



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

Programa de Posgrados

**DIETAS PARCIALMENTE MEZCLADAS EN LA
ALIMENTACIÓN DE CORDEROS: EFECTO SOBRE LA
COMPOSICIÓN Y EL VALOR NUTRITIVO DE LA CARNE**

MARIA VICTORIA FARIÑA CHIAPPARA

TESIS DE MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL

**URUGUAY
2020**

ESTA HOJA VA EN BLANCO



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

Programa de Posgrados

**DIETAS PARCIALMENTE MEZCLADAS EN LA
ALIMENTACIÓN DE CORDEROS: EFECTO SOBRE LA
COMPOSICIÓN Y EL VALOR NUTRITIVO DE LA CARNE**

MARIA VICTORIA FARIÑA CHIAPPARA

Analía Pérez Ruchel

Director de Tesis

**Cecilia Cajarville,
José Luis Repetto**

Co-directores

2020



**Unidad de Posgrados
-Oficina de Posgrados-**

**FACULTAD DE VETERINARIA
Programa de Posgrados**

ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS

DE MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL

**" DIETAS PARCIALMENTE MEZCLADAS EN LA ALIMENTACIÓN
DE CORDEROS: EFECTO SOBRE LA COMPOSICIÓN Y EL
VALOR NUTRITIVO DE LA CARNE "**

Por: DCV. MARÍA VICTORIA FARIÑA CHIAPPARA

Directora de Tesis:	Dra. Analía Pérez Ruchel
Codirectores de Tesis:	Dra. Cecilia Cajarville
	Dr. José Luis Repetto

Tribunal

Presidente: Dr. Ignacio de Barbieri

Segundo Miembro: Mag. Alejandro Britos

Tercer Miembro: Dr. Sérgio Carvalho

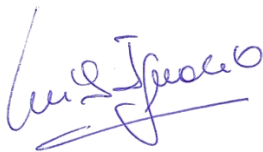
Fallo del Tribunal:

La DCV. María Victoria Fariña realizó una muy correcta presentación oral de la tesis de maestría. Incluyendo un marco conceptual, con antecedentes en base a bibliografía nacional e internacional. Conduciendo a una hipótesis y objetivos correctamente planteados. Posteriormente compartió en detalle materiales y métodos, y realizó una interesante discusión en base a sus resultados y bibliografía. Se destaca que la estudiante incluyó en su proyecto todas las sugerencias planteadas en la instancia de defensa del proyecto, aspecto muy valorado. Durante la presentación oral y discusión posterior con el tribunal, la estudiante demostró conocimiento de los antecedentes,

manejo del tema, y realizó una buena defensa de su trabajo. Su trabajo de tesis estudió el efecto de dos dietas parcialmente mezcladas, RPM, y la inclusión de forraje sobre características de la canal y la composición química de la carne, en términos principalmente del perfil lipídico y contenido de minerales. Encontrando que una inclusión relativamente baja (25% o menos) de forraje en la dieta parcialmente mezclada, no afectaría en gran medida las características evaluadas en comparación con una dieta totalmente mezclada (RTM) de corral. Adicionalmente, cambiar la composición entre amilácea o fibrosa en RPM no tuvo efecto en la canal y carne evaluadas. En el proceso de discusión el tribunal realizó una serie de sugerencias en diferentes secciones del trabajo escrito que se entiende el incorporarlas podría ayudar a mejorar el producto escrito final.

Plataforma Zoom de Posgrado
Viernes 11 de diciembre de 2020, 10:00 hs.

Aprobada (corresponde a la nota BBB- en el Acta)



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, al equipo del IPAV de los Departamentos de Nutrición y Bovinos que fueron los que hicieron posible llevar a cabo este experimento, conocí gente muy valiosa desde el punto de vista académico y humano.

Dentro del grupo mi especial agradecimiento a mi tutora Analía Pérez, por el apoyo constante y por la paciencia desde el inicio de la tesis hasta ahora. A mis cotutores José Luis y Cecilia también por sus aportes.

Agradecer a mis compañeros en este trabajo quienes fueron Gonzalo y María José, a Chema y a los tesistas de grado de Facultad de Veterinaria y de la Universidad De la Empresa que juntos llevamos adelante este experimento, y a todos los que de cierta forma colaboraron cuando necesitamos una mano.

A Facultad de Veterinaria- UDELAR.

Al personal del Campo Experimental de Libertad, de la Facultad, por su colaboración en la puesta a punto del diseño experimental.

A la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), por su ayuda económica, tanto mi beca de Maestría como la financiación del Proyecto del que formó parte esta Tesis (FSA_1_2013_1_12561).

Finalmente agradezco a mi familia y a mi pareja por apoyarme siempre en todos los proyectos de la vida.

LISTA DE ABREVIATURAS

AG:	Ácidos grasos
AGI:	Ácidos grasos insaturados
AGPI:	Ácidos grasos poliinsaturados
AGS:	Ácidos grasos saturados
AGMI:	Ácidos grasos monoinsaturados
CLA:	Ácido graso linoleico conjugado
EE:	Extracto etéreo
FAD:	Fibra ácido detergente
FND:	Fibra neutro detergente
GI :	Grasa intramuscular
GR:	Nivel de grasa dorsal
IA:	Índice de aterogenicidad
KgF:	Kilogramos de fuerza
LC:	Largo de canal
LP:	Largo de pierna
MO:	Materia orgánica
MS:	Materia seca
PB :	Proteína bruta
PCC:	Peso de canal en caliente
PCF:	Peso de canal fría
PP:	Perímetro de pierna
PV:	Peso vivo
PVS:	Peso vivo pre sacrificio
RCC:	Rendimiento de canal en caliente
RCF:	Rendimiento de canal fría
RPM:	Ración parcialmente mezclada
RPMa:	Ración parcialmente mezclada amilácea
RPMf:	Ración parcialmente mezclada fibrosa
RTM:	Ración totalmente mezclada

ÍNDICE

RESUMEN.....	xii
SUMMARY	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Situación de la producción ovina	1
1.2. Sistema de valorización de la carne en Uruguay	1
2. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS	3
2.1. Cambios postmortem en la carne	3
2.2. Composición de la carne	3
2.3. Influencia del plano nutricional en la composición química de la carne	4
2.4. Utilización de raciones totalmente mezcladas (RTM) en la alimentación de ovinos de la producción ovina.....	5
2.5. Trabajos previos del equipo de investigación con raciones parcialmente mezcladas (RTM y forraje fresco)	6
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
4. HIPOTESIS	8
5. OBJETIVOS	8
5.1. Objetivo general	8
5.2. Objetivos específicos	8
6. ESTRATEGIA DE LA INVESTIGACIÓN	8
7. MATERIALES Y MÉTODOS	9
7.1. Animales y dietas experimentales	9
7.2. Muestreos y mediciones	10
7.2.1. Peso de la canal	11
7.2.2. pH	11
7.2.3. Longitud de canal (LC)	11
7.2.4. Largo de pierna (LP)	11
7.2.5. Perímetro de pierna (PP)	11
7.2.6. Espesor de tejidos subcutáneos en el punto GR	11
7.2.7. Color	11
7.2.8. Terneza o fuerza de corte	11
7.2.9. Ácidos grasos (AG)	12
7.2.10. Minerales	12
7.2.11. Análisis químicos de los alimentos experimentales	12
7.3. Análisis estadísticos	12
8. RESULTADOS.....	13
8.1. Parámetros de rendimiento de la canal.....	13

8.2.	Parámetros de calidad evaluados en el músculo <i>Longissimus dorsi</i>	14
8.3.	Perfil lipídico del músculo <i>Longissimus dorsi</i>	14
8.4.	Contenido de minerales en el músculo <i>Longissimus dorsi</i>	15
9.	DISCUSIÓN	16
10.	CONCLUSIONES	21
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21

LISTA DE CUADROS

Cuadro I.	Ingredientes (g/kg de MS) de las raciones totalmente mezcladas de las dietas experimentales.....	10
Cuadro II.	Composición química (g/kg de MS) de las raciones totalmente mezcladas (RTM) de las dietas experimentales y de la pastura utilizada	10
Cuadro III.	Índices de rendimiento y medidas morfométricas de la canal de corderos alimentados con una ración parcialmente mezclada fibrosa (RPMf : RTM fibrosa + pastura) o amilosa (RPMa : RTM amilosa + pastura) o alimentados con una dieta Control (únicamente RTM)	13
Cuadro IV.	Índices de calidad de la canal de corderos alimentados con una ración parcialmente mezclada fibrosa (RPMf : RTM fibrosa + pastura) o amilosa (RPMa : RTM amilosa + pastura) o alimentados con una dieta Control (únicamente RTM)	14
Cuadro V.	Concentración de ácidos grasos (AG) del músculo <i>Longissimus Dorsi</i> , el total de AGS, AGMI, AGPI, total de omega 3, total de omega 6, relación de omega6/omega3 y el IA de corderos alimentados con una ración parcialmente mezclada fibrosa (RPMf : RTM fibrosa + pastura) o amilosa (RPMa : RTM amilosa + pastura) o alimentados con una dieta Control (únicamente RTM)	15
Cuadro VI.	Concentración de minerales (mg/kg) en el músculo <i>Longissimus Dorsi</i> de corderos alimentados con una ración parcialmente mezclada fibrosa (RPMf : RTM fibrosa + pastura) o amilosa (RPMa : RTM amilosa + pastura) o alimentados con una dieta Control (únicamente RTM)	16

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de diferentes dietas parcialmente mezcladas (RPM), variando la fuente energética de las mismas (amilácea vs fibrosa), y de esa forma evaluar el impacto de la inclusión de forraje en la alimentación de corderos en crecimiento, sobre algunas características macroscópicas de la canal y la composición química de la misma, en comparación con una dieta control: Ración Totalmente Mezclada (RTM). Se utilizaron 36 corderos de 4-6 meses de edad, machos castrados, cruza Corriedale x Île de France y con un peso vivo (PV) inicial de $29,5 \pm 2,1$ kg que fueron alojados en 18 corrales (2 corderos / corral y 6 corrales / tratamiento). Los tratamientos evaluados fueron 3: pastura + RTM fibrosa = **ración parcialmente mezclada fibrosa (RPMf)**; pastura + RTM amilácea = **ración parcialmente mezclada amilácea (RPMa)**, en ambos casos, la RTM fue ofrecida a un nivel de 75% del consumo potencial y los corderos tuvieron acceso a una pastura (alfalfa), mediante pastoreo directo en parcelas de a 2 corderos, durante 8 horas al día. El tercer tratamiento consistió en el acceso a una RTM, compuesta por una mezcla de ambas fuentes energéticas (amilácea y fibrosa) en proporción 1:1, *ad libitum* (**Control**). Los animales sometidos a este tratamiento permanecieron todo el día en los corrales. Los parámetros evaluados fueron, en planta de faena: PV de los corderos pre-sacrificio, peso de la canal en caliente, peso de la canal en frío, pH, espesor de tejidos subcutáneo en el punto (GR), y se tomaron medidas morfométricas de la canal. En el laboratorio se hicieron mediciones en muestras del músculo *Longissimus dorsi*: color, terneza o fuerza de corte, grasa intramuscular (GI), perfil lipídico y de minerales. Los datos fueron analizados utilizando SAS University Edition de SAS® Studio, aplicando el Proc0 Mixed para las variables que presentaron distribución normal y Proc Glimmix para las variables que no presentaron distribución normal. Además, las medias fueron comparadas por contrastes ortogonales evaluando el efecto de uso o no de pastura y del tipo de RPM (fuente energética). No se encontraron diferencias significativas para ninguno de los parámetros evaluados en planta de faena, y para las mediciones tomadas en laboratorio, se encontró que el parámetro L*(valor de luminosidad de la carne) tendió a ser mayor para la dieta Control en relación a las dietas mixtas ($p=0,071$), por lo que la carne de los corderos alimentados solo con RTM tendió a ser más clara. El contenido de GI tendió a ser superior para la dieta mixta RPMf en comparación a la dieta mixta RPMa ($p=0,052$). El perfil de ácidos grasos (AG) de la carne no presentó ninguna diferencia entre tratamientos, para ninguno de los AG evaluados ni para las relaciones entre ellos que estudiamos. Finalmente, entre los distintos minerales que evaluamos, encontramos que la carne de los animales alimentados con dietas mixtas (RPM) presentaron una mayor concentración de potasio (K), en relación con la dieta control ($p=0,005$), y la dieta mixta RPMa presentó mayor concentración de K que la dieta mixta RPMf ($p=0,007$). Por lo tanto, podemos decir que, para este experimento, realizado con corderos en crecimiento (engorde), el agregado de una pastura (alfalfa) en una dieta de confinamiento (RTM) o el tipo de ración parcialmente mezclada (RPM amilácea o fibrosa), no repercutieron en gran medida en las características macroscópicas ni en la calidad nutricional de la carne de los mismos. Con la inclusión de pastura en una RTM se lograron resultados similares que con las dietas tradicionales de corral (Control).

SUMMARY

The objective of this work was to study the effect of different partially mixed ration (PMR), varying the energy source of them (amylaceous vs fibrous), and the way to evaluate the impact of the inclusion of fodder on the feeding of growing lambs, on some macroscopic characteristics of the carcass and its chemical composition, compared to a control diet: totally Mixed Ration (TMR). 36 lambs of 4-6 months of age, castrated males, Corriedale x Île de France crosses and with an initial live weight (PV) of 29.5 ± 2.1 kg that were housed in 18 pens (2 lambs / pen and 6 pens / treatment). The treatments evaluated were 3: pasture + fibrous TMR - partially mixed fibrous ration (PMRf); pasture + Amyloceus TMR - partially blended amyloceus ration (PMRa), in both cases, the TMR was offered at a level of 75% of the potential consumption and the lambs had access to a pasture (alfalfa), by direct grazing on plots of 2 lambs, for 8 hours a day. The third treatment consisted of access to a TMR, composed of a mixture of both energy sources (amyloceus and fibrous) in proportion 1:1, ad libitum (Control). The animals undergoing this treatment remained in the pens all day. The parameters evaluated were, in the work plant: WL of the pre-sacrifice lambs, weight of the hot carcass, weight of the cold carcass, pH, thickness of subcutaneous tissues at the point (GR), and morphometric measurements of the carcass were taken. In the laboratory measurements were made in longissimus dorsi muscle samples: color, tenderness or cutting force, intramuscular fat (IF), lipid and mineral profile. The data was analyzed using SAS University Edition from SAS®Studio, applying the Proc Mixed for variables that had normal distribution and Proc Glimmix for variables that did not have normal distribution. In addition, the means were compared by orthogonal contrasts evaluating the effect of use or not of pasture and the type of PMR (energy source). No significant differences were found for any of the parameters evaluated in the work plant, and for measurements taken in the laboratory, it was found that the parameter L^* (meat luminosity value) tended to be higher for the Control diet in relation to mixed diets ($p=0.071$), so the meat of lambs fed only with TMR tended to be clearer. IF content tended to be higher for the PMRf mixed diet compared to the PMRa mixed diet ($p=0.052$). The fatty acid (FA) profile of meat showed no difference between treatments, for any of the FA evaluated or for the relationships between them we studied. Finally, among the different minerals we evaluated, we found that meat from animals fed mixed diets (PMR) had a higher potassium concentration (K), relative to the control diet ($p=0.005$) and the mixed PMRa diet presented a higher concentration of K in comparison with the mixed PMRf diet ($p=0.007$). In growing lambs (fattening) the addition of a pasture (Medicago Sativa) in a confinement diet (TMR) or the type of partially mixed ration (starchy or fibrous PMR), did not greatly affect the macroscopic characteristics or nutritional quality of the meat. It would seem that, with the inclusion of pasture in a TMR similar results were achieved as with traditional free-range diets (Control).

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Situación de la producción ovina

La población de ovinos a nivel mundial es mayor a un billón de cabezas y, en particular, la producción de carne ovina se encuentra próxima a los 8,6 millones de toneladas anuales. Los principales países exportadores de carne ovina son; Australia y Nueva Zelanda con el 72% de las exportaciones globales y en tercer lugar la Unión Europea. Los principales países importadores de carne ovina son en primer lugar la Unión europea que abarca el 38% de las importaciones mundiales en segundo lugar esta China que abarca un 17% de las importaciones mundiales, y en tercer lugar se encuentra Estados Unidos.

En Uruguay, la producción ovina ha estado tradicionalmente orientada a la producción de lana en condiciones extensivas, con una baja utilización de infraestructura, recursos humanos y servicios. A pesar de la caída registrada en el stock ovino en la década de los 90, producto de una disminución internacional del precio de la lana, en los últimos años la situación cambio, debido a una lenta pero progresiva intensificación de los sistemas (DIEA, 2020). Haciendo referencia al volumen de carne ovina, durante el periodo jul18/jun19, Uruguay exportó un total de 14,8 ton peso de canal, 2,95% más que en igual periodo anterior, en términos de valor US\$ 65,8 millones, 0,83% más que en igual período anterior. El destino de estas ventas correspondió a 24 países, siendo Asia, China principalmente, quien adquirió el 41,46% en volumen (ton peso canal) y 35,26 % del valor (miles de dólares), seguido por Brasil, en el segundo lugar, con 40,9% en volumen y 51,29 % en valor, Europa 8% en volumen y 6,56 % en valor, Nafta 7,52 % en volumen y 6,59 % en valor (INAC, 2019).

La buena valorización de nuestra carne ovina y las perspectivas de apertura de nuevos mercados para las mismas, han estimulado la producción de animales de mayor peso, con cortes valiosos de mayor tamaño, y disminuyendo la edad de faena, lo que fue acompañado de una intensificación en los procesos de cría y engorde de corderos (Bianchi et al., 2006; Kremer, 2010).

Si bien para Uruguay es difícil competir en el mercado internacional en cuanto a volumen de producción, posee cualidades para competir y destacarse en lo que refiere a calidad de la carne y presenta ciertas ventajas. Entre estas ventajas, se destacan la fiabilidad del país, el sistema de aseguramiento de la inocuidad de la carne, el rápido poder de adaptación a los requisitos que exigen los mercados para llegar al producto final que se adecúe a dichas exigencias. Sin ir más lejos, en el año 2017 se logró la apertura del mercado a EEUU con la entrada de cortes de carne con hueso, gracias a que se pudo vencer una barrera sanitaria (INAC, 2011). Esto se logró fundamentalmente mediante la creación de los “compartimentos ovinos”, establecimientos de alta bioseguridad que cumplen con la normativa de la Organización Mundial de Sanidad Animal que es el organismo que define las normas sanitarias para el comercio internacional. Estos compartimentos garantizan la cría de animales en condiciones sanitarias optimas que habilitan al país a comercializar con los requisitos exigidos por algunos mercados.

1.2. Sistema de valorización de la carne en Uruguay

La calidad de carne se puede definir como un parámetro multifactorial que involucra a la edad del animal, el sexo, el estado fisiológico y la composición química del

músculo y del tejido adiposo (Bianchi y Feed, 2010). De todas maneras, la aceptación de carne por el consumidor no solo depende de su calidad sino también del punto de vista y del interés del productor, de la industria y del mercado.

En nuestro país, el sistema de valoración de la carne por parte de la industria, en las plantas de faena, clasifica y paga al productor por los ovinos según la edad, la conformación y terminación de la canal, evaluados mediante una apreciación subjetiva, según el peso de la canal en segunda balanza, y según sexo en adultos. En cuanto a la edad, se clasifican como “Adultos” (6 a 8 incisivos permanentes), “Borregos” (2 a 4 incisivos permanentes) o “Corderos” (INAC, 2010). La categoría de “Cordero”, específicamente “Cordero Pesado” debe cumplir con ciertos requisitos, entre los cuales se encuentran: edad máxima de 13 meses, diente de leche, o borregos con 2 dientes permanentes máximo con peso mínimo de 34 kg y máximo de 48 kg, condición corporal (CC) 3 - 4; con un tiempo de esquila mínimo 1 mes antes de faena o 1 cm de largo de mecha, máximo 3 meses antes de faena o 3 cm de largo de mecha (Kremer, 2010). Se aceptan machos enteros o castrados hasta los 7 meses de edad y hembras sin preñez.

En cuanto a la conformación de la canal, la misma se define como el espesor de los planos musculares y tejido adiposo depositado dentro, entre y sobre los mismos (tejido subcutáneo), y es lo que se entiende como grado de compacidad de la misma. En general, existe una buena relación entre la conformación, el desarrollo y la forma que adoptan los músculos (Carballo et al., 2005). Para su evaluación, se utiliza un sistema de tipificación basado en 4 grados de conformación en una escala que se identifica con las siglas S-P-M-I (desde desarrollo muy marcado a carencia). Por otro lado, el grado de terminación o engrasamiento, está dado principalmente por el tejido adiposo que es el tejido de la canal que mayor importancia práctica tiene ya que es el que presenta mayor variabilidad, influye en la importancia relativa de los otros tejidos e incluso en los rendimientos al despiece y económicos del producto. Por ejemplo, una canal se ve depreciada tanto por exceso como por defecto de engrasamiento. Para su evaluación, se utiliza una escala que contempla 4 grados (1 significa carencia y 4, exceso) para Uruguay los rangos de 1 a 4 tienen un valor de pinto GR par cada rango. En general, mayor edad y peso de los animales se asocia con estados de engrasamiento superiores (Field et al., 1990, Aziz et al., 1993).

Pensando a futuro, sería necesario profundizar en la evaluación de otros factores que influyen en la calidad de carne, desde el punto de vista de los consumidores más exigentes, contemplando algunos aspectos que hacen a la calidad organoléptica de la carne como el color, la textura (terneza y jugosidad), el flavor (flavor a cordero, flavor a grasa) y apreciación global (Munchenje et al., 2009). Todo ello agregaría valor sensorial y, por ende, económico al producto final. Por ejemplo, en Australia existe un programa llamado “Meat Standards Australia Sheep meat” (MSA), en donde toda la carne ovina respaldada por este programa, ha cumplido estrictos criterios para garantizar que cumpla con las expectativas del consumidor, de experimentar atributos de calidad, como terneza, jugosidad y sabor, y se etiqueta de acuerdo con el método de cocción recomendado. Todos los participantes del programa tienen licencia para usar la marca comercial MSA y certificar productos de acuerdo con el estándar MSA.

Además, pensando en un nuevo sistema de valoración de nuestra carne ovina, resultaría importante integrar al mismo, parámetros de composición química de la misma, fundamentalmente los vinculados al perfil lipídico y al contenido de

minerales. Estos componentes tienen repercusión, no tanto en el animal sino principalmente en la salud del consumidor (Thompson, 2007).

2. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

2.1. Cambios postmortem en la carne

En general, se describen 4 etapas en la evolución post-mortem del músculo. Irritabilidad, rigidez, maduración, alteración. En la primera etapa, irritabilidad, ocurre un cese de la circulación y del aporte de oxígeno, una despolarización espontánea de las membranas resultando en una contracción descoordinada de las fibras (fibrilación). En la segunda etapa, rigidez, hay una acumulación de ácido láctico como consecuencia de una anaerobiosis debido al agotamiento del ATP y, por ende, un descenso en el pH. En la tercera etapa, maduración, se liberan enzimas líticas endógenas del sarcoplasma y se produce una lisis de proteínas más una descarboxilación y un gradual aumento del pH, lo que provoca una distensión y separación de los sarcómeros incrementando la terneza. A su vez, se forman compuestos aromáticos debido a la oxidación de las grasas, lo que va a dar lugar al desarrollo de aromas y sabor. En la última etapa, alteración, un ascenso del pH más la disponibilidad de agua y nutrientes existentes favorecen a la colonización y proliferación bacteriana resultando en una putrefacción. Su evolución tras el sacrificio va a tener un profundo efecto sobre las propiedades tecnológicas de la carne (Garrido y Bañón., 2000), así como en la terneza, el color, el sabor y la vida útil (Wythes y Sorthose., 1984). Según la mayoría de los autores, una buena calidad de la carne de ovinos tiene un pH final cercano a 5.5, mientras que a valores de 5.8 o más, la calidad de la carne fresca enfriada se ve afectada por el crecimiento microbiano. Esta menor vida útil de la carne es atribuida a un menor contenido de ácido láctico y glucosa (Tarrant, 1998). Según reportaron algunos autores (Locker, 1960; Herring et al., 1965), la velocidad de instauración del rigor mortis está relacionada con el acortamiento por frío y la dureza posterior de la carne.

2.2. Composición de la carne

Gran parte de las propiedades químicas y tecnológicas de la carne se deben a la presencia del agua, ya que es el principal componente de la masa muscular. La mayor parte del agua se encuentra asociada a las proteínas fibrilares, que tienen una gran capacidad de retención de la misma. La capacidad de retención del agua (CRA), se define como la propiedad de la carne de contener el agua existente en las estructuras del tejido muscular en forma libre o inmovilizada (Forrest et al., 1979) en función de múltiples factores, siendo el pH el de mayor relevancia. A un pH de muy bajo valor o cercano a neutralidad la CRA es mayor.

Con respecto a las proteínas, éstas constituyen un 20-25 % de la masa total del tejido muscular. Las de mayor importancia por su significancia tecnológica son: las proteínas miofibrilares (actina y miosina), el colágeno, y la mioglobina, encargada de conferir el color rojo a la carne. En cuanto a los carbohidratos estos se encuentran en 1 % en el tejido muscular siendo el más importante el glucógeno. La concentración

del mismo va a depender del estado fisiológico del animal al momento del sacrificio (Offer y Knight, 1988). El contenido lipídico en la carne es el componente que más varía, ya que este va a depender de la cantidad de grasa intramuscular, entre músculos

y subcutánea que contenga. La grasa subcutánea del cerdo, bovino y cordero está compuesta de 45, 54 y 58 % de ácidos grasos saturados (AGS), respectivamente, los cuales el ácido palmítico y el ácido esteárico son los más abundantes. Sin embargo, el más abundante en la carne de estas tres especies es el ácido oleico, monoinsaturado (AGMI), (Aberle et al., 2012). La carne de los rumiantes representa una fuente importante de ácido linoleico conjugado (CLA). El término CLA se refiere a una serie de isómeros posicionales y geométricos del ácido linoleico que contienen un par de dobles enlaces conjugados (Palmquist et al., 2005). Está demostrado que, algunos tipos de CLA tienen propiedades anti-carcinogénicas y anti-aterogénicas (Dedeckere et al., 1998, Steen y Porter, 2003). Los CLA se pueden sintetizar a nivel ruminal mediante la bio-hidrogenación de (C18:2) y (C18:3) a ácido esteárico (C18:0) (Bauman et al., 2001), por bacterias del rumen (Kritchevsky, 2000) o mediante la síntesis endógena que se da a nivel tisular (Corl et al., 2001, Dhiman et al., 2005). Si bien el rumen tiene una importante capacidad de saturación de los ácidos grasos insaturados (AGI), este proceso no siempre es completo. En general, cuanto mayor sea la cantidad de AGI aportados por el alimento, mayor será la cantidad que escapan a una completa hidrogenación ruminal y, por lo tanto, existirá una mayor cantidad de CLA o de su precursor.

La carne roja en general se considera un contribuyente de nutrientes importantes en la dieta de los humanos y una valiosa fuente de proteína de alto valor biológico y hierro (Ponnampalam et al., 2010). La dieta del cordero es uno de los principales factores ambientales que afectan la calidad de la canal y de la carne (Fraser et al., 1996). Se ha demostrado que la dieta influye en los perfiles de AG, propiedades antioxidantes, tasa de síntesis de proteínas, color, sabor, terneza y otras propiedades de la calidad de la carne (Young et al., 1994; Wood et al., 2004; Kim et al., 2013). Estos efectos son importantes ya que el objetivo central de las industrias animales es producir carne de alta calidad que se encuentre dentro de las demandas y expectativas (Jiang et al., 2015) de los consumidores.

2.3. Influencia del plano nutricional en la composición química de la carne

El sistema de producción y el plano nutricional ofrecido, pueden modificar considerablemente la composición química de la carne y particularmente su perfil lipídico (Rule et al., 2002). La relación de los AGI/ AGS, omega6/omega3, es utilizada como un indicador para definir la calidad de la grasa pensando en la salud humana, recomendándose respectivos valores superiores a 0,45 e inferiores a 4,0 respectivamente (DHA, 1994; EFSA, 2010). Los AG omega 3 (n-3) juegan un rol importante en la salud humana y están involucrados en el desarrollo de tejidos retinales y cerebrales y en la prevención y progreso de enfermedades, incluyendo enfermedades del corazón y algunos tipos de cáncer (Simopoulos, 1999; Connor, 2000). La relación de los AGI/AGS omega 6/omega 3 (n-6: n-3) su valor es más favorable en una dieta con base pastoril respecto a una dieta que incluya concentrados (Brito, 2006).

Existen trabajos donde se reporta que el consumo de forrajes frescos por el rumiante disminuye la relación AGS: AGI de la carne (Dewhurst et al., 2006, Lourenço et al., 2008, Warren et al., 2008). Entre ellos, Bargo et al., (2006) reportaron en vacas lecheras con tres dietas diferentes: pastura; pastura + RTM y RTM, menor valor de AGS y mayor valor de AGI en la dieta de solo pastura, y obtuvieron valores de CLA superiores en los tratamientos de pastura y pastura + RTM en comparación con solo RTM. Faria et al. (2012) trabajando con corderos cruza alimentados en condiciones

de pastoreo de campo natural, y pastoreo de campo natural con inclusión de una pastura mejorada de trébol blanco, obtuvieron mayores niveles de AGI en la carne cuando se incluyó en la dieta una pastura mejorada.

Comúnmente, se evalúa la calidad nutricional de la carne en función de la relación grasa: músculo y la composición de dicha grasa, dándole poca atención al contenido de minerales. En general, el consumo de carne puede ser una buena forma de responder cuali y cuantitativamente a los requerimientos minerales de los humanos, no solo de hierro. La carne roja es una gran fuente de minerales para la dieta de los humanos, suministrando los minerales esenciales de alta bio-disponibilidad (Kotula et al., 1982; Santa-ella et al., 1997). Pensando en situaciones como las de anemia en humanos, las causas de la misma incluyen, entre otros factores, deficiencias de hierro, cobre y zinc. Dado que la mayoría de los casos, es de origen nutricional y se deben a deficiencia de hierro, la solución a la mayoría de los problemas de anemia se lograría con la suplementación de hierro. En este sentido, la carne ovina, y de otras especies animales, podrían ser una muy buena opción. Generalmente, la disponibilidad del hierro en la carne es mayor que en los vegetales, por presentarse principalmente de forma soluble, dentro de las moléculas de mioglobina y hemoglobina facilitando su absorción directa y sin interferencias en intestino, en comparación con el 2 al 10% de disponibilidad en los alimentos de origen vegetal (Gaitán et al., 2006). En un trabajo realizado con bovinos (Purchas et al., 2005) se comparó el contenido de hierro en vaquillonas Angus cruce terminadas a pasto en Nueva Zelanda, con vaquillonas terminadas en un feedlot de USA. Los animales que se terminaron con pastura en Nueva Zelanda mostraron un nivel de hierro de 22,3 mg/kg de tejido fresco, significativamente mayor que los animales terminados en el feedlot en USA, que mostraron un nivel de 16,5 mg/kg de tejido fresco. Por lo que podríamos afirmar que la alimentación con pasturas genera mayores contenidos de hierro en la carne de los animales que las consumen, respecto a la alimentación con dietas ricas en concentrados.

2.4. Utilización de raciones totalmente mezcladas (RTM) en la alimentación de ovinos de la producción ovina

Fundamentalmente la alimentación de los ovinos en Uruguay, incluso en los sistemas más intensivos, se basa principalmente en el uso de pasturas. En parte, el grado de intensificación en sistemas pastoriles, está dado por el nivel de incorporación de pasturas mejoradas o sembradas las cuales presentan un mayor nivel de productividad y de calidad comparado con las pasturas naturales. La calidad de las pasturas en general, presenta variaciones según la especie forrajera, la época del año, el estado de madurez e incluso variaciones que ocurren en el correr del día (Jarrige et al., 1995), como ocurre con el contenido de azúcares solubles (Repetto et al., 2003). En las áreas en las cuales se desarrolla la producción ovina en pequeña escala, el campo natural ya casi no existe, por lo que, en muchos casos, las pasturas deben ser sembradas, para generar la fuente de alimentación básica de estas explotaciones (Ganzábal et al., 2014). En general, las fluctuaciones en la disponibilidad y calidad de forraje disponibles a lo largo del año, dificulta la obtención del producto (cordero pesado) en pocos meses.

Una forma de superar estas limitantes es la intensificación mediante, suplementación de pasturas de buena calidad, granos de cereales, subproductos de la agricultura, o la utilización de RTM. El uso de RTM (mezcla de forrajes con concentrados, aditivos, etc) posee algunas ventajas, respecto a los sistemas pastoriles, ya que permite un mejor

balance de los nutrientes ingeridos. Además, los sistemas tipo feedlot (confinamiento) permiten destinar superficie a otras actividades, aumentar el ritmo de ganancia de peso, promover tipos de canales diferenciales a través del manejo, de las cantidades y el tipo de energía que consumen los animales (Gill, 1979). En estos sistemas de confinamiento ovino, se reportan ganancias diarias de hasta 350-370 g/día (Jaborek, et al., 2018) y más de 300 g/día incluso con niveles del 60% de un subproducto fibroso (grano seco de destilería) en la dieta (Felix, et al., 2012). Jaques et al., (2011) reportaron en corderos alimentados *ad libitum* en dietas con concentrado; 60% heno y 40% de concentrado; forraje fresco cortado y ofrecido dos veces al día; y pastoreo, ganancias diarias de 449, 347, 267 y 295 g/d, respectivamente. Aunque los corderos alimentados con forrajes tuvieron ganancias diarias más bajas y períodos de terminación más largos, el uso de pasturas para la terminación evitó que se produjeran canales excesivamente grasas en corderos sacrificados a los 47 kg de PV. Además, Devicenzi et al., (2019), evaluaron el rendimiento de corderos en pastoreo de alfalfa, suplementados con cebada, o en confinamiento (concentrado más heno) reportando un promedio de ganancia diaria de 294, 299, 314 g/día, respectivamente.

Las RTM son ampliamente utilizadas a nivel mundial y existe mucha información generada tanto en bovinos como en ovinos. En general, los animales alimentados con RTM tienen un consumo de nutrientes, y particularmente de energía, mayor respecto a animales a pastoreo o pastoreo con suplementación (Annison et al., 2002). Otra ventaja a destacar de las RTM, especialmente para la alimentación de ovinos, dada su conocida capacidad de selección, es que el uso de RTM minimiza esta selección de componentes individuales de la dieta (Gill et al., 1979), lo que puede aumentar entre otras cosas el riesgo a acidosis cuando se suplementa con concentrados a animales en sistemas pastoriles. Según reportó Aguerre et al., (2013) en su trabajo realizado en Uruguay, encontró que los ovinos en comparación con los bovinos fueron más susceptibles a presentar acidosis con un mismo plan alimenticio, cuando se incluyeron niveles crecientes de un concentrado (sorgo) a una dieta forrajera.

Los componentes que conforman una RTM pueden variar, por ejemplo, en su fuente energética. Según reportan algunos trabajos, podemos decir que el uso de concentrados fibrosos, como pulpa de citrus y cascarilla de soja, como fuentes energéticas en lugar de concentrados con alto contenido de almidón, genera un pH ruminal más neutro (Ipharraguerre et al., 2003; Bampidis et al., 2006; Britos et al., 2018). Al respecto, Bargo et al., (2003) sugieren que la interacción entre la cantidad y el tipo de concentrado suplementado y la cantidad y calidad de la pastura ofrecida podrían tener un papel clave en la función ruminal y que, además, no existe una relación simple entre la cantidad de concentrado suministrada y el pH ruminal. A su vez, la forma de presentación del concentrado es otro elemento que influye en la eficiencia de utilización de la RTM. Piaggio et al., (2013) evaluaron en un engorde de corderos el uso de sistemas de autoconsumo con RTM sobre campo natural, opción que fue considerada una alternativa válida de alimentación. Estos autores, compararon distintas formas de presentación del concentrado (pelleteado vs molido) resultando en una mayor eficiencia de utilización con el pelleteado ya que con el molido el desperdicio en este sistema de suministro fue muy alto.

2.5. Trabajos previos del equipo de investigación con raciones parcialmente mezcladas (RTM y forraje fresco)

Si bien en nuestro país se han realizado algunos trabajos en los que se evaluó la utilización de RTM, la mayoría de ellos fueron realizados con bovinos (Santana et al.,

2016; Mendoza et al., 2016). Santana et al., (2016) evaluaron el efecto de combinar el uso de pasturas con dietas de confinamiento en bovinos en crecimiento, ofreciendo pradera durante un tiempo restringido en el día a terneras que consumían una dieta base tipo RTM. El agregado de pradera permitió aumentar el consumo de MS hasta niveles de más del 3,5 % del PV. La ingestión de MS de los animales alimentados con RTM y pastura fue 24% más alta que la de alimentados únicamente con RTM, y 44% superior a la alcanzada por los animales alimentados únicamente con pradera. Este resultado se observó sin disminuciones de la digestibilidad ni variaciones importantes del pH ruminal. Paralelamente, Mendoza et al., (2016 a y b) trabajando con vacas lecheras de alta producción, observaron que el consumo y la producción eran similares en vacas que consumían RTM o en las que ésta era sustituida parcialmente por raigrás. Mientras que Pomiés (2014), trabajando también con vacas lecheras de alta producción alimentadas con diferentes combinaciones de RTM y raigrás, encontró resultados similares entre vacas alimentadas solo con RTM y con un nivel de inclusión de forraje de 25%. Pero registró un efecto negativo en los niveles de consumo de nutrientes materia orgánica (MO) proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND) para el mayor nivel de inclusión de forraje (50%). En ovinos, más precisamente para el engorde de corderos, el tema todavía es más incipiente. Pérez-Ruchel et al., (2017) evaluaron diferentes estrategias de alimentación tendientes a aumentar el consumo y la utilización digestiva de forraje fresco en ovinos. Como resultado, en corderos alimentados con niveles decrecientes de una RTM, el forraje fresco no afectó negativamente el consumo de nutrientes, digestión y ambiente ruminal, sino que aumentó el consumo de nutrientes. Este efecto positivo en el consumo se asoció a un mayor consumo de forraje debido principalmente a su acción positiva en el comportamiento de los animales. Pero en este trabajo no se llegó a evaluar el desempeño productivo de los animales ni la carne de los mismos.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uruguay cuenta con la ventaja de producir carne a cielo abierto, en condiciones naturales con un clima templado, todo esto hace al bienestar animal, a la seguridad alimenticia y a la salud humana, de forma relativamente económica (Bianchi y Garibotto, 2008). Todas estas son exigencias cada vez más demandadas por los países importadores de carne ovina como la UE y USA.

Sin embargo, pensando en ofrecer, de forma continua y uniforme, carne de cordero durante todo el año, una problemática que surge desde el sector productivo de nuestro país para producir corderos pesados (dada la marcada estacionalidad productiva de la especie), es la necesidad de contar con herramientas que permitan acelerar el crecimiento de los ovinos durante el verano y otoño para desestacionalizar la oferta de corderos. En este sentido, se han evaluado distintas alternativas, como el pastoreo de verdeo de soja, brassica y llantén (Bianchi et al., 2004, Garibotto y Bianchi, 2007) o confinamiento, para engordar corderos durante el verano, alternativas intensivas de altas producciones de carne por unidad de superficie (Bianchi, 2012). De todas formas, a largo plazo no sólo será necesario aumentar los rendimientos de producción, es decir mejorar el rendimiento de la canal, sino que será aún más relevante agregar calidad al producto final, lo que eventualmente redundará en la apertura de nuevos mercados y en la obtención de mejores precios.

El uso de dietas parcialmente mezcladas podría resultar una estrategia interesante para lograr ambos cometidos, aumentar los rendimientos de producción y mejorar la calidad del producto final. Sin embargo, el efecto de este tipo de dietas ha sido poco

estudiado a nivel mundial y en particular en ovinos. En Uruguay, los pocos trabajos realizados con este tipo de dietas en ovinos, no han evaluado el efecto de las mismas en la composición y calidad de la carne.

Por lo que esta tesis abarca la evaluación de diferentes dietas parcialmente mezcladas, capaces de generar un producto final de buena calidad nutricional para el consumidor, haciendo foco en el perfil lipídico y en los minerales de la carne de cordero. A diferencia del antecedente más inmediato, el trabajo de Pérez-Ruchel, en el que variaban las proporciones de RTM y pastura, en este caso varía la composición de la RTM en las dietas parcialmente mezcladas, fundamentalmente su fuente energética.

4. HIPOTESIS

La carne de corderos alimentados con dietas parcialmente mezcladas, incluyendo una pastura de alta calidad y una RTM, en momentos alternados del día, presentará menores rendimientos productivos y terneza que la carne de corderos alimentados solo con RTM (dieta Control), pero presentará mejor valor nutritivo, principalmente en cuanto su perfil lipídico, presentando mayores contenidos de CLA y relaciones de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI)/AGS y omega6/omega3.

La carne de corderos alimentados con una dieta parcialmente mezclada fibrosa, compuesta por RTM fibrosa y pastura de alta calidad, presentará un mejor perfil lipídico, presentando mayores contenidos de CLA y relaciones de AGPI/AGS y omega6/omega3, que la carne de corderos alimentados con una dieta parcialmente mezclada amilácea, compuesta por RTM amilácea y pastura de alta calidad.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Estudiar la utilización de dietas parcialmente mezcladas en la terminación de corderos sobre la calidad nutricional de la carne.

5.2. Objetivos específicos

Estudiar el efecto de la inclusión de una pastura de alta calidad en la dieta de corderos en terminación alimentados con ración totalmente mezclada, sobre algunas características macroscópicas de la canal y la composición química de la carne.

Estudiar el tipo de ración parcialmente mezclada en la alimentación de corderos en terminación, variando la fuente energética de la misma (amilácea vs fibrosa) sobre algunas características macroscópicas de la canal de corderos y la composición química de la misma.

6. ESTRATEGIA DE LA INVESTIGACIÓN

Para alcanzar los objetivos planteados se realizó un experimento con un diseño simple, que se llevó a cabo en el IPAV - Departamento de Producción Animal de Facultad de Veterinaria - Libertad (Departamento de San José). El mismo se condujo de acuerdo a las normas establecidas para el uso de animales en experimentación, docencia e investigación de la Universidad de la República (Comisión Honoraria de Experimentación Animal, UdelaR protocolo: 35).

7. MATERIALES Y MÉTODOS

En la primera etapa del protocolo experimental se llevó a cabo el engorde de corderos durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2016. Y, la segunda etapa, que es la que abarca esta Tesis, comenzó con la faena de los animales, cuando los mismos alcanzaron un PV promedio de 45 kg, el día 52 del inicio del experimento. Los análisis de las muestras obtenidas, que se detallarán más adelante, se efectuaron en el IPAV - Facultad de Veterinaria (UdelaR), INIA Tacuarembó, Facultad de Química (UdelaR) y en la Universidad Federal de Santa María (Brasil).

7.1. Animales y dietas experimentales

Se utilizaron 36 corderos de 4-6 meses de edad, machos castrados, cruza Corriedale x Île de France y con un PV inicial de $29,5 \pm 2,1$ kg. Los mismos fueron asignados por aleatorización estratificada (según peso) a 18 corrales (2 corderos / corral y 6 corrales / tratamiento), con comederos individuales. Los corderos fueron sometidos a uno de tres tratamientos, según la dieta a administrar: en dos de los tratamientos los corderos fueron alimentados con una dieta parcialmente mezclada, pastura + RTM, difiriendo en la fuente energética empleada en la RTM: RTM amilácea y RTM fibrosa. En ambos casos, la RTM fue ofrecida, en 2 tandas, a un nivel de 75% del consumo potencial y los corderos tuvieron acceso a una pastura, compuesta principalmente por *Medicago sativa* (alfalfa), mediante pastoreo directo, para lo cual se soltaban los corderos de cada corral a un área previamente delimitada con mallas, durante 8 horas al día. Por lo tanto, estos 2 tratamientos consistieron en una ración parcialmente mezclada fibrosa (**RPMf**), compuesta por una RTM fibrosa y pastura y una ración parcialmente mezclada amilácea (**RPMa**) compuesta por una RTM amilácea y pastura. En el tercer tratamiento los corderos consumieron solamente una RTM, compuesta por una mezcla de ambas fuentes energéticas en proporción 1:1 y *ad libitum* (**Control**). Los animales sometidos a este tratamiento permanecieron todo el día en los corrales. A los mismos, les permitimos rechazos diarios equivalentes a un 10 a 20 % del ofrecido.

La RTM amilácea, la RTM fibrosa y la dieta Control fueron formuladas para una ganancia diaria de PV de 300 g, de acuerdo a las tablas de requerimientos del NRC (2007). Los ingredientes de las mismas se presentan en el Cuadro I y la composición química de las dietas experimentales se presenta en el Cuadro II. Todos los animales tuvieron libre acceso al agua en bebederos tanto en los corrales como en las parcelas de pastoreo.

Cuadro I. Ingredientes (g/kg de MS) de las raciones totalmente mezcladas de las dietas experimentales

Alimentos	Control	RTM amilácea	RTM fibrosa
Fardo de raigrás	97,0	97,0	97,0
Maíz molido	136	272	-
Grano de trigo	101	202	-
Expeller de soja	76	152	-
Cascarilla de soja	206	218	194
Lex de maíz	325	-	650
Núcleo vitamínico-mineral	59	59	59
Carbonato de calcio	13,0	13,0	13,0
Bicarbonato de sodio	30,0	30,0	30,0
Sulfato de calcio	2,30	2,30	2,30
Sulfato de magnesio	1,30	1,30	1,30
Cloruro de sodio	1,40	1,40	1,40
Monensina	0,100	0,100	0,100
Premix Vitaminico-Mineral	1,0	1,0	1,0
Cloruro de amonio	10,0	10,0	10,0

Cuadro II. Composición química (g/kg de MS) de las raciones totalmente mezcladas (RTM) de las dietas experimentales y de la pastura utilizada

Ítem	RTM			
	Control	Amilácea	Fibrosa	Alfalfa
Materia seca ¹	899	892	898	214
Materia orgánica	922	920	920	911
Proteína bruta	159	156	161	226
Fibra neutro detergente	359	284	437	366
Fibra ácido detergente	190	178	205	223
Extracto etéreo	26,8	23,7	37,5	16,5
Almidón	23,2	31,4	14,2	7,00

¹Expresado sobre materia fresca.

7.2. Muestreos y mediciones

Luego de 52 días del inicio del experimento, y después de 12 horas de ayuno, los corderos fueron faenados en el frigorífico San Jacinto (Depto. de Canelones, Uruguay). Previo al sacrificio, fueron insensibilizados mediante corriente eléctrica de tres polos.

En la planta de faena se determinaron los pesos de las canales en caliente, inmediatamente al sacrificio, y en frío, 24 horas después del sacrificio. Se midió el pH 24 horas post sacrificio, se tomaron medidas morfométricas de la canal, que se detallan más adelante, y se recolectaron muestras del músculo Longissimus Dorsi LD, corte conocido como bife angosto, para realizar las mediciones correspondientes en los laboratorios. Las muestras fueron envasadas al vacío, identificadas y trasladadas al Laboratorio Tecnológico de la Carne - INIA Tacuarembó, y congeladas (-20°C) hasta la determinación del perfil lipídico de las mismas. Además, se analizó el contenido de minerales (Se, Mn, Cu, Fe, Zn, P, K, Mg) en el Área de Química Analítica de Facultad de Química – UdelaR y en la Universidad Federal de Santa María UFSM.

7.2.1. Peso de la canal

Se determinó el peso de la canal en caliente (PCC), tras el sacrificio del animal una vez desollado, eviscerado y lavado, y el peso de la canal en frío, tras refrigeración durante 24h a 4°C y colgada por los corvejones. Las pérdidas por oreo/refrigeración se calcularon como la diferencia entre el peso en caliente y el peso en frío de la canal. Conociendo el PCC y el PV pre sacrificio en la planta, previo al sacrificio (PVS) se determinó el rendimiento de canal en caliente como la relación entre el PCC/ PVS multiplicado por 100, y el rendimiento de la canal en fría se calculó de igual forma PCF/PVS multiplicado por 100. Luego de la refrigeración durante 24h en planta de faena se tomaron las siguientes mediciones:

7.2.2. pH

Se midió a partir de las 24h post sacrificio y el enfriado de las canales en cámaras de maduración a una temperatura de 4°C. Se utilizó una sonda o electrodo de penetración especial para carne, el lugar de medición fue el musculo LD a nivel de la 10^a o 11^a costilla (Bianchi y Feed, 2010).

7.2.3. Longitud de canal (LC)

Se midió desde el borde anterior de la sínfisis isquio-pubiana al borde craneal de la 1^a costilla en su punto medio.

7.2.4. Largo de pierna (LP)

Se midió desde el borde anterior de la sínfisis pubiana a la cara interna de la articulación tarso-metatarsiana.

7.2.5. Perímetro de pierna (PP)

Se midió con una cinta métrica rodeando el músculo de la pierna.

7.2.6. Espesor de tejidos subcutáneos en el punto GR

Se determinó sobre la base de un score establecido en función de la medida de la profundidad (mm) de tejido subcutáneo, a nivel del dorso de la canal a 11 cm de la línea media (columna vertebral) y a la altura de la 12^a costilla, medido con un calibre de penetración.

7.2.7. Color

Se determinó con un colorímetro Minolta, mediante un sistema CIELAB L^* , a^* , b^* , en donde L^* representa la luminosidad, a^* las coordenadas rojo/verde y b^* las coordenadas amarillo/azul.

7.2.8. Terneza o fuerza de corte

Se evaluó en el mediante el uso de una cizalla y se midió la fuerza de corte de la carne expresada en kg.

7.2.9. Ácidos grasos (AG)

Se analizó el perfil lipídico en las muestras del musculo LD utilizando el método de Soxhlet y se realizó la lectura con cromatógrafo de gases para determinar la concentración de AG. De los AGS se determinó la concentración de: mirístico (C14:0), palmítico (C16:0), esteárico (C18:0) y araquídico (C20:0); entre los AGPI se determinaron las concentraciones de: linolenico (C18:3n3), CLA, eicosatrienoico (C20:5n3), dihomogamma linolenico (C20:3n6) y entre los AGMI se determinó la concentración de: miristoleico (C14:1), palmitoleico (C16:1), oleico (C18:1n9). Como omega 6 se cuantificaron las concentraciones de los ácidos: linoleico (C18:2n6), gamma linolenico (C18:3n6), eicosadienoico (C20:2n6) y araquidónico (C20:4n6), y como omega 3 los ácidos clupanodonico (C22:5n3) y docosahexaenoico (C22:6n3). Además, mediante la suma de las concentraciones, expresadas como % del total de AG identificados, se determinó la relación omega6/omega3, y el índice de aterogenicidad (IA). Este índice indica el potencial de obstrucción de las arterias y toma en cuenta los AGS, mirístico (C14:0) y palmítico (C16:0), en relación con los AGMI y AGPI.

7.2.10. Minerales

En las muestras del musculo LD se determinaron las concentraciones de los minerales de mayor relevancia para la salud humana: *Fe, Se, Mg, Cu, Zn, P, K*. Previo a su análisis, las muestras fueron secadas en una estufa de convección a 65 ° C durante 72 h, luego fueron digeridas en ácido nítrico en un horno microondas a 200°C durante 40 min en la Facultad de Química de la UdelaR. Luego, las concentraciones de los distintos minerales se determinaron por espectrometría de absorción atómica siguiendo el método analítico descrito por AOAC (1990), en la Universidad Federal de Santa María (UFSM) - Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE) Departamento de Química (DQ) Setor de Química Industrial e Ambiental (SQIA).

7.2.11. Análisis químicos de los alimentos experimentales

Muestras de pastura y de las RTM (ofertas) fueron analizadas para MS, MO, Nitrógeno (N), FND y fibra ácido detergente (FAD). Los contenidos de MS y MO fueron analizados de acuerdo a la Association of Official Analytical Chemists AOAC (1990; métodos ID 934.01, ID 942.05 respectivamente). La FND y FAD fue analizada de acuerdo a Robertson y Van Soest (1981), utilizando un equipo analizador de fibras Ankom, alfa amilasa para la FND y, expresadas incluyendo las cenizas residuales. El contenido de extracto etéreo (EE) se determinó según Nielsen (2003), utilizando un extractor de grasa (Goldfish, Labconco 35001, Texas, USA) con un reflujo de éter de petróleo a 180 °C durante 3 h). El contenido de almidón se determinó a partir de una hidrólisis enzimática usando un kit comercial (K-TSTA 07/11, Megazyme International Ireland, Bray, Co.Wicklow, Irlanda).

7.3. **Análisis estadísticos**

Los datos fueron analizados utilizando SAS University Edition de SAS®Studio (versión en línea). Los resultados de todas las variables evaluadas mediante el procedimiento Proc Univariate para testear si las mismas presentaban distribución normal mediante el test de Shapiro-Wilk. Las variables que presentaron distribución normal (peso final, PCC, PCF, RCC, RCF, LC, PP, GR, L*,a*, GI, C14:0, C16:0, C20:0, C16:1, C18:2n6, C18:3n3, C22:5n3, total omega3, total omega6, IA, Mg y P)

fueron analizadas utilizando el procedimiento Proc Mixed y las variables que no presentaron distribución normal (LP, pH, terneza, b*, C18:0, C14:1, C18:1n9, C18:3n6, C20:2n6, C20:3n6, C20:4n6, CLA, C20:3n3, C20:5n3, C22:6n3, totales de AGS, AGMI y AGPI, Cu, Fe, Zn, K, Mn, Se) fueron analizadas utilizando el procedimiento Proc Glimmix, de acuerdo al modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + C_j + T_k + e_{ijkl},$$

donde Y_{ijkl} fue la variable dependiente, μ fue la media general, A_i el efecto fijo del animal ($n = 36$ animales), C_j el efecto aleatorio del corral correspondiente al animal ($j = 18$ corrales), T_k el efecto fijo de los tratamientos ($k = \text{RPMa, RPMf, Control}$) y e_{ijkl} el error residual.

Además, todos los valores promedio por tratamiento fueron comparados por contrastes ortogonales evaluando el efecto de uso o no de pastura ((RPMf + RPMa) vs Control) y el efecto del tipo de dieta RPM (RPMf vs RPMa).

Se declararon como diferencias significativas a valores de $P \leq 0,05$ y valores de P entre 0,05 y 0,10 fueron considerados como tendencias a diferencias.

8. RESULTADOS

8.1. Parámetros de rendimiento de la canal

Los resultados del rendimiento de la canal de los corderos sometidos a los diferentes tratamientos se presentan en el Cuadro III. No se observaron diferencias significativas entre los distintos tratamientos para ninguna de las mediciones realizadas.

Cuadro III. Índices de rendimiento y medidas morfométricas de la canal de corderos alimentados con una ración parcialmente mezclada fibrosa (**RPMf**: RTM fibrosa + pastura) o amilosa (**RPMa**: RTM amilosa + pastura) o alimentados con una dieta **Control** (únicamente RTM)

	Control	RPMa	RPMf	EEM	P contrastes	
					Uso o no de pastura*	Tipo de dieta mixta**
Peso final, kg	42.71	44.47	42.98	0.884	0.340	0.203
PCC, kg	20.4	20.7	20.6	0.482	0.982	0.832
PCF, kg	19.5	19.8	19.7	0.466	0.699	0.721
RCC, %	0.480	0.464	0.474	0.015	0.556	0.600
RCF, %	0.457	0.448	0.456	0.014	0.757	0.678
GR, mm	15.2	15.4	15.5	1.092	0.844	0.953
LC, cm	65.5	65.3	66.1	0.787	0.826	0.466
LP, cm	35.8	36.0	36.1	1.892	0.915	0.973
PP, cm	62.7	63.3	63.2	0.656	0.433	0.884

*PCC peso de la canal en caliente; PCF peso de la canal en frío; RCC rendimiento de la canal en caliente; RCF rendimiento de la canal en frío; GR espesor de tejidos subcutáneos; LC largo de canal; LP largo de pierna; PP perímetro de pierna. EEM error estándar de las medias, *P de (RPMf + RPMa) vs Control, ** P de RPMf vs RPMa.*

8.2. Parámetros de calidad evaluados en el músculo *Longissimus dorsi*

En el Cuadro IV se presentan algunas características de la canal de los corderos sometidos a los diferentes tratamientos. Se puede observar cómo, en general, los tratamientos no afectaron significativamente los diferentes parámetros evaluados (pH de la carne, fuerza de corte (terneza)). Sin embargo, se encontró que el agregado de pastura en la dieta de los corderos tendió a disminuir la luminosidad de la carne en comparación al control. Además, se encontró que la proporción de GI del músculo LD tendió a ser mayor para la RPMf que para la RPMa.

Cuadro IV. Índices de calidad de la canal de corderos alimentados con una ración parcialmente mezclada fibrosa (**RPMf**: RTM fibrosa + pastura) o amilosa (**RPMa**: RTM amilosa + pastura) o alimentados con una dieta **Control** (únicamente RTM)

	Control	RPMa	RPMf	EEM	P contrastes	
					Uso o no de pastura*	Tipo de dieta mixta**
pH	5.72	5.72	5.75	0.756	0.984	0.976
GR, mm	15.2	15.4	15.5	1.092	0.844	0.953
Fuerza de corte, kg	2.70	2.96	2.60	0.520	0.907	0.593
L*	41.5	40.5	40.5	0.454	0.071	0.860
a*	18.5	18.6	18.5	0.434	0.811	0.462
b*	6.88	6.46	6.51	0.737	0.685	0.963
GI, %	4.43	4.26	5.00	0.283	0.565	0.052

sistema de coloración CIELAB. EEM error estándar de las medias, GI (grasa intramuscular) *P de (RPMf + RPMa) vs Control, ** P de RPMf vs RPMa.

8.3. Perfil lipídico del músculo *Longissimus dorsi*

En el Cuadro V se puede observar la concentración de AG, en % en base seca, así como también el total de AGS, AGMI, AGPI, total de omega 3, total de omega 6, la relación de omega6/omega3 y el índice de aterogenicidad (IA) para cada tratamiento. Se puede observar que, en general, no se encontraron diferencias entre tratamientos para ninguna de las variables.

Cuadro V. Concentración de ácidos grasos (AG) del músculo *Longissimus Dorsi*, el total de AGS, AGMI, AGPI, total de omega 3, total de omega 6, relación de omega6/omega3 y el IA de corderos alimentados con una ración parcialmente mezclada fibrosa (**RPMf**: RTM fibrosa + pastura) o amilosa (**RPMa**: RTM amilosa + pastura) o alimentados con una dieta **Control** (únicamente RTM)

AG (% AG totales00)	Control	RPMa	RPMf	EEM	P contrastes	
					Uso o no de pastura*	Tipo de dieta mixta**
AGS						
C14:0	2.99	3.06	3.22	0.226	0.585	0.583
C16:0	26.5	28.4	27.1	0.670	0.151	0.138
C18:0	14.8	13.6	14.6	1.216	0.629	0.493
C20:0	0.112	0.090	0.080	0.014	0.111	0.580
AGMI						
C14:1	0.253	0.249	0.307	0.159	0.906	0.792
C16:1	0.38	3.84	3.85	0.197	0.730	0.987
C18:1n9	43.7	43.2	43.0	2.090	0.825	0.931
AGPI omega 6						
C18:2n6	4.70	3.95	4.46	0.434	0.345	0.376
C18:3n6	0.064	0.033	0.045	0.080	0.755	0.878
C20:2n6	0.048	0.055	0.090	0.087	0.817	0.755
C20:3n6	0.041	0.057	0.028	0.069	0.990	0.744
C20:4n6	0.473	0.717	0.429	0.245	0.768	0.363
CLA	0.70	0.84	0.81	0.265	0.699	0.940
AGPI omega 3						
C18:3n3	0.92	1.00	1.01	0.068	0.288	0.866
C20:3n3	0.052	0.049	0.053	0.072	0.989	0.971
C20:5n3	0.307	0.370	0.304	0.176	0.896	0.783
C22:5n3	0.52	0.48	0.58	0.060	0.909	0.195
C22:6n3	0.059	0.033	0.045	0.077	0.803	0.887
Total AGS	41.44	42.03	41.77	2.036	0.851	0.922
Total AGMI	47.68	47.32	47.15	2.184	0.865	0.952
Total AGPI	7.88	7.59	7.86	0.888	0.880	0.811
Total omega 3	2.33	2.65	2.43	0.139	0.224	0.226
Total omega 6	6.02	5.66	5.86	0.382	0.566	0.678
omega 6/omega 3	2.69	2.17	2.56	0.247	0.273	0.231
IA (AGPI/AGS)	0.192	0.183	0.191	0.012	0.722	0.605

AGS: ácidos grasos saturados, AGMI: ácidos grasos moniinsaturados, AGPI: ácidos grasos poliinsaturados, CLA: ácido linoleico conjugado, IA: índice de aterogenicidad, EEM error estándar de las medias, *P de (RPMf + RPMa) vs Control, ** P de RPMf vs RPMa.

8.4. Contenido de minerales en el músculo *Longissimus dorsi*

En el Cuadro VI se presentan las concentraciones de algunos minerales en la carne de los corderos sometidos a los diferentes tratamientos, por gramo de muestra seca del músculo *LD*. Se encontraron diferencias significativas en la concentración de potasio en la carne. La concentración del mismo fue superior cuando se agregó pastura en la dieta respecto a la dieta control (sin pastura) y, cuando comparamos los 2 tipos de dietas parcialmente mezcladas, encontramos que la concentración de potasio fue mayor en la carne de corderos alimentados con la RPMa que con la RPMf.

Cuadro VI. Concentración de minerales (mg/kg) en el músculo *Longissimus Dorsi* de corderos alimentados con una ración parcialmente mezclada fibrosa (**RPMf**: RTM fibrosa + pastura) o amilosa (**RPMa**: RTM amilosa + pastura) o alimentados con una dieta **Control** (únicamente RTM)

	Control	RPMa	RPMf	EEM	P contrastes	
					Uso o no de pastura*	Tipo de dieta mixta**
Cu	0.395	0.389	0.410	0.063	0.955	0.793
Fe	6.09	6.34	6.64	0.247	0.197	0.358
Zn	7.15	7.54	7.68	0.267	0.170	0.692
Mg	84.4	89.4	87.3	2.490	0.200	0.528
P	778	793	821	25.71	0.346	0.406
K	1082	1100	1087	3.289	0.005	0.007
Mn	0.544	0.554	0.614	0.233	0.892	0.849
Se	0.213	0.186	0.245	0.146	0.998	0.757

Cu; cobre, Fe; hierro, Zn; zinc, Mg; magnesio, P; fósforo, K; potasio, Mn; manganeso, Se; selenio. EEM error estándar de las medias, *P de (RPMf + RPMa) vs Control, ** P de RPMf vs RPMa.

9. DISCUSIÓN

En general, los pesos de las canales caliente y fría y sus rendimientos se encontraron dentro del rango esperable y acorde a animales alimentados con dietas de estabulación (engorde a corral) (Bianchi et al., 2006, 2007). Al respecto, diferentes autores han reportado, en corderos alimentados con dietas contrastantes (forraje vs concentrados), menores rendimientos de la canal para los corderos alimentados con dietas que incluyen una elevada proporción de forrajes voluminosos, dado que el mayor consumo de este tipo de alimentos conlleva un mayor desarrollo del aparato digestivo lo que va en detrimento del rendimiento a la canal (Priol et al., 2002). Sin embargo, a pesar de que se registraron diferencias en los niveles de consumo y en la digestibilidad de las dietas, con un mayor nivel de consumo en los corderos alimentados con dieta Control (RTM) en relación a los corderos alimentados con dietas parcialmente mezcladas, y mayor consumo de RTM para los corderos alimentados con RPMa respecto a la RPMf, y una mayor digestibilidad de MS para las dietas parcialmente mezcladas (datos que forman parte de otra tesis de Maestría, de María José Urioste, realizada con los mismos animales, en una etapa inmediatamente anterior a este trabajo), éstos resultados no se reflejaron en el rendimiento de las canales. La incorporación de una pastura fresca a una dieta RTM, generó pesos de canal y rendimientos similares a los obtenidos con dietas de confinamiento, independientemente de la fuente de energía utilizada en la RTM.

En relación a las medidas morfométricas (LC, LP, PP), en trabajos en los cuales se han utilizado dietas contrastantes, como el de Bulent et al., (2012), comparando cuatro dietas diferentes en corderos, se encontró que corderos destetados y alimentados en base a concentrado y alfalfa *ad libitum* presentaron mayor LC y mayor LP respecto a corderos alimentados con concentrado, pero sin destetar. Además, estos autores encontraron que los corderos destetados alimentados en base a pastura y rastrojo de trigo y los corderos sin destetar con una alimentación en base a pastura, tuvieron mayor PP que los corderos destetados alimentados a base de concentrados. En el mismo sentido, Carrasco et al., (2009), observaron mayor LC y LP en corderos criados en condiciones de pastoreo en comparación con corderos estabulados o pastando y suplementados con concentrados. En este trabajo, a diferencia de lo esperado, la

inclusión de pastura en las dietas parcialmente mezcladas, respecto al control, no generó diferencias entre tratamientos en estas medidas, quizás debido a la elevada calidad de la pastura utilizada (% digestibilidad de la MO: 71%, dato que corresponde a la tesis de Doctorado de Gonzalo Fernández, realizada en simultáneo). Entre las dietas parcialmente mezcladas no esperábamos diferencias significativas tal como ocurrió.

Por otro lado, y contrario a lo esperado, ni el agregado de pastura ni el tipo de dieta parcialmente mezclada afectó al punto GR (nivel de engrasamiento). Si bien, los animales alimentados solo con RTM (Control), presentaron un mayor nivel de consumo (consumieron en promedio 172 g más que los corderos alimentados con las dietas parcialmente mezcladas, ($P=0,030$, datos no incluidos en esta Tesis), éstos no presentaron un mayor nivel de engrasamiento que los animales alimentados con dietas parcialmente mezcladas. Por lo tanto, la dieta Control no generó una canal más grasa, a pesar de que, además de consumir más, los animales permanecieron encerrados en corrales durante todo el experimento, lo que supone un menor gasto energético en actividades como la caminata. Esto se relacionó con el índice o eficiencia de conversión cuyo valor fue significativamente mayor para los corderos alimentados con dietas parcialmente mezcladas, con un valor de 3.97 kg/kg para la RPMf, 3.93 kg/kg para la RPMa y 4.97 kg/kg para la dieta Control (datos no incluidos en esta Tesis). Si bien para todos los tratamientos se evidenciaron estos buenos índices de conversión, el menor nivel de consumo de los corderos alimentados con las RPM ($P = 0,033$) generó una mayor eficiencia de conversión del alimento. Este hecho posiblemente se pueda atribuir a la mayor digestibilidad de las dietas parcialmente mezcladas, como se mencionó anteriormente. De hecho, en forma paralela a este experimento se realizó un ensayo utilizando la tecnología RUSITEC (Rumen Simulation Technique), evaluando las mismas dietas experimentales, pero *in vitro*. En el mismo, se registró, en promedio, una digestibilidad de 73,4% para las RPM y una digestibilidad de 67,1 % para la dieta Control (Britos et al., 2018).

Haciendo referencia ahora a la grasa intramuscular GI, hay algunos trabajos de investigación realizados con ganado de carne que indican que la dieta tiene un gran impacto sobre el depósito de la misma (De Smet et al., 2004). En este trabajo, contrario a lo esperado, que era un menor depósito de GI al incluir pastura en la dieta, el agregado de la misma no generó diferencias entre tratamientos y, además, la dieta RPMf tendió a presentar mayor proporción de GI que la RPMa. Ésto podría estar relacionado a que una mayor cantidad de fibra en la dieta produjo mayor cantidad de ácido acético a nivel ruminal (datos obtenidos en la tesis de Doctorado de Gonzalo Fernández), que es un precursor de las grasas.

Con respecto al perfil lipídico de la GI, Bulent Ekiz et al., (2001), obtuvieron contenidos más altos de AG oleico (C18:1n9) y del total de AGMI en corderos alimentados con concentrado *ad libitum* y heno de alfalfa (destetados a los 76 días) en relación a aquellos alimentados con una pastura durante el día, y en a la noche con acceso a heno de alfalfa (sin destetar), sin embargo las concentraciones del AG linolénico y del total de AGPI fueron mayores en los animales alimentados con la pastura en relación al concentrado. La mayoría de los estudios previos realizados con corderos alimentados con concentrados o una pastura concuerdan en un mayor porcentaje de ácido linolénico en la grasa IM de los corderos alimentados a pasto y lo atribuyen a una alta concentración de estos AG en los lípidos de la pastura (Díaz et al., 2002; Santos-Silva et al., 2002; Özcan et al., 2015). Por otro lado, la grasa IM de los corderos alimentados con pastura presentó mayor proporción de omega 3 y una

menor relación omega 6/omega 3 respecto a la grasa de corderos alimentados con dietas principalmente con concentrado. Estos resultados coinciden con la mayoría de los reportes previos donde se compara el perfil lipídico de la carne de corderos terminados a pasto en relación a los sistemas que utilizan una elevada proporción de concentrados (Santos-Silva et al., 2002; Ricardo et al., 2015). Las diferencias halladas en los valores de omega 3 y en la relación de omega6/omega3 entre pasturas y concentrado, pueden ser atribuidas a diferencias en la composición de lípidos de la dieta (Díaz et al., 2002; Ekiz et al., 2013) o también se puede deber a diferencias en la actividad de biohidrogenación de AGPI y el tiempo de tránsito por el rumen (Petrova et al., 1994; Díaz et al., 2002; Wood et al., 2008). Las dietas basadas en concentrado tienden a aumentar la cantidad de carbohidratos disponibles, lo que acorta el tiempo de permanencia del alimento en el rumen y reduce la biohidrogenación de los AGPI (Petrova et al., 1994; Díaz et al., 2002). Un periodo más breve de permanencia en rumen de las dietas concentradas en relación a las dietas fibrosas va a limitar las oportunidades de los microorganismos para la biohidrogenación (Wood et al., 2008). Sin embargo, en todos estos trabajos, se compararon dietas de confinamiento con una dieta pastoril. En nuestro trabajo, evaluando dietas mixtas, compuestas por RTM y pastura, la incorporación de una pastura fresca a una dieta RTM, generó carcasas con un nivel de engrasamiento y un perfil de AG similares a los obtenidos con dietas de confinamiento, independientemente de la fuente de energía utilizada en la RTM.

Por otra parte, es sabido que la GI, además del tipo de AG que la componen, influye en la terneza de la carne. Si bien, en este trabajo se esperaba una mayor terneza en la carne para los animales del tratamiento Control, fundamentalmente por suponer que presentarían un mayor contenido de GI, no se detectaron diferencias significativas.

En cuanto a los valores de pH de la carne que obtuvimos, en general, para todos los tratamientos, los valores registrados se encontraron muy próximos al valor reportado en la literatura como “normal” para la carne de cordero, que es de 5.8 (Bianchi et al., 2006). Como es sabido, el ovino, a diferencia del bovino y del suino, no es especialmente susceptible a presentar alteraciones de pH. Por lo tanto, la ausencia de diferencias significativas entre tratamientos era de esperarse ya que, además, se realizó un buen manejo pre sacrificio.

Con respecto al color de la carne de los corderos, las canales en general, presentaron valores de L^* por encima de 34, lo que, de acuerdo a Hopkins (1996) indicaría que la carne fue de color rojo claro y aceptable para el consumidor. La carne de los corderos alimentados con RPM (incluyendo una pastura en las mismas), a diferencia de la dieta control, tendió a presentar menor parámetro L^* , lo que significa menos luminosidad en la carne, por ende, una carne más oscura lo que resulta acorde a lo nombrado en la literatura. En este sentido, podemos encontrar que generalmente la carne de animales alimentados con pastura es más oscura que la de los animales alimentados con concentrado, debido a que los animales en pastura presentan una mayor concentración de pigmentos sanguíneos en su músculo (Díaz et al., 2002).

En cuanto al perfil lipídico de la carne, algunos trabajos de investigación realizados con ganado de carne indican que, además de diferencias genéticas existentes en la actividad de algunas de las enzimas involucradas en la síntesis de AG, la dieta tiene un gran impacto sobre la concentración de AGS y AGI (De Smet., et al 2004). Además, como mencioné anteriormente, cuanto mayor sea la cantidad de AGI aportados por el alimento, mayor será la cantidad de los mismos que escapan a una

completa hidrogenación ruminal, por lo tanto, existirá una mayor cantidad de CLA (con propiedades anticancerígenas y antiaterogénicas; Belury, 2002) o de su precursor.

En general, el AG alfa-linolénico (C18:3, precursor de los AG n-3) es el principal AG de los lípidos en la pastura, mientras que el AG linoleico (C18:2, precursor de los AG n-6) es un componente principal en los granos (Marmer et al., 1984).

En la literatura podemos encontrar distintos trabajos que comparan el perfil lipídico de la carne de animales alimentados con dietas contrastantes, compuestas principalmente por concentrados o pastoriles. Entre ellos, Realini et al., (2004), en novillos Hereford con un sistema de producción pastoril y otro de engorde a corral basado en una dieta constituida en un 50% de silo de planta de sorgo, demostraron las bondades de la producción en base a pasturas mejoradas sobre la composición de AG de la carne. El engorde de los animales en pastoreo mejoró el perfil de los AG de la grasa intramuscular incluyendo omega 3 y CLA presentando cocientes AGPI/ AGS y relación de omega 6/omega 3 más saludables que el engorde a corral. Al igual que los autores De la Fuente et al., (2009) y Cañeque et al., (2007), quienes, también en novillos, compararon el perfil lipídico de la carne proveniente de un sistema pastoril de Uruguay con la carne procedente de suplementación en pastoreo de Reino Unido y de engorde a corral de España y Alemania. En estos trabajos, la carne de Uruguay presentó niveles de AG de la familia omega 3 muy elevados, y una mejor calidad nutricional (relación omega 6 /omega 3 y AGPI/ AGS) en comparación con la carne alemana y británica. En el mismo sentido, Álvarez et al., (2007), evaluaron la composición de AG de la carne de Uruguay, proveniente de diversos sistemas productivos incluyendo diferentes niveles de oferta de forraje y de suplementación con concentrado y encontraron que los animales en pastoreo sin aporte de concentrado presentaron una ligera mejora en su composición en AG respecto al resto de los tratamientos evaluados (mayor contenido de AG omega 3 y CLA y la mejor relación omega 6/omega 3), aunque estas diferencias no fueron demasiado importantes cuando se compararon con los tratamientos que aportaron bajas cantidades de concentrado (0,6%-0,8 %PV). En el mismo sentido, Brito (2006), reportó en novillos terminados (100 días) con concentrado, que el contenido de AG fue dos veces superior que en los animales que consumieron una dieta pastoril (3,18% vs 1,68%) respectivamente, y que los AG palmítico y esteárico (AGS) y oleico (AGMI), conformaron el 71 a 77% del total de AG para ambos tratamientos. Sin embargo, en corderos destetados, Sauvant y Bas (2001), reportaron que la relación forraje/concentrado en la dieta, modificó las proporciones de AG en el tejido adiposo encontrando mayor proporción de AGMI cuando la dieta aumenta su proporción de concentrados.

Por otra parte, varios autores han demostrado que también el tipo de pastura puede afectar la composición de AG entre ellos, Duckett et al., (2013) reportaron mayores concentraciones de AG linolénico (18:3 n-3) en la carne de novillos pastoreando alfalfa en comparación con raigrás o una pastura compuesta por *Poa spp*, pasto ovido, festuca y trébol blanco. Sin embargo, algunos trabajos (Díaz et al., 2005; Dewhurst et al., 2009) describen un mayor contenido de AG linoleico (C18: 2n-6) y AG linolénico (C18: 3n-3) en la leche y carne de rumiantes que pastan leguminosas como trébol rojo o blanco, en comparación con la leche y la carne de animales alimentados con otras leguminosas.

Realini et al., (2016), sugieren que el tiempo de engorde en pastoreo o en corral y su combinación también puede afectar la composición de AG de la carne. En su trabajo,

reportaron que el engorde a corral de bovinos (en sistemas pastoriles) durante los últimos 40 días no afectaría mayormente la composición de AG de la GI y concluyeron que estos sistemas productivos (combinado: pastoril más 40 días de concentrado) son interesantes porque permiten obtener mayores niveles de GI que podrían resultar en una mayor palatabilidad, con un perfil de AG similar a los sistemas exclusivamente pastoriles, lo cual sería beneficioso para la salud humana y según Kallas et al., (2014), los consumidores estarían dispuestos a aceptar esos mayores niveles de grasa en la carne. Por lo tanto, es un gran desafío para los sistemas de producción de cordero en todo el mundo, encontrar formas de disminuir la proporción de AGS y aumentar la cantidad de omega 3 AGPI y CLA en la carne (Wood et al., 2008), tal como ocurre incluyendo pasturas en la dieta de los animales.

Nutricionalmente, la carne de cordero, a pesar de su percepción como poco saludable producto de sus AG altamente saturados (Ponnampalam et al., 2006; Vera et al., 2009), se ha presentado como un alimento capaz de aportar los AGPI omega 3 que benefician a la salud; eicosapentaenoico (C20:5n3), docosahexaenoico (C22:6n3), ácido docosapentaenoico (C22:5n3) cuando la dieta es en base a pastura, y además representa una alternativa para aquellos que no pueden consumir alimentos de origen marino (Ponnampalam et al., 2009).

En este trabajo, se esperaba encontrar una mayor concentración de AGS y una menor concentración de AGPI y CLA en la carne de los corderos alimentados con la dieta Control en comparación con la carne de corderos con dietas parcialmente mezcladas (RPMa y RPMf) y, a su vez se esperaba encontrar mayor concentración de AGPI y CLA en la carne de los corderos alimentados con la RPMf que con la RPMa, sin embargo, no se encontró ninguna diferencia.

En cuanto a la relación omega6/omega3, ésta tiene su importancia principalmente por lo que significa para la salud humana. Según Valsta et al., (2005), en general, el aumento en el nivel de AG omega 3 en la dieta reduce el riesgo de sufrir problemas cardíacos y arteriosclerosis. En este trabajo, si bien se esperaba que esta relación fuera mayor para la dieta Control en comparación con las RPM, y a su vez mayor para la dieta mixta RPMa en comparación con la dieta mixta RPMf, tampoco se encontraron diferencias.

Como se mencionó anteriormente, la inclusión de una pastura fresca a una dieta RTM, independientemente de la fuente energética utilizada en la RTM, permitió obtener resultados similares a una dieta de confinamiento más “tradicional” (Control) en cuanto al perfil lipídico de la carne.

Finalmente, en relación a la composición mineral de la carne, en general, el consumo de carne es una buena forma de responder cuali y cuantitativamente a los requerimientos minerales de la nutrición humana. La carne puede ser definida como un alimento pobre en calcio y rico en K, P, Na, Zn y Fe. Mientras tanto el contenido de Se, Cu y I varían acorde a la calidad de la pastura (Realini et al., 2006).

En este trabajo, se encontró una mayor concentración de potasio cuando se incluyó pastura en las dietas (RPM), en comparación con la dieta Control, y para la RPMf en comparación con la RPMa. Por lo mencionado anteriormente, entre los distintos minerales de la carne, el K no es el de mayor importancia ya que se encuentra en gran cantidad y no sería un problema en cuanto a la salud humana, como si lo podrían ser

Se, Cu y I (Cabrera., et al 2014), cuya concentración no fue afectada por los tratamientos evaluados en este estudio.

10. CONCLUSIONES

En corderos en crecimiento (engorde) el agregado de una pastura (alfalfa) en una dieta de confinamiento (RTM) o la fuente energética de la ración parcialmente mezclada (RPM amilácea o fibrosa), no repercutieron en gran medida en las características macroscópicas ni en la calidad nutricional de la carne de los mismos. Por lo tanto, el nivel y tipo de pastura incorporada en las dietas parcialmente mezcladas y las fuentes energéticas de la RTM que componía las RPM, permitieron lograr resultados similares a la dieta “tradicional” de confinamiento (Control).

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguerre M., Cajarville C, Kozloski G, Repetto J.L. (2013). Intake and digestive responses by ruminants fed fresh temperate pasture supplemented within creased levels of sorghum grain: A comparison between cattle and sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2013, 186, 12–19.

Álvarez I.J, De la Fuente M, Díaz T, Cañeque V. (2007). Composición en ácidos grasos y vitamina E de la carne de novillos alimentados con niveles diferentes de concentrado. Sañudo (Eds.). Tacuarembó, Uruguay: INIA. Serie Técnica. 168:61.

Annison E.F, Lindsay D.B, Nolan J.V. (2002). Digestion and metabolism. En: *Sheep Nutrition*. Eds. Freer M., Dove H. pp: 95-118.

A.O.A.C. (1990). Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of analysis. 15th ed. AOAC, Arlington VA.

Aurousseau, B, Bauchart D, Faure X, Galot A, Prache S, Micol D. (2007). Indoor fattening of lambs raised on pasture. Part 1: Influence of stall finishing duration on lipid classes and fatty acids in the longissimus thoracis muscle. *Meat Science* 76:241-252.

Aziz N.N, Ball, R.O, Sharpe P.H, McCutcheon B. (1993). Growth, carcass composition and meat quality of crossbred lambs at different slaughter weights. 39th Badham, J., M. B. Zimmermann and K. Kraemer (Eds.). 2007. The Guidebook Nutritional Anemia. Sight and Life Press, Basel, Switzerland. 52 p. International Congress of Meat Science and Technology, SP02.WP.

Bampidis V.A, Robinson P.H. (2006). Citrus by-products as ruminant feeds: a review. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 128:175-217.

Bargo F, Muller L.D, Kolver E.S, Delahoy J.E. (2003). Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *J Dairy Sci* 86:1-42.

Bauman D.E, Corl B.A, Baumgard H.H, Griinari J.M. (2001). Conjugated linoleic acid (CLA) and the dairy cow. In: Garnstworthy PC, Wisenab J editors. *Recent Advances in Animal Nutrition*. Nottingham, UK: Nottingham University Press; 2001;221-250.

Belury M. A. (2002). Dietary conjugated linoleic acid in health: Physiological effects and mechanisms of action. *Annual Review of Nutrition*, 22, 505–531.

Bianchi G., Gariboto G. (2008). Feedlot de corderos: Cuatro años de experiencia en Uruguay. *Revista del Borrego (México)* 50: 26-34.

Bianchi G, Garibotto G. (2004). Alternativas genéticas para producir carne ovina en sistemas pastoriles. Sitio argentino de producción animal. www.produccion-animal.com.ar. Fecha de consulta 12/03/2019.

Bianchi G, Gariboto G. (2006). Alternativas genéticas para producir carne ovina en sistemas pastoriles. *Revista Argentina de Producción Animal* 26: 131-153.

Bianchi G, Garibotto G, Fernández M.E, Bentancur O. (2007). Engorde y terminación de corderos (machos criptórkidos y hembras) pesados súperpesados en confinamiento. *Prod. Ovina* 19: 81-82.

Bianchi G, Garibotto, G, Franco J, Ballestero F, Feed, O, Bentancur O. (2008). Calidad de carne ovina: impacto de decisiones tomadas a lo largo de la cadena en: Seminario técnico internacional sobre enfoque sobre la calidad de carne y grasa de rumiantes. El consumidor como prioridad. 13 de Mayo 2008. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay.

Bianchi G., Gariboto G., Peculio A. (2004). El pastoreo de soja como una alternativa para la terminación de corderos en verano. *Revista de EEMAC. Cangue* 27: 26-32.

Bianchi G, Feed O. (2010). Introducción a la ciencia de la carne. Montevideo, Hemisferio sur, 551 p.

Bianchi G. (2012). Tecnologías para la carne ovina de calidad como alternativa al cordero pesado, sub-producto del sistema lanero. *Veterinaria (Montevideo)*, 48 (Suppl 1) pp. 19-27.

Borton R.J, McClure K.E, Wulf D.M. (1999). Sensory evaluation of loin chops from lambs fed concentrate or grazed on ryegrass to traditional or heavy weights. *J. Anim. Sci.* 77(Suppl. 1), 168.

Borton R.J, Loerch S.C, McClure K.E, Wulf D.M. (2005). Characteristics of lambs fed concentrates or grazed on ryegrass to traditional or heavy slaughter weights. II. Wholesale cuts and tissue accretion. *J. Anim. Sci.* 83: 1345-1352.

Bressan M.C, Rossato L.V, Rodrigues E.C, Alves S.P, Bessa, R.J.B, Ramos E.M. (2011). Genotype x environment interactions for fatty acid profiles in *Bos indicus* and *Bos taurus* finished on either pasture or grain. *J. Anim. Sci.* 89, 221–232.

Brito G, Lagomarsino X, Olivera J, Trindade G, Arrieta G, Pittaluga O, del Campo M, Soares de Lima J, San Julián R, Luzardo S, Montossi F. (2008). Effect of different feeding systems (pasture and supplementation) on carcass and meat quality of Hereford and Braford steers in Uruguay. 54th ICoMST. Ciudad del Cabo, Sudáfrica.

Brito G, Chalkling D, Simeone A, Franco J, Beretta V, Beriau E, Iriarte J.M, Tucci D, Montossi F. (2009). Effect of finishing systems on meat quality and fatty acid composition on Uruguayan steers 55th ICoMST. Ciudad del Cabo, Sudáfrica.

Brito G.R, San Julián A, LaManna M. del Campo, Montossi F, Bancharo G, Chalkling D, Soares de Lima J.M. (2014). Growth, carcass traits and palatability: Can the influence of the feeding regimes explain the variability found on those attributes in different Uruguayan genotypes? *Meat Science* 98:533.

Brito G. (2006). Diferenciación y valorización de las carnes bovinas y ovinas del Uruguay: caracterización nutricional y su influencia en la salud humana y la conservación del producto. Parte 2 La Industria Cárnica Latinoamericana, 2006, no. 140, p. 36-40.

Brito G, Luzardo S, Montossi F, San Julián R, Cuadro R, Risso D. (2014b). Engorde de novillos Hereford mediante diferentes asignaciones de forraje y niveles de suplementación: su efecto en la calidad de la canal y la carne. En: *Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del Basalto*. Montossi, F., E. Berretta y G. Brito (Eds.). Tacuarembó, Uruguay: INIA. Serie Técnica.217:155.

Britos A, Dearmas B, Repetto J.L, Cajarville C. PSX-2 In vitro evaluation of the inclusion of a fibrous concentrate to partial Total Mixed Ration for lambs. *J. Anim. Sci.* 2018, 96, 414–415, doi:10.1093/jas/sky404.908.

Bolte M.R, Hess B.W, Means W.J, Moss G.E, Rule D.C. (2002). Feeding lambs high-oleate or high-linoleate safflower seeds differentially influences carcass fatty acid composition. *J. Anim. Sci.* 80:609-616.

Cabrera, M.C, Saadoun A. (2014). An overview of the nutritional value of beef and lamb meat from South America. *Meat Science* 98(3):435.

Cañeque V, 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. INIA Uruguay. *Série Técnica* 168, 97–102.

Carballo JA., Montserrat L, Sanchez B, Sánchez García L (2005). Características de la canal y de la carne de machos procedentes del cruce de Rubia Gallega con Nelore. En: *Archivos de zootecnia*, ISSN 0004-0592, Vol. 54, N° 206-207, págs. 485-489.

Carrasco S, Ripoll G, Panea B, Álvarez-Rodríguez J, Joy M. (2009). Composición del tejido de la carcasa en corderos ligeros: Influencia del sistema de alimentación y ecuaciones de predicción. *Livest. Sci.* 126: 112-121.

Connor W. E. (2000). Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 71(1):171S.

Corl B.A, Baumgard L.H, Dwyer D.A, Griinari J.M, Phillips B.S, Bauman D.E. (2001). *The Journal of nutritional biochemistry* 12 (11), 622-630.

Da Silva F.C. (1999). Análisis químicos de tejido vegetal. En: *Manual de análisis químicos de solos, plantas e fertilizantes*, Embrapa, Brazil, pp.171-204.

Dedeckere E.A.M., Korver O, Verschuren P.M, Katan M.B. (1998). Health aspects of fish and n-3 polyunsaturated fatty acids from plant and marine organism. *European Journal of Clinical Nutrition*, 52, 749-753.

De la Fuente J, Díaz M.T, Álvarez I, Oliver M.A, Font i Furnols M, Sañudo C, Campo M.M., Montossi F, Nute G.R, Cañeque V. (2009). Fatty acid and vitamin E composition of intramuscular fat in cattle reared in different production systems. *Meat Sci.* 82(3):331.

De Smet S, Raes K, Demeyer D. (2004). Meat fatty acid composition as affected by genetic factors. *Anim. Res.* 53:81.

Devincenzi T, Prunier A, Meteau K, Prache S (2019). How does barley supplementation in lambs grazing alfalfa affect meat sensory quality and authentication *Animal* 2019, 13, 427–434, doi:10.1017/S1751731118001477.

Dewhurst R.J, Shingfield K.J, Lee M.R.F, Scollan N.D. (2006). Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 131:168-206.

Dewhurst R.J, Delaby L, Moloney A, Boland T, Lewis E. (2009). Nutritive value of forage legumes used for grazing and silage. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 48, 167–187.

DHA, Department of Health. 1994. Report on health and social subjects. No. 46. Nutritional aspects of cardiovascular disease. London: HMSO.

Dhiman T.R, Nam S.H., Ure A.L. (2005). Factors affecting conjugated linoleic acid content in milk and meat. *Crit Rev Food Sci Nut* 45: 463-482.

DIEA (2020). Anuario estadístico agropecuario. Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Estadísticas Agropecuarias, Uruguay. Disponible en: <https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2020/ANUARIO2020.pdf> Fecha de consulta: 10/3/2021.

Díaz, M.T., Álvarez, I, De la Fuente, J, Sañudo C, Campo M.M, Oliver M.A. (2005). Fatty acid composition of lamb meat from typical lamb production systems in Spain, the United Kingdom, Germany and Uruguay. *Meat Science*, 71(2), 256–263.

Díaz, M.T, Velasco S, Cañeque V, Lauzurica S, Ruiz de Huidobro F, Pérez C. (2002). Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. *Small Ruminant Research*, 43(3), 257–268.

Duckett S.K, Neel J.P, Lewis R.M, Fontenot J.P, Clapham W.M. (2013). Effects of forage species or concentrate finishing on animal performance, carcass and meat quality. *J. Anim. Sci.* 91(3):1454.

EFSA, European Food Safety Authority. 2010. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *The EFSA J.* 8(3):1461.

Ekiz B, Ekiz EE, Kocak O, Yalcintan H, Yilmaz A (2012). Effect of pre-slaughter management regarding transportation and time in lairage on certain stress parameters, carcass and meat quality characteristics in Kivircik lambs. *Meat Science*. 90 (4), 967-976

Ekiz B, Yilmaz A, Demirel G, Yalcintan H, Kocak O, Ozcan M, Altinel A. (2013). Slaughter characteristics, carcass quality and fatty acid composition of lambs under four different production systems. *Small Ruminant Research*. 114: 26–34.

FAO, IFAD, and WFP. The State of Food Insecurity in the World 2015: Meeting the 2015 International Hunger Targets: Taking Stock of Uneven Progress. Rome: FAO, 2015.

Faría P.B, Bressan M.C, Vieira J.O, Vicente-Neto J, Ferrao, S.P.B, Rosa F.C, Monteiro M, Cardoso M.G, Gama L.T. (2012). Meat quality and lipid profiles in crossbred lamb finished on clover-rich pastures. *Meat Science*, 90, 733–738.

Félix A, Repetto J.L, Hernández N, Pérez-Ruchel A, Cajarville C (2017). Restricting the time of access to fresh forage reduces intake and energy balance but does not affect the digestive utilization of nutrients in beef heifers. *Anim. Feed. Sci. Technol*. 2017, 226, 103–112, doi:10.1016/j.anifeedsci.2017.02.016.

Field R.A, Maiorano G, McCormick R.J, Riley M.L, Russell W.C, Williams F.L, Crouse J.D. (1990). Effect of plane of nutrition and age on carcass maturity of sheep. *J. Anim. Sci*. 68, 1616-1623.

Font i Furnols M, Realini C.E, Guerrero L, Oliver M.A, Sañudo C, Campo M.M, Nute G.R, Cañeque V, Álvarez I, San Julián R, Luzardo S, Brito G, Montossi F. (2009). Acceptability of lamb fed on pasture, concentrate or combinations of both systems by European consumers. *Meat Science*. 81(1):196.

Forrest J, Aberle E, Hedrick H, Judge M, Merkel R. (1979). *Fundamentos de la Ciencia de la Carne*, 2ª Ed., Acribia, Zaragoza, 364p.

Fraser T.J, Rowarth J.S. (1996). Legumes, herbs or grass for lamb performance? *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 58: 49-52.

Gaitán D, Manuel C, Olivares G, Arredondo M, Pizarro A. (2006). Iron Bioavailability in Humans. *Rev Chil Nutr* Vol. 33, N°2, pp: 142-148

Ganzábal A, Ciappesoni, San Julián R, Luzardo S, Banchemo G. (2014). Evaluación del crecimiento de la canal y la calidad de la carne en corderos pollwarth y cruza. 60th Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de la Carne 17-22 Agosto 2014, Punta del Este, Uruguay.

Garibotto G, Bianchi G. (2007). Alternativas nutricionales con diferente grado de intensificación y su efecto en el producto final. Capítulo VI. En: Alternativas tecnológicas para la producción de carne ovina de calidad en sistemas pastoriles. Gianni Bianchi. Ed. Hemisferio Sur. pp: 161 – 226.

Garrido M.D, S Bañón. (2000). Medidas del pH. En: Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Ministerio de Ciencia y Tecnología-INIA. Madrid, España. Pp 147-155.

Gill M. (1979). The principles and practice of feeding ruminants on complete diets. *Grass For Sci* 34: 155-161.

Herring H.K, Cassens R.G, Briskey E.J. (1965). Further studies on bovine muscle tenderness as influenced by carcass position, sarcómero length and fiber diameter. *Journal of Food Science* 30: 1049.

Hopkins D.L. (1996). Assessment of lamb meat colour. *Meat Focus International*, 5, 400–401.

INAC. (2010). Clasificación y Tipificación de carne ovina, Instituto Nacional de Carnes. Rincón 545.Montevideo. Uruguay. http://www.inac.gub.uy/innovaportal/file/11353/1/tipificacion_ovina_sistema_actual_para_la_web_abril_2015.pdf. Fecha de consulta 2/5/2017.

INAC. (2011). Foro de las carnes. Disponible en: <http://www.inac.gub.uy/innovaportal/file/6093/1/mesa-1.pdf>. Fecha de consulta: 5/5/2017.

INAC. (2019). Ejercicio Agrícola 2018-2019. Disponible en: <https://www.inac.uy/innovaportal/file/17795/1/ejercicio-agricola-2018---2019.pdf>. Fecha de consulta: 13/04/2020.

Ipharraguerre I.R, Clark J.H. (2003). Soyhulls as an alternative feed for lactating dairy cows: a review. *J Dairy Sci* 86:1052-1073.

Jaborek J.R, Zerby H.N, Moeller S.J, Wick M.P, Fluharty F.L, Garza H, GarciaL.G, England E.M. (2018). Effect of energy source and level, and animal age and sex on meat characteristics of sheep. *Small Rum. Res.* 2018, 166, 53–60, doi:10.1016/j.smallrumres.2018.07.005.

Jacques J, Berthiaume R, Cinq-Mars D (2011). Growth performance and carcass characteristics of Dorset lambs fed different concentrates: Forage ratios or fresh grass. *Small Rum. Res.* 2011, 95, 113–119, doi:10.1016/j.smallrumres.2010.10.002.

Jarrige R, Grenet E., Demarquilly C, Besle, J.M. (1995). Les constituants de l'appareil végétatif des plantes fourragères. En: Jarrige R., Ruckebusch Y., Demarquilly C., Farce M. H., Journet M. *Nutrition des ruminants domestiques ingestion et digestion*. Paris, INRA, p. 25-81.

Jiang H, Wang Z, Ma Y, Qu Y, Lu X, Guo H, Luo H, (2015). Effect of dietary lycopene supplementation on growth performance, meat quality, fatty acid profile and meat lipid oxidation in lambs in summer conditions. *Small Rum. Res.* 131, 99–106.

Jorhem L. (2000). Determination of metals in foods by atomic absorption spectrometry after dry ashing: NMKL collaborative study. *Journal of AOAC International*, 83, 1204–1211.

Kallas Z, Realini C.E, Gil J.M. (2014). Health information impact on the relative importance of beef attributes including its enrichment with polyunsaturated fatty acids (omega-3 and conjugated linoleic acid). *Meat Science*. 97(4):497.

Kemp J.D, Mahyuddin M, Ely D.G, Fox J.D, Moody W.G. (1981). Effect of feeding system, slaughter weight and sex on organoleptic properties, and fatty acid composition of lamb. *J. Anim. Sci.*, 51, 321–330.

Kremer R. (2010). Corderos pesados en Uruguay: evolución e impacto en la producción de carne ovina. *Agrociencias*: 69-71.

Kritchevesky S.B, Kritchevesky D. (2000). Egg consumption and coronary heart disease: an epidemiological overview. *Journal of the American College of Nutrition* 19(5):549S-555S.

Kotula A.W, Lusby W.R. (1982). Mineral composition of muscles of 1- to 6-year-old steers. *J. Anim. Sci.*, 54, 544–548.

Locker R.H. (1960). Degree of muscular contraction as a factor in tenderness of beef. *Food Research* 25:304.

Lourenço M, Van Ranst G, Vlaeminck B, De Smet S, Fievez V. (2008). Influence of different dietary forages on the fatty acid composition of rumen digesta as well as ruminant meat and milk. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 145: 418-437.

Malau-Aduli A.E.O, Siebert B.D, Bottema C.D.K, Pitchford W.S.A. (1998). Breed comparison of the fatty acid composition of muscle phospholipids in Jersey and Limousin cattle. *J. Anim. Sci.*, 76, 766–773.

Marmer W.N, Maxwell R.J, Williams J.E. (1984). Effects of dietary regimen and tissue site on bovine fatty acid profiles. *J. Anim. Sci.*, 47, 699-704.

Matejovsky K.M, Sanson D.W. (1995). Intake and digestion of low-, medium-, and high-quality grass hays by lambs receiving increasing levels of corn supplementation. *J Anim Sci* 73:2156-2163.

Mendoza A, Cajarville C, Repetto J.L (2016). Intake, milk production and milk fatty acid profile of dairy cows fed diets combining fresh forage with a total mixed ration. *Journal of Dairy Science* 99, 1938–1944.

Montossi, F, Sañudo C. (2007^a). 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 los distintos sistemas productivos del Uruguay: componente carnes. En: Cooperación hispano-uruguaya: evaluación y promoción de la calidad de la carne bovina y ovina del Uruguay en el mercado europeo. Montossi, F. C. Sañudo (Eds). Tacuarembó, Uruguay: INIA. Serie Técnica. 166:1.

Montossi F, Sañudo C. (2007^b). Antecedentes, justificación y objetivos del proyecto. En: 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. Montossi, F. y C. Sañudo (Eds). Tacuarembó, Uruguay: INIA. Serie Técnica. 168:9.

Muchenje V, Dzama K, Chimonyo M, Strydom, P.E, Hugo A, Raats J.G. (2009). Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. *Food Chemistry* 112, 279-289.

Murphy T.A, Loerch S.C, McClure K.E, Solomon M.B. (1994). Effects of grain or pasture finishing systems on carcass composition and tissue accretion rates of lambs. *J. Anim. Sci.*72:3138-3144.

Nielsen B, Thamsborg S.M, Andersen H.R, Kristensen T. (2003). Effect of winter feeding level and season on herbage intake in dairy breed steers on perennial ryegrass/white clover pasture. *Animal Science* 76, 341–352.

NRC. (2007). National Research Council. Nutrient Requirements of small Ruminants. The National Academies Press, Washington, D.C.

Offer G, Knight P. (1988). The structural basis of water holding in meat. General principles and water uptake in meat processing. *Development in Meat Science* 4. Ed. Lawrie, R. Elsevier, Oxford.pp:63-170.

Özcan M, Demirel G, Yakan A, Ekiz B, Tölü C, Savaş T. (2015). Genotype, production system, and sex effects on fatty acid composition of meat from goat kids. *Anim. Sci. J.*, 86: 200–206.

Palmquist D.L, Lock A.I, Shingfield K.J, Bauman D.E. (2005). Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants and humans. *Adv Food Nut Res* 50: 179-217.

Pérez-Ruchel A, Repetto J.L, Cajarville C. (2017). La suplementación de forraje fresco de alta calidad a corderos en crecimiento alimentados con una dieta de ración mixta total condujo a una mayor ingesta sin alterar la utilización de nutrientes. *Animal* 2017, 11, 2175–2183.

Perkin Elmer (1998). Analytical 100/300 Atomic Absorption Spectrophotometer Hardware Guide, Revision 0993-6088 Rev. E.

Petrova Y, Banskalieva V, Dimov V. (1994). Effect of feed on distribution of fatty acids at Sn-2-position in triacylglycerols of different adipose tissues in lambs. *Small Rum. Res.*, 13: 263–267.

Piaggio L, Marichal M.J, Bentancur O, Cor P, Tellechea V. (2013). Producir “Cordero Precoz Pesado” de dos genotipos con engorde a corral y dietas de diferente de diferente nivel de proteína. XXIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA).

Pla Torres M. (2005). Capacidad de retención de agua. En: estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Monografías INIA: serie ganadera N°3 -2005. España. pp: 243-250.

Pomiés N. (2014). Combinación de diferentes niveles de forraje fresco y ración totalmente mezclada en dietas de vacas lecheras: efecto sobre el aprovechamiento digestivo. Tesis de Maestría, Facultad de Veterinaria, UdelaR, Uruguay. 52p.

Ponnampalam E.N, Warner R.D, Kitessa S, McDonagh M.B, Pethick D.W, Allen D, Hopkins D.L. (2010). Influence of finishing systems and sampling site on fatty acid composition and retail shelf-life of lamb. *Animal Production Science*, 50, 775-781.

Ponnampalam E.N, Hopkins D.L, Butler K.L, Dunshea F.R, Sinclair A.J, Warner R. D. (2009). Polyunsaturated fats in meat from Merino, first- and second-cross sheep slaughtered as yearlings. *Meat Science*, 83(2), 314–319. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.05.018>.

Ponnampalam E.N, Mann N.J, Sinclair A.J. (2006). Effect of feeding systems on omega-3 fatty acids, conjugated linoleic acid and trans fatty acids in Australian beef cuts: Potential impact on human health. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 15(1), 21–29.

Purchas R.W, Busboom, J.R. (2005). The effect of production system and age on levels of iron, taurine, carnosine, coenzyme Q10, and creatine in beef muscles and liver. *Meat Science*, 70, 589–596.

Priolo A, Micol D., Agabiel J, Prache S, Dransfield, E. (2002). Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality. *Meat Science*, 62, 179–185.

Realini C.E, Duckett S.K, Brito G.W, Dalla Rizza M, Mattos M. (2004). Effect of pasture vs concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition and quality of Uruguayan beef. *Meat Science* 66(3), 567-577.

Realini C.E, Font i Furnols M, Guerrero L, Montossi F, Campo M.M, Sañudo C, Nute G.R, Alvarez I, Cañeque V, Brito G, Oliver M.A. (2009). Effect of finishing diet on consumer acceptability of Uruguayan beef in the European market. *Meat Science*. 81(3):499.

Realini C.E, Guàrdia M.D, Díaz I, García Regueiro J.A, Arnau J. (2015). Effects of acerola fruit extract on sensory and shelf-life of salted beef patties from grinds differing in fatty acid composition. *Meat Science*. 99:18.

Realini C.E, Montossi F, Brito G. (2016). Investigación para el desarrollo de estrategias nutricionales y genéticas que optimicen el contenido y el perfil de ácidos grasos de la carne vacuna uruguaya. Revisión. <https://www.researchgate.net/publication/312868892>.

Repetto J.L, Cajarville C, Britos A, Pomiés N. (2003). Effects of the inclusion of increasing proportions of citrus pulp, corn or barley to a high quality pasture on the in vitro fermentation. *Veterinaria (Montevideo)* - Vol. 49 - 191 - pp. 04 a 13.

Ricardo H.A, Fernandes A.R.M, Mendes L.C.N, Oliveria M.A.G, Protes V, Sca- tena E.M, Roça R.O, Athayde N.B, Girao L.V.C, Alves L.G.C. (2015). Carcass traits and meat quality differences between a traditional and an intensive production model of market lambs in Brazil: Preliminary investigation. *Small. Rum. Res.*, 130: 141–145.

Robertson J.B, Van Soest P.J. (1981). The detergent system of analysis and its application to human foods. In: James, W.P.T;ok Theander, O. (Eds). The analysis of dietary fiber in food. Marcel Dekker, NY, USA, pp.123.

Rule D.C, MacNeil, M.D, Short R.E. (1997). Influence of sire growth potential, time on feed, and growing-finishing strategy on cholesterol and fatty acids of the ground carcass and longissimus muscle of beef steers. . J. Anim. Sci., 75, 1525–1533.

Salgado C. (2013). La recuperación de la producción ovina. Lananoticias 166: 10-11.

San Julián R., Luzardo S, Brito G, Montossi F. (2007). Efecto de diversas dietas en las características de la canal y de la calidad de la carne en corderos Corriedale de Uruguay. INIA Uruguay. Série Técnica, 168, 91–96.

Santos-Silva J, Mendes I.A, Bessa R.J.B (2002). The effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. 1. Growth, carcass composition and meat quality. Livest. Prod. Sci. 2002, 76, 17– 25, doi:10.1016/S0301-6226(01)00334-7.

Sauvant D, Bas P. (2001). La digestion des lipides chez le ruminant. INRA, Productions Animales, 14(5), 303–310.

Santaella M, Martínez I, Ros G, Periago M.J. (1997). Assessment of the role of meat cut on the Fe, Zn, Cu, Ca and Mg content and their in vitro availability in homogenised weaning foods. Meat Science, 45, 473–483.

Schönfeldt H.C, Naudé R.T, Bok W, Van Heerden S.M., Sowden L. (1993). Cooking- and juiciness-related quality characteristics of goat and sheep meat. Meat Science, 34, 381–394.

Simopoulos A.P. (1999). Essential fatty acids in health and chronic disease. Am. J. Clin. Nutr. 70(3):560S.

Smith G.C, Dutson, T.R., Hostetler, R.L, Carpenter, Z.L. (1976). Fatness, rate of chilling and tenderness of lamb. Journal of Food Science, 41, 748–756.

Sniffen C.J, O'Connor J.D, Van Soest P.J, Fox D.G, Russell J. B. (1992). A net carbohydrate and protein availability (CNCPS). J. Animal. Sci. 70:3562-3577.

Santana A, Cajaville C, Mendoza A, Repetto J.L (2016). Combination of legume-based herbage and total mixed ration (TMR) maintains intake and nutrient utilization of TMR and improves nitrogen utilization of herbage in heifers. Epub 2016 Oct 11.

Simopolous A.P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. Biomedical Pharmacotherapy, 56, 365–379.

Steen R.W.J, Porter M.G. (2003). The effects of high concentrate diets and pasture on the concentration of conjugated linoleic acid in beef muscle and subcutaneous fat. Grass and Forage Sci 58: 50-57.

Tarrant P.V. (1988). Animal behavior and environment in the dark cutting condition. In: Dark Cutting in Cattle and Sheep. Proceedings of an Australian Workshop.

Australian Meat and Live stock Research and Development Corporation. Agosto, 1988. Australia, pp: 8-18.

Valsta L.M, Tapanainen H, Mannisto S. (2005). Meat fats in nutrition. *Meat Science* 70, 525–530.

Vera R, Aguilar C, Lira R, Toro P, Barrales L, Pena I, Briones I. (2009). Feeding dry olive cake modifies subcutaneous fat composition in lambs, noting cake resistance to degradation and peroxidation. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 69(4), 548–559.

Warren H.E, Scollan N.D, Enser M, Hughes S.I, Richardson R.I, Wood J.D. (2008). Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. I: Animal performance, carcass quality and muscle fatty acid composition. *Meat Science* 78: 256–269.

Wood J.D, Richardson R.I, Nute G.R, Fisher A.V, Campo M.M. (2004). Kasapidou, E.; Sheard, P.R.; Enser, M. Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Science*. 2004, 66, 21–32,

Wood J.D, Enser M, Fisher A.V, Nute G.R, Sheard P.R, Richardson R.I, Hughes S. I, Whittington F.M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*. 78:343.

Wythes J.R., Shorthose W.R.(1984). Marketing Cattle: its effects on live weight, carcasses and meat quality. *Australian Meat Research Committee review*;46: 1-27

Young R.J, Lawrence A.B. (1994). Feeding behaviour of pigs in groups monitored by a computerized feeding system. *Anim. Prod.* 58: 145–152.