vivo (T2), pastura mas concentrado al 1.2 % del peso vivo (T3), y concentrado *ad limitum* (T4), encontraron que las eficiencias de conversión de suplemento (T2 y T3) o T4 (suplemento + heno) en el peso vivo lleno extra obtenido, variaron entre 6.5 y 7.6 kg de MS/kg de carne. Para estos autores la eficiencia de conversión de suplemento en PV será mejor cuando la dieta básica (pastura) sea limitante (cuanti y/o cualitativamente), debido a un mayor efecto aditivo. La eficiencia de conversión para los animales confinados (T4), estuvo en los rangos obtenidos en otras experiencias realizadas en INIA (5-10 a 1, Banchemo et al., citados por Montossi et al., 2007). Silveira (2008), encontró que el sistema de alimentación siempre mostró un efecto significativo sobre la eficiencia de conversión de la materia seca total consumida,

convertida en peso vivo (kg MS desaparecida/ kg PV producido). De esta manera, el tratamiento 100% concentrado fue el que presentó las mejores eficiencias de conversión.

Silveira (2008) menciona que parte de estos resultados se explican por las diferencias en los requerimientos de energía entre los sistemas pastoriles y el sistema de confinamiento, ya que en los primeros pueden ser 30% superiores que en los animales estabulados. La mayor parte de esta diferencia está asociada al trabajo corporal, específicamente al costo de cosecha del alimento y movimiento (Osuji, citado por Caton et al., 1997).

Cuadro 78. Eficiencia de conversión según tipo de dieta consumida.

Alimento	Composición de la dieta (%)			
	Pellets de alfalfa	100	50	25
Maíz entero	0	50	75	
Parámetro	CMD ¹	2.43	2.17	1.71
	ECV ²	8.10/1	6.23/1	6.11/1

Nota: ¹ Consumo de materia seca por día (kg/ día); ² Eficiencia de conversión (kg de alimento/kg .PV).
Fuente: Rook (s.f.).

Estudiando los trabajos experimentales mencionados anteriormente respecto a la eficiencia de conversión, se puede apreciar que los valores de los T4, son bastante mejores, que los reportados por Rook (s.f.), Montossi et al. (2007), Silveira (2008). Esto puede estar dado por la composición y calidad de la dieta, así como por las condiciones de los animales (confinados vs pastoreo), mientras que en el otro extremo los animales del T1, presentaron eficiencias más altas (mayor cociente kg alimento/kg PV), posiblemente debido a la calidad del fardo.

Por otra parte, Bianchi (2007) trabajando con corderos Corriedale machos, a los cuales se les suministró diferente tipo de dieta en confinamiento durante 42 días, donde las variaciones de las mismas estaban en la relación voluminoso: concentrado (60:40, 40:60 y 20:80), no encontró diferencias en el desempeño animal entre los diferentes tratamientos. Según el autor, este hecho tiene su explicación en el consumo de materia seca total registrado durante el período experimental, para las diferentes relaciones voluminoso : concentrado estudiadas. Los corderos que tuvieron acceso a la relación 60: 40 (voluminoso: concentrado), presentaron un consumo de materia seca superior a los animales que más concentrado se les ofrecía, compensando de esta manera el menor valor nutritivo del voluminoso respecto al concentrado.

En el **Cuadro 79**, se observa que el tratamiento 4 fue el que presentó significativamente un menor consumo de materia seca total. El consumo de materia seca

digestible, también fue significativamente menor en el tratamiento 4, explicado básicamente por el menor consumo en sí de materia seca, más que por la digestibilidad de la materia seca de la ración. Si bien no se analizaron las concentraciones de energía de los diferentes tipos de alimentos suministrados, es de suponer que los tratamientos con mayor nivel de granos en su dieta, consumieron mayor energía, a un mismo nivel de consumo de materia seca digestible. En este sentido, los animales de los tratamientos 3 y 4, consumieron más energía que los animales de los tratamientos 1 y 2. A su vez, analizando los consumos de proteína cruda, se puede observar que la tendencia de consumo de este nutriente, siguió la misma tendencia que el consumo de materia seca total (**Cuadro 3**), pero diferente al consumo de materia seca digestible (**Cuadro 5**), siendo similares en promedio para los tratamientos 1, 2, y 3.

Cuadro 79. Consumo promedio para todo el período experimental, según tratamiento.

Parámetro	Tratamientos				
	1	2	3	4	P
Consumo de materia seca total (gramos/animal/día)*	962.3a	958.4a	956.2a	733.6b	**
Consumo de materia seca digestible (gramos/animal/día)*	638.6c	698.4b	756.5a	622.4d	**
Consumo de ración en base seca (gramos/animal/día)*	184.8c	373.9b	553.9a	551.3a	**
Consumo de fardo en base seca (gramos/animal/día)*	777.5a	584.5b	402.4c	182.3d	**
Consumo de proteína cruda (en base seca) (gramos/animal/día)*	146.7a	144.2a	142.3a	108.3b	**

Nota: **: $P < 0.01$; a. b. c y d = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes ($p < 0.05$) y * = promedio para todo el período experimental.

4.5 EVOLUCIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL (CC)

La condición corporal es otro parámetro indicador de la performance del animal, donde de una manera subjetiva se contempla el estado de los mismos.

En el **Cuadro 80**, se presenta la evolución de la CC, siendo los animales de mejores CC los del tratamiento 3. Es así, que existe una tendencia avalando este hecho en el ciclo 2 y una diferencia significativa en el ciclo 4 a favor de dicho tratamiento, en detrimento de los tratamientos 1 y 4.

Cuadro 80. Evolución de la condición corporal por ciclo, según tratamiento.

Ciclo	Tratamientos				
	1	2	3	4	P
Inicial	3.25	3.14	3.47	3.20	ns
Ciclo 1	3.37	3.47	3.50	3.23	ns
Ciclo 2	3.40 b	3.82 a	3.86 a	3.52 ab	t
Ciclo 3	3.48	3.71	4.00	3.54	ns
Ciclo 4	3.66 b	3.70 b	3.98 a	3.72 b	*

Nota: *= P<0.05. ** = P<0.01. ns = no significativo (P>0.1). t = tendencia (p<0.1). a y b = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes (p<0.05). Valores ajustados por condición corporal inicial.

De esta manera, si se observa los resultados promedio de condición corporal para todo el período experimental, el único tratamiento diferente significativamente, fue el tratamiento 3. Este comportamiento es diferente al encontrado para los parámetros PVII (**Cuadro 74**), PVV (**Cuadro 76**) y las ganancias de PVII (**Cuadro 75**), donde si bien el tratamiento 3 fue el cual presentó los mayores valores para dichos parámetros, también existió una diferencia significativa del tratamiento 2, respecto a los tratamientos 1 y 4. Por otra parte, analizando cada ciclo, se observa que los períodos en que los animales presentaron una mayor diferencia en la ganancia de PVII, también hubo cierta diferencia en la CC entre los diferentes tratamientos, aunque no necesariamente ésta implicó el mismo comportamiento en dicho parámetro. Es así que, durante el ciclo 1, el único tratamiento que presentó una diferencia significativa en la ganancia de PVII, fue el T4 (*= P<0.05; **Cuadro 75**), con una ganancia negativa a diferencia de los demás tratamientos, los cuales presentaron ganancias de PVII positivas. Sin embargo, esto no implicó una diferencia significativa (**Cuadro 80**) en el mismo ciclo para los valores de CC entre los diferentes tratamientos.

En el ciclo 2, los valores de ganancia de PVII presentaron diferencias significativas (*=P<0.05), en el siguiente orden decreciente: T3>T2>T1>T4 (**Cuadro 75**). Por otra parte la CC, presentó una tendencia, donde el resultado fue el siguiente: T3 = T2>T4>T1. En el ciclo 3, no existieron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos en la ganancia de PVII, y tampoco la hubo en los valores de CC. Por último, en el ciclo 4, se vuelve a observar una diferencia en los valores de ganancia de PVII, y también en los de CC, entre los diferentes tratamientos. Si bien en los valores de CC prevalece la diferencia a favor de los animales del T3 (similar tendencia que lo observado en la ganancia de PVII), los valores de CC para los T3, T2 y T1, no presentaron diferencias significativas, mientras que para la ganancia de PVII, el resultado para este ciclo, fue (en orden decreciente): T3>T2>T1 = T4.

Cabe destacar que esta característica es menos sensible al efecto de la alimentación con respecto al peso vivo por su naturaleza y forma subjetiva de medición (Montossi, citado por Silveira, 2008).

Silveira (2008) encontró que la CC fue afectada por el sistema de alimentación y que esos resultados se correspondieron con los pesos vivos vacíos obtenidos. Los animales del tratamiento 100% concentrado, fueron siempre los que menores pesos alcanzaron, menores ganancias obtuvieron y también menor CC, alcanzando hacia el final del experimento igual condición corporal que los demás tratamientos (asignación del concentrado al 0%, 25%, 50% y 75%, del total de alimento ofrecido).

A su vez, Arocena et al. (1999), Guarino et al. (1999), Correa et al. (2000), De Barbieri et al. (2000), Camesasca et al. (2002), encontraron similares comportamientos, que los mencionados por Silveria (2006), donde las diferencias en la CC, fueron siempre a favor de los sistemas pastoriles suplementados, respecto a los no suplementados.

4.6 CALIDAD DE LA CANAL

4.6.1 Área del ojo de bife (AOB) y espesor de grasa subcutánea (Punto C)

La técnica de ultrasonido ha tenido gran desarrollo hasta el presente, como método objetivo para predecir la cantidad de carne o grasa del animal *in vivo*.

En este experimento se determinaron el área del ojo de bife (AOB) y el espesor de grasa (Punto C) medidos sobre la 13^{va} costilla. EL AOB constituye la sección transversal del músculo *Longissimus dorsi*.

En el **Cuadro 81** se presentan los valores de las estimaciones de AOB y nivel de engrasamiento *in vivo* (por ultrasonografía), y *post mortem* (medidos a través del acetato).

Cuadro 81. Área de ojo del bife (AOB en cm²) y punto C (mm), según tratamiento.

Característica	Tratamientos				
	1	2	3	4	P
AOBu ¹	8.94 b	9.66 b	10.92 a	8.98 b	**
AOBu ²	9.29	9.58	10.42	9.15	ns
AOB acet. ¹	10.07 b	11.32 ab	11.79 a	11.10 ab	t
AOB acet. ³	10.19	11.34	11.75	11.01	ns
P.C (mm.) ¹	3.87	4.56	5.39	4.49	ns
P.C (mm.) ²	4.25	4.47	4.86	4.67	ns
P.C. acet. ¹	2.88	2.81	3.91	3.12	ns
P.C. acet. ³	2.64	2.76	3.99	3.32	ns

Nota: * = P<0.05. ** = P<0.01. ns = no significativo (P>0.1); t = tendencia (P<0.1); a y b = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes (p<0.05); AOBu = área de ojo del bife por ultrasonografía; AOB acet. = área de ojo del bife por acetato; P.C (mm.) = Punto C; P.C acet. = Punto C por acetato. **1** = sin ajustar por covariable. **2** = ajuste por peso vivo vacío final. **3** = ajuste por peso de canal fría.

Los niveles aceptables de AOB para el mercado de Estados Unidos y Canadá, serían aquellos con valores de 17.5 cm² (Hopkins y Congram, citados por Camesasca et al., 2002), mientras que para Dighiero et al. (2004) es difícil encontrar rangos de aceptación para esta variable, debido a los cambios de mercado y la variabilidad entre éstos.

El INIA, trabajando sobre una base de datos de un período de 4 a 5 años de corderos machos castrados Corriedale, obtuvieron valores de AOB y punto C que tenían un rango desde 5.4 a 16.8 cm.² y de 1.0 a 7.2 mm., respectivamente (San Julian et al., 2002).

Respecto al presente experimento, cabe resaltar que los valores encontrados de AOB determinada por ultrasonografía para todos los tratamientos, de los valores dentro del rango mencionado anteriormente. Se observan diferencias significativas estuvieron por debajo solamente en el tratamiento 3, cuando ésta determinación no estuvo corregida por la covariable; no encontrando diferencias en el resto de los tratamientos. Correa et al. (2000), Camesasca et al. (2002), no encontraron efecto del sistema de alimentación sobre el AOB estimada por ultrasonografía. A su vez, Banchemo et al., citados por Montossi et al. (2007), encontraron que el AOB y nivel de engrasamiento (Punto C) determinados por ultrasonografía, aumentó con el nivel de alimentación.

Profundizando con el análisis, se observa claramente que las mediciones *post mortem* del AOB, no mostraron diferencia alguna cuando se ajustaron por el peso de la canal fría. Como resultado, el AOB en términos generales, no estuvo afectado por el tipo de alimentación de manera significativa.

Por otra parte, Montossi et al. (2007), a partir de información nacional e internacional resumida y analizada por Montossi et al., citados por Montossi et al.

(2007), concluyen que el efecto del nivel nutricional sobre el AOB y el nivel de engrasamiento (Punto C), es variable, y por lo general se acepta que las diferencias por efecto de la alimentación desaparecen cuando la comparación es ajustada por el peso vivo del animal durante la medición. En estas condiciones se mencionan que hay un pequeño efecto inducido por el nivel nutricional, aumentando el nivel de engrasamiento de la canal y la proporción de cortes valiosos a través de la asociación positiva con el AOB. A su vez, Risso et al., citados por Montossi et al. (2002), evaluando sobre dos coberturas (una de Lotus cv. El Rincón y otra de Trébol blanco cv. INIA Zapicán y *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel) el efecto del pastoreo mixto ovino-vacuno, con corderos y novillos en engorde, bajo pastoreo controlado a una carga de 1.2 UG/ha y manejando relaciones ovino/vacuno de 1.5:1 y 4:1, en un período de engorde de corderos pesados comprendido entre el 9 de marzo y 9 de agosto de 2000, no encontraron diferencias en rendimiento de la canal, peso del frenched rack y el área del ojo del bife (AOB). Sin embargo, sí lo hicieron para los parámetros de ganancia diaria de peso vivo, peso vivo final, condición corporal y peso del vellón, peso de la canal y su grado de engrasamiento (GR), punto C, proporción delantero/trasero, y el peso de la pierna. Los mejores resultados los encontraron en los animales que pastorearon la mezcla de Lotus SG y T. blanco con relación a aquellos animales de la pastura de Lotus El Rincón. Estos resultados de mayor productividad de los corderos sobre el mejoramiento de trébol blanco y *Lotus corniculatus* respecto a aquellos que pastorean sobre *Lotus subbiflorus* estarían explicados por la mayor productividad y el valor nutritivo del forraje producido por la primer opción forrajera durante el período otoño-invernal. Esto vuelve a indicar, la alta influencia del valor nutritivo en parámetros como peso de la canal y su grado de engrasamiento (GR), a diferencia de la reducida influencia en el AOB.

La predicción del peso de la canal, del GR y eventualmente del peso de cortes de alto valor, a partir de variables medibles *in vivo* en el individuo, puede contribuir a que el criterio de terminación de los animales se defina de forma tal de permitir ajustar al máximo el producto final de acuerdo a las demandas del mercado (San Julián et al., 2002). A modo de ejemplo, en la actualidad, aún dentro de la categoría de "cordero pesado", la industria diferencia el precio en cuatro categorías según el peso de la canal caliente (Azzarini y Pereira, citados por San Julián et al., 2002). Por lo tanto, la predicción del peso de la canal caliente a partir de variables medibles *in vivo* le permitiría al productor definir criterios de terminación de los animales de forma que una muy alta proporción de los corderos que remite produzca canales dentro del estándar de mayor precio. Igual situación ocurriría si el GR fuera considerado en los sistemas de pago (San Julián et al., 2002).

En las **Figuras 10 y 11** se presentan las correlaciones existentes entre lo que fue la medición del AOB y el espesor de la grasa (Punto C), *in vivo*, por ultrasonografía, y las realizadas *post mortem*. Se observa una muy baja asociación entre los parámetros cobertura de grasa ($R^2= 0.24$) y una asociación media a baja ($R^2= 0.4117$) entre las mediciones de AOB. Por otra parte, Silveira (2008) encontró una asociación muy baja

($R^2 = 0.29$) para el parámetro AOB *in vivo*, por ultrasonografía, y el realizado *post mortem*.

Figura 10. Correlación entre AOBu determinado *in vivo* (AOB) y determinado *post mortem* (AOBa; regla).

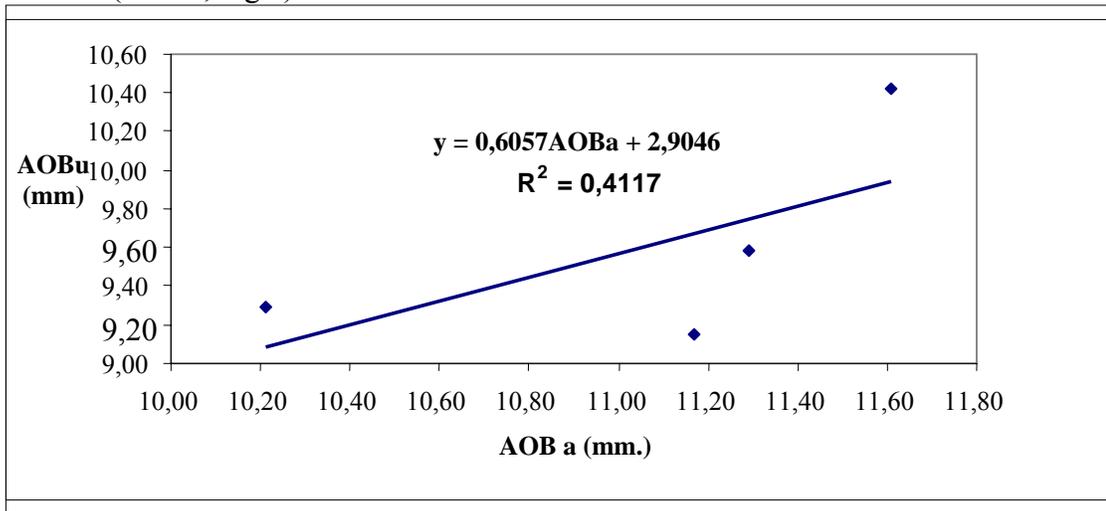
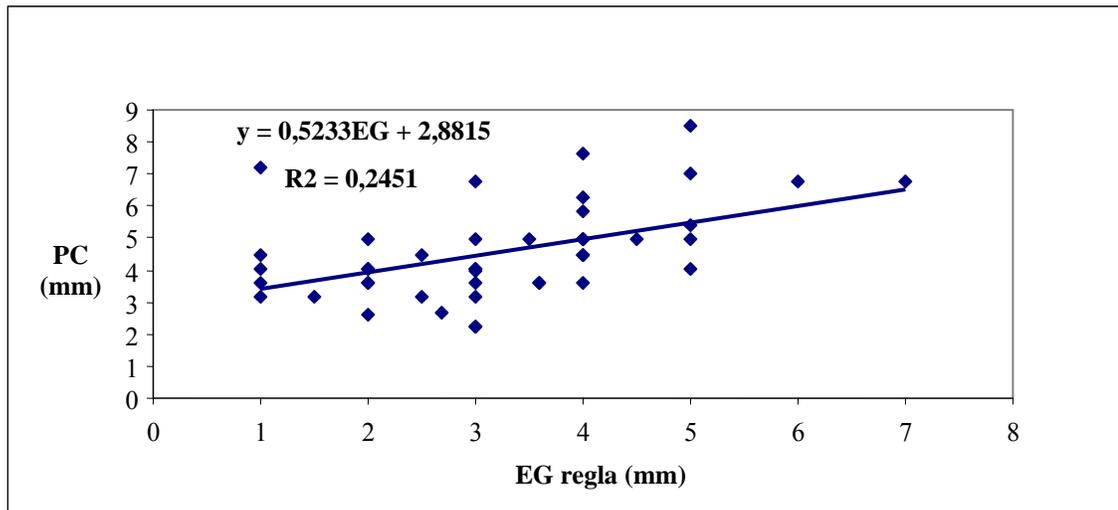


Figura 11. Correlación entre el punto C (PC) determinado por ultrasonografía (*in vivo*) y el espesor de grasa determinado por cuadrícula (EG regla; *post mortem*).



Datos obtenidos por San Julián et al. (2002), sobre dos bases de datos (que incorporan cada una de ellas parte de la información generada por INIA e INAC en los últimos 4 a 5 años de trabajo de investigación), donde una primera base de datos está conformada por corderos machos castrados, de una única raza (Corriedale), con edades que variaron entre los 11 y 13 meses, provenientes de diversos experimentos de alimentación; y otra

en la cual se han incorporado únicamente aquellos "corderos pesados", que cumplieran con las exigencias y eran aptos para ser comercializados en el "Operativo de Corderos Pesados", según el peso vivo individual (entre 34 y 45 kg) y el nivel de terminación, determinado mediante el uso de la condición corporal (entre 3.5 y 4.5 unidades), constituida por machos castrados (63%), machos castrados a edad avanzada (5%) y hembras (32%) correspondientes a diferentes razas y biotipos (Corriedale 68%, Merino 23% y cruce Corriedale x Hampshire Down 9%), encontraron coeficientes de correlación (R^2) altos (0.85) entre el peso del bife (carácter a predecir) y el AOBu (carácter predictor) determinada por ultrasonografía. Por otra parte, San Julián et al. (2002), mencionan que el PC medido por ultrasonografía, está muy fuertemente relacionada al nivel de engrasamiento de una canal (EG) y no a la muscularidad de la misma.

4.6.2 Determinaciones post mortem

En el **Cuadro 82**, se muestran los resultados de las mediciones de la canal realizadas *post mortem* en la canal.

Cuadro 82. Variables determinados *post mortem* en la canal, según tratamiento.

Variable	Tratamientos				
	1	2	3	4	P
PCC (kg)	15.1 c	17.2 b	19.2 a	16.5 b	**
PCC ¹ (kg)	16.8	16.8	17.0	17.3	ns
PCF (kg)	14.9c	17.1b	19.1a	16.3b	**
PCF ¹ (kg)	16.6	16.7	16.9	17.1	ns
GR (mm.)	5.38 b	6.87 ab	7.48 ab	9.58 a	t
GR ² (mm.)	5.39 b	6.87 ab	7.47 ab	9.58 a	t

Nota: ** = $P < 0.01$; * = $P < 0.05$; t = tendencia ($P < 0.1$) y ns = no significativo ($P > 0.1$); a, b y c = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes ($p < 0.05$); ¹ = ajustado por peso vivo vacío final; ² = ajustado por condición corporal final; PCC = peso de canal caliente; PCF = peso canal fría; GR = espesor de grasa estimado sobre la 12^{va} costilla a 11 cm. de la línea media de la canal.

El peso de canal caliente tuvo el mismo comportamiento que el peso vivo lleno y el peso vivo vacío final, donde existe una diferencia muy significativa a favor del tratamiento 3, respecto a los demás tratamientos. San Julian et al. (2002), encontraron coeficientes de correlación (R^2) de un nivel medio (0.67) entre las variables PCc (variable a predecir) y PVII (variable predictiva). Sin embargo, cuando el PCc fue corregido por el peso vivo vacío final, no se encontraron diferencias entre tratamientos. Ponnampalam et al. (2001), encontraron que los animales que fueron alimentados con mayor proporción de concentrado en su dieta, presentaron mayor peso de la canal caliente, debido a un mayor engrasamiento, más que a una mayor deposición de músculo.

Fluharty et al. (1999), coinciden con lo expresado por Ponnampalam et al. (2001), y explican que los animales alimentados con pasturas tienen una mayor masa total de órganos, incrementando así los requerimientos de mantenimiento, a diferencia de los animales alimentados con concentrado. Es así que estos últimos, disponen de más energía libre, para incrementar su peso vivo, y por consiguiente el peso de la canal caliente y el nivel de engrasamiento.

A su vez, en la 1^{era} Auditoria de Calidad de la Cadena de Carne Ovina realizada en Uruguay 2002 (INIA/INAC/CSU), citado por Montossi et al. (2007), señalan los resultados de las mediciones de PCC, para los corderos pesados evaluados, los cuales tuvieron una media de $17.4 \text{ kg} \pm 3.1 \text{ kg}$. Este valor de peso de canal promedio, coincide con el rango de peso promedio que reporta Azzarini, citado por Montossi et al. (2007) de 16.3 a 17.5 kg en el período el cual se ha desarrollado el “Operativo Cordero Pesado” (1996-2002).

Por otra parte, Montossi et al. (2007), en un experimento donde los animales fueron sometidos a diferentes regímenes de alimentación, solo pasturas (T1), pastura más concentrado al 0.6 % del peso vivo (T2), pastura más concentrado al 1.2 % del peso vivo (T3), y concentrado *ad limitum* (T4), encontraron que los animales alimentados mayoritariamente con concentrado (T4) alcanzaron los mayores PCC y PCF, presentando los siguientes valores de PCC: 17.6, 16.6, 16.5, y 15.7, para los tratamientos T4, T3, T2, y T1, respectivamente.

En cuanto al PCF, éste mostró similares tendencias a los resultados del PCC, donde nuevamente se resaltó la diferencia a favor de los animales del T3, respecto a los otros tratamientos, donde en orden decreciente los valores fueron $T3 > T2 = T4 > T1$ ($P < 0.01$). En cambio, los resultados no presentaron diferencias significativas, cuando el PCF fue corregido por el PVVf. Similares respuestas encontró Silveira (2008), donde el peso de la canal fría (PCF) fue afectado con la misma magnitud que el peso de la canal caliente (PCC), presentando diferencias muy significativas ($P < 0.01$) entre los diferentes sistemas de alimentación. El tratamiento 100% concentrado, presentó las canales (frías y calientes) más livianas, seguido por el 0% concentrado. En tanto, el tratamiento al cual a los animales se les suministró concentrado al 70% del total ofrecido, fue el que presentó canales más pesadas. Estas variables presentaron el mismo comportamiento que el peso vivo final, donde los tratamientos que obtuvieron un mayor peso vivo vacío final (PVVf), y también presentaron los mayores PCC y PCF, magnificado el efecto por el mayor rendimiento obtenido por los animales más pesados. San Julián et al. (2007) encontraron las mismas tendencias para el PCF que para el PCC.

Observando los valores de GR, se puede apreciar una tendencia al aumento a medida que se incrementa la relación concentrado:fibra. Estos resultados son coincidentes con lo expuesto por Ponnampalam et al. (2001), donde encontraron los mayores niveles de GR en los animales alimentados con una dieta rica en concentrados. La explicación de esto

sería que los alimentos a base de granos presentan un mayor aporte de ácidos grasos del grupo n-6, mientras que las dietas ricas en fibra presentan niveles mayores de ácidos grasos del grupo n-3. Los primeros se almacenan indefinidamente en el animal, a diferencia de los segundos, los que se almacenan hasta llegar a un determinado nivel. El excedente es utilizado en otros procesos.

Por otra parte, Purchas, citado por Camesasca et al. (2002), sugiere que la relación entre el espesor de grasa subcutánea medido en el punto GR y el peso de la canal, debe ser considerada para cada tipo y raza de cordero, ya que el intercepto y la pendiente de esta asociación se modifican para cada situación considerada

Ponnampalam et al. (2001) mencionan que una alta relación n-6/n-3 en la dieta, provoca una disminución de la insulina a nivel de músculo esquelético, llevando esto a un incremento en la ganancia de tejido adiposo.

Bianchi et al., citados por Bianchi (2007), en un ensayo con corderos pesados raza Corriedale puros y corderos cruza Corriedale x Texel, Corriedale x Hampshire Down, Corriedale x Southdown y Corriedale x Suffolk, encontraron pesos de canales que iban desde 15 a 18 kg (aproximadamente) y valores de GR que variaron desde 9.4 hasta 12.7 mm

Hopkins y Adair, citados por Bianchi et al. (2007), mencionan que valores considerados internacionalmente aceptables de GR, para canales de 15 a 18 kg serían entre 8 y 14 mm de espesor.

Estos valores están por encima de los encontrados en la 1^{era} Auditoria de Calidad de la Cadena de Carne Ovina realizada en Uruguay 2002 (INIA/INAC/CSU), citado por Montossi (2003), donde el 41% de las canales provenientes de animales adultos tuvieron un GR igual o inferior a 4 mm, en tanto, que el 54% de las mismas se encontraron entre 4 y 16 mm de GR.

Bianchi et al., citados Bianchi (2007), sostienen que ante la eventualidad de sacrificar los animales a mayor peso vivo, y por ende mayor peso de canal, pasa a tener relevancia la diferencia encontrada en el valor de GR. entre la cruza Suffolk y el resto de los genotipos evaluados, (9.4 vs. 12.7, 12.3, 11.6 y 12.6 mm. para Suffolk, Corriedale, Texel, Hampshire Down, Southdown, respectivamente), en función de la asociación positiva que existe entre peso de la canal y el valor de GR.

Por último, cabe mencionar que todos los animales (exceptuando los del T1), estuvieron por encima del límite mínimo deseable de GR para corderos pesados de Nueva Zelandia (entre 6 y 12mm, Montossi, 2003), y el 100% de los animales por encima del límite mínimo deseable de GR en la misma categoría de animales para Australia (entre 5 y 15mm, Montossi, 2003). En 1^{era} Auditoria de Calidad de la Cadena

de Carne Ovina realizada en Uruguay 2002 (INIA – INAC – CSU), citado por Montossi (2003), los resultados relevados dieron que para el caso de los valores de GR de las canales de corderos pesados de Uruguay, el rango de valores comprendidos entre los límites mencionados fue 42 y 63%, respectivamente; y el 35 y 28% de las canales presentaron un GR inferior a 6 y 5 mm, respectivamente. En el **Cuadro 85** se presenta la frecuencia de animales por tratamiento, en los rangos de GR (mm), mencionados anteriormente.

Cuadro 83. Frecuencia (%) de animales por tratamiento, según rango de espesor de grasa de cobertura GR (mm).

Rangos de Gr (mm)	T1	T2	T3	T4
6 a 12 ^a	27	42	56	75
5 a 15 ^b	64	83	89	83

Nota: ^a Límites de valores deseables de GR (mm) para Nueva Zelanda; ^b límites de valores deseables de GR (mm) para Australia.

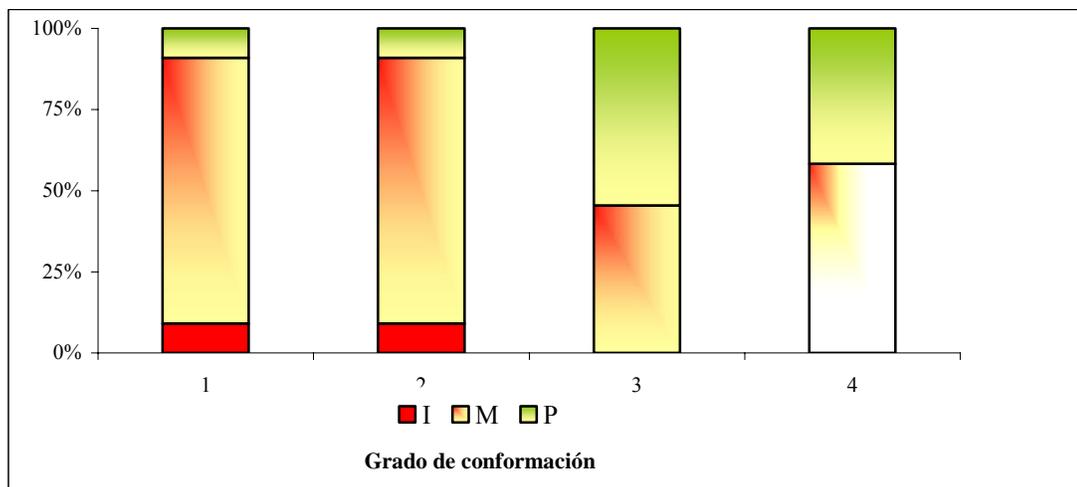
Como se puede apreciar en el **Cuadro 83**, todos los valores están por encima de los valores mínimos deseables por Nueva Zelanda y Australia.

4.6.3 Clasificación y tipificación de canales

A continuación se muestran los resultados de conformación y terminación de los corderos según el Sistema Oficial de Clasificación y Tipificación de INAC (1996).

Para el Sistema Oficial Vigente, las diferentes clases de conformación, se clasifican como S, P, M, I, a las canales que van desde un desarrollo muscular sobresaliente (S) a canales con marcada carencia muscular (I). Por otra parte, la terminación de las canales se clasifica en tres grados que van desde grado 0 (carencia de grasa) hasta grado 2 (exceso de grasa), dependiendo de la cantidad de grasa de cobertura existente u observable.

Figura 12. Porcentaje de animales según grado de conformación, para cada tratamiento.

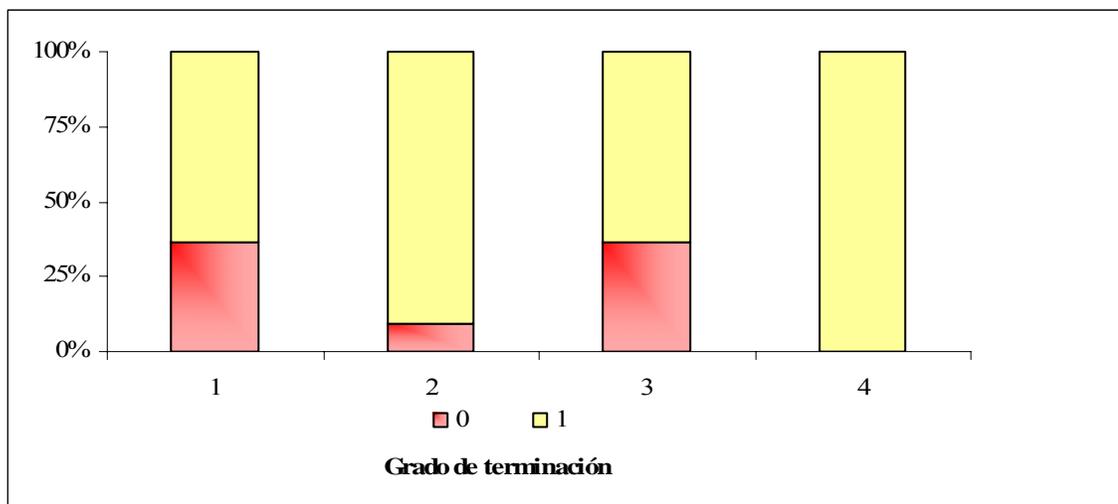


Como se puede apreciar en la **Figura 12**, ninguno de los corderos alcanzó el valor máximo de conformación, identificado con la letra S, la cual corresponde a canales con un desarrollo muscular sobresaliente. Los animales de mejor conformación fueron los de los tratamientos 3 y 4, los cuales no presentaron valores de marcada carencia muscular (I). A su vez, más de la mitad de los animales del tratamiento 3, presentaron el grado P de conformación, y por otra parte, más de la mitad de los animales del tratamiento 4 presentaron una conformación muscular M. Se observa en el **Cuadro 79**, que los animales que mayor condición corporal promedio tuvieron para todo el experimento, fueron los del tratamiento 3, pudiendo existir cierta relación entre la condición corporal y el criterio subjetivo de clasificación por conformación de la canal. Los animales de los tratamientos 1 y 2, fueron los de peor conformación, presentado incluso valores de I, en determinados casos.

En la **Figura 13** se muestran los resultados de terminación obtenidos en las canales, según el sistema de tipificación de INAC (1996). Como se observa, ninguno de los animales de los diferentes tratamientos alcanzó un grado 2 de terminación (exceso de grasa), estando los valores entre 0 (carencia de grasa) y 1 (moderada grasa de cobertura). El mejor desempeño se observó en los animales del T4, donde el 100% de los mismos presentó valores de 1, mientras que los animales que presentaron menores coberturas de grasa fueron los de los tratamientos 1 y 3. Los animales del T2 presentaron resultados intermedios entre los animales del T4, y los de los tratamientos 1 y 3. Estos resultados no concuerdan con los valores de GR, los cuales no presentan diferencias significativas entre los tratamientos, sugiriendo la existencia de una reducida relación entre la cobertura de grasa subcutánea (GR), y el grado de terminación según el sistema de tipificación de INAC, 1996). Montossi et al. (2002), mencionan que a pesar de las grandes diferencias observadas en las coberturas de grasa en las canales de los animales pertenecientes a los diferentes tratamientos, tanto *in vivo* (punto C) como *pos mortem*

(punto GR), particularmente entre los tratamientos extremos, no se detectaron grandes diferencias cuando se evaluaron desde el punto de vista de su terminación usando el sistema de INAC. Esta información estaría indicando cierto grado de insensibilidad del sistema de clasificación para estimar el grado de terminación de las canales. A su vez, Montossi et al. (2002), menciona que analizando una base de datos de doscientos setenta Corderos Pesados (peso vivo entre 34 y 45 y CC entre 3.5 y 4.5, ambas evaluados en establecimiento), los cuales fueron faenados en el Frigorífico San Jacinto, bajo condiciones comerciales, la casi totalidad de las canales fueron P en conformación y grado 1 de terminación.

Figura 13. Porcentaje de animales según grado de terminación, para cada tratamiento.



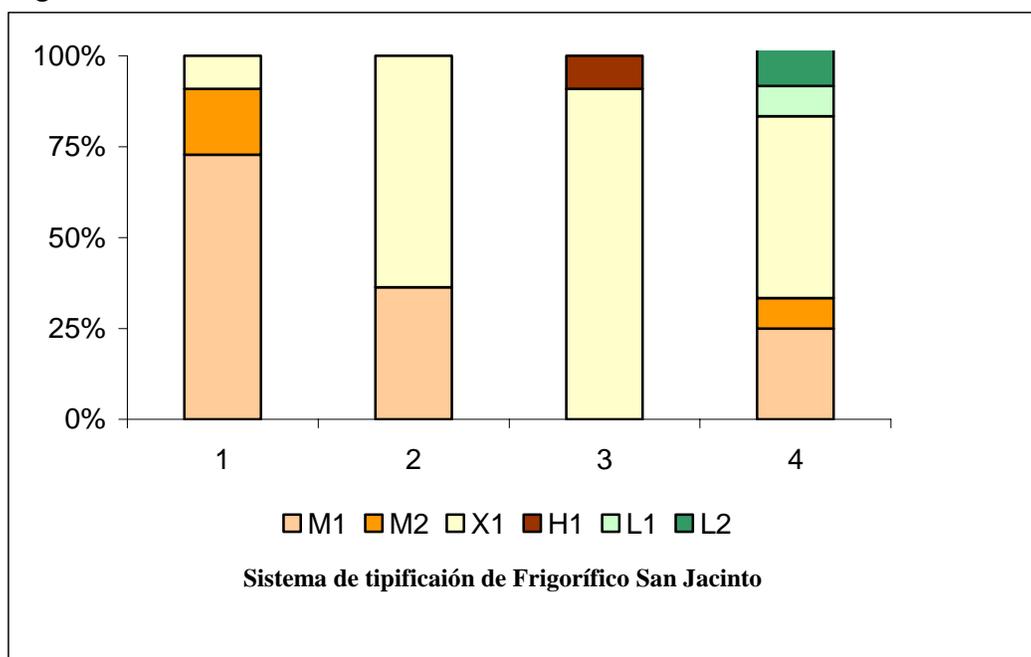
Los resultados del presente ensayo son diferentes a los presentados en la 1^{era} Auditoria de Calidad de la Cadena de Carne Ovina realizada en Uruguay 2002 (INIA/INAC/CSU) citado por Montossi (2003), donde el 100% de los animales cuyas canales calientes pesaron por encima de los 13.4 kg, presentaron una moderada (grado 1) cobertura de grasa subcutánea (utilizando los grados de terminación 0, 1 y 2, del Sistema Oficial de Clasificación y Tipificación de Canales Ovinas, elaborado por la dirección de Control de Calidad de INAC en el año 1996, citado por Robaina, 2002).

A su vez, el Frigorífico San Jacinto posee una clasificación interna, basado en el peso de la canal caliente y la terminación (1 y 2) (**Cuadro 84**).

Cuadro 84. Clasificación interna del Frigorífico San Jacinto, según rangos de peso de la canal caliente.

Peso de canal caliente (kg)	Categoría
<8.25	A
8.26 a 13.30	L
13.31 a 16.4	M
16.41 a 20.50	X
> a 20.5	H

Figura 14. Porcentaje de animales por tratamiento, según clasificación interna del Frigorífico “San Jacinto”.



Por otra parte, en la **Figura 14**, se observa la importancia relativa de las diferentes clases de terminación por tratamiento, determinadas por la clasificación interna del Frigorífico San Jacinto. Se puede observar que bajo este sistema de clasificación, que toma como criterio el peso de la canal caliente, el tratamiento con los mayores valores fue el 3, seguido por los tratamientos 2 y 1, y finalmente el 4. Estos valores son diferentes a los encontrados por Silveira (2008), donde el 100% de los animales pertenecientes a los tratamientos 2, 3 y 5 (concentrado al 25, 50 y 100% del total ofrecido, respectivamente), estuvieron contemplados en la categoría H1.

4.6.4 Cortes valiosos

La composición regional de la canal se basa en el despiece, que consiste en dividir la canal en trozos con el propósito de adecuar la preparación del corte al consumo humano (Bianchi, 2007). El relevamiento del peso de los cortes de alto valor (pierna con cuadril sin hueso, bife, lomo y Freched Rack) y consecuentemente el porcentaje que cada uno de ellos representa en el total de la canal, constituyen parámetros de importancia a la hora de evaluar la eficiencia carnicera (Robaina, 2002)

Los resultados para los diferentes cortes valiosos (pierna con cuadril sin hueso y frenched rack) se muestran en el **Cuadro 85**.

Cuadro 85. Peso de cortes valiosos (pierna y Frenched Rack) según tratamiento.

Variable	Tratamientos				
	1	2	3	4	P
PSH	1.5	1.6	1.6	1.7	ns
FR	0.397 b	0.437 ab	0.451 a	0.456 a	*
PSH ¹	1.7	1.6	1.6	1.6	ns
FR ¹	0.427	0.439	0.44	0.438	ns

Nota: * = $P < 0.05$; ns = no significativo ($P > 0.1$); a y b: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes ($p < 0.05$); PSH = pierna con cuadril y sin hueso; FR = Frenched Rack. ¹ = Ajustado por Peso de Canal Fría.

Como se observa en el **Cuadro 85**, el único corte que presentó diferencias significativas entre los diferentes tratamientos fue el frenched rack, y solo cuando éste no fue ajustado por el peso de la canal. Estos resultados nos muestran que la diferencia en esta variable fue dada por una diferencia en el peso de la canal fría, más que a un efecto provocado por el tipo de dieta. Los resultados del presente ensayo son coincidentes con los encontrados por Silveira (2008), donde el peso promedio del *Frenched Rack* izquierdo y derecho, exhibieron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los distintos tratamientos. Dicha diferencia desaparece cuando se utiliza como covariable de ajuste el peso de canal fría. Esto muestra que las diferencias no se deben al sistema de alimentación, sino probablemente se expliquen por los distintos pesos de canales frías alcanzados por los diferentes tratamientos (Silveira, 2008).

La información internacional sobre el efecto del nivel nutricional sobre el engrasamiento de canales y proporción de cortes valiosos, es variable y contradictoria, pero en general, se acepta, que cuando las comparaciones se realizan sobre la base de un mismo peso de canal, hay un pequeño efecto inducido por el nivel nutricional aumentando el grado de engrasamiento de la canal de un cordero y un efecto mínimo sobre la proporción de los cortes valiosos expresados sobre la base de la media canal (Lord et al., Bell y Purchas, citados por Montossi, 2002). En este sentido, existen

mayores posibilidades de manipular la composición de las canales a través del uso de diferentes biotipos (Lord et al., citados por Montossi, 2002).

Montossi et al., citados por Silveira (2008), sugieren que dentro de ciertos márgenes es muy dificultoso a través del manejo de la nutrición, cambiar la proporción de cortes y tejidos, aunque se puede tener un pequeño efecto inducido por la nutrición en el nivel de engrasamiento

Los resultados del presente experimento no coinciden con lo encontrado por Borton et al. (2005), donde animales alimentados con concentrado, obtuvieron un mayor peso de lomo, pierna, Frenched Rack y paleta a un mismo peso de canal, respecto a los alimentados en base a forraje. Estos autores explican este hecho por las mermas durante el transporte y el *dressing*, las cuales son mayores en los animales alimentados sobre pasturas. Bianchi (2007) menciona que en general, conforme aumenta el peso del cordero al sacrificio, mayor resulta el peso de los cortes valiosos y, en consecuencia, más se justifica la práctica del desosado y de la venta del producto en piezas. San Julián et al., citados por Montossi et al. (2007), experimentando con corderos a los cuales se los sometieron a diferentes regimenes de alimentación: solo pasturas (T1), pastura más concentrado al 0.6 % del peso vivo (T2), pastura mas concentrado al 1.2 % del peso vivo (T3), y concentrado *ad limitum* (T4), encontraron que las canales con mayor peso de canal caliente (T4), resultaron en piernas más pesadas que las correspondientes a los animales procedentes de alimentación a pasto (T1).

Banchero et al., citados por Montossi (2002), experimentando con un sistema de engorde en base al uso de ensilaje de maíz, donde se utilizaron 60 corderos (25 machos y 35 hembras) de 6 meses de edad, los cuales fueron estudiados durante un período de 63 días (junio a agosto) con los siguientes tratamientos: (a) un tratamiento testigo sobre la base de ensilaje de maíz (sin uso de suplementos), (b) dos tratamientos con acceso a ensilaje de maíz a voluntad y donde se utilizaron adicionalmente el uso de asignaciones variables de horas de pastoreo sobre avena (2 y 4 horas) con un mismo nivel de oferta de forraje (NOF) para todos los tratamientos (6% del PV), y (c) un tratamiento con suplementación con expeller de girasol (*ad libitum*) y con acceso a ensilaje de maíz a voluntad; observaron una tendencia, particularmente para los casos de los tratamientos extremos (ensilaje de maíz, versus ensilaje de maíz + expeller de girasol), donde los corderos que recibieron un complemento adicional de expeller de girasol a la alimentación base de ensilaje de maíz, tienen mejores proporciones de cortes valiosos. En cuanto al efecto de los tratamientos sobre la proporción de pierna con cuadril que entrarían en el rango establecido como óptimo (1.6 a 2.2 kg pesos de pierna óptimo del punto de vista industrial y de acuerdo a los mercados mayoritarios donde Uruguay coloca su carne ovina), la proporción (por debajo/óptimo/por encima) fue de 100/0/0, 80/20/0, 60/40/0, y 20/80/0 para los tratamientos de ensilaje de maíz como dieta única, ensilaje de maíz a voluntad + 2 horas de pastoreo sobre avena, ensilaje de maíz a voluntad + 4 horas de pastoreo sobre avena y ensilaje de maíz a voluntad + expeller de

girasol (*ad libitum*), respectivamente. En ninguno de los tratamientos utilizados los corderos tuvieron piernas con cuadril por encima del rango óptimo. Sin embargo, sin considerar el tratamiento testigo, el uso alternativo de expeller de girasol versus horas de pastoreo sobre avena como fuente proteica, tuvo un gran impacto en determinar que un escaso número de piernas con cuadril (20%) no se ubicara en el óptimo establecido.

En el **Cuadro 86**, se observa que el T4 fue el que presentó la mayor frecuencia de animales que estuvo dentro del rango óptimo de pesos de pierna sin hueso. Por otra parte, ninguno de los animales, superó el valor máximo de dicho rango. Estos resultados que tienen cierta diferencia a los encontrados por Silveira (2008), se observó que un determinado porcentaje de animales de cada tratamiento presentaron piernas que se ubicaron dentro de dicho rango, encontrándose el resto de las mismas en valores inferiores a éste.

Cuadro 86. Distribución (%) de piernas por rangos de peso según tratamiento.

Rango	T1	T2	T3	T4
1.6 - 2.2	27	27	27	33
>2.2	0	0	0	0

Por último, Silveira (2008) encontró que el peso promedio de ambas piernas con cuadril sin garrón y sin hueso, no fue afectado por el sistema de alimentación aplicado, y no se observaron diferencias entre el sistema pastoril y los sistemas suplementados. La autora menciona que, al ajustar dichos pesos a un peso de canal fría constante, aparecen diferencias entre los sistemas de alimentación. De este modo, se evidencia que las diferencias se debieron al sistema de alimentación y no al tamaño de los animales. Los animales más pesados mostraron las piernas en términos relativos más livianas y viceversa, explicado por la menor cantidad de grasa que presentaron aquellos animales más livianos respecto de los más pesados. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Arocena et al. (1999), Guarino et al. (1999), Camesasca et al. (2002); mientras que difieren de los hallados por De Barbieri et al. (2000), quienes obtuvieron diferencias a favor de los animales suplementados.

Bianchi (2007), menciona la ley de armonía anatómica, la cual indica que en animales de igual peso y similar grado de engrasamiento, el porcentaje de cortes de primera categoría no difiere mayormente cualquiera sea la morfología. En el presente ensayo, tal vez las diferencias en peso y engrasamiento, no fueron tales como para que se tradujese en una diferencia de peso de pierna sin hueso a favor de los animales más pesados.

4.6.5 Composición tisular

Con respecto a la composición tisular, se puede decir que en una canal está constituida en: grasa, músculo y hueso. Estos tres componentes presentan diferente crecimiento alométrico, conforme aumenta la edad del animal y paralelamente su peso, la proporción de grasa en la canal aumenta proporcionalmente, el porcentaje de hueso disminuye y el de músculo se mantiene relativamente constante (Bianchi, 2007).

La proporción de los tejidos (hueso, músculo y grasa) de la canal se puede estimar mediante la disección de alguna parte de la misma (Robaina, 2002).

En el **Cuadro 87** se presentan los pesos (kg) de los diferentes tejidos evaluados (grasa subcutánea, grasa intermuscular, tejido conectivo, músculo y hueso), los cuales se extrajeron mediante la disección de la paleta izquierda. También se presenta el peso de dicha paletas. En dicho **Cuadro 87**, se puede observar por un lado que las variables que presentaron tendencias fueron el tejido conectivo y la paleta izquierda, y por otro lado la única variable que presentó una diferencia significativa, fue el peso del hueso. Los resultados que se observan en los pesos de las paletas, tiene cierta concordancia con los encontrados para el peso de la canal caliente, peso vivo lleno y vivo vacío finales, donde, el comportamiento en orden descendiente fue el siguiente: T3>T2 = T4>T1.

Cuadro 87. Peso (kg) de la paleta y de los diferentes tejidos, según tratamiento.

Variable	Tratamientos				
	1	2	3	4	P
T. Con.	0.11 b	0.12 ab	0.14 a	0.12 ab	t
G. Sub.	0.06	0.06	0.06	0.07	ns
G. Int.	0.07	0.10	0.07	0.01	ns
Músculo	0.70	0.80	0.77	0.73	ns
Hueso	0.25 b	0.27 ab	0.30 a	0.26 b	*
Paletas	1.21 b	1.33 ab	1.37 a	1.29 ab	t

Nota: * = P<0.05; t: tendencia (P<0.10) y ns = no significativo (P>0.10); a y b = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes (p<0.05); T. Con = tejido conectivo; G. Sub. = grasa subcutánea; G. Int. = grasa intermuscular.

Estos resultados difieren con los encontrados por Silveira (2008), quién observó una tendencia (P = 0.0976) en el peso de la fracción grasa intramuscular a favor de los animales en los cuales el concentrado representó un 25 y 50% del total de la dieta ofrecida, respecto a sus análogos alimentados con 0,70 y 100% concentrado en su dieta.

En el **Cuadro 88**, se presentan las mismas variables que en el **Cuadro 86**, pero ajustadas por el peso vivo vacío final. En este sentido, se puede observar que no existieron diferencias entre los diferentes tratamientos, para ninguna de las variables estudiadas. Esto estaría indicando que las pocas diferencias encontradas entre la paleta y

el tejido conectivo, está dada por la diferencia en peso de los animales, más que por un efecto del sistema de alimentación.

Cuadro 88. Peso (kg) de la paleta y de los diferentes tejidos, según tratamiento, ajustados por el peso vivo vacío final.

Variable	Tratamientos				
	1	2	3	4	P
T. Con.	0.13	0.12	0.13	0.13	ns
G. Sub.	0.11	0.04	0.02	0.08	ns
G. Int.	0.13	0.10	0.05	0.10	ns
Músculo	0.76	0.75	0.72	0.74	ns
Hueso	0.30	0.26	0.26	0.27	ns
Paletas	1.42	1.26	1.20	1.32	ns

Nota: ns = no significativo ($P > 0.10$); T. Con: tejido conectivo; G. Sub: grasa subcutánea; G. Int.: grasa intermuscular.

San Julián et al. (2007), mencionan que diversos estudios han demostrado que niveles altos de utilización de concentrados durante el engorde de corderos determinan una proporción más elevada de grasa y más baja de músculo y hueso en la canal.

Silveira (2008) en el ensayo descrito anteriormente, al ajustar el peso total de la paleta, utilizando como covariable el PCf, surgió una tendencia ($P=0.093$) en el peso total de la paleta, en contra del tratamiento 2 y 4 (concentrado al 25 y 70% del total de la dieta ofrecida). Así mismo, cuando se ajustaron las diferentes fracciones utilizando como covariable el peso de la paleta, desapareció la tendencia en el peso de la grasa intermuscular. De este modo, se resalta el efecto del tamaño corporal sobre el peso de la paleta, obteniendo como resultado que aquellos animales que obtuvieron mayores pesos de canal, poseen paletas relativamente más livianas, coincidiendo con lo ocurrido para el peso de la pierna (Silveira, 2008).

En el **Cuadro 89**, se puede observar el porcentaje de los diferentes tejidos ajustados por el peso vivo vacío final. En el mismo se puede observar que ninguna de las variables estudiadas presentaron diferencias significativas, lo cual muestra que las diferencias que pudieron encontrarse estarían dadas por un efecto de los diferentes pesos vivos vacíos finales de los animales, más que por un efecto en respuesta al tipo de dieta ofrecida.

Cuadro 89. Porcentaje (en peso) de los diferentes tejidos, según tratamiento (ajustados por peso vivo vacío final).

Variable	Tratamientos				
	1	2	3	4	P
T. Con.	8.89	9.16	10.81	9.66	ns
G. Sub.	7.77	3.46	1.44	5.9	ns
G. Int.	8.73	7.47	4.65	7.88	ns
Músculo	53.65	59.44	60.79	56.16	ns
Hueso	20.96	20.47	22.31	20.4	ns

Nota: ns = no significativo ($P > 0.10$); t = tendencia ($P < 0.10$). T. Con: tejido conectivo; G. Sub: grasa subcutánea; G. Int.: grasa intermuscular.

Los valores obtenidos difieren de los presentados por Montossi y Sañudo (2004) para corderos con canales en promedio de 19.4 kg, donde la proporción de músculo (61.5%) y hueso (22.4%) fueron mayores y la de grasa menor (11.6%).

Silveira (2008) no encontró diferencias entre tratamientos para el contenido de grasa intermuscular ni para la grasa subcutánea, tampoco se hallaron diferencias para el total de grasa.

Por otra parte, animales alimentados con concentrado o pasturas no presentaron diferencias entre las diferentes proporciones de tejidos (muscular, óseo y graso), cuando el peso de sacrificio fue de 52 kg, mientras que la diferencia fue de un 25 % en el tejido muscular a favor de los animales alimentados en base a forraje, cuando el peso de sacrificio fue de 77 kg (Borton et al., 2005). Esto significa que los animales alimentados con pasturas, retrasan la madurez fisiológica, permitiendo extender el crecimiento muscular más que los animales alimentados con concentrado (Montossi et al., 2007).

Esto podría explicar el por qué los animales alimentados con mayor porcentaje de fibra en su dieta, y con pesos de sacrificio más livianos, no presentaron diferencias en el tejido muscular. Por otra parte, tampoco presentaron mayor porcentaje de tejido muscular respecto a los demás, posiblemente por el peso del sacrificio (<42 kg), el cual fue menor al requerido como para que se detectasen las diferencias en las deposiciones de los distintos tejidos en función del tipo de dieta.

Por otra parte, Murphy et al. (1994), experimentando con corderos recién destetados, alimentados con diferentes proporciones de fibra y concentrado, constataron que si bien los animales alimentados con fibra presentaron canales más livianas que los alimentados con concentrado, no hubo diferencia en la cantidad de tejido muscular entre ambos tratamientos.

4.6.6 Componentes no canal (órganos)

Para Huidobro y Cañeque, citados por Sobrinho et al. (2003), el conocimiento de los órganos es esencial para entender los factores que afectan la producción de carne ovina.

Cambios en los programas de alimentación durante el período de rápido crecimiento del animal puede influenciar el desarrollo de los órganos, resultando en una alteración en los requerimientos energéticos de mantenimiento, así como también en la eficiencia de conversión de alimento en carne (Jekins y Leymaster, citados por Sobrinho et al., 2003).

Observando los **Cuadros 90 y 91**, se puede apreciar que las diferencias entre tratamientos para los pesos de las diferentes vísceras verdes evaluadas, desaparecen al ajustarse por el peso vivo vacío final. Esto indica, que al menos en este experimento no hubo un efecto del tipo de alimentación (fibra vs. concentrado) en el desarrollo de los órganos verdes evaluados

Cuadro 90. Peso (kg) de los diferentes componentes del aparato digestivo (vísceras verdes), según tratamiento.

Órgano	Tratamientos				
	1	2	3	4	P
Tracto gastrointestinal	1.77 b	2.11 a	2.04 ab	2.10 a	t
Retículo	0.11 b	0.12 a	0.12 a	0.12 a	*
Rumen	0.52 b	0.62 a	0.61 a	0.56 b	**
Intestino	0.84	1.05	0.10	1.01	ns
Grasa cavitaria	0.12 b	0.19 ab	0.29 a	0.23 a	*
Grasa órganos verdes	0.64 b	0.87 ab	1.40 a	0.99 ab	t

Nota: **= $P < 0.01$; * = $P < 0.05$; t: tendencia ($P < 0.10$) y ns = no significativo ($P > 0.10$); a y b = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

Cuadro 91. Peso (kg) de los diferentes componentes del aparato digestivo (vísceras verdes), según tratamiento (ajustados por peso vivo vacío final).

Órgano	Tratamientos				
	1	2	3	4	P
Tracto gastrointestinal	2.07	2.03	1.79	2.14	ns
Retículo	0.11	0.11	0.12	0.12	ns
Rumen	0.57	0.61	0.57	0.57	ns
Intestino	1.08	0.98	0.80	1.05	ns
Grasa cavitaria	0.24	0.15	0.18	0.24	ns
Grasa órganos verdes	0.16	0.18	0.25	0.28	ns

Nota: ns = no significativo ($P > 0.10$).

Fluharty et al. (1999), experimentaron con corderos raza Targhee, los cuales fueron sometidos a dos tratamientos diferentes; 100 % alfalfa (donde se determinó el consumo de materia seca por animal realizando una predicción de consumo a través de la ecuación para ovejas pastoreando leguminosas, NRC, 1985), y 100 % concentrado (donde la materia seca ofrecida, fue la necesaria para que el consumo diario de energía y proteína fuese igual al tratamiento 100% pasturas), encontraron que los animales 100% alfalfa presentaron mayor peso del hígado, omaso, abomaso, intestino delgado, ciego, intestino grueso, respecto a los animales 100% concentrado ($P < 0.5$). Sin embargo, los animales alimentados 100% concentrado, presentaron mayor cantidad de grasa visceral comparado con los animales alimentados con alfalfa. Por otra parte, no hubo diferencias en el peso del retículo rumen, según el tipo de dieta suministrada.

Observando los **Cuadros 92 y 93**, se puede apreciar que las diferencias entre tratamientos para los pesos de las diferentes vísceras rojas evaluadas, desaparecen al ajustarse por el peso vivo vacío final. Esto nos indica que al menos en este experimento no hubo un efecto del tipo de alimentación (fibra vs concentrado) en el desarrollo de los órganos rojos evaluados

Cuadro 92. Peso de los diferentes órganos rojos (kg), según tratamiento.

Órgano	Tratamientos				
	1	2	3	4	P
Corazón	0.138 b	0.155 ab	0.171 a	0.166 a	*
Hígado	0.439 c	0.533 ab	0.591 a	0.521 b	**
Riñón	0.091 b	0.100 a	0.098 ab	0.090 b	t
Pulmón	0.352	0.397	0.432	0.389	ns
Grasa órganos rojos	0.141 b	0.188 ab	0.267 a	0.273 a	*

Nota: **= P<0.01; * = P<0.05; t: tendencia (P<0.10) y ns = no significativo (P>0.10); a y b = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes (p<0.05). Grasa órganos roj.= grasa órganos rojos.

Cuadro 93. Peso de los diferentes órganos rojos (kg), según tratamiento, ajustado por peso vivo vacío final.

Órgano	Tratamientos				
	1	2	3	4	P
Corazón	0.16	0.15	0.15	0.17	ns
Hígado	0.48	0.52	0.55	0.53	ns
Riñón	0.10	0.10	0.09	0.09	ns
Pulmón	0.46	0.37	0.34	0.41	ns
Grasa órganos rojos	0.16	0.18	0.5	0.8	ns

Nota: ns = no significativo (P>0.10).

Por otra parte, Silveira (2008) no encontró diferencias significativas para el peso relativo de los diferentes órganos rojos, en animales sujetos a diferentes sistemas de alimentación (pasturas vs. concentrado).

Iglesias y Ramos (2003), evaluando corderos machos castrados de la raza Corriedale y con un peso vivo vacío final de 42.7 y 45.1 kg para 12 y 8 corderos/ha, respectivamente, encontraron un efecto de la carga en los componentes hígado y corazón en conjunto, siendo de mayor peso los de la carga baja y diferentes significativamente (P<0.05) a los de carga alta. Este efecto fue debido principalmente a los mayores pesos vivos vacíos (PVv) alcanzados por los corderos de la carga baja, anulando dicha diferencia al corregir por éstos. Para el resto de los componentes de no canal (cabeza, cuero y tracto gastrointestinal corregidos por PVv) no se comprobaron diferencias significativas (P<0.05).

4.7 CALIDAD DE LA CARNE

Beriain et al. (2000) mencionan que el concepto de calidad de carne es muy difícil de definir, debido a lo subjetivo que son los atributos comercialmente importantes para la evaluación de ésta como son el color, la textura, jugosidad y flavor.

4.7.1 Temperatura y pH

En el **Cuadro 94**, se observa la evolución de la temperatura medida en las canales, tomadas a la hora, 3 h., y 24 h. *post mortem* en la media res izquierda, entre la 12^a y 13^a costilla. Estas mediciones se realizaron estando las canales dentro de las cámaras de frío a una temperatura ambiente de 4 °C.

Cuadro 94. Evolución de la temperatura y pH de las canales, tomadas a la hora, tres horas y 24 horas *post mortem*, según tratamiento.

Variable	Tratamientos					
	N	1	2	3	4	P
T1	nc	17.10 b	19.10 a	19.0 ab	19.20 a	t
T3	nc	9.90 b	11.90 a	12.0 a	12.40 a	**
T24	1/Ln	4.30	4.30	4.20	4.30	ns
pH1	$^3\sqrt{\quad}$	6.33	6.23	6.23	6.23	ns
pH3	1/Ln	6.16	6.16	6.16	6.16	ns
pH24	1/Ln	5.78	5.78	5.78	5.78	ns

Nota: ns = no significativo ($P > 0.1$); a y b = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes ($p < 0.05$). Nota: N (factor de corrección de normalidad usado en cada variable). 1/Ln (inverso del logaritmo neperiano) y $^3\sqrt{\quad}$ (raíz cúbica). ** = $P < 0.01$; t: tendencia ($P < 0.10$).

En el **Cuadro 94** se puede observar que los animales que presentaron mayor temperatura en la canal a la hora de sacrificados, fueron los que presentaron un mayor nivel de engrasamiento medido en el punto GR (**Cuadro 82**). Esta respuesta se ve más claramente si comparamos los tratamientos 1 y 4. Por otra parte, Iglesias et al. (2003), si bien obtuvieron valores diferentes del nivel de engrasamiento (GR), en diferentes tratamientos de alimentación en corderos, no observaron un efecto estadísticamente significativo entre este valor y el descenso de la temperatura *post-mortem*.

A partir de las 24 h., ya no existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, y las temperaturas de las canales son iguales, independientemente del tipo de alimentación y del nivel de engrasamiento (GR) de las canales consideradas. De Barbieri et al. (2003), mencionan que desde el punto de vista de la calidad y conservación del producto, es recomendable lograr temperatura entre 2 y 4 °C en las canales, a las 24 horas *post mortem*. Estos mismos autores mencionan que se observó

una gran variación de temperaturas, asociadas esencialmente al manejo diferencial del frío que realizaban distintas plantas frigoríficas.

La temperatura a la cual las canales son almacenadas afecta la velocidad de las reacciones químicas que ocurren en los tejidos musculares. Es deseable reducir la temperatura del músculo después de la muerte del animal para minimizar la pérdida de proteína e inhibir el crecimiento de bacterias, pero a la vez, rápidas reducciones de ésta pueden afectar la calidad de la carne, causando acortamiento muscular por frío y, por lo tanto, disminuyendo su grado de ternura de la carne (Brito, citado por Silveira, 2008). La tasa a la que disminuye la fuerza de corte (mejora la ternura) es mayor a altas temperaturas. Una temperatura de 15 °C al comienzo del *rigor mortis* parece ser óptima para maximizar la ternura, debido a que minimiza el acortamiento por frío y no afecta negativamente la proteólisis (Geesink et al., citados por Silveira, 2008).

El proceso más importante en determinar la calidad de la carne es el pH, el cual está relacionado con procesos bioquímicos durante la transformación del músculo en carne (Beriain et al., 2000).

Si se observa el **Cuadro 94** se puede apreciar que no existieron diferencias significativas en los valores de pH, en los diferentes momentos evaluados, entre los diferentes tratamientos. Estos resultados no concuerdan con los encontrados por San Julián et al. (2007), quienes señalan que a medida que se intensificaron los niveles de alimentación, los animales presentaron disminuciones de pH más pronunciadas a las 24 h. Según los autores, estas diferencias podrían estar explicadas, en parte, por los pesos de las canales y su grado de engrasamiento. El pH muscular de los animales vivos se sitúa en un rango de 7.1 -7.3 y tiene un descenso en los músculos típicos hasta valores de 5.5 – 5.7 a las 48 horas *post-mortem* (Garrido y Bañón, citados por Iglesias et al., 2003).

Por otra parte, Castro (2002), menciona que el descenso del pH está asociado a las reservas energéticas o nivel de glucógeno del animal al momento de la faena. El glucógeno por medio del mecanismo de la glucólisis anaeróbica se transforma en ácido láctico, el cual es responsable del descenso del pH.

La nutrición también afecta al pH. Una mala alimentación, puede resultar en un estrés crónico nutricional, caracterizado por bajas reservas de glucógeno muscular, determinando un incremento en el valor final del pH de la carne (Bray et al., citados por Beriain et al., 2000), El plano de alimentación y el tipo de alimento, están muy estrechamente relacionados a los efectos causados en el período inmediatamente previo al sacrificio y el estrés.

Complementario a esto, Locker, citado por Iglesias et al. (2003) sostiene que dietas ricas en energía podrían estar afectando el pH, debido a un incremento en la

concentración de glucógeno en el músculo, así como dietas ricas en proteínas o proteínas de sobrepaso. Sería más fácil aumentar la concentración de glucógeno aumentando la energía de la dieta, más que aumentando el flujo de aminoácidos o proteínas al rumen.

4.7.2 Terneza

Cañeque et al. (2003) define a la terneza como la facilidad con la cual la carne se deja cortar y masticar. El autor sostiene que existen dos factores principales que determinan la terneza; por una parte el colágeno (cantidad y naturaleza del mismo), y por otra parte, el estado de maduración y de contracción de la miofibrilla.

Bickerstaffe, citado por Brito et al. (2002), afirma que los valores de terneza para acceder a nuevos mercados, estandarizados por la industria en EEUU como en Nueva Zelanda, deberá tener un valor en la fuerza de desgarramiento menor a 5 kg fuerza.

Como se aprecia en el **Cuadro 95**, no existieron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos para la fuerza de corte (kgF) de la carne. Estos resultados son coincidentes con lo encontrado por Beriain et al. (1976), quienes mencionan que en las carnes de cordero no hay mucha variación en la terneza, siempre y cuando el manejo del frío post – faena es correcto.

Cuadro 95. Fuerza de corte (kgF) en el músculo *Longissimus lumborum* para diferentes períodos de maduración, según tratamiento.

Maduración (días)	N	Tratamientos				
		1	2	3	4	P
2	Ln	4.53	4.71	4.44	4.35	ns
5	1/Ln	2.86	3.29	3.11	2.90	ns
7	1/Ln	2.61	2.69	2.93	2.66	ns
10	1/Ln	2.59	2.52	2.74	2.57	ns

Nota: ns = no significativo ($P > 0.1$). N (factor de corrección de normalidad usado en cada variable). Ln (logaritmo neperiano). 1/Ln (inverso del logaritmo neperiano).

Estos resultados son similares a los encontrados por Brito et al. (2002), donde señalaron valores de 2.55 kgF, en los cortes de *Longissimus dorsi*, con maduraciones de 10 días, para corderos machos Corriedale.

Por otra parte, San Julian et al., citados por Monotssi (2007), experimentaron con corderos de la raza Corriedale puros, los cuales fueron sometidos a 4 sistemas diferentes de alimentación: solamente a pastura, pastura más concentrado (al 0.6 % del peso PV), pastura más concentrado (al 1.2 % del peso PV), y concentrado *ad libitum* (incluyendo heno de alfalfa a voluntad). En este experimento se realizaron mediciones para evaluar la dureza de la carne con una maduración de 20 días *post faena*. Los valores fueron más

altos para las dietas con menores niveles de concentrado. Es decir, los animales que fueron alimentados con dietas ricas en granos, presentaron carnes más tiernas. En parte, este hecho se podría explicar porque los animales sometidos a dietas de inferior calidad nutritiva, presentaron menores coberturas de grasa, y al ser probablemente sometidas a temperaturas muy bajas en la cámara, pudieron sufrir un acortamiento por frío (*cold shortening*) de la fibra muscular, el cual pudo afectar el nivel de ternura de la misma.

Silveira (2008) no encontró un efecto del sistema de alimentación sobre la fuerza de desgarramiento (ternura) en ninguno de los tres momentos en que la misma fue evaluada (2, 5 y 10 días de maduración). Camesasca et al. (2002), Iglesias et al. (2003), tampoco encontraron efecto de diferentes tipos de alimentación sobre esta variable. Los resultados obtenidos al segundo día de maduración en el presente ensayo, estuvieron por encima de los señalados por Silveira (2008), los cuales fueron 4.14, 3.10, 3.19, 3.56 y 4.17, para los tratamientos 1 (0% concentrado), 2 (25% concentrado), 3 (50% concentrado), 4(70% concentrado) y 5 (100% oncentrado), respectivamente. A su vez, los valores a los 10 días de maduración en el presente ensayo, también estuvieron por encima a los encontrados por Camesasca et al. (2002), Iglesias et al. (2003), para igual período de maduración, quienes obtuvieron valores de 1.90 y 1.65 kg, respectivamente. Estas diferencias pueden estar explicadas por la diferencia de edad entre los animales al momento de la faena, ya que en general se asocia una menor ternura a una mayor edad (Bate-Smith, Hiner y Hankins, citados por Lawrie, 1998). Los autores anteriormente mencionados faenaron animales de 11 a 12 meses de edad, mientras que en el presente experimento los animales fueron faenados con aproximadamente 15 meses de edad.

Por último, May, citado por Beriain et al. (2000) menciona que la ternura está relacionada con la raza, donde las que tienen músculos con mayores contenidos de fibras blancas, o músculos con mayores susceptibilidades a la degradación proteolítica durante la madurez, producen carnes más tiernas.

4.7.3 Color

Los consumidores juzgan la calidad de la carne en el momento de su adquisición por el color, el contenido de grasa visible y el olor (Brito et al., citados por Montossi, 2003).

Beirian et al. (2000) mencionan que el color está relacionado con la concentración de pigmentos, principalmente la mioglobina, y el estado químico de la misma en la superficie de la carne, la estructura y el estado físico de las proteínas de la carne y la proporción de grasa intramuscular.

Seideman y Crouse, citados por Beirian et al. (2000), sostienen que valores de pH de 5.5 (punto isoeléctrico de las proteínas) resulta en una estructura muscular más abierta, incrementándose la difusión de luz entre las miofibrillas del músculo.

Brito, citado por Montossi (2003), menciona que el color de la carne es determinado por factores *antemortem*, como la raza, sexo, estado nutricional y edad del animal y por factores *postmortem*, tales como la tasa de descenso de temperatura y pH y el pH final de la canal (al finalizar el proceso de *rigor morits*).

Los valores de apariencia deseable radican en valores bajos de L*, ya que los altos están asociados a colores pálidos de apariencia, mientras que altos de a*, determinan una mayor intensidad de rojo y finalmente valores altos de b* se asocian a una tonalidad más amarillenta de la carne (Montossi, 2003).

En el **Cuadro 96**, se presentan los valores de los parámetros L*, a* y b* para el músculo *Longissimus lumborum*, según los diferentes tratamientos. Como se puede apreciar en dicho **Cuadro 96**, no se encontraron diferencias significativas en los diferentes parámetros del color medidos al desosado según el tipo de alimentación

Cuadro 96. Valores de los diferentes parámetros de color evaluados al desosado para el músculo *Longissimus lumborum*, según tratamiento.

Parámetro	Tratamientos				
	1	2	3	4	P
L* músculo	37.2	36.9	37.3	37.7	ns
a* músculo	16.9	16.9	16.6	17.2	ns
b* músculo	8.8	8.8	8.7	9.3	ns

Nota: ns = no significativo ($P > 0.1$). L* m:= grado de luminosidad-brillo de 0 a 100 del músculo medido al desosado; a* = rango de colores del rojo al verde del músculo medido al desosado; b* = rango de colores del amarillo al azul del músculo medido al desosado.

Estos resultados concuerdan con Zeola et al., citados por Silveira (2008) quienes comparando tres niveles de concentrado en la dieta (30, 45 y 60%) no observaron diferencias en ninguno de los parámetros de color de la carne. Por otra parte, Lough et al., citados por Silveira (2008), no lograron modificar el color de la grasa mediante la adición de aceite de palma en la dieta.

A su vez, Silveira (2008), no encontró diferencias significativas en los mismos parámetros evaluados, según el tipo de dieta (fibra vs. concentrado). San Julián et al. (2007), no encontraron diferencias significativas en el brillo de la carne (L*) entre los animales alimentados con diferentes dietas cuando la misma fue madurada; sí la encontraron al momento del desosado.

Camesasca et al. (2002) no encontraron diferencias significativas en los parámetros de color de músculo y grasa entre animales alimentados con y sin concentrado, mientras que si las hallaron en animales pastoreando sobre pasturas artificiales, para diferentes niveles de dotación animal.

Cuadro 97. Parámetros de color de músculo, según nivel de suplementación.

Parámetro	Sin suplemento	Con suplemento (al 1% del PVII)	p
L*m	36.0a	36.0a	ns
a*m	18.8a	18.5a	ns
b*m	6.5a	6.5a	ns

Nota: ns = no significativo ($P > 0.1$)

Fuente: Camesasca et al. (2002).

San Julián et al. (2007) destacan que existe abundante información experimental que determina que la carne procedente de animales alimentados con concentrado, es más brillante, clara y de color rojo menos intenso que la de animales alimentados en base a pasturas.

Por otra parte, Bianchi (2007) menciona que los valores de a* (rojo) que ha hallado en sus trabajos experimentales, han sido ligeramente superiores a los encontrados por trabajos realizados en Europa mediterránea, donde los corderos se sacrifican a menor edad y reciben como alimentación en base a concentrado y leche, frente a los corderos de mayor edad y alimentados en las últimas etapas de su vida únicamente a pasto, como sucede en Uruguay.

Los valores de b* (amarillo) son más altos para los animales que son alimentados con un mayor nivel de concentrado (Bianchi, 2007). Sañudo et al., citados por San Julián et al. (2007), trabajando con corderos en un sistema de alimentación basado en el uso de concentrados más heno (en encierro completo a corral), obtuvieron similares tendencias en los resultados en cuanto a luminosidad (L*), nivel de rojo (a*) y nivel de amarillo (b*). Estos resultados fueron en corderos de temprana edad, con pesos menores a 25 kg y las determinaciones en las canales fueron realizadas a las 48 horas *post faena*.

Por otra parte, De Barbieri et al. (2003), en la 1^{era} Auditoria de la Calidad de la Cadena Cárnica Ovina del Uruguay, sugieren que el color de la carne (músculo) sería aceptable por parte del consumidor si presentaran valores de L* inferiores a 40, valores de a* entre 14 y 22 y valores de b* inferiores a 10. En el presente ensayo, los valores de L* para todos los tratamientos estuvieron por debajo de 40, y el 100% de los animales estuvo ubicado en el rango aceptable para los valores de a*, y por debajo del límite aceptable para los valores de b*.

El no haber encontrado diferencias en el color del músculo en este experimento, puede deberse a que todos los animales se faenaron a una edad similar, los parámetros de color fueron determinados en el mismo músculo, y el pH de los diferentes tratamientos siempre estuvo por encima del punto isoeléctrico de las proteínas (5.5). Evidentemente el efecto sobre la pigmentación debido al tipo de dieta, no habría sido tal como para encontrar diferencias en los distintos parámetros del color.

4.7.4 Ácidos grasos

Si bien la composición de las grasas en los rumiantes es en gran parte independiente de la alimentación (debido a las transformaciones ocurridas en el rumen), el tipo de dieta puede modificar los patrones de fermentación ruminal y así modificar las grasas depositadas (Montossi y Sañudo, 2004).

En este sentido, la alimentación de los animales es uno de los factores más influyentes en la composición en ácidos grasos de la grasa de la carne (Raes et al., citados por Álvarez et al., s.f.).

La proporción de grasa intramuscular y la composición en ácidos grasos de la carne de rumiantes varía en función de diversos factores tales como la raza, el peso al sacrificio, el estado de engrasamiento y la alimentación recibida. Es este último factor, el que presenta un mayor efecto en especial cuando se modifica en la dieta la relación entre forraje y concentrado (Merino et al., citados por Cañeque et al., 2007).

En el **Cuadro 98**, se observa que respecto a la grasa intramuscular, los valores obtenidos en todos los tratamientos están por debajo de los encontrados en otros trabajos. Para Droulez et al., Okeudo y Moss, Santercole et al., citados por Martínez (2007), el contenido medio de grasa intramuscular en los ovinos fue de aproximadamente 5 %. A su vez, la diferencia en el contenido (%) de grasa intramuscular, no fue significativo entre los distintos tratamientos. Estos resultados son diferentes a los señalados por Aurousseau et al. (2004), quién menciona que animales alimentados con concentrados (estabulados), presentaron un incremento en la cantidad de lípidos totales de 35 %, un 52 % en los triglicéridos, y un 34 % en los ácidos grasos totales, en el músculo *Longissimus thoracis*, respecto a los animales que pastorean a cielo abierto, alimentados únicamente en base a forraje. Tampoco coincide con Montossi et al. (2007), quienes mencionan que, en general, el consumo de pasto fresco o conservado en forma de heno contribuye a una deposición de grasa inferior a la obtenida en animales que reciben como base de su dieta alimentos concentrados. Esto se debe al menor contenido energético del forraje, sumado a que los animales en pastoreo tienen un mayor gasto energético frente a animales estabulados.

Cuadro 98. Contenido de grasa intramuscular (%) y los diferentes tipos de ácidos grasos (% del total de AG) en el músculo *longissimus lumborum*, según tratamiento.

Variable	N	T1	T2	T3	T4	P
Grasa Intramuscular (%)	³ √	4.30	4.46	4.71	4.71	ns
Ácidos grasos saturados	-	44.39	43.60	42.84	42.17	t
Ácidos grasos monoinsaturados	³ √	40.72 b	43.61 ab	44.29 a	45.31 a	*
Ácidos grasos poliinsaturados	³ √	11.29	10.23	10.54	9.91	ns

Nota: **= P<0.01; * = P<0.05; t: tendencia (P<0.10) y ns = no significativo (P>0.10); a y b = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes (p<0.05). N = factor de normalización, por el cual se normalizó la variable.

Las diferencias entre el resultado del presente experimento y los realizados por lo autores mencionados anteriormente pueden explicarse por varios motivos. En primer lugar, el período de engorde tal vez no fue el suficiente como para que los animales del tratamiento 4 pudiesen expresar la diferencia potencial de engorde dada por la diferente concentración energética de la dieta, ya que en el primer ciclo existieron algunos trastornos metabólicos que sufrieron los mismos, resultando en pérdidas de peso iniciales. McClure et al., Murphy et al., citados por Borton et al. (2005) mencionan, que animales alimentados en base a forraje tienen igual cantidad de tejido muscular que los alimentados con concentrado, y menor cantidad de tejido adiposo. A su vez, esa diferencia se magnifica, cuando el peso al sacrificio alcanza la madurez fisiológica. Por otra parte, hay que contemplar que tanto los animales alimentados con mayor porcentaje de fibra en su dieta, así como los alimentados con mayor nivel de concentrado, estaban estabulados. Esto es una diferencia respecto a otros trabajos donde los animales alimentados con fibra (forraje) están pastoreando, a cielo abierto, con su respectivo gasto de energía, en detrimento de una mayor deposición de grasa, respecto a los animales estabulados.

Analizando los valores de los distintos tipos de ácidos grasos, los mayores valores son los de las grasas saturadas y las monoinsaturadas. Esto es coincidente con lo encontrado en otros trabajos. La explicación de este hecho se debe a que los ácidos grasos saturados y monoinsaturados suponen más del 95 % del total de ácidos grasos de los triglicéridos de reserva, mientras que los fosfolípidos de las membranas celulares contienen por encima del 30 % de ácidos grasos poliinsaturados (Bas y Sauvant, citados por Martínez, 2007). Puede estimarse que cuando los lípidos intramusculares aumentan del 1 % al 5 %, el porcentaje de triglicéridos pasa del 40 al 87 %, en tanto que los fosfolípidos se reducen del 38 al 13 % (Bas y Sauvant, citados por Martínez, 2007). De forma paralela al aumento de los triglicéridos, la cantidad de ácidos grasos saturados (AGS) y de ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) en el músculo aumenta de forma constante a razón de unos 50 g cada uno, por cada 100 g de grasa depositada, mientras

que los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), aumentan a razón de unos 4 g por cada 100 g de grasa depositada (De Smet et al., citados por Martínez, 2007).

En el **Cuadro 98**, se observa en relación a los ácidos grasos saturados, una clara tendencia al aumento en la concentración de los mismos a medida que se incrementa el consumo de fibra en la dieta. Esto es coincidente con varios autores, Cañeque et al. (2007), que encontraron que la proporción de ácidos grasos saturados (AGS) disminuyó a medida que aumentó el concentrado en la dieta, con valores de 48.6 % y 46.2 % para animales alimentados 100 % pasturas y 100 % concentrado, respectivamente. Esta disminución se debió principalmente a que éstos últimos presentaron el contenido más bajo de ácido estearico (18:0). Son varios los procesos que ocurren simultáneamente para explicar estos resultados. Morand-Fehr y Tran, citados por Martínez (2007), mencionan que el contenido de ácidos grasos saturados (AGS) en los cereales, sus subproductos y las leguminosas, es inferior al 20 % y en ellos predomina (>70%) el ácido palmítico (C16:0).

En el **Cuadro 99**, se puede apreciar la notoria diferencia en la proporción de los ácidos grasos monoinsaturados (representados por el oleico y palmitoleico) entre los diferentes tipos de alimentos, la cual es netamente superior en los granos (soja y maíz, 25.4 y 39.1 %, respectivamente) respecto a las fibras (heno de alfalfa y gramíneas, 4.2 y 5.9 %, respectivamente). La diferencia en la concentración de este tipo de ácidos grasos a favor de los animales que consumieron más concentrado, podría estar explicada entonces por el aporte en sí de los diferentes tipos de alimentos, sumado a que los animales que consumieron más ración pudieron haber presentado una mayor tasa de pasaje de los alimentos por el rumen, y haber presentado una menor tasa de biohidrogenación de las grasas aportadas por la dieta. Todos estos factores contribuyen a una mayor concentración de grasas con algún grado de insaturación a medida que se incrementó el nivel de concentrado en la dieta, respecto a los animales que consumieron una mayor cantidad de fibra en la misma. Si bien esto es cierto, hay que considerar que el fardo que se les suministró a los animales fue molido, lo cual pudo haber disminuido el proceso de saturación, ya que la tasa de pasaje probablemente haya sido mayor.

Cuadro 99. Composición en ácidos grasos (como del total) de diferentes alimentos.

Ácido Graso	Heno de alfalfa	Gramíneas	Semillas de soja	Maíz en grano
Mirístico (14:0)	0.9	1.1
Palmítico (16:0)	33.9	15.9	12.4	14.3
Palmitoleico (16:1)	1.2	2.5	...	0.1
Estearico (18:0)	3.8	2.0	3.7	1.9
Oleico (18:1)	3.0	3.4	25.4	39.0
Linoleico (18:2)	24.0	13.2	50.6	43.5
Linolénico (18:3)	31.0	61.3	7.9	1.1
Contenido total de ácidos grasos*	40.0	57.0	90.0	65.0

Nota: * = como % del extracto etéreo

Fuente: Palmquist y Jekins, citados por Church (1982).

Por otra parte, Church (1982), sostiene que existe interacción entre la dieta consumida y la calidad de la grasa depositada a partir del efecto en la fermentación ruminal. Es así que dietas ricas en forrajes, aumentarían la deposición de ácidos grasos saturados, principalmente palmítico. A su vez, Velasco et al. (2001) expresan que las dietas ricas en energía, liberan una mayor cantidad de propiónico, y menor cantidad de acético. Esta mayor cantidad de propiónico, hace que el alimento permanezca menos tiempo en el rumen, siendo menor el tiempo que las grasas de los alimentos están expuestas a los procesos de biohidrogenación. De esta manera, dietas ricas en energía, dan como resultado una mayor concentración de ácidos grasos insaturados. Por último, la saturación es un proceso de biohidrogenación en el rumen, y en este sentido, Jarrieger (1995) encontró que las menores velocidades de biohidrogenación (menor al 70 %) se registraron con dietas ricas en concentrados y que la saturación del ácido linoléico descende con ese tipo de dietas, Sauvant y Bas, citados por Martínez (2007), sostienen que el proceso de biohidrogenación se relaciona negativamente ($r = -0.34$) con la proporción de concentrados en la dieta.

En el **Cuadro 98**, también se observa que hubo un efecto significativo de la dieta sobre el contenido de ácidos grasos monoinsaturados de la grasa intramuscular. Las respuestas son similares con las encontradas por Cañeque et al. (2007), donde la proporción de los AGM, al contrario de los AGS, aumentó a medida que lo hizo el concentrado en la dieta, siendo de 36.7% y 42.1%, para los tratamientos 100 %

pasturas y 100 % concentrado, respectivamente. Por otra parte, en el presente experimento los valores de estos ácidos grasos, fueron mayores a los encontrados por los autores mencionados anteriormente.

Por lo que un incremento en los triglicéridos de reserva y una disminución de los fosfolípidos de reserva, supone un aumento exponencial en la concentración de ácidos grasos saturados y monoinsaturados en detrimento de los ácidos grasos poliinsaturados. Por ese motivo, la relación AGPI/AGS disminuye rápidamente con el grado de engrasamiento pasando de 0.45 a 0.09, cuando la grasa intramuscular aumenta del 1 al 5% (De Smet et al., citados por Raes et al., 2004).

En cuanto a los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), en el **Cuadro 98**, se observa que su proporción en el total de ácidos grasos, no fue afectada por la dieta. Esto es diferente a lo manifestado por Enser et al., citados por Martínez (2007), quienes mencionan que la concentración de ácidos grasos poliinsaturados varía de 1 al 10 % en función del tipo de alimentación. De igual manera, Cañeque et al. (2007) encontraron que la proporción de los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), al contrario que la de los AGMI, disminuyó a medida que aumentó el nivel de concentrado en la dieta. Los valores fueron 14.7 % para el tratamiento 100 % pasturas, y 11.7 % para los animales con 100 % concentrado. El mayor contenido de AGP en los primeros es debido fundamentalmente al ácido linolénico, el cual alcanza su máximo valor (2.46 %), así como a sus derivados, los ácidos grasos EPA (20:5) y DHA (22:6), los cuales alcanzan también sus máximos valores (1.57 % y 0.37 %, respectivamente) en el tratamiento sobre pasturas. Todos estos ácidos grasos mencionados, disminuyeron paulatinamente con el incremento de concentrado en la dieta. El mayor contenido de linolénico y sus derivados estaría ligado a su mayor contenido en el forraje de la dieta. En el presente experimento no se registraron diferencias en la proporción de AGPI, probablemente debido a que la fuente de fibra que se suministró fue heno de alfalfa, el cual de por sí posee una menor concentración de ácidos grasos poliinsaturados en su composición, así como una menor concentración de ácidos grasos totales, respecto a las pasturas frescas (**Cuadro 96**). El extracto etéreo de los forrajes verdes oscila entre el 4 y 12% de la materia seca, y en el caso de los forrajes secos y el ensilado de maíz solamente varía entre 1.5 y 5 % (Morand-Fehr y Tran, citados por Martínez, 2007). Los lípidos de los cereales y las oleaginosas oscilan entre 1.3 y 6.7 % de la materia seca.

En el **Cuadro 100**, se observa la diferencia en el perfil de los principales ácidos grasos, según el tratamiento. Se observa la composición en términos porcentuales de los ácidos grasos saturados, se ve claramente que prevalecen los ácidos grasos palmítico (16:0) y esteárico (18:0), independientemente del sistema de alimentación. El sebo ovino y bovino contiene un promedio del 29 al 30 % de ácido palmítico, siendo su proporción menor en los tejidos adiposos internos que en el depósito periférico de la grasa. Para Bas y Morand-Fehr, Bas y Sauvant, citados por Martínez (2007), la grasa de los rumiantes es

predominantemente saturada, donde el C14:0, C16:0, C18:0, representan entre el 40 y 45% del total de los ácidos grasos saturados.

Cuadro 100. Composición y proporciones de los principales ácidos grasos, identificados (en % respecto al total) en la grasa intramuscular, según tratamiento.

		T1	T2	T3	T4	P
Acido graso	N	Acidos Grasos Saturados (AGS)				
Mirístico (14:0)	Ln	1.78	1.56	1.72	1.69	ns
Pentadecanoico (15:0)	Ln	1.11	1.02	1.14	1.16	ns
Palmitico (16:0)	$\sqrt{3}$	21.29	21.12	21.76	21.16	ns
Margárico (17:0)	-	1.41	1.46	1.36	1.32	ns
Estearico (18:0)	-	18.24a	18.01a	16.30b	16.10b	**
AGS totales		44.39	43.60	42.84	42.17	ns
Acido graso	N	Acidos Grasos Monoinsaturados (AGMI)				
Palmitoleico (16:1)	Ln	0.61	0.51	0.64	0.74	ns
Elaídico (18:1 trans)	Ln	2.23 b	2.54 b	3.18 a	2.72 ab	*
Oleico (18:1 cis)	-	36.41b	39.10a	38.90ab	40.60a	*
AGMI totales	$\sqrt{3}$	40.72 b	43.61 ab	44.29 a	45.31 a	*
Acido graso	N	Acidos Grasos Poliinsaturados (AGPI)				
Linoelico (18:2 cis)	$\sqrt{3}$	4.95	4.58	4.82	4.37	ns
Linoleico (18:2 trans)	$\sqrt{3}$	1.19	1.21	1.33	1.42	ns
Linolénico (C18:3) (Ω 6)	$\sqrt{3}$	1.02 a	0.59 b	0.60 b	0.54 b	*
Linolénico C18:3 (Ω 3)	Ln	0.53	0.58	0.55	0.53	ns
AGPI totales	$\sqrt{3}$	11.29	10.23	10.54	9.91	ns
AG Trans	$\sqrt{3}$	3.43 c	3.78 bc	4.53 a	4.18 ab	*
CLA (ácido linoleico conjugado)	$\sqrt{3}$	0.45	0.39	0.34	0.511	ns

Nota: **= P<0.01; * = P<0.05; t: tendencia (P<0.10) y ns = no significativo (P>0.10); a y b = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes (p<0.05).Referencias: AG Trans = ácidos grasos trans; CLA = ácido linoleico conjugado. N = factor de normalización. por el cual se normalizó la variable.

Continuando con el análisis del **Cuadro 100**, se destaca que el único ácido graso saturado que resultó influenciado significativamente, a favor de los animales alimentados con una mayor proporción de fibra en su dieta, fue el estearico. Al entrar al intestino, los lípidos de la digesta son predominantemente ácidos grasos libres (85-90%, Drackley, citado por Martínez, 2007), mayoritariamente saturados (80-90%, según Drackley, citado por Martínez 2007) y 70% de acuerdo a Tebot y Cirio (2000); de los

que el ácido esteárico (C18:0) representa dos tercios y el ácido palmítico el tercio restante (Drackley, citado por Martínez, 2007).

Tebot y Cirio (2000) mencionan que el principal ácido graso saturado resultante de la biohidrogenación es el ácido esteárico. Jenkins, citado por Martínez (2007), explica que el proceso de biohidrogenación ruminal del ácido linoleico se realiza en tres pasos. El último paso es la reducción del ácido vaccénico para formar ácido esteárico (C18:0) (Bauman et al., citados por Martínez, 2007). Jarriège (1995) hace referencia a que la saturación del ácido linoleico desciende con el aumento de concentrados en la dieta. De esta manera, la explicación de las mayores concentraciones del ácido graso esteárico en el total de las grasas, podría estar dado por un factor directamente relacionado a las velocidades de biohidrogenación ruminal, la cual es afectada según la relación fibra/concentrado de la dieta, siendo más rápida, cuanto mayor sea esta relación.

En el **Cuadro 100**, también se puede observar que la fracción ácidos grasos monoinsaturados es la más importante cuantitativamente, luego de la de los ácidos grasos saturados. Esto coincide con varios autores. La grasa de los rumiantes es predominantemente saturada y monoinsaturada (Bas y Morand-Fehr, Bas y Sauvant, citados por Martínez, 2007).

La proporción de ácidos grasos monoinsaturados se incrementó con el aumento de concentrado en la dieta.

Por otra parte, dentro del grupo de los ácidos grasos monoinsaturados, el ácido graso predominante es el ácido oleico. Esto es coincidente con otros resultados expuestos por varios autores. Los ácidos grasos más importantes de las grasas monoinsaturadas de los rumiantes son el Palmitoleico (C16:1) y Oleico (C18:1), representando entre el 40 y 45 % del total de estos ácidos grasos (Bas y Morand-Fehr, Bas y Sauvant, citados por Martínez, 2007). El ácido oleico es predominante en la musculatura de los rumiantes representando aproximadamente el 40 % del total de ácidos grasos (Bas y Morand-Fehr, Bas y Sauvant, citados por Martínez, 2007). Esto es debido a que una gran parte del ácido esteárico absorbido es deshidrogenado previamente a su deposición tisular por la enzima Δ^9 -desaturasa (Bauman et al., Smith et al., citados por Martínez, 2007).

El total de ácidos grasos monoinsaturados mostró el mismo comportamiento que los ácidos 18:1 cis y 18:1 trans, presentando diferencias significativas según el tipo de alimentación, aumentando su proporción en la medida que aumentó el nivel de concentrado y donde los valores fueron de 40.72 y 45.31 %, para los tratamientos 1 y 4, respectivamente. Cañeque et al. (2007), mencionan que el ácido graso más representativo de los ácidos monoinsaturados fué el oleico, y cuyo contenido varió entre 34.9 y 39.9 %, siguiendo la misma tendencia que el total de los AGM, para los tratamientos 100 % pasturas y 100 % concentrado, respectivamente. Esto puede estar dado por las diferencias en concentraciones de este ácido en las diferentes fuentes de

alimento, siendo netamente superior en los granos de cereales, que en las pasturas o los heno de forrajes (**Cuadro 98**). Velasco et al. (2001) mencionan que las diferencias en ácido oleico se podrían explicar debido al engrasamiento de los corderos. Cuando mayor es el engrasamiento, se estimula la actividad de la enzima Δ - 9 desaturasa, la cual sintetiza el ácido graso oleico a partir del esteárico.

Finalmente, se señala que a partir de la información presentada en el **Cuadro 100**, los ácidos grasos poliinsaturados fueron la fracción minoritaria dentro del perfil de los ácidos grasos analizados. Para Bas y Sauvant, citados por Martínez (2007) la fracción poliinsaturada esta presente en término medio (11 %), y varía del 1 al 10 %, en función del tipo de alimentación (Enser et al., citados por Martínez, 2007). Givens et al., citados por Martínez (2007), mencionan que una pequeña fracción de los ácidos grasos poliinsaturados escapa a la biohidrogenación (10m-15 %) y es absorbida en el intestino y depositada como tal en la grasa de los tejidos, lo que puede contribuir a modificar el perfil de ácidos grasos en la carne. Cañeque et al. (2007), encontraron que la proporción de los ácidos grasos poliinsaturados (AGP), al contrario que la de los AGM, disminuyó a medida que aumentó el nivel de concentrado en la dieta. Los valores fueron 14.7 % para el tratamiento 100 % pasturas, y 11.7 % para los animales con 100 % concentrado.

Dentro de los ácidos grasos poliinsaturados, el que estuvo influenciado significativamente por el tipo de alimentación fue el linolénico (18:3 Ω 6), presentando los animales del tratamiento 1 el mayor porcentaje del mismo. Los valores en el presente experimento oscilaron entre 1.02 y 0.54% para los animales del tratamiento 1 y 4, respectivamente. Cañeque et al. (2007), encontraron valores de 2.46 y 0.77 %, para los tratamientos 100 % pasturas y 100 % concentrado, respectivamente. Estos autores argumentan que el mayor contenido de linolénico a favor de los animales 100 % pastura, estaría explicado por el mayor contenido de este ácido graso en los forrajes frescos respecto a los granos. En este experimento no se utilizó como fuente de fibra forraje fresco, sino que se utilizó heno de alfalfa, el cual si bien contiene una mayor concentración de ácido graso linolénico que los granos, no alcanza los niveles que presentan los forrajes frescos (**Cuadro 99**), atenuando así la diferencia en la concentración de este ácido entre los diferentes tratamientos.

En cambio, para el ácido linoelico (18:2 *cis*), no hubo un efecto significativo de la dieta en su concentración. Sin embargo, Cañeque et al. (2007) mencionan que la proporción de ácido linoleico incrementó significativamente con el aumento de concentrado en la dieta de 5.38 al 6.36 %, para los tratamientos 100 % pasturas y 100 % concentrado, respectivamente. Los contenidos de ácido linoleico en la carne son bajos en los rumiantes, oscilando entre el 4 - 6 % para el ovino. En este ensayo, los valores fueron similares, oscilando entre los entre 4.95 y 4.37 % para los tratamientos 1 y 4, respectivamente.

Por otra, parte los ácidos grasos trans fueron influidos significativamente por el tipo de dieta (**Cuadro 98**). Es así que, los animales que consumieron una mayor cantidad de concentrado en su dieta, presentaron los valores más altos de este tipo de ácidos grasos, variando los valores de 3.43 a 4.18 %, para los tratamientos 1 y 4, respectivamente. Esto coincide con Kalscheur et al., Loor et al., citados por Martínez (2007), quienes mencionan que cuando disminuye la proporción de forraje, ocurre un aumento (hasta el doble) del flujo de isómeros C18:1 trans totales. Ello es debido sobre todo a un incremento lineal del flujo del isómero C18:1 trans-10, cuya proporción en dichas circunstancias puede pasar del 4 al 25% del total de isómeros del grupo (Sackmann et al., citados por Martínez, 2007).

Por último, el CLA (ácido linoleico conjugado), el cual es considerando un ácido graso esencial, siendo la carne de los rumiantes más rica en dicho ácido graso (vacuno y cordero; 2.9 - 4 y 5.6 mg /g grasa, respectivamente) que la de los monogástricos (cerdo y pollo, 0.6 y 0.9 mg /g grasa, respectivamente) (Chin et al., citados por Martínez, 2007). En este experimento los valores fueron menores que el mencionado por los autores anteriores, y su concentración no presentó diferencias significativas según el tipo de dieta (relación voluminoso: concentrado). Esta información es diferente a lo encontrado por Arousseau et al. (2004), donde los corderos alimentados con pasturas presentaron una mayor concentración de ácido linoleico conjugado (CLA, particularmente el isómero *9 cis, 11 trans*, desde 0.67 al 1.86 %, en porcentaje de tejido fresco) en los triglicéridos respecto a los animales estabulados, alimentados con granos (0.34 al 0.77 %). Este mismo comportamiento se observó en el contenido de CLA en los lípidos totales. A su vez, Cañeque et al. (2007) encontraron que el contenido de ácido linoleico conjugado (CLA) fue mayor en la carne de los corderos en pastoreo sin concentrado. Aunque el contenido de este ácido graso es mayor en las pasturas que en el concentrado, las diferencias entre los tratamientos extremos (100 % pasturas vs 100 % concentrado) se atenuaron debido a la capacidad que tienen los rumiantes de producirlo en el rumen, independientemente que no sea aportado en la dieta. En este experimento no se reflejó lo mismo que lo expresado por los diferentes autores anteriores, posiblemente debido a que las diferencias en concentración de CLA entre el heno de alfalfa y los granos, no haya sido tal como lo sería entre el forraje fresco y los granos.

A continuación se presenta el **Cuadro 101**, donde se muestran algunas relaciones entre ácidos grasos.

Cuadro 101. Relaciones de ácidos grasos indicadoras de interés por su influencia en la salud humana.

Acido graso	N	T1	T2	T3	T4	P
AGPI/AGS	$\sqrt{3}$	0.25	0.23	0.25	0.23	ns
$\Omega 6/\Omega 3$	$\sqrt{3}$	2.23	2.21	2.12	2.11	ns

Nota: ns = no significativo ($P > 0.10$). Referencias: AGPI/AGS = ácidos grasos poliinsaturados/ácidos grasos saturados; $\Omega 6/\Omega 3$ = ácidos grasos del grupo omega 6/ácidos grasos del grupo omega 3.

Es importante recordar que la relación recomendada de AGPI/AGS debe ser igual o mayor a 0.45 (Department of Health of United Kingdom, citado por Cañeque et al., 2007), y valores menores a éste indican alimentos menos saludables, en términos de mayores probabilidades de riesgos de padecer enfermedades cardiovasculares. En el presente experimento todos los valores estuvieron por debajo del valor mencionado como referencia, y no hubieron diferencias significativas entre los diferentes. Montossi y Sañudo (2007) tampoco encontraron diferencia significativas en la relación entre AGPI/AGS, aunque tendió a reducirse a medida que aumentó el nivel de concentrado en la dieta.

Por otra parte la relación $\Omega 6/\Omega 3$, es recomendable que sea menor a 4 en la dieta humana para reducir el riesgo de enfermedades coronarias (Department of Health of United Kingdom, citado por Cañeque et al., 2007). En el presente experimento todos los tratamientos estuvieron por debajo de los valores máximos recomendados, y no presentaron diferencias significativas según la alimentación. Cañeque et al. (2007) encontraron que esta relación fue menor a 4 en los animales de los tratamientos 100% pastoril y pastoril más suplementación con concentrados, y superior en los animales estabulados. Aurousseau et al. (2004) encontraron que en los triglicéridos de los animales alimentados a granos fue mayor el contenido de C18:2 $\Omega 6$ respecto a los alimentados en base a pasturas, y lo inverso se observó para el C18:3 $\Omega 3$. La misma diferencia se aplica a la comparación en el total de los ácidos grasos poliinsaturados del grupo $\Omega -6$ respecto a los del grupo de los $\Omega 3$. Esto lleva a que los animales alimentados a granos presenten una mayor relación $\Omega 6/\Omega 3$ en comparación a los animales alimentados únicamente con pasturas. A su vez, agregan que estas diferencias están asociadas primordialmente a la composición de los ácidos grasos de las pasturas (menor relación $\Omega 6/\Omega 3$) y los granos con el heno, más que al nivel de consumo de los animales. Velasco et al. (2001) coinciden con lo expresado anteriormente, y a su vez agregan que el aumento de los ácidos grasos $\Omega 3$ en los animales alimentados con pasturas, es debido a que este tipo de dietas son ricas en ácido linolénico, el cual es precursor del grupo de los $\Omega 3$. En caso de los granos, éstos son ricos en ácido linoleico, el cual es precursor del grupo $\Omega 6$. En el presente experimento la fuente de fibra fue heno y no pasturas frescas, por lo que la diferencia en concentración de $\Omega 3$ entre esta fuente de fibra y el grano, probablemente no halla sido tan importante como para marcar grandes diferencias en la relación $\Omega 6/\Omega 3$. Es muy probable que los resultados hubiesen sido diferentes si la fuente de fibra haya sido pasturas frescas.

5. CONCLUSIONES

El tipo de alimentación evaluada (relación ración: voluminoso de 20:80, 40:60, 60:40, y 80:20, para los tratamientos 1, 2, 3 y 4, respectivamente) afectó significativamente la performance de los corderos, en cuanto a la evolución y ganancia diaria del peso vivo, mientras que para la calidad de la canal el comportamiento fue diferencial según el componente de calidad considerado. En cuanto a la calidad de la carne, el efecto fue menor, siendo el perfil de ácidos grasos el único componente afectado significativamente por el sistema de alimentación.

En la mayoría de los resultados analizados se pudo comprobar el claro efecto e importante rol que juega el período de acostumbramiento al concentrado y el consumo en la respuesta animal. Este es de mayor o menor importancia según sea la relación ración: voluminoso de la dieta. Es así que los animales del tratamiento 4 (mayor relación ración: voluminoso), fueron aquellos que mostraron los menores valores de consumo de materia seca en todo el período experimental, y por ende que mostraron (junto a los animales del T1) los más bajos valores de ganancia diaria y peso vivo lleno.

A su vez, en términos de performance animal, la mejor relación ración: voluminoso fue la de 60:40, donde los animales presentaron los mejores valores en velocidad de crecimiento, calidad de canal y carne.

Respecto a la calidad de la canal, la proporción y peso de los componentes de la canal estudiados, no se vio afectada por el tipo de alimentación (particularmente cuando estos fueron corregidos por su respectiva covariable), como fue el caso del área de ojo del bife, el peso de la canal caliente, peso de canal fría, la proporción de los diferentes tejidos evaluados (tejido conectivo, grasa subcutánea, grasa intermuscular, músculo, hueso), peso de la paleta, los pesos y proporción de los cortes valiosos como *Frenched Rack* y la pierna con cuadril y sin hueso. En cambio, si se vieron afectados el GR, y el grado de conformación y terminación de las canales. Los mayores valores de los parámetros mencionados anteriormente, fueron para los animales del tratamiento 4, y los menores para los animales del tratamiento 1, siendo intermedios los valores de los tratamientos 2 y 3.

En términos generales, y analizando el perfil de ácidos grasos a nivel del músculo *Longissimus lumborum*, se puede observar que el tipo de alimentación afectó significativamente el porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados, siendo mayor la concentración de los mismos en los animales de los tratamientos 3 y 4 (mayor relación ración: voluminoso en su dieta). A su vez, hubo un efecto menor en la concentración de los ácidos grasos saturados, donde en la medida que se incrementó la proporción de fibra en la dieta, se observó una tendencia al incremento en el contenido de dichos ácidos grasos.

Por último, no se presentó un efecto marcado del tipo de alimentación sobre la concentración de la grasa intramuscular, ni en el total de ácidos grasos poliinsaturados.

Al analizar el efecto de los tratamientos en la concentración de los ácidos grasos individuales, se observa un efecto en los ácidos esteárico (AGS), elaídico (AGMI), oleico (AGMI), linolénico (AGPI) y en los ácidos grasos trans totales a medida que aumenta el voluminoso. El comportamiento del ácido graso esteárico, fue el mismo que tuvo el grupo al cual pertenece dicho ácido, mostrando una diferencia muy significativa a favor de los animales en los cuales la fibra representó un 60 % o más del total de la dieta ofrecida. En cambio el ácido oleico, presentó un comportamiento diferente, donde los animales de los tratamientos 2 y 4, presentaron una concentración significativamente mayor que los animales de los tratamientos 1 y 3. Respecto al ácido linolénico, se observó una diferencia significativa a favor de los animales con mayor concentración de fibra en su dieta (T1), mientras que el resto de los tratamientos no difirieron entre sí. El ácido graso linoleico y el ácido linoleico conjugado (CLA) no se vieron afectados por el tipo de alimentación.

Los diferentes tratamientos aplicados no afectaron las relaciones de ácidos grasos poliinsaturados/ácidos grasos saturados (AGPI/AGS) y la de $\Omega 6/\Omega 3$, desde el punto de vista de las sugerencias para la salud humana. A su vez, la relación AGPI/AGS estuvo por debajo de lo recomendado (> 0.45 ; Department of Health of United Kingdom, citado por Cañeque et al., 2007), mientras que la relación $\Omega 6/\Omega 3$ estuvo dentro del rango recomendado (<4.0) por el Department of Health of United Kingdom, citado por Cañeque et al. (2007).

Los resultados experimentales obtenidos muestran que si bien existen ciertas diferencias potenciales en la performance de los animales entre los diferentes tipos de dietas (relación ración: voluminoso), la misma no será alcanzada sino se realiza un adecuado manejo del concentrado al momento de suministrarlo a los animales. A su vez, si bien existen diferencias en el perfil de los ácidos grasos según sea la relación ración: voluminoso en la dieta de los animales, dicha diferencia se ve minimizada cuando la fuente de fibra es fardo de alfalfa en vez de ser una pastura fresca.

De igual manera, en función de los resultados obtenidos y los numerosos trabajos nacionales e internacionales consultados sobre el tema, la presente tesis deja en claro la importancia de seguir estudiando las virtudes de producir carne bajo las condiciones productivas predominantes del Uruguay, donde se destaca el pastoreo a cielo abierto, siendo la principal fuente de alimento de los animales el forraje. En este contexto está más que demostrado, que el incremento en la calidad de la carne, en términos de favorecer la salud del consumidor, se puede lograr a través de la alimentación en base a fibra, generando así un producto cárnico final más saludable, contemplando las recomendaciones y los criterios mencionados por los organismos dedicados a promover la salud humana. De esta manera, estos atributos y estas ventajas comparativas, son

importantes al momento de difundir la calidad de los productos cárnicos uruguayos. Este y otros trabajos referidos al tema, contribuyen a las estrategias de marketing y promoción de nuestras carnes, particularmente en mercados de alto poder adquisitivo, donde cada vez cobra más importancia la información sobre el efecto del alimento sobre la salud humana e información sobre la trazabilidad del producto y del proceso en el cual fue generado ese alimento.

6. RESUMEN

El presente ensayo tuvo como objetivo evaluar distintos sistemas de alimentación en corderos estabulados, los cuales estuvieron sometidos a diferentes proporciones de ración y voluminoso en su dieta, para la producción de carne ovina de calidad, dándole especial énfasis a los efectos del tipo de alimentación sobre la calidad de la carne producida desde el punto de vista su influencia sobre de la salud humana. Se realizó en la Unidad Experimental “Glencoe”, perteneciente a la Estación Experimental INIA Tacuarembó, comenzando el 8 de junio del año 2004 y culminando el 1^{ero} de octubre del mismo año. Se utilizaron 48 corderos (castrados) de la raza Corriedale, con una edad promedio de 10 meses. El peso vivo lleno y la condición corporal promedio de los animales al inicio del experimento fueron de 26 kg (\pm 2.2 kg) y 3 unidades (\pm 0.4 unidades), respectivamente. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar, donde se evaluaron el efecto de 4 tratamientos, los cuales consistieron en distintas proporciones de ración y voluminoso, siendo las mismas de 20:80, 40:60, 60:40 y 80:20, para los tratamientos 1, 2, 3 y 4, respectivamente. Las variables estudiadas fueron: a) en la dieta: se determinó el valor nutritivo de la ración y el fardo; proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácido (FDA), y la digestibilidad de la materia orgánica (DMO). b) en los animales; peso vivo lleno (PVLL), vacío (PVV), condición corporal (CC), consumo de suplemento, fardo, y de agua, crecimiento y calidad de lana (diámetro de la fibra, coeficiente de variación, largo de mecha, rendimiento al lavado, luminosidad y amarillamiento), área de ojo de bife (AOB) y cobertura de grasa (Punto C) por medio de ultrasonografía. c) en las canales: clasificación y tipificación, peso de la canal caliente (PCc) y fría (PCf), cobertura de grasa (GR), área de ojo de bife con cuadrícula (AOBc), peso de pierna sin hueso (PSH), peso de *Frenched Rack* (FR) y composición tisular mediante disección de paleta (músculo, grasa subcutánea e intermuscular, hueso y tejido conectivo). e) en los componentes no canal: peso de vísceras verdes y vísceras rojas. f) en la carne: temperatura (1, 3, 24 y 48 h), pH (1, 3, 24 y 48 H, y para 5 y 10 días de maduración), color y terneza del músculo *Longissimus dorssi* (2, 5 y 10 días de maduración), color de la grasa (para 2, 5 y 10 días de maduración), grasa intermuscular y perfil de ácidos grasos: SFA (14:0, 15:0, 16:0, 17:0, 18:0, 20:0 y 22:0), MUFA (16:1 y 18:1), PUFA (18:2 y 18:3) y CLA. El valor nutritivo de los diferentes componentes de la dieta (ración:voluminoso) no varió sustancialmente entre los diferentes ciclos del experimento. El promedio de consumo para todo el período experimental no mostró diferencias significativas entre los tratamientos 1, 2 y 3, siendo los animales del T4 los que consumieron menos materia seca (962.3, 958.4, 956.2 y 733.6 g/a/d, para los tratamientos 1, 2, 3 y 4; ($P<0.05$), respectivamente) Respecto al consumo de PC, los valores promedio de consumo para todo el período experimental fueron de 146.7, 144.2, 142.3 y 108.3 g/a/d, para los animales de los tratamientos 1, 2, 3 y 4 ($P<0.05$), respectivamente. Para la variable PVLL final, los valores fueron de 37.41, 41.5, 44.43 y 38.56 kg ($P<0.05$). Para la GMD los valores promedio para todo el período experimental fueron de 96.21, 135.07, 158.46 y 107.62 g a/d ($P<0.05$), PVV final de

34.51, 38.37, 41.39 y 36.12 kg ($P<0.05$), y finalmente para la variable CC, los valores finales fueron de 3.66, 3.70, 3.98 y 3.72 ($P<0.05$), para los tratamientos 1, 2, 3 y 4, respectivamente. El coeficiente de conversión (kg MS/kg PVII producido), se vió afectado por el sistema de alimentación, siendo los valores promedio para todo el período experimental de 9.91, 7.02, 6.48, 4.70, para los tratamientos 1, 2, 3 y 4, respectivamente. En cuanto a las mediciones realizadas en la canal, se vieron diferentes respuestas. Para el PCc, PCf, GR y AOBu, se observaron diferencias significativas. Los valores fueron de: PCc (15.1, 17.2, 19.2, 16.5 kg, $P<0.05$); PCf (14.9, 17.1, 19.1, 16.3 kg, $P<0.05$); GR (5.38, 6.87, 7.48, 9.58 mm, $P<0.05$), para los tratamientos 1, 2, 3 y 4, respectivamente. Por otra parte no se vieron diferencias significativas en el AOBu, AOBc y el PC, PSH, tejidos (muscular, óseo, conectivo y grasa), órganos rojos y verdes, cuando éstos fueron corregidos por sus respectivas cobariables. En cuanto a la relación AGPI/AGS y $\Omega 6/\Omega 3$, no se vieron afectadas por el tipo de alimentación. La temperatura a la hora (17.10, 19.10, 19.0 y 19.20 °C; $P<0.05$), y a las 3 h (9.90, 11.9, 12.0 y 12.40 °C; $P<0.05$) fueron afectadas por el tipo de alimentación, mientras que la temperatura a las 24 h y el pH (a la hora, 3 h, y 24 h), no presentaron diferencias significativas, según el sistema de alimentación. Respecto a los diferentes parámetros de calidad de la carne evaluados (terneza, color de carne y color grasa), en ninguno de los períodos de maduración (2, 5, 7 y 10 días de maduración) fueron afectados por el sistema de alimentación. Por otra parte la proporción de grasa intramuscular, así como el porcentaje total de ácidos grasos poliinsaturados, no fueron afectados por el sistema de alimentación, mientras que si lo fueron la proporción de ácidos grasos monoinsaturados (40.72, 43.61, 44.29 y 45.31%; $P<0.05$) y una tendencia en los ácidos grasos saturados (44.39, 43.60, 42.84 y 42.17%; $P=0.0827$). Respecto a los ácidos grasos individuales, se encontró un efecto en la concentración de 18:0 (18.24, 18.01, 16.30 y 16.10%; $P<0.05$), en el 18:1 cis (36.41, 39.10, 38.90 y 40.6%; $P<0.05$). y en el 18:3 $\Omega 6$ (1.02, 0.59, 0.60 y 0.54%; $P<0.05$).

Palabras clave: Cordero; Calidad de carne; Ácidos grasos; Relación fibra:concentrado; Performance animal.

7. SUMMARY

The present test had like objective to evaluate different systems from feeding in estabulados lambs, which were put under different proportions from voluminous ration and in their diet, for the production of ovine meat of quality, giving him special emphasis to the effects of the type of feeding on the quality of the meat produced from the point of view their influence on of the human health. It was made in the Experimental Unit "Glencoe", pertaining to Experimental Station INIA Tacuarembó, having begun the 8 of June of year 2004 and culminating the 1ero of October of he himself year. 48 lambs (castrated) of the Corriedale race were used, with an age average of 10 months. The full alive weight and the corporal condition average of the animals at the beginning of the experiment were of 26 kg (\pm 2,2 kg) and 3 units (\pm 0,4 units), respectively. The used experimental design was of blocks at random, where they evaluated the effect of 4 treatments, which consisted of different proportions from voluminous ration and, being the same ones of 20:80, 40:60, 60:40 and 80:20, for treatments 1, 2, 3 and 4, respectively. The studied variables were: a) in the diet: one determined the nutritious value of the ration and fardo; crude protein (PC), neutral detergent fiber (FDN), acid detergent fiber (FDA), and the digestibilidad of the organic matter (DMO). b) in the animals; full alive weight (PVLL), emptiness (PVV), corporal condition (CC), consumption of supplement, fardo, and of water, growth and quality of wool (diameter of the fiber, coefficient of variation, length of wick, yield to the washing, luminosity and amarillamiento), area of steak eye (AOB) and fat cover (Point C) by means of ultrasonografía. c) in the channels: classification and tipificación, weight of the hot channel (PCc) and fry (PCf), fat cover (GR.), area of steak eye with grid (AOBc), weight of leg without bone (PSH), weight of Frenched Rack (FR) and tissue composition by means of trowel dissection (muscle, subcutaneous and intermuscular fat, bone and conectivo weave). e) in the components nonchannel: weight of red green and vísceras vísceras. f) in the meat: temperature (1, 3, 24 and 48 h), pH (1, 3, 24 and 48 H, and for 5 and 10 days of maturation), color and terneza of the Longissimus muscle dorssi (2, 5 and 10 days of maturation), color of the fat (for 2, 5 and 10 days of maturation), intermuscular fat and fatty acid profile: SFA (14: 0, 15:0, 16:0, 17:0, 18:0, 20:0 and 22:0), MUFA (16: 1 and 18:1), PUFA (18: 2 and 18:3) and CLA. The nutritious value of the different components from the diet (ration: voluminous) it did not vary substantially between the different cycles from the experiment. The average of consumption for all the experimental period did not show significant differences between treatments 1, 2 and 3, being the animals of the T4 those that consumed less dry matter (962,3, 958,4, 956,2 and 733,6 g/a/d, for treatments 1, 2, 3 and 4; ($P < 0,05$), respectively) With respect to the consumption of PC, the values average of consumption for all the experimental period they were of 146,7, 144,2, 142,3 and 108,3 g/a/d, for the animals of treatments 1, 2, 3 and 4 ($P < 0,05$), respectively. For final variable PVLL, the values were of 37,41, 41,5, 44,43 and 38,56 kg ($P < 0,05$). For the GMD the values average for all the experimental period were of 96,21, 135,07, 158,46 and 107,62 g/a/d

($P < 0,05$), final PVV of 34,51, 38,37, 41,39 and 36,12 kg ($P < 0,05$), and finally for variable CC, the final values were of 3,66, 3,70, 3,98 and 3,72 ($P < 0,05$), for treatments 1, 2, 3 and 4, respectively. The coefficient of conversion (kg MS/kg produced PVII), was affected by the feeding system, being the values average for all the experimental period of 9,91, 7,02, 6,48, 4,70, for treatments 1, 2, 3 and 4, respectively. As far as the measurements made in the channel, were different answers. For the PCc, PCf, GR. and AOBu, were observed significant differences. The values were of: PCc (15,1, 17,2, 19,2, 16,5 kg, $P < 0,05$); PCf (14,9, 17,1, 19,1, 16,3 kg, ($P < 0,05$); GR. (5,38, 6,87, 7,48, 9,58 mm, $P < 0,05$), for treatments 1, 2, 3 and 4, respectively. On the other hand significant differences in the AOBu, AOBc and the PC, PSH, weaves were not seen (muscular, bony, conectivo and greasy), red and green organs, when these were corrected by their respective covariables. As far as relation AGPI/AGS and $\Omega 6/\Omega 3$, they were not affected by the type of feeding. The temperature to hour (17,10, 19,10, 19,0 and 19,20 °C; $P < 0,05$), and to 3 h (9,90, 11,9, 12,0 and 12,40 °C; $P < 0,05$) was affected by the type of feeding, whereas the temperature to 24 h and pH (to the hour, 3 h, and 24 h), did not present/display significant differences, according to the feeding system. With respect to the different parameters from evaluated quality of the meat (terneza, color of meat and greasy color), in no of the periods of maturation (2, 5, 7 and 10 days of maturation) they were affected by the feeding system. On the other hand the proportion of intramuscular fat, as well as the total percentage of poliinsaturados fatty acids, were not affected by the feeding system, whereas if they were it the proportion of fatty acids monoinsaturados (40,72, 43,61, 44,29 and 45,31%; $P < 0,05$) and one tendency in fatty acids saturated (44,39, 43,60, 42,84 and 42,17%; $P = 0,0827$). With respect to individual fatty acids, was an effect in the concentration of 18:0 (18,24, 18,01, 16,30 and 16,10%; $P < 0,05$), in 18:1 cis (36,41, 39,10, 38,90 and 40,6%; $P < 0,05$). and in 18:3 $\Omega 6$ (1,02, 0,59, 0,60 and 0,54%; $P < 0,05$).

Key words: Lamb; Quality of meat; Fatty acids; Relation fiber: concentrated; Performance animal.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ALDERMAN, G.; COTRILL, B. R. s.f. Necesidades energeticas y proteicas de los rumiantes. Zaragoza, Acribia. 175 p.
2. ÁLVAREZ, I.; DÍAZ, M.T.; DE LA FUENTE, J.; ÁLVAREZ, S.; PÉREZ, C.; LAUZURICA, S.; OLIVER, M.A.; SAÑUDO, C.; CAÑEQUE, V. s.f. Composición en ácidos grasos de las fracciones lipídicas de la carne de ovino según el sistema de producción basado en pienso concentrado o pasto. s.n.t. s.p.
3. AUROUSSEAU, B.; BAUCHART, D.; CALICHON, E.; MICOL, D.; PRIOLO, A. 2004. Effect of grass or concentrated feeding systems and rate of growth on triglyceride and phospholipid and their fatty acids in the M. Longissimus thoracis of lambs. Meat Science. 66: 531-541.
4. BADUI DERGAL, S. 1999. Química de los alimentos. 3a. ed. México, D.F., Longman. 639 p.
5. BANCHERO, G; GANZÁBAL, A; MONTOSI, F; RÍOS, M; SAN JULIÁN, R. 2000. Tecnologías de producción de carne ovina de calidad en sistemas ovinos intensivos del Uruguay. Montevideo, INIA. 37 p. (Serie Técnica no. 118).
6. BAS, P.; MORAND-FEHR, P. 2000. Effect of nutritional factors on fatty acid composition of lamb fat deposits. Livestock Production Science. 64: 61-79.
7. BELL, A.K.; SHANDS, C.G.; HEGARTY, R.S.; DUDDY, G. 2003. Feedlotting lambs. 2a. ed., s.l., New Zealand Agriculture. 12 p.
8. BENNETT, L.L.; HARNMOND, A.C.; WILLIAMS, M.J.; KUNKLE, W.E., JOHNSON, D.D.; PRESTON, R.L.; MILLED, M. F. 1995. Performance, carcass yield, and carcass quality characteristics of steers finished on

Rhizoma Peanut (*Arachis gabrata*)-tropical grass pasture or concentrate. Journal of Animal Science. 73:1881-1887.

9. BERIAIN, M.J.; BAS, P.; PURROY, A.; TREACHER, T. 2006. Effect of animal and nutritional factors and nutrition on lamb meat quality. *Agrociencia*. 2: 15 – 22.
10. BIANCHI, G.; GARIBOTTO, G.; BENTANCUR, O.; FROCHI, S; BALLESTEROS, F.; NAN, F.; FRANCO, J.; FEED, O. 2006. Confinamiento de corderos de diferente genotipo y peso vivo: efecto sobre características de la canal y de la carne. *Agrociencia*. 2:15 – 22
11. _____. 2007. Alternativas tecnológicas para la producción de carne ovina de calidad en sistemas pastoriles. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 227 p.
12. BORTON, R. J.; LOERCH, S.C.; McCLURE, K.E.; WULF, D.M. 1994. Characteristics of lambs fed concentrates or grazed on ryegrass to traditional or heavy slaughter weights. II. Wholesale cuts and tissue accretion. *Journal of Animal Science*. 83:1345–1352.
13. BRITO, G. 2002. La carne y su calidad. *In*: Montossi, F. ed. Investigación aplicada a la cadena agroindustrial cárnica; avances obtenidos, carne ovina de calidad (1998-2001). Montevideo, INIA. pp. 51-57 (Serie Técnica no. 126).
14. CAMESASCA, M.; NOLLA, M.; PREVE, F. 2002. Evaluación de la producción y calidad de carne y lana de corderos pesados sobre una pradera de 2º año de trébol blanco y lotus bajo los efectos de la carga animal, sexo, esquila, suplementación y sistema de pastoreo para la región de basalto. Tesis Ing. Agr.Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 299 p.
15. CAÑEQUE, V.; VELASCO, S.; DÍAZ, M.T.; DE HUIDOBRO, F.R.; PÉREZ, C.; LAUZURICA, S. 2003. Use of whole barley with a protein supplement to fatten lambs under different management systems and its effect on meat and carcass quality *Animal Reserch*. 52: 271–285.
16. _____; DE LA FUENTE, J.; DÍAZ, M.T.; ÁLVAREZ, I. 2007. Composición en ácidos grasos y vitamina E de la carne de corderos alimentados con niveles diferentes de concentrado. *In*: Montossi, F.; Sañudo, C. ed. Cooperación hispano – uruguaya. Diferenciación y valorización de la carne Ovina y Bovina del Uruguay en Europa – influencia de sistemas de

- producción sobre bienestar animal, atributos sensoriales, aceptabilidad, percepción de consumidores y salud humana. Montevideo, INIA. pp. 97-106 (Serie Técnica no. 168).
17. CASTRO, L.E. 2002. La carne y su calidad. *In*: Montossi, F. ed. Investigación aplicada a la cadena agroindustrial cárnica; avances obtenidos, carne ovina de calidad (1998-2001). Montevideo, INIA. pp. 47-49 (Serie Técnica no. 126).
 18. CATON, J. S.; DHUYVETTER, D.V. 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants; requirements and responses. *Journal of Animal Science*. 75: 533-542.
 19. CHURCH, C.D. 1988. El rumiante; fisiología digestiva y nutrición. Zaragoza, Acribia. 625 p.
 20. CIRIO, A.; TEBOT, I. 2000. Fisiología metabólica de los rumiantes. (en línea). Montevideo, Facultad de Veterinaria. 145 p. Consultado 20 jul. 2009. Disponible en <http://www.csic.edu.uy/directorio/html/publicaciones/pf-veterinaria.html>.
 21. DE BARBIERI, L.I.; SAN JULIÁN, R.; MONTOSI, F.; DIGHIERO, A.; MEDEROS, A.; CASTRO, L. 2003. Fase II- Evaluación en plantas frigoríficas. *In*: Montossi, F. ed. Primera auditoria de calidad de la cadena cárnica ovina del Uruguay. Tacuarembó, INIA. pp. 57-98 (Serie Técnica no. 138).
 22. EASTON, W.S. 1994. Opportunity lotfeeding of lambs. Victoria, Australia, Swan Hill Dsitric Centre. Department of Agricultura. s.p.
 23. ELY, D.G.; GLENN, B.P.; MAHYUDDIN, M.; KEMP, J.D.; THRIFT, F.A.; DEWEESE, W.P. 1979. Drylot vs. pasture; early weaned lamb performance to two slaughter weights. *Journal of Animal Science*. 48:32-37.
 24. ENSER, M.; SCOLLAN, N.D.; CHOI, N.J. ; KURT, E. ; HALLETT, K. ; WOOD, J.D. 1999. Effect of dietary lipid on the content on conjugated linoleic acid (CLA) in beef muscle. *Animal Science*. 69: 143-146.

25. FIELD, R.A.; WILLIAMS, J. C.; FERRELL, C. L.; CROUSE, J. D.; KUNSMAN, J. E. 1978. Dietary alteration of palatability and fatty acids in meat. *Journal of Animal Science*. 47:858-864.
26. FLUHARTY, F.L.; McCLURE, K. E.; SOLOMON, M.B.; CLEVINGER, D.D.; LOWE, G.D. 1999. Energy source and ionophore supplementation effects on lamb growth, carcass characteristics, visceral organ mass, diet digestibility, and nitrogen metabolism. *Journal of Animal Science*. 77:816-823.
27. FORBES, J.M. 1986. Voluntary food intake of farm animals. London, Butterwoths. 203 p.
28. GARCIA DA SILVA SOBRINHO, A.; GASTALDI, K.A.; GARCIA, C.A.; FERNANDES MACHADO, M.R. 2003. Diferentes dietas e pesos ao abate na produção de órgãos de cordeiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 32 (6):1792-1799.
29. GRUNERT, K.G.; BREDAHL, L.; BRUNSO, K. 2004. Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector. A review. *Meat Science*. 66(2): 259-272.
30. GUARINO, L.; PITTALUGA, F. 1999. Efecto de carga animal y la suplementación sobre la producción y calidad de carne y lana de corderos Corriedale sobre una mezcla de triticale y raigrás en la región de Areniscas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 127 p.
31. IGLESIAS, M. D. P.; RAMOS, N. 2003. Efecto de los taninos condensados y la carga sobre la producción y calidad de carne y lana de corderos pesados Corriedale en cuatro especies de leguminosas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 213 p.
32. JARRIGE, R.; RUCKEBUSCH, Y.; DEMARQUILLY, C. ; FARCE, M.H.; JOURNET, M. 1995. Nutrition des ruminants domestiques; ingestion et digestion. París, INRA. 921 p.
33. JIMÉNEZ DE ARÉCHAGA, C; PRAVIA, M. I.; XAVIER, M. Caracterización de la terneza en el proceso de producción de carne vacuna en el Uruguay y su predicción utilizando las principales variables *pos mortem*; pH, temperatura y color. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 134 p.

34. JONES, P.; PAPAMANDJARIS, A. 2003. Lípidos metabolismo celular: In Bowman, B.; Russell, R. eds. Conocimientos actuales sobre nutrición. 8a. ed. Washington, OPS/OMS. pp. 118-120 (Publicación Científica y Técnica no. 592).
35. KATHLEEN MAHAN, L.; ESCOTT-STUMP, S.1998. Nutrición y dietoterapia de Krause. 9a. ed. México, D.F., McGraw – Hill Interamericana. 1181 p.
36. KIRTON, A. H.; MORRIS, C.1989. The effect of mature size, sex and breed on patterns of change during growth and development. In: Purchas, R.; Butler-Hogg, B.; Davies, A. eds. Meat production and processing. Palmerston, NZ, New Zealand Society of Animal Production. pp. 87-101 (Occasional Publication no. 11).
37. KJELDHAL, J. 1984. Official methods of analysis. 14a. ed. Washington, D.C., Association of Official Agricultural Chemists. s.p.
38. LAWRIE, R.A. 1998. Ciencia de la carne. 3a. ed. Zaragoza, Acribia. 367 p.
39. LEHNINGER A.; NELSON D.; COX M. 1995. Principios de bioquímica. 2a. ed. Barcelona, Omega. 839 p.
40. LOERCH, S.C.; FLUHARTY, F.L. 1998. Effects of corn processing, dietary roughage level, and timing of roughage inclusion on performance of feedlot steers. *Journal of Animal Science*. 76: 681-685.
41. LOPEZ L.; SUAREZ M. 2003. Fundamentos de nutrición normal. Buenos Aires, El Ateneo. 429 p.
42. McCLURE, K. E.; VAN KEURENT, R. W.; ALTHOUSE, P. G. 1994. Performance and carcass characteristics of weaned lambs either grazed on orchardgrass, Ryegrass, or Alfalfa or fed all-concentrate diets in drylot. *Journal of Animal Science*. 72: 3230-3237.
43. McDONALD, P.; EDWARDS, R. A.; GREENHALGH, J. F. D. 1973. Nutrición Animal. 2a. ed. Zaragoza, Acribia. 455 p

44. MARTÍNEZ MARÍN, A.L. 2007. Influencia de la nutrición sobre el contenido y tipo de ácidos grasos en la carne de los rumiantes. *Archivo Zootecnia*. 56: 45-66.
45. MILTON, J. 2001. Lot-feeding prime lambs. *The Good Food Guide for Sheep Bulletin*. no. 4473: 79-84.
46. MONTOSI, F. 1995. Comparative studies on the implications of condensed tannins in the evaluation of *Holcus lanatus* and *Lolium* spp; swards for sheep performance. Ph D. Thesis. Massey, New Zealand. Massey University. 288 p.
47. _____.; FIGURINA, G.; SANTAMARINA, I. BERRETA, E. 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos; teoría y práctica. Montevideo, INIA. 84 p. (Serie Técnica no. 113).
48. _____.; SAN JULIÁN, R.; BANCHERO, G.; GANZÁBAL, A.; RISSO, D.F.; De BARBIERI, I.; DIGHIERO, A.; DE MATTOS, D.; DE LOS CAMPOS, G.; MEDEROS, A.; CASTRO, L.; ROBAINA, R. y ABRAHAM, D. 2002. Sistemas de engorde y calidad de canales para corderos pesados en el Uruguay. *In*: Montossi, F. ed. Investigación aplicada a la cadena agroindustrial cárnica; avances obtenidos. Carne ovina de calidad 1998-2001. Montevideo, INIA. pp. 54-78 (Serie Técnica no. 126).
49. _____.; SAÑUDO, C. 2004. Evaluación y promoción de la calidad de la carne y otros productos agroalimentarios uruguayos en base a los estándares de calidad de la Unión Europea y en función de distintos sistemas productivos del Uruguay. *Componente carnes*. s.n.t. 55 p.
50. _____.; LUZARDO, S.; SAN JULIÁN, R.; DE BARIBIERI, I.; CIAPPESONI, G.; BRITO, G. 2005. Evaluación de distintas estrategias de alimentación sobre la performance y la calidad de la canal estimada a través de mediciones *in vivo* por ultrasonografía en corderos pesados Corriedale del Uruguay. Cooperación Hispano – Uruguaya. Diferenciación de la carne Ovina y Bovina del Uruguay en Europa; influencia de sistemas de producción sobre bienestar animal, atributos sensoriales, aceptabilidad, percepción de consumidores y salud humana. Montevideo, INIA. pp. 79-83 (Serie Técnica no. 168).

51. MOYA, G. 2003. Análisis de los factores que afectan la calidad de carne ovina en el secano del a VI región. Informe de residencia para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Santiago de Chile, Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. 116 p.
52. MURPHY, T.; LOERCH, S.; McCLURE, K.; SOLOMONI, M.B. 1994. Effects of grain or pasture finishing systems on carcass composition and tissue accretion rates of lambs. *Journal of Animal Science*. 72:3138-3144.
53. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1985. Nutrient requirements of sheep. 6a. ed. rev. Washington, D.C., National Academy Press. pp. 2-25.
54. NIINVAARA, F; ANTILA, P; PIRKKO; DER NAHRWERT DES FLEISCHES; FRITZ, P. 1973. El valor nutritivo de la carne. Zaragoza, Acribia.184 p.
55. NOTTER, D.R.; KELLY, R.F.; McCLAUGHERTY, F. S. 1991. Effects of ewe breed and management system on efficiency of lamb production; 11. Lamb growth, survival and carcass characteristics. *Journal of Animal Science*. 69:22.
56. PENSEL, N.A.; INSANI, E.; SÁNCHEZ, G. 2004. Calidad integral, eje de innovación para la competitividad del sector agroalimentario. Cautelar, INTA. p. irr.
57. PETIT, H.V.; TREMBLAY, G.F ;SAVOIE. 1997. Performance of growing lambs fed with levels of Concentrate with conventional or macerated timothy hay. *Journal Animal Science*. 75:598–603.
58. PONNAMPALAM, E.N.; SINCLAIR, A.J.; EGAN, A.R.; BLAKELEY, S.J.; LEURY; B.J. 2001. Effect of diets containing *n*- 3 fatty acids on muscle long chain *n*- 3 fatty acids content in lambs fed low – and medium – quality roughage diets. *Journal of Animal Science*. 79: 698-706.
59. PRICE, J.F. 1994. Ciencia de la carne y de los productos. 2a. ed. Zaragoza, Acribia. 582 p.
60. RAES, K.; DE SMET, S.; DEMEYER, D. 2004. Effect of dietary acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat; a review. *Animal Feed Science and Technology*. 113: 199-221.

61. ROBAINA, R. 2002. Metodología para la evaluación de canales. In: Montossi, F. ed. Investigación aplicada a la cadena agroindustrial cárnica; avances obtenidos, carne ovina de calidad (1998-2001). Montevideo. pp. 39-46 (Serie Técnica no. 126).
62. ROOK, J.S. s.f. Feedlot lambs nutrition. s.n.t. s.p.
63. ROUSE, G.H.; TOPPEL, D.G.; VATTEN, R.L.; RUST, R.E.; WICKEISHAN, T.W. 1970. Carcass composition of lambs at different types of development. *Journal of Animal Science*. 31:846–855.
64. SAN JULIÁN, R.; DE LOS CAMPOS, G.; MONTOSSI, F.; DE MATTOS, D. 2002. Utilización de variable pre faena en la estimación del rendimiento carnicero y de variables pos faena de canales ovinas. In: Montossi, F. ed. Investigación aplicada a la cadena agroindustrial cárnica; avances obtenidos, carne ovina de calidad (1998-2001). Montevideo, Tacuarembó. pp. 79-98 (Serie Técnica no. 126).
65. _____.; LUZARDO, S.; BRITO, G.; MONTOSSI, F. 2007. Efecto de las diversas dietas en las características de la canal y de la calidad de la carne en corderos Corriedale de Uruguay. In: Montossi, F.; Sañudo, C. ed. Cooperación hispano – uruguaya. Diferenciación y valorización de la carne Ovina y Bovina del Uruguay en Europa – influencia de sistemas de producción sobre bienestar animal, atributos sensoriales, aceptabilidad, percepción de consumidores y salud humana. Montevideo, INIA. pp. 91-96 (Serie Técnica no. 168).
66. SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R.J.B.; SANTOS-SILVA, F. 2002. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II Faty acid composition of meet. *Livestock Production Science*. 77: 197-194.
67. SAUVANT, D.; PÉREZ, J.M.; G. TRAN, G. 2004. Tablas de composición y de valor nutritivo de las materias primas destinadas a los animales de interés ganadero; cerdos, aves, bovinos, caprinos, conejos, caballos y peces. Madrid, Mundi-Prensa. 310 p.
68. SEYMOUR, M. 2000. Sheep health in a feedlot. *Agriculture Western Australia*. Farmnote. no. 72. 5 p.

69. SILVEIRA, C. 2008. Efecto de diferentes proporciones de pastura y granos en la dieta de corderas cruzas, sobre la calidad de carne, particularmente referida al valor nutritivo de la misma. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 3v.
70. SOLOMON, B.M.; LYNCH, G.P.; ONO, K.; PAROCZAY, E. 1990. Lipid composition of muscle and adipose tissue from crossbred ram, wether and cryptorchid lambs. *Journal of Animal Science*. 68: 137-142.
71. STANTON, T.L.; LEVALLEY, S.B. 2003. Lamb feed nutrition. Colorado State University. Management – Livestock Series no. 1613. s.p.
72. SUITER, J. 2001. Finishing lambs and ciprés in feedlots and paddocks. South Perth. Bulletin no. 4192. 10 p.
73. VAN SOEST, J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca, New York, Cornell University Press. pp. 23-38.
74. VELASCO, S.; CAÑEQUE, V.; PÉREZ, C.; LAUZURICA, S.; DÍAZ, M.T.; HUIDOBRO, F.; MANZANARES, C.; GONZÁLEZ, J. 2001. Fatty acids composition of adipose depots of suckling lambs raised under different production systems. *Meat Science*. 59: 325-333.
75. VERGARA, H.; GALLEGO, L. 2002. Composición de la canal ovina. In: Cañeque, V.; Sañudo, C. eds. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Madrid, Ministerio de Ciencia y Tecnología. pp. 125-136.
76. WACHIRA, A.M.; SINCLAIR, L.A.; WILKINSON, R.G.; ENSER, M.; WOOD, J.D.; FISHER, A.V. 2002. Effects of dietary fat source and breed on the carcass composition, *n*-3 polyunsaturated fatty acid and conjugated linoleic content of sheep meet and adipose tissue. *British Journal of Nutrition*. 88: 697-709.

9. ANEXOS

Cuadro 1. Cantidades de ración ofrecida durante el acostumbramiento.

Fecha	T1	T2	T3	T4
01-jun	50	50	50	50
02-jun	50	50	50	50
03-jun	50	50	50	50
04-jun	50	50	50	50
05-jun	100	100	100	100
06-jun	100	100	100	100
07-jun	100	100	100	100
09-jun	100	100	100	100
10-jun	150	150	150	200
11-jun	150	200	200	300
12-jun	150	200	250	400
13-jun	150	250	350	500
14-jun	200	300	450	600
15-jun	200	350	550	700
16-jun	200	400	650	800
17-jun	222	445	688	890

Cuadro 2. Componentes del valor nutritivo (%) del fardo ofrecido total según tratamiento para el ciclo 1.

FRACCIÓN	T1	T2	T3	T4
PC	17.2	17.2	17.2	17.2
FDA	38.0	38.0	38.0	38.0
FDN	47.2	47.2	47.2	47.2
DMS	61.8	61.8	61.8	61.8

Nota: PC= proteína cruda; FDA = fibra detergente ácido; FDN = fibra detergente neutro y

Cuadro 3. Componentes del valor nutritivo (%) del fardo ofrecido total según tratamiento para el ciclo 2.

FRACCIÓN	T1	T2	T3	T4
PC	15.5	15.5	15.5	15.5
FDA	39.6	39.6	39.6	39.6
FDN	49.7	49.7	49.7	49.7
DMS	60.2	60.2	60.2	60.2

Nota: PC= proteína cruda; FDA = fibra detergente ácido; FDN = fibra detergente neutro y DMS = digestibilidad de la materia seca.

Cuadro 4. Componentes del valor nutritivo (%) del fardo ofrecido total según tratamiento para el ciclo 3.

FRACCIÓN	T1	T2	T3	T4
PC	15.5	15.5	15.5	15.5
FDA	39.8	39.8	39.8	39.8
FDN	48.7	48.7	48.7	48.7
DMS	60.9	60.9	60.9	60.9

Nota: PC= proteína cruda; FDA = fibra detergente ácido; FDN = fibra detergente neutro y DMS = digestibilidad de la materia seca.

Cuadro 5. Componentes del valor nutritivo (%) del fardo ofrecido total según tratamiento para el ciclo 4.

FRACCIÓN	T1	T2	T3	T4
PC	14.4	14.4	14.4	14.4
FDA	44.2	44.2	44.2	44.2
FDN	52.0	52.0	52.0	52.0
DMS	58.6	58.6	58.6	58.6

Nota: PC= proteína cruda; FDA = fibra detergente ácido; FDN = fibra detergente neutro y DMS = digestibilidad de la materia seca.

Cuadro 6. Componentes del valor nutritivo (%) de ración ofrecido total según tratamiento para el ciclo 1.

FRACCIÓN	T1	T2	T3	T4
PC	13.9	13.9	13.9	13.9
FDA	6.0	6.0	6.0	6.0
FDN	12.0	12.0	12.0	12.0
DMS	93.0	93.0	93.0	93.0

Nota: PC= proteína cruda; FDA = fibra detergente ácido; FDN = fibra detergente neutro y DMS = digestibilidad de la materia seca.

Cuadro 7. Componentes del valor nutritivo (%) de ración ofrecido total según tratamiento para el ciclo 2.

FRACCIÓN	T1	T2	T3	T4
PC	13.9	13.9	13.9	13.9
FDA	6.0	6.0	6.0	6.0
FDN	12.7	12.7	12.7	12.7
DMS	93.2	93.2	93.2	93.2

Nota: PC= proteína cruda; FDA = fibra detergente ácido; FDN = fibra detergente neutro y DMS = digestibilidad de la materia seca.

Cuadro 8. Componentes del valor nutritivo (%) de ración ofrecido total según ratamiento para el ciclo 3.

FRACCIÓN	T1	T2	T3	T4
PC	14.7	14.7	14.7	14.7
FDA	6.0	6.0	6.0	6.0
FDN	12.2	12.2	12.2	12.2
DMS	92.9	92.9	92.9	92.9

Nota: PC= proteína cruda; FDA = fibra detergente ácido; FDN = fibra detergente neutro y DMS = digestibilidad de la materia seca.

Cuadro 9. Componentes del valor nutritivo (%) de ración ofrecido total según tratamiento para el ciclo 4.

FRACCIÓN	T1	T2	T3	T4
PC	15.3	15.3	15.3	15.3
FDA	6.0	6.0	6.0	6.0
FDN	12.0	12.0	12.0	12.0
DMS	93.0	93.0	93.0	93.0

Nota: PC= proteína cruda; FDA = fibra detergente ácido; FDN = fibra detergente neutro y DMS = digestibilidad de la materia seca.

Cuadro 10. Componentes del valor nutritivo (%) de la dieta tal cual ofrecida (fardo + ración) total según tratamiento para el ciclo 1.

FRACCIÓN	T1	T2	T3	T4
PC	16.5	15.9	15.2	14.6
FDA	31.6	25.2	18.8	12.4
FDN	40.1	33.1	26.1	19.0
DMS	68.1	74.3	80.6	86.8

Nota: PC= proteína cruda; FDA = fibra detergente ácido; FDN = fibra detergente neutro y DMS = digestibilidad de la materia seca.

Cuadro 11. Componentes del valor nutritivo (%) de la dieta tal cual ofrecida (fardo + ración) total según tratamiento para el ciclo 2.

FRACCIÓN	T1	T2	T3	T4
PC	15.2	14.9	14.5	14.2
FDA	32.9	26.2	19.5	12.7
FDN	42.3	34.9	27.5	20.1
DMS	66.8	73.4	80.0	86.6

Nota: PC= proteína cruda; FDA = fibra detergente ácido; FDN = fibra detergente neutro y DMS = digestibilidad de la materia seca.

Cuadro 12. Componentes del valor nutritivo (%) de la dieta tal cual ofrecida (fardo + ración) total según tratamiento para el ciclo 3.

FRACCIÓN	T1	T2	T3	T4
PC	15.4	15.2	15.0	14.9
FDA	33.0	26.3	19.5	12.8
FDN	41.4	34.1	26.8	19.5
DMS	67.3	73.7	80.1	86.5

Nota: PC= proteína cruda; FDA = fibra detergente ácido; FDN = fibra detergente neutro y DMS = digestibilidad de la materia seca.

Cuadro 13. Componentes del valor nutritivo (%) de la dieta tal cual ofrecida (fardo + ración) total según tratamiento para el ciclo 4.

FRACCIÓN	T1	T2	T3	T4
PC	14.6	14.8	15.0	15.1
FDA	36.6	28.9	21.3	13.6
FDN	44.0	36.0	28.0	20.0
DMS	65.5	72.4	79.2	86.1

Nota: PC= proteína cruda; FDA = fibra detergente ácido; FDN = fibra detergente neutro y DMS = digestibilidad de la materia seca.

Cuadro 14. Promedio de los sistemas pastoriles-suplementados versus el sistema de confinamiento para consumo aparente de materia seca total (g MS/animal/día).

Ciclo	T1	T2	T3	T4	P
1	844.2a	817.2a	761.8b	651.6c	**
2	896.4a	877.0a	815.6b	613.4c	**
3	1020.5ab	962.4b	1040.2a	686.0c	**
4	1124.1c	1215.5b	1282.7a	1040.9d	**
promedio	962.3a	958.4a	956.2a	733.6b	**

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b, c y d= filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 15. Promedio de los diferentes tratamientos para consumo de materia seca digestible (g/animal/día) para todo el periodo experimental.

Ciclo	T1	T2	T3	T4	P
1	574.5ab	609.1a	607.7a	555.3b	**
2	594.7b	639.2a	648.6a	517.8c	**
3	687.1b	709.2b	824.7a	578.2c	**
4	723.5c	865.3b	1003.3a	888.2b	**
promedio	638.6c	698.4b	756.5a	622.4d	**

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b, c y d= filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 16. Promedio de los diferentes tratamientos para consumo de ración (g/MS/animal/día).

Ciclo	T1	T2	T3	T4	P
1	168.0d	332.4c	437.9b	488.3a	**
2	167.7d	338.0c	478.4a	451.0b	**
3	201.3d	382c	594.9a	500.4b	**
4	212.1d	461.5c	743.9b	812.9a	**
promedio	184.8c	373.9b	553.9a	551.3a	**

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b, c y d= filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 17. Promedio de los diferentes tratamientos para consumo de fardo (g/MS/animal/día).

Ciclo	T1	T2	T3	T4	P
1	676.1a	484.8b	323.9c	163.3d	**
2	728.7a	539.0b	337.2c	162.4d	**
3	819.2a	580.3b	445.3c	185.6d	**
4	912.0a	753.9b	538.8c	227.9d	**
promedio	777.5a	584.5b	402.4c	182.3d	**

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b, c y d= filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 18. Promedio de diferentes tratamientos para consumo de proteína cruda (g/animal/día) para todo el periodo experimental.

Ciclo	T1	T2	T3	T4	P
1	139.7a	129.6b	116.6c	96.0d	**
2	135.9a	130.3b	118.5c	87.6d	**
3	157.2a	146.7a	157.2a	102.8b	**
4	160.7c	177.2b	190.2a	157.1c	**
Promedio	146.7a	144.2a	142.3a	108.3b	**

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b, c y d= filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 19. Promedio de los diferentes tratamientos para peso vivo lleno promedio (kg/corderoa) inicial y final para cada ciclo de pastoreo.

Ciclo	T1	T2	T3	T4	P
Inicial	26.78	25.81	26.76	26.33	ns
Ciclo 1	28.06	27.76	28.26	25.87	ns
Ciclo 2	32.90 bc	34.35 ab	36.04 a	30.5 c	*
Ciclo 3	34.94 bc	36.89 ab	39.47 a	33.16 c	*
Ciclo 4	37.65 c	41.07 b	44.66 a	38.49 bc	**
Final	37.41 c	41.5 b	44.43 a	38.56 c	**

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b y c= filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 20. Promedio de los diferentes tratamientos para peso vivo lleno promedio (kg/cordero) inicial al inicio del experimento y al final de cada ciclo ajustado por peso vivo lleno inicial.

Ciclo	T1	T2	T3	T4	P
Inicial	26,78	25,81	26,76	26,33	ns
1	28,06	27,76	28,26	25,87	ns
2	32.90 bc	34.35 ab	36.04 a	30.5 c	**
3	34.94 bc	36.89 ab	39.47 a	33.16 c	**
4	37.65 c	41.07 b	44.66 a	38.49 bc	**

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b y c= filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 21. Promedio de los diferentes tratamientos para ganancia de peso vivo lleno promedio (g/cordero/día) de cada ciclo y total.

Ciclo	T1	T2	T3	T4	P
1	45.53 a	69.64 a	53.57 a	-16.37 b	*
2	138.33 bc	188.33 ab	222.38 a	132.14 c	*
3	97.22	121.03	163.49	126.98	ns
4	93.58 c	144.12 b	178.93 ab	183.72 a	**
Promedio	96.21 c	135.07 b	158.46 a	107.62 c	**

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b y c= filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 22. Promedio de los diferentes tratamientos para peso vivo vacío promedio (kg/cordero) al inicio del experimento, al final de cada ciclo y al final del ensayo,

Ciclo	T1	T2	T3	T4	P
Inicial	24.86	24.74	25.22	24.91	ns
1	25.72	25.93	26.35	24.45	ns
2	29.8 bc	31.19 ab	32.65 a	28.41 c	*
3	34.94 bc	36.89 ab	39.47 a	33.16 c	**
4	34.48 c	38.27 b	41.55 a	36.12 bc	**
Final	34.51 c	38.37 b	41.39 a	36.12 c	**

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b y c= filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 23. Peso vivo vacío promedio (kg/cordero) al inicio del experimento y al final de cada ciclo, ajustado por peso vivo vacío inicial, según tratamiento.

Ciclo	T1	T2	T3	T4	P
Inicial	24,86	24,74	25,22	24,91	ns
1	25,72	25,93	26,35	24,45	ns
2	29.8 bc	31.19 ab	32.65 a	28.41 c	*
3	34.94 bc	36.89 ab	39.47 a	33.16 c	**
4	34.48 c	38.27 b	41.55 a	36.12 bc	**

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b y c= filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 24. Promedio de los diferentes tratamientos para condición corporal promedio (kg/cordero) inicial y final para cada ciclo de pastoreo, corregido por condición corporal inicial.

Ciclo	T1	T2	T3	T4	P
Inicial	3,25	3,14	3,47	3,20	ns
1	3,37	3,47	3,50	3,23	ns
2	3.40 b	3.82 a	3.86 a	3.52 ab	t
3	3,48	3,71	4,00	3,54	ns
4	3.66 b	3.7 b	3.98 a	3.72 b	*

* = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$, ns: no significativo ($P > 0.1$) y t : tendencia ($P < 0.1$).

a, b y c= filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 25. Peso de vellón sucio (kg/animal) inicial y final, y crecimiento de lana (microgramo/anim/día) según tratamiento.

Parámetro	T1	T2	T3	T4	P
Peso de vellón sucio inicial (kg) ¹	1,905	2,148	2,333	2,033	ns
Peso de vellón sucio final (kg) ¹	2,058	2,080	2,116	2,153	ns
Crecimiento (microgramo/anim/día)	837	927	935	1124	ns

* = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$, ns: no significativo ($P > 0.1$) y t : tendencia ($P < 0.1$).

a, b y c= filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 26. Promedio de los diferentes tratamientos para diámetro (micras), coeficiente de variación del diámetro (%) y largo de mecha (cm)

Parámetro	T1	T2	T3	T4	P
Diámetro (micras)	24,8	26,2	24,5	25,2	ns
Coeficiente de variación del diámetro (%)	22,3	24,2	24,4	22,9	ns
Largo de mecha (cm)	4,1	4,2	4,1	4,0	ns

* = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$, ns: no significativo ($P > 0.1$) y t : tendencia ($P < 0.1$).

a, b y c = filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 27. Promedio de los diferentes tratamientos para variables determinadas en la canal *post mortem*.

Variable	T1	T2	T3	T4	P
AOB	8.94 b	9.66 b	10.92 a	8.98 b	*
AOB ¹	9,29	9,58	10,42	9,15	ns
AOBc	10.07 b	11.32 ab	11.79 a	11.10 ab	t
AOBc ¹	10,21	11,29	11,61	11,17	ns
P.C (mm)	2,88	2,81	3,91	3,12	ns
P.C (mm) ²	3,01	2,89	3,62	3,17	ns

a y b = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Nota: AOBu (área de ojo de bife por ultrasonografía), AOBc (área de ojo de bife medida con cuadrícula), P.C. (Punto C), ¹= ajuste por Peso vivo vacío final, ²= ajuste por condición corporal final.

Cuadro 28. Promedio entre los diferentes tratamientos para variables determinadas en la canal post *mortem*.

Parámetro	T1	T2	T3	T4	P
PCC (kg)	15.14 c	17.20 b	19.16 a	16.51 b	**
PCF (kg)	15.66 b	16.78 ab	17.50 ab	18.10 a	t
GR (cm)	5.38 b	6.87 ab	7.48 ab	9.58 a	t
PVV (kg)	34.51 c	38.37 b	41.39 a	36.12 c	**
GR (cm)	5.38 b	6.87 ab	7.48 ab	9.58 a	t
EG acet (cm)	2,88	2,81	3,91	3,12	ns
EG acet (cm) ¹	2,64	2,76	3,99	3,32	ns
GR (cm) ¹	7,05	7,16	6,89	8,26	ns

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b y c = medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Nota: ¹ = corregidos por pesote canal fría; PCC = peso de canal caliente en kg; PCF = peso de canal fría, en kg; GR = espesor de grasa en la 11^{ma} costilla; EG = espesor de grasa en el bife (cm).

Cuadro 29. Promedio para peso de pierna con cuadril y sin hueso (kg), según tratamiento.

Parámetro	T1	T2	T3	T4	P
Pierna	1,54	1,55	1,63	1,69	ns
Pierna ¹	1,66	1,57	1,59	1,60	ns

ns: no significativo. ¹ corregido por peso de canal fría.

Cuadro 30. Promedio para peso de Frenched Rack (kg), según tratamiento.

Parámetro	T1	T2	T3	T4	P
Frenched rack	0.397 b	0.437 ab	0.451 a	0.456 a	*
Frenched rack	0,427	0,439	0,440	0,438	t

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b y c = filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 31. Promedio para peso (gramos) de la paleta izquierda entera y de las fracciones obtenidas en el despiece de la misma, según tratamiento.

Parámetro	T1	T2	T3	T4	P
Tejido conectivo	0.109 b	0.120 ab	0.144 a	0.124 ab	t
Paletas	1.206 b	1.325 ab	1.365 a	1.287 ab	t
Grasa subcutánea	0,056	0,058	0,058	0,070	0,8585
Grasa intermuscular	0,086	0,106	0,086	0,098	0,7712
Músculo	0,703	0,770	0,773	0,731	0,1628
Hueso	0.251 b	0.271 ab	0.303 a	0.262 b	*

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b y c = filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 32. Promedio para peso (% del peso total de la paleta) de las fracciones obtenidas en el despiece de la paleta izquierda de los corderos según tratamiento.

Fracción (%)	T1	T2	T3	T4	P
Tejido conectivo	9,14	9,09	10,60	9,69	ns
Grasa subcutánea	4,63	4,36	4,17	5,42	ns
Grasa intermuscular	6,92	7,98	6,21	7,61	ns
Músculo	58,36	58,10	56,71	56,87	ns
Hueso	20,96	20,47	22,31	20,41	ns

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b y c = filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 33. Promedio para peso (% del peso total de la paleta) de las fracciones obtenidas en el despiece de la paleta izquierda de los corderos, corregido por peso vivo vacío final, según tratamiento.

Fracción (%)	T1	T2	T3	T4	P
Tejido conectivo	8,89	9,16	10,81	9,66	ns
Grasa subcutánea	7,77	3,46	1,44	5,90	ns
Grasa intermuscular	8,73	7,47	4,64	7,88	ns
Músculo	53,65	59,44	60,79	56,16	ns
Hueso	20,96	20,47	22,31	20,40	ns

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b y c = filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 34. Peso promedio (gramos) de los órganos que componen el aparato digestivo (vísceras verdes), según tratamiento.

Organo	T1	T2	T3	T4	P
Grasa cavitaria	0.122 b	0.186 ab	0.283 a	0.226 a	*
Tracto gastrointestinal	1.77 b	2.11 a	2.04 ab	2.10 a	t
Retículo	0.106 b	0.115 a	0.123 a	0.122 a	*
Rumen	0.521 b	0.624 a	0.610 a	0.562 b	**
Intestino	0,841	1,047	0,999	1,010	t
Grasa órganos verdes	0.637 b	0.873 ab	1.402 a	0.986 ab	t

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b y c = filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 35. Peso promedio (gramos) de los órganos que componen el aparato digestivo (visceras verdes), corregido por peso vivo vacío final, según tratamiento.

Organo	T1	T2	T3	T4	P
Grasa cavitaria	0.236	0.153	0.184	0.243	ns
Tracto gastrointestinal	2.066	2.032	1.789	2.143	ns
Retículo	0.107	0.114	0.122	0.123	ns
Rumen	0.567	0.611	0.570	0.569	ns
Intestino	1.075	0.981	0.797	1.045	ns
Grasa órganos verdes	0.965	0.779	1.117	1.035	ns

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b y c= filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 36. Peso promedio (gramos) de los órganos que componen las vísceras rojas, según tratamiento.

Organo	T1	T2	T3	T4	P
Corazón	0.138 b	0.155 ab	0.171 a	0.166 a	*
Hígado	0.439 c	0.533 ab	0.591 a	0.521 b	**
Riñón	0.091 b	0.100 a	0.098 ab	0.090 b	t
Pulmón	0.352	0.397	0.432	0.389	ns
Grasa órganos rojos	0.141 b	0.188 ab	0.267 a	0.273 a	*

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b y c = filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 37. Peso promedio (gramos) de los órganos que componen las vísceras rojas, corregido por peso vivo vacío final, según tratamiento.

Organo	T1	T2	T3	T4	P
Corazón	0.163	0.148	0.150	0.170	ns
Hígado	0.481	0.521	0.554	0.527	ns
Riñón	0.095	0.099	0.094	0.091	ns
Pulmón	0.456	0.368	0.343	0.405	ns
Grasa órganos rojos	0.159	0.183	0.252	0.276	ns

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b y c = filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 38. Valores promedio de la evolución del a fuerza de desgarramiento del músculo *Longissimus dorsi*, según tratamiento.

Maduración	N	T1	T2	T3	T4	P
2 Días	Ln	4.53	4.71	4.44	4.35	ns
5 Días	1/Ln	2.86	3.29	3.11	2.90	ns
7 Días	1/Ln	2.61	2.69	2.93	2.66	ns
10 Días	1/Ln	2.59	2.52	2.74	2.57	ns

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b y c = filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 39. Valores promedio para la evolución de pH del músculo *Longissimus dorsi* según tratamiento.

Maduración	N	T1	T2	T3	T4	P
1 Hora	R3	6.33	6.23	6.23	6.23	ns
3 Horas	1/Ln	6.16	6.16	6.16	6.16	ns
24 Horas	1/Ln	5.78	5.78	5.78	5.78	ns

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b y c = filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 40. Valores promedio para la evolución de la temperatura del músculo *Longissimus dorsi* según tratamiento.

Maduración	N	T1	T2	T3	T4	P
1 Hora	-	17.1 b	19.1 a	19.0 ab	19.2 a	t
3 Horas	-	9.9 b	11.9 a	12.0 a	12.4 a	**
24 Horas	1/Ln	4.3	4.3	4.2	4.3	Ns

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b y c = filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 41. Valores promedio para los parámetros (L*, a*; b*) del color del músculo *Longissimus dorsi* según tratamiento.

Parámetro	T1	T2	T3	T4	P
L*	37.2	36.9	37.3	37.7	ns
a*	16.9	16.9	16.6	17.2	ns
b*	8.8	8.8	8.7	9.3	Ns

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b y c= filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Referencias: L*, representa el grado de reflectancia de la luz; a*, representa la escala de colores entre el rojo y b*, es la escala entre el amarillo y el azul.

Cuadro 42. Contenido promedio de grasa intramuscular (% en peso), grupos de ácidos grasos (% de la grasa total) y relaciones entre estos, según tratamiento.

	N	T1	T2	T3	T4	P
GIM	√ ³	4.30	4.46	4.71	4.71	ns
SFA	-	44.39	43.60	42.84	42.17	ns
MUFA	√ ³	40.72 b	43.61 ab	44.29 a	45.31 a	*
PUFA	√ ³	11.29	10.23	10.54	9.91	ns

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a y b = filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Referencias: GIM = grasa intramuscular; SFA = ácidos grasos saturados; MUFA = ácidos grasos moninsaturados; PUFA = ácidos grasos poliinsaturados.

Cuadro 43. Promedio para el perfil de Ácidos Grasos (% de la grasa total), según el tratamiento.

		T1	T2	T3	T4	P
Ácido Graso	N	Acidos Grasos Saturados (SFA)				
C14:0	Ln	1.78	1.56	1.72	1.69	ns
C15:0	Ln	1.11	1.02	1.14	1.16	ns
C16:0	√ ³	21.29	21.12	21.76	21.16	ns
C17:0	-	1.41	1.46	1.36	1.32	ns
C18:0	-	18.24a	18.01a	16.30b	16.10b	**
Ácido Graso	N	Acidos Grasos Monoinsaturados (MUFA)				
C16:1	Ln	0.61	0.51	0.64	0.74	ns
C17:1	√ ³	1.05	1.01	0.94	0.87	ns
C18:1 trans	Ln	2.23 b	2.54 b	3.18 a	2.72 ab	*
C18:1 cis	-	36.41b	39.10a	38.90ab	40.60a	*
Ácido Graso	N	Acidos Grasos Poliinsaturados (PUFA)				
C18:2 trans	√ ³	1.19	1.21	1.33	1.42	ns
C18:2 cis Ω6	√ ³	4.95	4.58	4.82	4.37	ns
C18:3 Ω6	√ ³	1.02 a	0.59 b	0.60 b	0.54 b	*
C18:3 Ω3	Ln	0.53	0.58	0.55	0.53	ns
C20:5	√ ³	1.66	1.73	1.76	1.56	ns
C22:6	√ ³	0.57	0.51	0.45	0.37	ns

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a y b = filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Cuadro 44. Promedio para las relaciones entre grupos de ácidos grasos, contenido de CLA y de ácidos grasos con isomería *trans* en el músculo *longissimus lumborum*, según tratamiento.

Ácido Graso	N	T1	T2	T3	T4	P
PUFA/SFA	√ ³	0.25	0.23	0.25	0.24	ns
Ω6/Ω3	√ ³	2.23	2.21	2.12	2.11	ns
AG Trans	√ ³	3.43 c	3.78 bc	4.53 a	4.18 ab	*
CLA	√ ³	0.45	0.39	0.34	0.511	t

* = P<0.05, ** = P<0.01, ns: no significativo (P>0.1) y t : tendencia (P<0.1).

a, b y c= filas con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes.

Referencias: PUFA/SFA = relación ácidos grasos poliinsaturados : ácidos grasos saturados; AG trans = ácidos grasos *trans*; CLA = ácido graso lionlénico conjugado.

Figura 1. Mapa de la unidad experimental “Glencoe” y ubicación del área experimental dentro del mismo.



Figura 2. Ubicación de las estaciones meteorológicas.

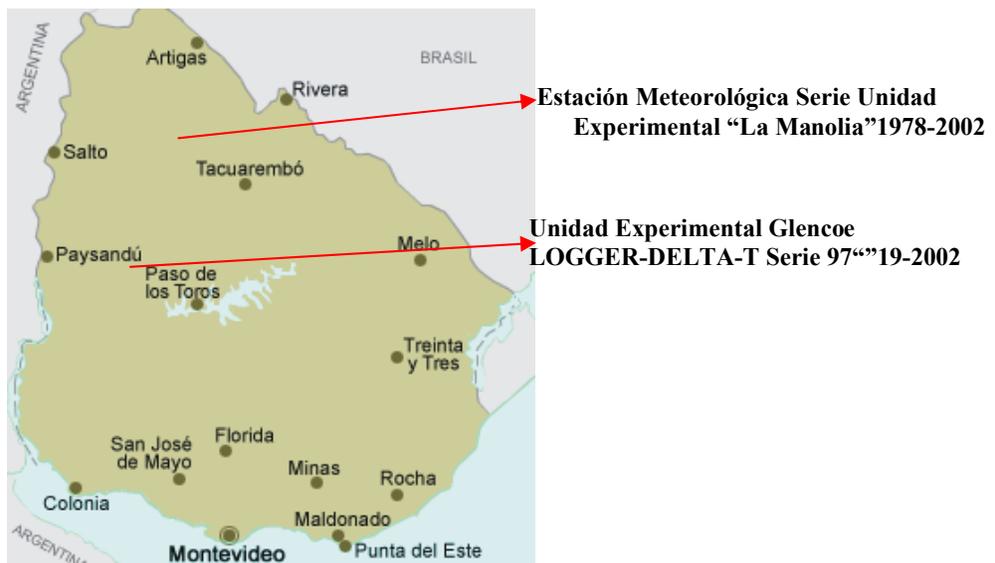


Figura 3. Cartilla de Tipificación y Clasificación de canales de INAC.

 INSTITUTO NACIONAL DE CARNES URUGUAY							
CLASIFICACION Y TIPIFICACION DE CARNE OVINA							
CATEGORIA	CONFORMACION				TERMINACION		
	S	P	M	I	0	1	2
CORDERO / A	CS	CP	CM	CI			
BORREGO / A	BS	BP	BM	BI			
OVINO ADULTO	AS	AP	AM	AI			

CLASIFICACION	
CORDERO	OVINO QUE NO MANIFIESTA LA ERUPCION DE NINGUN INCISIVO PERMANENTE.
BORREGO	OVINO DE HASTA CUATRO INCISIVOS PERMANENTES. SE ADMITEN MACHOS.
OVINO ADULTO	OVINO MACHO CASTRADO O HEMBRA CON MAS DE CUATRO INCISIVOS PERMANENTES. MACHO ENTERO CON MAS DE DOS INCISIVOS PERMANENTES.

TIPOS DE CONFORMACION		GRADOS DE TERMINACION	
S	CONFORMACION SOBRESALIENTE	0	INSUFICIENTE GRASA DE COBERTURA
P	CONFORMACION BUENA	1	MODERADA GRASA DE COBERTURA
M	CONFORMACION MEDIANA	2	EXCESIVA GRASA DE COBERTURA
I	CONFORMACION DEFICIENTE		

Fuente: Robaina (2002).

Figura 4. Representación fotográfica de canales con los diferentes tipos de conformaciones, según el Sistema de Clasificación y Tipificación de Canales Ovinas oficial y vigente.

